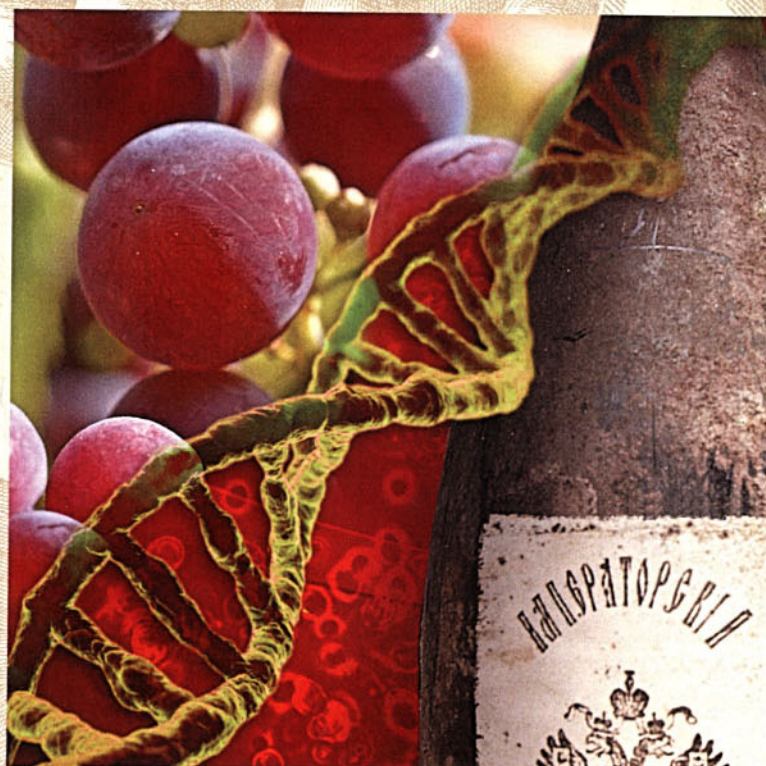


2024•26•3

МАГАРАЧ  
ВИНОГРАДАРСТВО  
и ВИНОДЕЛИЕ



MAGARACH  
VITICULTURE  
and WINEMAKING

# МАГАРАЧ ВИНОГРАДАРСТВО и ВИНODEЛИЕ

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 «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»)

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

**Остроухова Е.В.**, д-р техн. наук, гл. науч. сотр. лаборатории тихих вин ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН».

**Ответственный секретарь:** Бурцева Т.Р., нач. информационно-издательского отдела ФГБУН «ВНИИВиВ «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. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические науки)

4.1.3. Агрехимия, 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 «ВНИИВиВ «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 19.09.2024 г.

Формат А4. Объем 13,5 п.л. Тираж 80 экз.

**Адрес издателя и типографии:** 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»

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

e-mail: [priemnaia@magarach-institut.ru](mailto:priemnaia@magarach-institut.ru)

© ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», 2024  
ISSN 2309-9305

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

**Волькин В.А.**, д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. сектора амелографии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия);

**Гержилова В.Г.**, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия);

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

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

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

**Егоров Е.А.**, акад. РАН, д-р экон. наук, проф., гл. науч. сотр., директор ФГБУН СКФНЦСВВ (Россия);

**Загоруйко В.А.**, д-р техн. наук, проф., чл.-корр. НААН, гл. науч. сотр., зав. лабораторией коньяка ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (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);

**Кишкоровская С.А.**, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории микробиологии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия);

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

**Макаров А.С.**, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории игристых вин ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия);

**Михловски Милош**, д-р с.-х. наук, руководитель «Винселект Михловски», энолог, селекционер (Чешская Республика);

**Ник Петер**, проф., директор Ботанического института Карлсруэ (Германия);

**Новело Витторино**, проф. кафедры виноградарства Туринского университета (Италия);

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

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

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

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

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

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

**Савин Георг**, д-р с.-х. наук, НПИ садоводства, виноградарства и пищевых технологий, Кишинёв (Республика Молдова);

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

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

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

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

**Фаила Освальдо**, проф. кафедры сельскохозяйственных и экологических наук Миланского университета (Италия);

**Челик Хасан**, почетный проф. виноградарства кафедры сельскохозяйственных наук и технологий Европейского университета 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;

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

**Executive Secretary:**

**Burtseva T.R.**, Head of Information and Publishing Dpt., 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 the 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 the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine, FSBSI Magarach (Russia);

**Beibulatov M.R.**, Dr. Agric. Sci., Chief Staff Scientist of the Laboratory of Grape Agrotechnologies, FSBSI Magarach (Russia);

**Volkova G.V.**, Dr. Biol. Sci., Deputy Director, Head of the Laboratory of Plant Immunity to Diseases, FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Biological Protection (Russia);

**Volynkin V.A.**, Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of the Ampelography Sector, FSBSI Magarach (Russia);

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

**Guguchkina T.I.**, Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of the 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 the Centre for Biological Regulation of Pesticide Use, FSBSI VIZR (Russia);

**Dolzhenko T.V.**, Dr. Biol. Sci., Professor, Department of Plant Protection and Quarantine, FSBEI HE St. Petersburg State Agrarian University (Russia);

**Egorov E.A.**, Academician of the RAS, Dr. Econ. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Director of the FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking (Russia);

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

**Zamotailov A.S.**, Dr. Biol. Sci., Professor, Head of the Department of Phytopathology, Entomology and Plant Protection, FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin (Russia);

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

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

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

**Michlovsky Miloch**, Dr. Agric. Sci., Chairman of the Vinselekt Michlovsky plc., oenologist, breeder (Czech Republic);

**Nick Peter**, Professor, Director of the Botanical Institute of Karlsruhe (Germany);

**Novello Vittorino**, Professor of Viticulture, University of Turin (Italy);

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

**Panasjuk A.L.**, Corresponding Member of the RAS, Dr. Techn. Sci., Professor, Deputy Director for Science of the All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry - Branch of the FSBSI Federal Scientific Centre of Food Systems named after V.M. Gorbatoev of the RAS (Russia);

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

**Pashetskiy V.S.**, Corresponding Member of the RAS, Dr. Agric. Sci., Director of the FSBSI Research Institute of Agriculture of Crimea (Russia);

**Petrov V.S.**, Dr. Agric. Sci., Leading Staff Scientist of the Research Center «Viticulture», FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking (Russia);

**Roychev Venelin**, Dr. Agric. Sci., Professor of the Department of Viticulture, Agricultural University of Plovdiv (Bulgaria);

**Savin Gheorghe**, Dr. Agric. Sci., ISPHTA Chisinau (Moldova);

**Salimov Vugar**, Dr. Agric. Sci., Director of the 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 All-Russian Collection of Industrial Microorganisms, National Research Center «Kurchatov Institute» (Russia);

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

**Troshin L.P.**, Dr. Biol. Sci., Professor of the Department of Viticulture, FSBEI HE Kuban State Agrarian University (Russia);

**Failla Osvaldo**, Professor of the Department of Agricultural and Environmental Sciences, University of Milan (Italy);

**Celik Hasan**, Emeritus Professor of Viticulture of the Department of Horticulture Sciences and Technologies, European University of Lefke (North Cyprus).

СЕЛЕКЦИЯ И  
ПИТОМНИКОВОДСТВО \_\_\_\_\_

\*Оригинальное исследование

- 214 Крымские автохтонные сорта винограда в  
Донской ампелографической коллекции  
*Ганич В.А., Наумова Л.Г., Фатахетдинова М.В.*

Оригинальное исследование

- 219 Фенологические характеристики местных  
винных сортов винограда России в условиях  
Крымского западно-приморского предгорного  
района Крыма  
*Полулях А.А., Волынкин В.А.*

ВИНОГРАДАРСТВО \_\_\_\_\_

Оригинальное исследование

- 226 Изучение агробιοлогических показателей  
филлоксероустойчивых сортов винограда  
технического направления в Анапо-Таманской  
зоне Краснодарского края  
*Трошин Л.П., Кравченко Р.В., Горлов С.М., Куфанова Р.Н.*

Оригинальное исследование

- 231 Управление урожайностью и качеством винограда  
биологическим методом  
*Манацков А.Г., Сироткина Н.А.*

\*Оригинальное исследование

- 235 Перспективы разработки математических моделей  
прогнозирования продукционных процессов в  
виноградарстве  
*Иванова М.И., Иванченко В.И., Потанин Д.В.*

Оригинальное исследование

- 242 Продуктивность и товарные качества урожая  
винограда в зависимости от внескорневых  
обработок растений специальными  
агрохимикатами направленного действия  
*Руссо Д.Э., Красильников А.А.*

\*Оригинальное исследование

- 247 Биотехнологические операции по оздоровлению  
растительного материала винограда от  
возбудителей бактериального рака  
*Клименко В.П., Лушай Е.А., Павлова И.А.,  
Абдурашитова А.С., Зленко В.А., Григоренко М.И.,  
Спотарь Г.Ю., Корнильев Г.В., Рязанкина Я.Ю.*

САДОВОДСТВО \_\_\_\_\_

Оригинальное исследование

- 253 Научно-технические разработки крымских ученых  
и их вклад в развитие отечественного садоводства  
на полуострове  
*Бабинцева Н.А., Усейнов Д.Р., Кириченко В.С.*

Оригинальное исследование

- 261 Основные факторы, влияющие на периодичность  
плодоношения яблони  
*Танкевич В.В., Сотник А.И.*

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ \_\_\_\_\_

\*Оригинальное исследование

- 266 Биологизация ампелоценозов юго-западного  
Крыма  
*Клименко О.Е., Балькина Е.Б., Степовенко В.В.,  
Якушева Н.Н., Струченко А.В.*

ВИНОДЕЛИЕ.  
ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ \_\_\_\_\_

\*Оригинальное исследование

- 273 Технологическая оценка сорта винограда  
Бастардо магарачский для производства  
различных типов высококачественных вин в  
условиях Нижнего Придонья  
*Матвеева Н.В., Бахметова М.В.*

\*Оригинальное исследование

- 279 Влияние процесса выдержки кюве на дрожжах на  
качество игристых вин из крымских автохтонных  
сортов винограда  
*Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Макаров А.С.*

Оригинальное исследование

- 289 Изучение элементного профиля вин Крыма и  
изотопных характеристик их водной компоненты  
*Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Свиридов Д.А., Ильин А.А.,  
Лиховской В.В., Загоруйко В.А., Шмигельская Н.А.,  
Яланецкий А.Я.*

Аналитический обзор

- 296 Основные свойства хитинсодержащих сорбентов  
и динамика осветления ими столового  
виноматериала  
*Мамедова Х.Н.*

Оригинальное исследование

- 302 Динамика показателей физико-химического  
состава сортовых коньячных дистиллятов при  
выдержке в контакте с древесиной дуба  
*Чурсина О.А., Погорелов Д.Ю., Удод Е.Л., Зайцев Г.П.*

Оригинальное исследование

- 308 Способ подготовки виноградной лозы для  
эффективного экстрагирования стильбеновых  
соединений  
*Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жиликова Т.А.,  
Соловьёва Л.М., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е.*

Информация

- 316 Основные тенденции в мировом производстве и  
потреблении вина  
*Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л.*

\* – из материалов Международной научно-практической  
конференции «Современные тенденции науки, инно-  
вационные технологии в виноградарстве и виноделии»  
MTSITVW2024

SELECTION and NURSERY \_\_\_\_\_

\* ORIGINAL RESEARCH

214 Crimean autochthonous grape varieties in the Don Ampelographic Collection

*Ganich V.A., Naumova L.G., Fatakhedinova M.V.*

ORIGINAL RESEARCH

219 Phenological characteristics of local wine grapevine cultivars of Russia in the conditions of Crimean Western-Coastal Piedmont region of Crimea

*Polulyakh A.A., Volynkin V.A.*

VITICULTURE \_\_\_\_\_

ORIGINAL RESEARCH

226 Study of agrobiological indicators of phylloxera-resistant wine grape varieties in the Anapa-Taman zone of the Krasnodar Territory

*Troshin L.P., Kravchenko R.V., Gorlov S.M., Kufanova R.N.*

ORIGINAL RESEARCH

231 Management of cropping capacity and quality of grapes by biological method

*Manatskov A.G., Sirotkina N.A.*

\* ORIGINAL RESEARCH

235 Prospects for the development of mathematical models to forecast the production processes in viticulture

*Ivanova M.I., Ivanchenko V.I., Potanin D.V.*

ORIGINAL RESEARCH

242 Productivity and market quality of grape yield under the influence of foliar dressing with special agrochemicals of targeted action

*Russo D.E., Krasilnikov A.A.*

\* ORIGINAL RESEARCH

247 Biotechnological operations for the recovery of grape plant material from *Agrobacterium* biovars

*Klimenko V.P., Lushchay E.A., Pavlova I.A., Abdurashitova A.S., Zlenko V.A., Grigorenko M.I., Spotar G.Yu., Korniliev H.V., Ryazankina Ya.Yu.*

GARDENING \_\_\_\_\_

ORIGINAL RESEARCH

253 Scientific and technical development results of Crimean scientists and their contribution to the development of domestic horticulture on the Peninsula

*Babintseva N.A., Useinov D.R., Kirichenko V.S.*

ORIGINAL RESEARCH

261 Main factors influencing the periodicity of apple tree fruiting

*Tankevich V.V., Sotnik A.I.*

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

\* ORIGINAL RESEARCH

266 Biologization of ampeloceneses of the South-Western Crimea

*Klimenko O.E., Balykina E.B., Stepovenko V.V., Yakusheva N.N., Struchenko A.V.*

WINEMAKING \_\_\_\_\_

FOOD SYSTEMS \_\_\_\_\_

\* ORIGINAL RESEARCH

273 Technological assessment of 'Bastardo Magarachskiy' grape variety for the production of various types of high-quality wines in the conditions of the Lower Don region

*Matveeva N.V., Bakhmetova M.V.*

\* ORIGINAL RESEARCH

279 The effect of cuvée aging in yeast process on the quality of sparkling wines from Crimean autochthonous grape varieties

*Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Makarov A.S.*

ORIGINAL RESEARCH

289 Study of the elemental profile and isotopic characteristics of water component in Crimean wines

*Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Sviridov D.A., Ilyin A.A., Likhovskoi V.V., Zagorouiko V.A., Shmigelskaia N.A., Yalanetsky A.Ya.*

ANALYTICAL REVIEW

296 Main properties of chitin-containing sorbents and dynamics of clarification of table wine material using them

*Mammadova H.N.*

ORIGINAL RESEARCH

302 Dynamics of physicochemical composition indicators of varietal brandy distillates when aged in contact with oak wood

*Chursina O.A., Pogorelov D.Yu., Udod E.L., Zaitsev G.P.*

ORIGINAL RESEARCH

308 Method to prepare grapevine canes for effective extraction of stilbene compounds

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

INFORMATION

316 Key trends in global wine production and consumption

*Oganesyants L.A., Panasyuk A.L.*

\* – from the materials of the International Scientific and Practical Conference "Modern trends in science, innovative technologies in viticulture and winemaking" MTSITVW2024

Дорогие читатели!

Третий квартал года у аграриев всегда насыщенный, решающий. В «Магараче» среди ключевых событий я бы назвал нашу ежегодную Международную научно-практическую конференцию MTSITVW 2024 «Современные тенденции науки, инновационные технологии в виноградарстве и виноделии» с участием 218 ученых и проведение сезона виноделия. Форсируем розлив вин, не давая прерваться технологической цепочке от поля до завода. Ожидаем качественных виноматериалов, благодаря тому, что виноградари очень хорошо потрудились в сезон вегетации.

В области науки мы сделали определенные шаги совместно с ВИР и НИЦ «Курчатовский институт» по решению стратегической задачи - вывести на новый уровень исследования генетических ресурсов винограда. Она решается нашим Селекционно-генетическим центром, отдельные аспекты рассматривались также солидным представительством ученых «Магарача» на совещании в Центре климатических испытаний ВИЛМ имени Т.В. Акимова – НИЦ «Курчатовский институт» в Геленджике совместно с Ассоциацией виноградарей и виноделов России. Мы участвовали по видеосвязи в заседании Межправительственной комиссии стран СНГ, где обсуждался обмен генетическим материалом, проведение селекционного процесса, научные экспедиции. Отмечу также, что два сотрудника института прошли обучение геномным технологиям в Институте биологии южных морей на первом экземпляре российского секвенатора СИНТОЛ, созданного Институтом аналитического приборостроения. Развитие отечественной научной школы по генетическим ресурсам, селекции и генетике винограда, оздоровление растительного материала винограда от возбудителей бактериального рака, биологизация систем защиты винограда широко обсуждались на конференции в «Магараче». Отечественный бизнес представили 7 научно-производственных предприятий России. Мы впервые в Крыму провели такое апробированное в России мероприятие, как «День поля» - на наших возрожденных в историческом ядре «Магарача» землях.

Второй стратегической задачей является создание научно-методического центра идентификации винопродукции. Подготовительные работы в этом плане у нас выполнены, следующий шаг, который очень ждем, – полноценное оснащение лаборатории. Мы имеем достаточно опытные кадры, за разработку методологии идентификации винопродукции наши сотрудники получили премию Республики Крым. Проблема идентификации вин, особенно вин с контролируемым местом происхождения (ЗГУ и ЗНМП) стоит сегодня особенно остро. Наши сотрудники разработали интересный план по созданию региональных центров идентификации вин в масштабах страны, а также консультационных и учебных пунктов.



Нам удалось, как мне кажется, эффективно поработать с молодежью. Популяризации науки о винограде и вине послужили лекции руководителя «Магарача» в КФУ им. В.В. Вернадского, выступления в СМИ ведущих сотрудников института. Мы приняли участие в масштабном общероссийском проекте – Винном фестивале в Уфе, который курировал НИЦ «Курчатовский институт». Ведущим профессиям в виноградарстве и виноделии был посвящен мастер-класс на конференции, который мы провели совместно с представителями WINEPARK Мрия. Мы благодарны нашему партнеру за работу с молодежью на конференции.

Мы посвятили наш форум памяти основателей научных школ в области технологии виноделия Г.Г. Валуико и стабилизации вин В.И. Зинченко. Столетние юбилеи этих ученых, как и юбилей известного селекционера П.Я. Голодриги, который мы отмечаем ранее, говорят сами за себя, насколько глубок фундамент российского виноделия. Сегодня в СМИ зачастую можно прочесть, что российское виноделие очень молодо. Но «Магарачу» 196 лет, российскому предпринимательству в области виноградарства и виноделия без малого 200! В 1825 году в Судаке было зарегистрировано акционерное общество «Компания крымских вин». Церковные вина «Компани...» продавали даже в Царстве Польском, значит, они уже тогда могли выдерживать конкуренцию с европейскими в этом сегменте! Российские купцы, крупные предприниматели сделали многое для освоения земель Крыма, их опыт был осмыслен первыми учеными «Магарача». Мы продолжаем их путь. Реализацию научного потенциала «Магарача» на практике можно назвать нашей третьей стратегической задачей.

*Главный редактор  
Владимир Лиховской*

УДК 634.852(470.61)  
EDN AFXOBD

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

## Крымские автохтонные сорта винограда в Донской ампелографической коллекции

Ганич В.А., Наумова Л.Г.<sup>✉</sup>, Фатахетдинова М.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра, г. Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

<sup>✉</sup>LGnaumova@yandex.ru

**Аннотация.** Основным источником ценных признаков являются генетические коллекции растений, включающие обширный исходный материал для селекции и практического использования. Цель исследования – изучение биологических и хозяйственных признаков крымских автохтонных сортов винограда – Айбатлы, Тергульмек и Харко в условиях Нижнего Придонья, контроль – Рислинг рейнский. Исследования проведены в 2022–2023 гг. на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко. Сорта изучали в укывной привитой культуре на подвое Кобер 5ББ. Изучение проводили с использованием общепринятых методик и ГОСТов. Анализ агробιοлогическιх учетов показал, что процент распустившихся глазков в 2022 г. варьировал от 75,8 у сорта Харко до 80,9 у сорта Айбатлы. Контрольный сорт имел более низкий процент распустившихся глазков – 51,1. В 2023 г. этот показатель у изучаемых сортов был значительно ниже. В связи со сложившимися погодными условиями вегетационного периода 2023 г. (большое количество осадков) у изучаемых сортов отмечено снижение средней массы грозди и урожайности по сравнению с 2022 г. (исключение – контрольный сорт, средняя масса грозди увеличилась на 15 г). Урожайность более 100 ц/га отмечена у сорта Айбатлы в оба года изучения и у сорта Харко в 2022 г. У контрольного сорта урожайность была низкая (от 2,9 до 4,4 т/га). Очень низкая урожайность в 2022 и 2023 гг. была у сорта Тергульмек – от 0,2 до 0,4 т/га. По массовой концентрации сахаров и титруемых кислот в соке ягод все сорта были кондиционными. По результатам сортоизучения на коллекции выделили сорта Айбатлы и Харко, они имели хорошую сохранность глазков (более 60 %), крупную гроздь и хорошую урожайность. Для получения более объективной оценки изучение сортов будет продолжено.

**Ключевые слова:** виноград; ампелографическая коллекция; сортоизучение; продуктивность; кондиции урожая.

**Для цитирования:** Ганич В.А., Наумова Л.Г., Фатахетдинова М.В. Крымские автохтонные сорта винограда в Донской ампелографической коллекции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):214-218. EDN AFXOBD.

ORIGINAL RESEARCH

## Crimean autochthonous grape varieties in the Don Ampelographic Collection

Ganich V.A., Naumova L.G.<sup>✉</sup>, Fatakhedinova M.V.

All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko – branch of the Federal Rostov Agrarian Research Centre, Novocherkassk, Rostov region, Russia

<sup>✉</sup>LGnaumova@yandex.ru

**Abstract.** The main sources of valuable traits are genetic collections of plants, including extensive original material for breeding and practical use. The aim of research is to study the biological and commercial traits of Crimean autochthonous grape varieties 'Aibatly', 'Tergulmek' and 'Kharko' in the conditions of the Lower Don region, the control – 'Rhine Riesling' variety. The studies were conducted in 2022–2023 in the Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko. The varieties under study were covered, non-irrigated, grafted on the rootstock Kober 5 BB. The research was conducted using generally accepted methods and GOSTs. The analysis of agrobiological records showed that the percentage of breaking buds in 2022 varied from 75.8 for 'Kharko' variety to 80.9 for 'Aibatly' variety. The control variety had a lower percentage of breaking buds – 51.1. This indicator in the studied varieties was significantly lower in 2023. Due to the prevailing weather conditions of the growing season of 2023 (high precipitation) in the studied varieties, a decrease in the average bunch weight and cropping capacity compared with 2022 was observed (except for the control variety, the average bunch weight of which has increased by 15 g). Cropping capacity of more than 100 c/ha was registered for 'Aibatly' variety in both years of study, and for 'Kharko' variety in 2022. The control variety had low yields (from 2.9 to 4.4 t/ha). The 'Tergulmek' variety had a very low cropping capacity in 2022 and 2023 – from 0.2 to 0.4 t/ha. According to the content of mass concentration of sugars and titratable acids in a juice of berries, all varieties were acceptable. According to the results of varietal study in the Collection, the varieties 'Aibatly' and 'Kharko' were selected. They showed good safety of buds (more than 60 %), large bunches and good cropping capacity. To obtain a more objective evaluation, we will continue to study the varieties.

**Key words:** grapes; ampelographic collection; varietal study; productivity; yield conditions.

**For citation:** Ganich V.A., Naumova L.G., Fatakhedinova M.V. Crimean autochthonous grape varieties in the Don Ampelographic Collection. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):214-218. EDN AFXOBD (in Russian).

### Введение

Основным источником ценных признаков являются генетические коллекции растений, включающие обширный исходный материал для селекции и практического использования. Сбор, сохранение генофонда винограда, всестороннее изучение, выделение перспективных сортов и форм, использование их для

селекции являются актуальными задачами ампелографических коллекций [1–6].

Объективная оценка коллекционного генофонда винограда позволяет правильно подобрать и в сжатые сроки проверить интродуцированные сорта в местных природных условиях, придерживаясь оптимального соотношения сортовых особенностей виноградных растений и окружающей среды, чтобы они более полно отвечали требованиям: получать наибольшее количество продукции хорошего качества с

наименьшими затратами [7, 8].

По результатам сортоизучения интродуцированные сорта, выделившиеся по большинству положительных признаков, рекомендуются для расширения сортимента виноградных насаждений данной зоны, а также для использования в селекционной работе при выведении новых сортов винограда [9–11].

**Цель исследований** – изучение агробиологических особенностей и хозяйственно ценных признаков автохтонных сортов винограда Крыма, произрастающих в условиях Нижнего Придонья.

#### Материалы и методы исследования

Исследования проведены в 2022–2023 гг. на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Ростовская обл.). Объектом исследований являлись крымские автохтонные сорта винограда Ай-батлы, Тергульмек, Харко, контроль – Рислинг рейнский. Сорта выращиваются в привитой культуре на подвое Берландиери × Рипариа Кобер 5ББ. Схема посадки 3 × 1,5 м. Виноградники укрывные. Формировка кустов – длиннорукавная. Виноградники возделываются по технологии, принятой в северной зоне промышленного виноградарства РФ.

Почва – чернозем обыкновенный, карбонатный, слабогумусированный, среднemocный, тяжелосуглинистый, развитый на лессовидных суглинках и глинах, с высоким обеспечением усвояемыми формами фосфора, средним обеспечением подвижным калием, обогащен карбонатами кальция. Входит в почвенную провинцию приазовских и предкавказских черноземов. Плантажный слой имеет рыхлое сложение, содержит от 3,5 до 4 % гумуса. По гранулометрическому составу почва однородна на значительную глубину и относится к тяжелым суглинкам.

Климатические условия Ростовской области отличаются сухим достаточно жарким летом. Зимний период характеризуется высокой влажностью воздуха, и сильным ветром с порывами до 20 м/с и более. Часто происходят резкие колебания температур от низких отрицательных до плюсовых. Зимой участились случаи обледенения кустов. В начале мая и в первых числах октября наблюдается понижение температуры воздуха до отрицательных значений, что приводит к повреждению молодых побегов весной и урожая осенью у сортов очень позднего периода созревания. Условия температурного режима в вегетационный период являются благоприятными для роста и развития винограда практически на всей территории области.

Изучение сортов проводили по общепринятым в виноградарстве методикам [12–14]. Массовую концентрацию сахаров в соке ягод определяли по ГОСТ 27198–87, титруемых кислот – по ГОСТ 32114–2013.

Метеорологические показатели представлены по данным метеопоста ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ, расположенного рядом с коллекцией.

**Таблица 1.** Метеорологические условия проведения исследования

**Table 1.** Meteorological conditions for conducting research

Показатели	Годы исследований		Многолетние данные	
	2022	2023		
Продолжительность вегетационного периода, дни	199	220	188	
Сумма отрицательных среднесуточных температур воздуха, °С	160,3	241,0	385,3	
Сумма активных температур воздуха, °С	3798	3811	3718	
Минимальная температура воздуха, °С	-17,4	-19,0	-31,7	
Максимальная температура воздуха, °С	38,2	38,3	40,0	
Осадки	в период покоя, мм	199,9	198,9	284,1
	в период вегетации, мм	168,6	482,5	310,6

#### Результаты и их обсуждение

Метеорологические условия в годы проведения исследования незначительно различались по температурам воздуха, исключение составило количество выпавших осадков в период вегетации 2023 г. (табл. 1). Превышение многолетней нормы по осадкам в 2023 г. составило 172 мм (или 155 %). В периоды покоя 2022 и 2023 гг. выпало равное количество осадков, что составило 70 % от многолетних значений.

Характеризуя температурные режимы зимних периодов 2021–2023 гг. отмечаем, что прошедшие зимы были теплые, суммы отрицательных среднесуточных температур воздуха были выше средних многолетних значений на 144–225 °С. Абсолютный минимум на уровне –19 °С зафиксирован в зимний период 2022–2023 гг. при многолетнем показателе –28 °С. Такие метеорологические условия были благоприятными для перезимовки виноградных кустов.

По сумме активных температур воздуха оба года исследований незначительно превышали многолетние показатели. Абсолютный максимум температуры воздуха был зафиксирован в сезон 2023 г. на уровне 38,3 °С. Продолжительный вегетационный период отмечен в 2023 г. (220 дней), превысив среднемноголетние показатели (188 дней) на 32 дня.

Весна и начало лета 2023 г. были прохладнее, чем обычно. Температура воздуха была ниже средних многолетних значений, а осадков в мае и июле выпало почти по 2 нормы. Все это отразилось на дате начала фенологических фаз, которые по сравнению с 2022 г. были отмечены в более поздние сроки. Распускание глазков в 2022 г. отмечено у изучаемых сортов с 26 по 29 апреля, а в 2023 г. – с 30 апреля до 2 мая (табл. 2).

По срокам созревания в условиях Ростовской области различия у изучаемых сортов по годам были незначительные, исключение – контрольный сорт Рислинг рейнский. В результате сложившихся погодных условий 2023 г. дата полной зрелости ягод у него сдвинулась на более поздний срок и количество дней составило 155 (в 2022 г. было 138 дней).

Сохранность глазков в укрывном валу является важным показателем, который зависит от условий



**Таблица 2.** Протекание фаз вегетации изучаемых сортов  
**Table 2.** Progression of the growing season phases of the studied varieties

Название сорта	Дата начала фенофаз								Число дней от распускания глазков до полной зрелости ягод	
	распускания глазков		цветения		созревания ягод		полная зрелость ягод			
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Рислинг рейнский	29.04	30.04	06.06	07.06	03.08	14.08	14.09	02.10	138	155
Харко	26.04	30.04	07.06	08.06	29.07	03.08	10.09	10.09	137	133
Тергульмек	28.04	02.05	07.06	12.06	03.08	07.08	10.09	18.09	135	139
Айбатлы	27.04	30.04	09.06	09.06	29.07	14.08	25.09	02.10	151	155

**Таблица 3.** Агробиологические и хозяйственно ценные показатели сортов  
**Table 3.** Agrobiological and economically valuable indicators of varieties

Название сорта	Распустившихся глазков, %		Плодоносных побегов, %		Средняя масса грозди, г		Продуктивность побега, г		Расчетная урожайность, т/га	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Рислинг рейнский	51,1	46	94,4	68	116	131	220	157	4,4	2,9
Харко	75,8	62,4	72,3	53,5	201	147	221	118	15,3	3,8
Тергульмек	78,0	36,4	50,0	54,5	89	63	53	50	0,2	0,4
Айбатлы	80,9	74,7	63,2	58,7	611	555	489	389	20,7	12,9

зимнего периода. По данным агробиологических учетов сохранность глазков в 2022 г. была выше, чем в 2023 г (табл. 3). Процент распустившихся глазков в 2022 г. варьировал от 75,8 у сорта Харко до 80,9 у сорта Айбатлы. Контрольный сорт имел более низкий процент распустившихся глазков – 51,1. В 2023 г. этот показатель у всех изучаемых сортов был значительно ниже, особенно у сорта Тергульмек (на уровне 36,4 %).

Отрицательной реакцией на погодные условия 2023 г. у всех изучаемых сортов было снижение средней массы грозди и урожайности по сравнению с 2022 г. Небольшое превышение по средней массе грозди отмечено у контрольного сорта Рислинг рейнский (на 15 г), но из-за более низких показателей сохранности глазков и плодоносности побегов в 2023 г. его урожайность была очень низкой и составила всего 2,9 т/га.

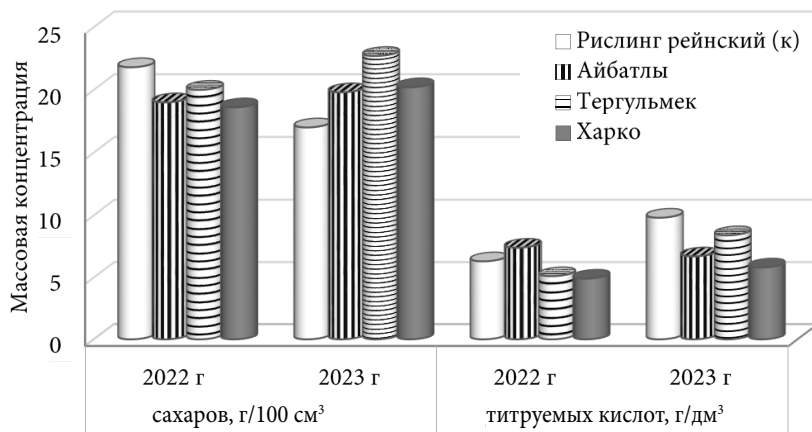
Вопрос экономической привлекательности виноградарства, рост рентабельности производства винограда обеспечивается как государственной финансовой поддержкой, так и повышением урожайности винограда, а для обеспечения экономически привлекательной доходности виноградарства урожайность винограда не может быть менее 100 ц/га [15].

Урожайность более 100 ц/га отмечена только у сортов Айбатлы (в оба года изучения) и Харко (в 2022 г.). У контрольного сорта Рислинг рейнский урожайность была низкая (от 2,9 до 4,4 т/га). Очень низкая урожайность в оба года отмечена у сорта Тергульмек – от 0,2 до 0,4 т/га.

Технические сорта винограда являются

основным сырьем для виноделия. Массовая концентрация сахаров и титруемых кислот в соке ягод характеризуют качество урожая как сырья. Несмотря на обилие осадков в сезон 2023 г. у изучаемых сортов отмечено повышение массовой концентрации сахаров (от 0,8 до 2,7 г/100 см<sup>3</sup>), исключение составил только контрольный сорт, у него наблюдалось значительное снижение сахаристости на 4,8 г/100 см<sup>3</sup> и повышение титруемой кислотности сока ягод на 3,5 г/дм<sup>3</sup> (рис.). Повышение титруемой кислотности на 3,3 г/дм<sup>3</sup> также отмечено у сорта Тергульмек в 2023 г.

Согласно ГОСТ Р 53023–2008 (Виноград свежий машинной и ручной уборки для промышленной переработки. Технические условия), виноград для выработки винодельческой продукции должен иметь массовую концентрацию сахаров для белых сортов не менее 160 мг/дм<sup>3</sup>. Сахаристость винограда у изучаемых сортов соответствовала этим требованиям.

**Рис.** Массовая концентрация сахаров и титруемых кислот  
**Fig.** Mass concentration of sugars and titratable acids

## Выводы

Результаты изучения агробиологических показателей и хозяйственно-ценных признаков автохтонных сортов винограда Республики Крым в почвенно-климатических условиях Нижнего Придонья показали, что сорта Харко и Айбатылы имеют хорошие показатели по сохранности глазков (более 60 %), урожайности и массовой концентрации сахаров в соке ягод при оптимальной кислотности. Однако, для того чтобы раскрыть потенциальные возможности сортов для производства вин потребуются технологическая оценка, поэтому изучение сортов будет продолжено.

## Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNFZ-2024-0008.

## Financing source

The research was conducted under public assignment No. FNFZ-2024-0008.

## Конфликт интересов

Не заявлен.

## Conflict of interests

Not declared.

## Список литературы

1. Ганич В.А., Наумова Л.Г. Урожайность и качество интродуцированных сортов винограда в условиях Нижнего Придонья // Вестник КрасГАУ. 2021;9(174):86-91. DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-86-91.
2. 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.
3. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Себет О.Л., Мarmorштейн А.А., Руссо Д.Э., Сундырева М.А., Киселева Г.К., Казахмедов Р.Э., Орлов В.А. Методология управления агробиологической, адаптивной и продукционной устойчивостью насаждений винограда в нестабильных погодных условиях и техногенной интенсификации производства // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2024;86(2):16-43. DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-16-43.
4. Carmen A.H., Oana D.V., Cezarina N., Ciobotea C.M. Correlates regarding the agro biological and technological qualities of some hybrid elites for table grapes compared with parental varieties. 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM. Sofia. 2018;18(6.2):127-134. DOI 10.5593/sgem2018/6.2/S25.017.
5. 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.
6. Лукьянова А.А., Горбунов И.В., Лукьянов А.А., Петров В.С. Сохранение генофонда винограда на Анапской ампелографической коллекции // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;60(6):51-59. DOI 10.30679/2219-5335-2019-6-60-51-59.
7. Красохина С.И., Матвеева Н.В. Устойчивый интродуцированный сорт винограда Frontenac Blanc // Садоводство и виноградарство. 2023;4:25-31. DOI 10.31676/0235-2591-2023-4-25-31.
8. Киселева Г.К., Ильина И.А., Соколова В.В., Запорожец Н.М., Петров В.С., Караваева А.В., Схаляхо Т.В. Формирование адаптивных реакций винограда на нестабильные климатические условия зимнего периода // Современное

садоводство. 2022;2:31-41. DOI 10.52415/23126701\_2022\_0204.

9. Щербачев С.В., Коваленко А.Г., Курденкова Е.К. Новые перспективные высокоурожайные сорта винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015;33(03):12-21.
10. Grassi F., De Lorenzis G. Back to the origins: background and perspectives of grapevine Domestication. International Journal of Molecular Sciences. 2021;22(9):4518. DOI 10.3390/ijms22094518.
11. Doğan O., Kara Z., Yazar K., Sabir A. Freezing tolerance of some grape cultivars and rootstocks. Acta Horticulturae. 2020;1276:223-230. DOI 10.17660/ActaHortic.2020.1276.32.
12. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та. 1963:1-149.
13. Амирджанов А.Г., Сулейманов Д.С. Оценка продуктивности сортов винограда и виноградников: Методические указания. Баку. 1986:1-56.
14. Простосердов Н.Н. Изучение винограда для определения его использования (Увология). М.: Пищепромиздат. 1963:1-63.
15. Тарасов А.Н. Экономическая эффективность и прогноз возделывания винограда в Ростовской области // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;77(5):321-336. DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-321-336.

## References

1. Ganich V.A., Naumova L.G. Introduced grapevine varieties yield and quality in the Lower Don region conditions. Bulletin of KrasSAU. 2021;9(174):86-91. DOI 10.36718/1819-4036-2021-9-86-91 (in Russian).
2. 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).
3. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Seget O.L., Marmorshstein A.A., Russo D.E., Sundyreva M.A., Kiseleva G.K., Kazakhmedov R.E., Orlov V.A. Methodology of management of agrobiological, adaptive and productive stability of grape plantations in unstable weather conditions and technogenic intensification of production. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2024;86(2):16-43. DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-16-43 (in Russian).
4. Carmen A.H., Oana D.V., Cezarina N., Ciobotea C.M. Correlates regarding the agro biological and technological qualities of some hybrid elites for table grapes compared with parental varieties. 18th International Multidisciplinary Scientific Geo Conference SGEM. Sofia. 2018;18(6.2):127-134. DOI 10.5593/sgem2018/6.2/S25.017.
5. 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).
6. Lukyanova A.A., Gorbunov I.V., Lukyanov A.A., Petrov V.S. Grape genepool conservation of Anapa ampelographic collection. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2019;60(6):51-59. DOI 10.30679/2219-5335-2019-6-60-51-59 (in Russian).
7. Krasokhina S.I., Matveeva N.V. Introduced resistant grape variety Frontenac Blanc. Horticulture and Viticulture. 2023;4:25-31. DOI 10.31676/0235-2591-2023-4-25-31 (in Russian).
8. Kiseleva G.K., Ilina I.A., Sokolova V.V., Zaporozhets N.M., Petrov V.S., Karavaeva A.V., Shalyakho T.V. Formation of adaptive reactions of grapes to unstable climatic conditions of

- the winter period. *Contemporary Horticulture*. 2022;2:31-41. DOI 10.52415/23126701\_2022\_0204 (in Russian).
9. Shcherbakov S.V., Kovalenko A.G., Kurdenkova E.K. Promising new high yielding varieties of grapes. Fruit growing and viticulture of South Russia. 2015;33(03):12-21 (in Russian).
  10. Grassi F., De Lorenzis G. Back to the origins: background and perspectives of grapevine Domesticatio. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(9):4518. DOI 10.3390/ijms22094518.
  11. Doğan O., Kara Z., Yazar K., Sabir A. Freezing tolerance of some grape cultivars and rootstocks. *Acta Horticulturae*. 2020;1276:223-230. DOI 10.17660/ActaHortic.2020.1276.32.
  12. Lazarevsky M.A. The study of grape varieties. Rostov-on-Don: Rostov University Publ. 1963:1-149 (in Russian).
  13. Amirdzhanov A.G., Suleimanov D.S. Evaluation of the productivity of grape varieties and vineyards. Methodical instructions. Baku. 1986:1-56 (in Russian).
  14. Prostoserdov N.N. The study of grapes to determine their use (Uvology). M.: Pischepromizdat. 1963:1-63 (in Russian).
  15. Tarasov A.N. Economic efficiency and forecast of grape cultivation in the Rostov region. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2022;77(5):321-336. DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-321-336 (in Russian).

---

### Информация об авторах

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

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

**Мария Викторовна Фатахетдинова**, аспирант, лаборант-исследователь лаборатории биотехнологии; e-мeйл: marya.victorovna2018@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0002-8608-5932>.

### Information about authors

**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>;

**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>;

**Maria V. Fatakhedinova**, Graduate Student, Laboratory Assistant-Researcher, Biotechnology Laboratory; e-mail: marya.victorovna2018@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0002-8608-5932>.

Статья поступила в редакцию 28.05.2024, одобрена после рецензии 24.06.2024, принята к публикации 27.08.2024.

# Фенологические характеристики местных винных сортов винограда России в условиях Крымского западно-приморского предгорного района Крыма

Полулях А.А.<sup>✉</sup>, Волынкин В.А.

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

<sup>✉</sup>ampelography@magarach-institut.ru

**Аннотация.** Местные или автохтонные сорта винограда – важная часть генофонда, представляющая интерес для решения прикладных задач селекции и фундаментальных вопросов. Поэтому характеристика биологических свойств этих сортов, изучение их реакции на условия среды актуально для выявления и использования источников ценных признаков. Цель работы – установление фенологической специфичности 25 местных винных сортов винограда России в условиях Крымского западно-приморского предгорного района Крыма для формирования оценочной базы данных местных сортов винограда России ампелографической коллекции «Магарач» (АК «Магарач») и дальнейшего выделения потенциальных источников ценных признаков. Место проведения исследований – базовая АК «Магарач». Объект исследований – 25 местных винных сортов винограда России (донские и астраханские). В исследовании использованы методики: «Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis» (OIV, 2009) и «Изучение сортов винограда» (Лазаревский, 1963). В работе проведен сравнительный анализ наступления дат основных фенологических фаз продукционного периода за 2021–2023 гг., определена продолжительность межфазовых периодов и получена дифференциация 25 местных винных сортов винограда России на группы по продолжительности продукционного периода. Установлено, что продолжительность продукционного периода согласно международному классификатору OIV составляет: 134–135 дней для сортов раннесреднего срока созревания, 142–145 дней для сортов среднего срока созревания, 146–155 дней для сортов среднепозднего срока созревания, 160–165 дней для сортов позднего срока созревания. Полученные данные будут учтены для выделения источников ценных хозяйственных признаков и включены в оценочную базу данных местных винных сортов винограда России АК «Магарач». Результаты работы будут способствовать целенаправленному отбору исходного материала в селекционных программах и эффективному использованию генетических ресурсов винограда в научных исследованиях.

**Ключевые слова:** автохтонные сорта винограда; продолжительность продукционного периода; источники ценных признаков.

**Для цитирования:** Полулях А.А., Волынкин В.А. Фенологические характеристики местных винных сортов винограда России в условиях Крымского западно-приморского предгорного района Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):219-225. EDN BBBHNG.

# Phenological characteristics of local wine grapevine cultivars of Russia in the conditions of Crimean Western-Coastal Piedmont region of Crimea

Polulyakh A.A.<sup>✉</sup>, Volynkin V.A.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

<sup>✉</sup>ampelography@magarach-institut.ru

**Abstract.** Local or autochthonous grapevine cultivars are an important part of gene pool, interesting for solving applied problems of breeding and fundamental issues. Therefore, characterization of biological properties of these varieties, as well as the study of their response to environmental conditions is relevant for identifying and managing the sources of valuable traits. The objective of the work is to establish phenological specificity of 25 local wine grape cultivars of Russia in the conditions of Crimean Western-Coastal Piedmont region of Crimea to form an evaluation database of local grape cultivars of Russia in the Ampelographic Collection Magarach (AC Magarach), and further identification of potential sources of valuable traits. The research location is a basic AC Magarach. The objects of research are 25 local wine grape cultivars of Russia (Don and Astrakhan). During the study, the following methods were used: "Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis" (OIV, 2009) and "Study of grape varieties" (Lazarevsky, 1963). During the work, a comparative analysis of the beginning of basic phenological stages of production period for 2021-2023 was carried out, the duration of inter-stage periods was determined, and 25 local wine grapevine cultivars of Russia were grouped by the duration of production period. It is established that the duration of production period according to the international OIV classifier is 134-135 days for early-middle ripening cultivars, 142-145 days for middle ripening varieties, 146-155 days for middle-late ripening varieties, 160-165 days for late ripening varieties. The obtained data will be taken into account to identify the sources of valuable economic traits, and included in the evaluation database of local wine grape cultivars of Russia in AC Magarach. The results of the work will contribute to the targeted selection of source material in breeding programs, and effective use of grape genetic resources in scientific research.

**Key words:** autochthonous grapevine cultivars; production period duration; sources of valuable traits.

**For citation:** Polulyakh A.A., Volynkin V.A. Phenological characteristics of local wine grapevine cultivars of Russia in the conditions of Crimean Western-Coastal Piedmont region of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):219-225. EDN BBBHNG (in Russian).

## Введение

Основные регионы возделывания винограда в Российской Федерации (наряду с Республикой Крым) – Краснодарский край, Ростовская область, Республика Дагестан, Ставропольский край. Виноградарство в этих регионах имеет многовековую историю, здесь обнаружено множество автохтонных сортов, одичавших лоз и диких форм винограда [1–3]. Для каждого виноградарского региона характерен свой уникальный местный сортимент винограда, который формировался на протяжении длительного времени в определённых условиях и обладает рядом ценных свойств и признаков [4].

Понятие автохтонный сорт прописано в Федеральном Законе о виноградарстве и виноделии в Российской Федерации: «автохтонный (аборигенный) сорт винограда – сорт винограда вида *Vitis vinifera*, описанный в открытых источниках не позднее 1903 г. под существующим наименованием, с характерными органолептическими характеристиками и определённой территорией произрастания, расположенной в границах виноградо-винодельческих зон».

В базовой ампелографической коллекции «Магарач» (АК «Магарач») более половины образцов представлены местными или автохтонными сортами различных виноградарских регионов мира, в том числе собраны местные сорта винограда России, которые издавна выращивались на Дону, в Астраханской области (54 образца) и в Республике Дагестан (70 образцов) [4]. Российские автохтоны имеют наследственные признаки высокой адаптивности, урожайности и качества продукции. В настоящее время широко известны высококачественные донские вина России из урожая сортов Сибирьковский, Кумшацкий, Пухляковский, Красностоп золотовский и Цимлянский чёрный [5]. В результате ряда исследований выделены перспективные донские сорта винограда Сыпун чёрный и Бессергеновский № 5, которые рекомендованы для выращивания в условиях Нижнего Придонья с целью расширения ассортимента вин высокого качества [6] и сорта Варюшкин, Красностоп золотовский и Кумшацкий белый для использоваться в качестве ценного генетического материала для селекции [7–9].

В Государственном реестре сортов винограда, допущенных к использованию в Российской Федерации, в настоящее время находятся восемь автохтонных донских сортов винограда: Варюшкин, Красностоп золотовский, Косоротовский, Кумшацкий белый, Плечистик, Пухляковский, Сибирьковский, Цимлянский чёрный (Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1 «Сорта растений». М.: ФГБНУ «Росинформгротех». 2023:1-631). В рамках Программы импортозамещения необходимо увеличивать в виноградных насаждениях долю сортов отечественной селекции и автохтонов [10].

Характеристика биологических свойств автохтонных сортов, изучение их реакции на условия среды актуально для выявления и использования источников ценных признаков. Знание фенологических

особенностей сортов винограда позволяет правильно планировать выполнение различных агротехнических мероприятий на винограднике, важно для селекционной работы при создании сортов с заданными хозяйственными характеристиками [11]. Также знание фенологических особенностей сортов винограда необходимо для планирования размещения виноградных насаждений в условиях изменяющегося климата и учитывается при подборе сортов для совершенствования промышленного сортимента винограда [12, 13]. Например, в северной зоне промышленного виноградарства РФ предпочтительно возделывать сорта от ранне-среднего до среднепоздних сроков созревания. Учитывая эти особенности, донские сорта винограда Бессергеновский–10, Косоротовский, Дурман, Кумшацкий белый, Сибирьковский и Варюшкин были выделены как перспективные для этого региона виноградарства [14].

Для сохранения и изучения генетических ресурсов винограда, для выявления селекционной значимости образцов, их агроклиматических потребностей, определения их целевого использования в научно-исследовательском и селекционном процессах, используются современные цифровые технологии документирования коллекции генетических ресурсов растений, которые включают паспортные, описательные и оценочные базы данных образцов АК «Магарач». Оценочные данные образца – информация, содержащая сведения о значении качественных и количественных признаков образца, полученных в процессе его оценки, в течение ряда лет [15].

**Цель работы** – установление фенологической специфичности 25 местных винных сортов винограда России в условиях Крымского западно-приморского предгорного района Крыма для формирования оценочной базы данных местных сортов винограда России АК «Магарач» и дальнейшего выделения потенциальных источников ценных признаков, максимально адаптированных к условиям и потребностям Республики Крым.

## Материалы и методы исследования

Место проведения исследований – базовая коллекция винограда Института «Магарач» – Центр коллективного пользования Ампелографическая коллекция «Магарач» (ЦКП АК «Магарач») [16], которая находится в Крымском западно-приморском предгорном районе Крыма (с. Вилино, Бахчисарайский р-н). Ампелографическая коллекция заложена в 1978–1988 гг. по схеме 3 × 1,5 м. Кусты сформированы по типу горизонтального двухплеча кордона на среднем штамбе (70–75 см). Коллекция занимает площадь 15,8 га и привита на филлоксероустойчивом подвое Кобер 5ББ. Агротехнический уход осуществляется по правилам, общепринятым для данного района виноградарства. Каждый образец в коллекции представлен 10 кустами.

Объект исследований – 25 автохтонных винных сортов винограда России (24 донских и астраханский сорт Спасовчанный) АК «Магарач». В качестве кон-

троля были подобраны автохтонные сорта, которые включены в Госреестр сортов, допущенных для промышленного возделывания в РФ: Варюшкин, Красностоп золотовский, Плечистик, Сибирьковский. Изучение сортов проводилось в период 2021–2023 гг. В работе использованы методики: «Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis» (OIV, 2009) [17], которая предложена Международной организацией винограда и вина и используется в международной практике; «Изучение сортов винограда» (Лазаревский, 1963) [18]. Метеоданные за 2021–2023 г. приводятся по результатам наблюдений метеостанции с. Почтовое Бахчисарайского района Республики Крым, расположенной в 20 км от АК «Магарач» (точка расчета прогноза погоды в Почтовом: 44° 50' с.ш., 33° 57' в.д.; 172 м) [19].

Краткая характеристика метеоусловий 2021–2023 гг. За период исследований в 2021 г. выпало 402,0 мм осадков, в 2022 г. – 665,0 мм, в 2023 г. – 574,7 мм. В течение вегетационного периода (апрель–сентябрь) в 2021 г. выпало 274,0 мм осадков, в 2022 г. – 342,0 мм осадков, в 2023 г. – 295,8 мм осадков.

Среднесуточная температура зимних месяцев в 2021–2023 гг. составляла от 1,3 до 5,1 °С. Абсолютная минимальная температура воздуха зимой за весь период исследований не опускалась ниже –13,0 °С (17.02.2021 г.). Среднесуточная температура летних месяцев в 2021–2023 гг. составляла от 19,6 до 24,8 °С. Весенние заморозки наблюдались в 2021 г. 10 апреля (–1,7 °С), в 2022 г. – 11 марта (–8,5 °С) и 5 апреля (–1,8 °С), в 2023 г. – 7 апреля (0 °С).

Дата прохождения через биологический ноль у винограда (установление постоянной среднесуточной температуры выше 10 °С) в условиях АК «Магарач» в 2021 г. отмечена 27 апреля, в 2022 г. – 23 апреля, в 2023 г. – 23 апреля (средняя многолетняя дата – 23 апреля).

Сумма активных температур за вегетационный период в 2021 г. составила 3114,2 °С, в 2022 г. – 3270,7 °С, в 2023 г. – 3029,5 °С [18].

### Результаты и их обсуждение

В результате анализа дат наступления основных фенологических фаз 25 автохтонных винных сортов винограда России АК «Магарач» установлено, что изученные сорта по продолжительности продукционного периода (периода от начала распускания почек до технологической или промышленной зрелости ягод, при которой химический состав ягод винограда в полной мере соответствует технологическим требованиям – ППП) характеризуются значительным разнообразием, и согласно международному классификатору [17], разделяются на четыре группы: сорта раннесреднего, среднего, среднепозднего и позднего сроков созревания.

Установлено, что в условиях АК «Магарач» ППП у сортов винограда технического назначения раннесреднего срока созревания Сибирьковский (контроль) (рис. 1), Цимлянский черный, Цимладар и Дурман в среднем составляет 130–135 дней (табл.).



Рис. 1. Гроздь винного сорта раннесреднего срока созревания Сибирьковский

Fig. 1. A bunch of wine grape cultivar of early-middle ripening 'Sibirskovyi'



Рис. 2. Гроздь винного сорта среднего срока созревания Плечистик

Fig. 2. A bunch of wine grape cultivar of middle ripening 'Plechistik'

**Таблица. Характеристика основных фенологических фаз вегетационного периода местных сортов винограда России винного направления в условиях АК «Магарач», среднее за 2021–2023 гг.**

**Table. Characteristics of basic phenological stages of growing season of local Russian wine grapevine cultivars in the conditions of the Magarach AC, average for 2021–2023**

Название сорта	Начало сокодвижения, дата	Начало распускания почек (НРП), дата	Число дней от НРП до НЦ	Начало цветения (НЦ), дата	Число дней от НЦ до НСЯ	Начало созревания ягод (НСЯ), дата	Число дней от НСЯ до (ПЗ)	Промышленная зрелость (ПЗ), дата	Продолжительность периода: НРП – ПЗ, дни	Сумма активных температур на дату промышленной зрелости, °С
Сорта раннесреднего срока созревания (126–135 дней)										
Дурман	25.03	21.04	50	09.06	46	25.07	36	29.08	130	2242,9
Сибирьковский (контроль)	25.03	19.04	49	06.06	41	17.07	44	31.08	134	2335,9
Цимладар	25.03	19.04	50	07.06	44	21.07	41	01.09	135	2356,9
Цимлянский черный	25.03	19.04	50	07.06	46	23.07	39	01.09	135	2356,9
Сорта среднего срока созревания (136–145 дней)										
Аленький	24.03	18.04	51	07.06	52	29.07	39	07.09	142	2483,7
Безымянный	23.03	14.04	54	06.06	50	27.07	41	06.09	145	2463,4
Брусковатенький	23.03	14.04	54	06.06	52	28.07	39	06.09	145	2463,4
Ефремовский 2	23.03	15.04	52	05.06	53	28.07	40	07.09	145	2483,7
Кизилловый	24.03	17.04	54	09.06	50	29.07	41	09.09	145	2517,3
Красноstop золотовский (контроль)	23.03	14.04	54	06.06	51	27.07	40	06.09	145	2463,4
Кукановский	25.03	18.04	51	07.06	50	27.07	42	08.09	143	2533,3
Плечистик (контроль)	25.03	17.04	55	10.06	50	30.07	40	09.09	145	2517,3
Толстомясы	24.03	16.04	54	08.06	50	28.07	41	08.09	145	2499,3
Хруптун белый	25.03	17.04	52	07.06	50	27.07	43	09.09	145	2517,3
Цимлянский белый	23.03	16.04	55	09.06	50	29.07	40	08.09	145	2499,3
Шампанчик	23.03	15.04	54	07.06	51	28.07	40	07.09	145	2483,7
Шампанчик константиновский	24.03	16.04	54	08.06	51	29.07	40	08.09	145	2499,3
Сорта среднепозднего срока созревания (146–155 дней)										
Варюшкин (контроль)	24.03	17.04	53	09.06	50	29.07	43	10.09	146	2535,3
Константиновский	24.03	17.04	53	09.06	50	29.07	47	14.09	150	2565,3
Старый горюн	25.03	17.04	53	09.06	55	03.08	46	19.09	155	2694,1
Сыпун черный	23.03	14.04	54	07.06	52	29.07	46	13.09	152	2584,4
Сорта позднего срока созревания (156–165 дней)										
Алый поздний	25.03	20.04	51	09.06	61	09.08	49	28.09	161	2866,8
Махроватчик	23.03	15.04	55	08.06	55	02.08	50	22.09	160	2750,9
Сильняк	25.03	20.04	51	09.06	59	07.08	50	27.09	160	2847,5
Спасовчанный	24.03	17.04	54	09.06	60	08.08	46	24.09	160	2786,9
НСР (95,0%)	0,3	0,8	0,7	0,5	1,8	2,1	1,5	3,3	3,3	63,2

Даты начала сокодвижения у исследуемых сортов в среднем наступают 25 марта, начала распускания почек – 19–21 апреля (средняя многолетняя дата 21 апреля), фенофаза начала цветения – 6–9 июня, даты начала созревания ягод – 17–25 июля, даты промышленной зрелости наступают в среднем 29 августа – 1 сентября. Период от начала распускания почек до начала цветения в среднем составляет 49–50 дней, от начала цветения до начала созревания ягод – 41–46 дней, число дней от начала созревания ягод до промышленной зрелости – 36–44. Сумма активных тем-

ператур на дату промышленной зрелости в среднем составила 2242,9–2356,9 °С.

ППП у сортов Аленький, Брусковатенький, Плечистик (контроль) (рис. 2), Цимлянский белый и др. составила 142–145 дней, что дает основание отнести их к группе сортов среднего срока созревания. Даты начала сокодвижения у этих сортов в среднем наступают 23–25 марта, начала распускания почек – 14–18 апреля, фенофаза начала цветения в среднем наступила 5–10 июня, даты начала созревания ягод – 27–30 июля, даты промышленной зрелости – 6–9 сентября.

Продолжительность периода от начала распускания почек до начала цветения составила 51–55 дней, от начала цветения до начала созревания ягод – 50–53 дня, число дней от начала созревания ягод до промышленной зрелости – 39–43. Сумма активных температур на дату промышленной зрелости составила 2463,4–2533,3 °С.

Для винных сортов среднепозднего срока созревания Варюшкин (контроль) (рис. 3), Константиновский, Сыпун черный и Старый горюн в условиях АК «Магарач» ППП в среднем составляет 146–155 дней. Даты начала сокодвижения у этих сортов в среднем наступают 23–25 марта, начала распускания почек отмечены в среднем 14–17 апреля, фенофаза начала цветения – 7–9 июня, даты начала созревания ягод – с 29 июля по 3 августа, дата промышленной зрелости – 10–19 сентября. Период от начала распускания почек до начала цветения в среднем составляет 53–54 дней, от начала цветения до начала созревания ягод – 50–55 дней, число дней от начала созревания ягод до промышленной зрелости – 43–47. Сумма активных температур на дату промышленной зрелости составила 2535,3–2694,1 °С.

ППП группы винных сортов позднего срока созревания Альи поздний, Махроватчик (рис. 4), Сильняк и Спасовчаный в условиях АК «Магарач» в среднем составила 160–161 день, даты начала сокодвижения отмечены в среднем 23–25 марта, начала распускания почек – 15–20 апреля, фенофаза начала цветения – 8–9 июня, даты начала созревания ягод – 2–9 августа, даты промышленной зрелости наступают в среднем с 22 по 28 сентября. Период от начала распускания почек до начала цветения составляет в среднем 51–55 дней, от начала цветения до начала созревания ягод – 55–61 день, число дней от начала созревания ягод до промышленной зрелости – 46–50. Сумма активных температур на дату промышленной зрелости в среднем составляет 2750,9–2866,8 °С.

Изучение фенологических особенностей автохтонных донских сортов винограда в условиях «Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко» (г. Новочеркасск, Ростовская обл.) показало, что количество дней от начала распускания почек до полной зрелости ягод у сорта раннесреднего срока созревания Сибирьковский составило 128–134 дня, при сумме активных температур 2808,1–2986,9 °С [9]. В условиях АК «Магарач» у сорта Сибирьковский период от начала распускания почек до промышленной зрелости ягод составил 134 дня при сумме активных температур 2335,9 °С.

В условиях Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко количество дней от начала распускания почек до полной зрелости ягод у сорта среднего срока созревания Красностоп золотовский составило 137–143 дня при сумме активных температур 2991,6–3241 °С, сорта Цимлянский белый – 117 дней и 2611,0 °С, сорта Плечистик – 156 и 3310,3 °С соответственно [8, 9, 14]. В условиях АК «Магарач» период от начала распускания почек до промышленной зрелости ягод у этих сортов составляет: Красно-



Рис. 3. Гроздь винного сорта среднепозднего срока созревания Варюшкин

Fig. 3. A bunch of wine grape cultivar of middle-late ripening 'Varyushkin'



Рис. 4. Гроздь винного сорта позднего срока созревания Махроватчик

Fig. 4. A bunch of wine grape cultivar of late ripening 'Makhrovatchik'



стоп золотовский – 145 дней и 2463,4 °С, Цимлянский белый – 145 дней и 2499,3 °С, Плечистик – 145 дней и 2517,3 °С соответственно.

Количество дней от начала распускания почек до полной зрелости ягод у сортов среднепозднего срока созревания в условиях Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко составило: Варюшкин – 144 дня при сумме активных температур 3124,8 °С, Старый горюн – 142–145 дней при сумме активных температур 3178–3227 °С, Сыпун черный – 143–145 дней при сумме активных температур 3213–3267 °С [6, 7, 14]. В условиях АК «Магарач» период от начала распускания почек до промышленной зрелости ягод у этих сортов составляет: Варюшкин – 146 дней и 2535,3 °С, Старый горюн – 155 дней и 2694,1 °С, Сыпун черный – 142 дня и 2584,4 °С соответственно. Количество дней от начала распускания почек до полной зрелости ягод у сорта Сильняк в условиях «Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко» составило 158 дней при сумме активных температур 3345,6 °С [14], в условиях АК «Магарач» ППП сорта Сильняк – 160 дней при сумме активных температур 2847,5 °С.

Такое расхождение в результатах исследований можно объяснить условиями климата. За одинаковое количество дней в условиях виноградо-винодельческой зоны Долина Дона в районе города Новочеркасска суммы активных температур, необходимые для созревания винограда, выше, чем в условиях Крымского западно-приморского предгорного района Крыма.

### Выводы

Установлено, что согласно международному классификатору OIV [17] изученные местные сорта винограда России АК «Магарач» винного направления по продолжительности продукционного периода (ППП) разделяются на группы:

– винные сорта раннесреднего срока созревания: ППП – 134–135 дней, сумма активных температур на дату промышленной зрелости – 2335,9–2356,9 °С;

– винные сорта среднего срока созревания: ППП – 142–145 дней, сумма активных температур на дату промышленной зрелости – 2463,4–2533,3 °С;

– винные сорта среднепозднего срока: ППП – 146–155 дней, сумма активных температур на дату промышленной зрелости – 2535,3–2694,1 °С;

– винные сорта позднего срока созревания: ППП – 160–165 дней, сумма активных температур на дату промышленной зрелости – 2750,9–2988,7 °С.

Полученные данные будут учтены для выделения источников ценных хозяйственных признаков и включены в оценочную базу данных местных винных сортов винограда России АК «Магарач». Результаты работы будут способствовать целенаправленному отбору исходного материала в селекционных программах и эффективному использованию генетических ресурсов винограда в научных исследованиях.

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного за-

дания № 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.

### Список литературы

1. Ильницкая Е.Т., Супрун И.И., Наумова Л.Г., Токмаков С.В., Ганич В.А. Характеристика некоторых аборигенных дагестанских сортов винограда методом SSR-анализа и по основным ампелографическим признакам листьев // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(6):617-622. DOI 10.18699/VJ17.277.
2. Ильницкая Е.Т., Макаркина М.В., Горбунов И.В., Степанов И.В., Козина Т.Д., Кожевников Е.А., Котляр В.К. Генетическая структура популяции дикорастущих форм винограда заповедника «Утриш». Вавиловский журнал генетики и селекции. 2023;27(4):316-322. DOI 10.18699/VJGB-23-38.
3. 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.
4. Полулях А.А., Вольнкин 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.
5. Алиев А.М., Кравченко Л.В., Наумова Л.Г., Ганич В.А. Донские аборигенные сорта винограда. Новочеркасск: Изд-во ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко Россельхозакадемии. 2013:1-132.
6. Ганич В.А., Наумова Л.Г., Матвеева Н.В. Сортоизучение редких донских автохтонных технических сортов винограда *Vitis vinifera* L. pontica Negr. // Вестник КрасГАУ. 2022;9(186):33-40. DOI 10.36718/1819-4036-2022-9-33-40.
7. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Изучение сорта винограда Варюшкин в регионе происхождения // Русский виноград. 2023;25:29-36. DOI 10.32904/2712-8245-2023-25-29-36.
8. Ганич В.А., Наумова Л.Г., Матвеева Н.В. Изучение автохтонного донского сорта Красностоп золотовский в условиях Нижнего Придонья // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;74(2):50-61. DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-50-61.
9. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Кумшацкий белый – перспективный аборигенный донской сорт винограда // Вестник КрасГАУ. 2021;12(177):11-16. DOI 10.36718/1819-4036-2021-12-11-16.
10. Ганич В.А., Наумова Л.Г., Матвеева Н.В. Сортоизучение малораспространенных аборигенных донских сортов винограда // Вестник КрасГАУ. 2022;4(181):24-30. DOI 10.36718/1819-4036-2022-4-24-30.
11. Зленко В.А. Совершенствование методов отбора генотипов винограда с целью ускорения селекционного процесса // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;4:11-13.
12. Рыбалко Е.А., Иванченко В.И., Воскресенская Е.Н., Вышкваркова Е.В., Коваленко О.Ю. Микроклиматическое районирование западного предгорно-приморского района Крыма для развития виноградарства // Системы контроля окружающей среды. 2015;2(22):97-101.
13. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В., Трошин Л.П. Виноградарство. М.: Российский научно-исследовательский институт информации и технико-

- экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса. 2017:1-500.
14. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Изучение автохтонных донских сортов винограда на коллекции в 2022 году // Русский виноград. 2023;24:18-26. DOI 10.32904/2712-8245-2023-24-18-26.
  15. Хлесткина Е.К. Генетические ресурсы России: от коллекций к биоресурсным центрам // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 2022;183(1):9-30. DOI 10.30901/2227-8834-2022-1-9-30.
  16. Ампелографическая Коллекция «Магарач». <http://magarach-institut.ru/ampelograficheskaja-kollekcija-magarach/> (дата обращения: 20.12.2021).
  17. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. OIV, 2009. <http://www.oiv.int/fr/> (date of access: 20.12.2021).
  18. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та. 1963:1-149.
  19. Архив погоды в Почтовом. [https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Почтовом](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Почтовом) (дата обращения: 01.03.2024).
- ### References
1. Ilnitskaya E.T., Suprun I.I., Naumova L.G., Tokmakov S.V., Ganich V.A. Characterisation of native Dagestan grape cultivars using SSR-analysis and the main ampelographic features of the leaves. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017;21(6):617-622. DOI 10.18699/VJ17.277 (in Russian).
  2. Ilnitskaya E.T., Makarkina M.V., Gorbunov I.V., Stepanov I.V., Kozina T.D., Kozhevnikov E.A., Kotlyar V.K. Genetic structure of the population of wild-growing vines of the Utrish Nature Reserve. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2023;27(4):316-322. DOI 10.18699/VJGB-23-58 (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. Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Problems and prospects of grapevine genetic resources preservation at "Magarach" Institute. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276 (in Russian).
  5. Aliev A.M., Kravchenko L.V., Naumova L.G., Ganich V.A. Don native grapevine varieties. Novocheerkassk: Publishing house All-Russian Research Ya.I. Potapenko Institute for Viticulture and Winemaking of Russian Agricultural Academy. 2013:1-132 (in Russian).
  6. Ganich V.A., Naumova L.G., Matveeva N.V. Varietal study of rare Don autochthonous technical varieties of *Vitis vinifera* L. pontica Negr. Bulletin of KrasSAU. 2022;9(186):33-40. DOI 10.36718/1819-4036-2022-9-33-40 (in Russian).
  7. Naumova L.G., Ganich V.A. Study of Varyushkin grapevine variety in the region of origin. Russian Grapes. 2023;25:29-36. DOI 10.32904/2712-8245-2023-25-29-36 (in Russian).
  8. Ganich V.A., Naumova L.G., Matveeva N.V. Study of the autochthonous Don grape variety Krasnostop Zolotovskiy in the conditions of the Lower Don. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2022;74(2):50-61. DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-50-61 (in Russian).
  9. Naumova L.G., Ganich V.A. Kumshatsky belyy – perspective aboriginal Don grapevine variety. Bulletin of KrasSAU. 2021;12(177):11-16. DOI 10.36718/1819-4036-2021-12-11-16 (in Russian).
  10. Ganich V.A., Naumova L.G., Matveeva N.V. Variety studying rare native Don grape varieties. Bulletin of KrasSAU. 2022;4(181):24-30. DOI 10.36718/1819-4036-2022-4-24-30 (in Russian).
  11. Zlenko V.A. Improvement of methods to select grape genotypes for the purpose of accelerating the breeding process. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;4:11-13 (in Russian).
  12. Rybalko Ye.A., Ivanchenko V.I., Voskresenskaya E.N., Vyshkvarkova E.V., Kovalenko O.Yu. Microclimate zoning of the west premountainous-littoral zone of Crimea for the development of viticulture. Monitoring Systems of Environment. 2015;2(22):97-101 (in Russian).
  13. Smirnov K.V., Maltabar L.M., Radzhabov A.K., Matuzok N.V., Troshyn L.P. Viticulture. M.: Russian Research Institute of Information and Technical - Economic Research on Engineering and Technical Support of the Agro-Industrial Complex. 2017:1-500 (in Russian).
  14. Naumova L.G., Ganich V.A. Study of autochthonous Don grapevine varieties on the collection in 2022. Russian Grapes. 2023;24:18-26. DOI 10.32904/2712-8245-2023-24-18-26 (in Russian).
  15. Khlestkina E.K. Genetic resources in Russia: from collections to bioresource centers. Proceedings on Applied Botany, Genetics and Breeding. 2022;183(1):9-30. DOI 10.30901/2227-8834-2022-1-9-30 (in Russian).
  16. Ampelographic Collection "Magarach". <http://magarach-institut.ru/ampelograficheskaja-kollekcija-magarach/> (date of access: 20.12.2021) (in Russian).
  17. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. OIV, 2009. <http://www.oiv.int/fr/> (date of access: 20.12.2021).
  18. Lazarevsky M.A. The study of grape varieties. Rostov-on-Don: Rostov University Publ. 1963:1-149 (in Russian).
  19. Weather archive in Pochtovoye. [https://rp5.ru/Архив\\_погоды\\_в\\_Почтовом](https://rp5.ru/Архив_погоды_в_Почтовом) (date of access: 03/01/2024) (in Russian).

### Информация об авторах

**Алла Анатольевна Полулях**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., зав. сектором ампелографии; e-мэйл: [ampelography@magarach-institut.ru](mailto:ampelography@magarach-institut.ru); <https://orcid.org/0000-0002-1236-8967>;

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

### Information about authors

**Alla A. Polulyakh**, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Head of the Ampelography Sector; e-mail: [ampelography@magarach-institut.ru](mailto:ampelography@magarach-institut.ru); <https://orcid.org/0000-0002-1236-8967>;

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

Статья поступила в редакцию 17.05.2024, одобрена после рецензии 25.06.2024, принята к публикации 27.08.2024.

# Изучение агробиологических показателей филлоксероустойчивых сортов винограда технического направления в Анапо-Таманской зоне Краснодарского края

Трошин Л.П., Кравченко Р.В.✉, Горлов С.М., Куфанова Р.Н.

Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Краснодарский край, Россия

✉kravchenko.r@kubsau.ru

**Аннотация.** В статье рассмотрены результаты сравнительного изучения перспективных красных филлоксероустойчивых технических сортов винограда селекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия Красностоп АЗОС и Кубанец в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края. Контроль – районированный сорт Красностоп анапский. Виноградники не укрывные, со схемой посадки 3 × 2 м. Формировка кустов – штамбовый одноплечий кордон. Высота штамба – 120 см, обрезка ведется на плодовые звенья при длине плодовых стрелок 5–6 глазков. Средняя нагрузка кустов глазками составляла 44 глазка. Рассматривая динамику созревания отдельных сортов винограда на основе данных, полученных за 3 года исследований, можно уточнить существующее представление о сроках созревания данных сортов и о времени достижения ими технологической зрелости. Например, считалось, что Красностоп АЗОС созревает раньше, чем Кубанец и Красностоп анапский. Из наблюдений видно, что существенных различий между ними нет, и все 3 сорта можно отнести к средней группе созревания. Но в один год из трех лет испытаний сорта Кубанец и Красностоп анапский созревали совместно с сортами среднепозднего срока созревания. По показателям сохранности глазков все изучаемые сорта оцениваются высоко, однако особо выделяется сорт Кубанец по плодородности и продуктивности побега. По силе роста сорт Кубанец относится к сильнорослой группе, к среднерослой группе относится контрольный сорт Красностоп анапский и сорт Красностоп АЗОС. Все изучаемые сорта выведены на Анапской зональной опытной станции, устойчивы к корневой форме филлоксеры и выращиваются в корнесобственной культуре. С учетом агробиологических показателей изученные сорта рекомендуются для выращивания в Анапо-Таманской зоне.

**Ключевые слова:** виноград; сорт; Красностоп анапский; Красностоп АЗОС; Кубанец; фенология; агробиология; сила роста.

**Для цитирования:** Трошин Л.П., Кравченко Р.В., Горлов С.М., Куфанова Р.Н. Изучение агробиологических показателей филлоксероустойчивых сортов винограда технического направления в Анапо-Таманской зоне Краснодарского края // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):226-230. EDN CVOQJH.

## Study of agrobiological indicators of phylloxera-resistant wine grape varieties in the Anapa-Taman zone of the Krasnodar Territory

Troshin L.P., Kravchenko R.V.✉, Gorlov S.M., Kufanova R.N.

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Krasnodar Territory, Russia

✉kravchenko.r@kubsau.ru

**Abstract.** The article discusses the results of a comparative study of promising red phylloxera-resistant wine grape varieties bred at the Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking – ‘Krasnostop AZOS’ and ‘Kubanets’ in the conditions of the Anapa-Taman zone of the Krasnodar Territory. The control is a recognized variety ‘Krasnostop Anapskiy’. The vineyards are open-earth with a planting pattern of 3 × 2 m. Bush training is a standard one-armed cordon. The height of the trunk is 120 cm. Pruning was carried out on fruit links with a length of fruit shoots of 5–6 eyes. The average load of bushes with buds was 44 buds. Considering the dynamics of ripening of individual grape varieties based on the data obtained over 3 years of research, it is possible to clarify the existing understanding of the ripening periods of these varieties, and the time they reach technological ripeness. For example, it was believed that ‘Krasnostop AZOS’ ripens earlier than ‘Kubanets’ and ‘Krasnostop Anapskiy’. From observations it is clear that there are no significant differences between them, and all 3 varieties can be classified as the average ripening group. But, in one year out of three years of testing, the varieties ‘Kubanets’ and ‘Krasnostop Anapskiy’ ripened together with the varieties of medium-late ripening. In terms of eye preservation, all studied varieties are highly rated, but the variety ‘Kubanets’ stands out especially in terms of fertility and shoot productivity. In terms of growth vigor, the variety ‘Kubanets’ belongs to the high-growing group; the control variety ‘Krasnostop Anapskiy’ and ‘Krasnostop AZOS’ belong to the medium-growing group. All studied varieties were bred at the Anapa Zonal Experimental Station. They are resistant to the root form of phylloxera and are growing in the own-root culture. Taking into account agrobiological indicators, the studied varieties are recommended for cultivation in the Anapa-Taman zone.

**Key words:** grapes; variety; ‘Krasnostop Anapskiy’; ‘Krasnostop AZOS’; ‘Kubanets’; phenology; agrobiology; growth vigor.

**For citation:** Troshin L.P., Kravchenko R.V., Gorlov S.M., Kufanova R.N. Study of agrobiological indicators of phylloxera-resistant wine grape varieties in the Anapa-Taman zone of the Krasnodar Territory. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):226-230. EDN CVOQJH (in Russian).

## Введение

Виноград занимает первое место по величине ежегодно собираемого урожая среди всех плодовых культур (следующие два принадлежат цитрусовым и бананам). Ягоды винограда идут на приготовление вин различных групп. Причем наибольшей пользой с биологической точки зрения обладают натуральные красные вина, которые при соблюдении регламента здорового их употребления влияют на организм человека с лечебным и профилактическим эффектом [1–5].

Созданные на базе Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия и учебного хозяйства «Кубань» Кубанского государственного аграрного университета им. И.Т. Трубилина (КубГАУ) ампелографической коллекции генофондов винограда (а это более 4,0 тыс. сортообразцов зарубежной селекции плюс 104 аборигенных российских сорта, из которых 13 уже районированы) являются базой совершенствованию сортимента не только Кубани, но и России в целом [7–8].

Кубанские вина отличают высокие вкусовые качества, также немаловажно, что они являются экологически чистыми. При этом наибольшим спросом на рынке пользуются красные сухие и десертные вина. Однако спрос на них удовлетворяется далеко не полностью в связи с недостаточными площадями виноградников красных сортов. Одной из причин этого является слабая устойчивость данных сортов к корневой форме филлоксеры, что вызывает необходимость выращивать их только в привитой культуре. Слабая база привитого виноградного питомниководства не позволяет выращивать в достаточном количестве привитые саженцы красных технических сортов. К тому же привитые саженцы являются довольно дорогостоящими, в связи с чем не каждое виноградарское хозяйство может их приобрести [9].

Выходом из этого положения является выведение устойчивых к корневой филлоксере сортов, чем давно уже занимаются селекционеры Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия (АЗОС). В настоящее время ими выведены красные технические филлоксероустойчивые сорта винограда Каберне АЗОС, Красностоп АЗОС, Достойный, Кубанец, Памяти Зоткиной, Меркурий, Лазурный. В настоящее время стоит задача изучить агробиологические и хозяйственные признаки и свойства этих сортов в конкретных почвенно-климатических условиях каждой зоны виноградарства Российской Федерации, чтобы выбрать для них регионы, в которых их возделывание будет наиболее эффективным [6, 10].

В связи с этим целью нашей работы и было изучение агробиологических и технологических показателей некоторых из перечисленных выше сортов в условиях Анапо-Таманской зоны виноградарства Краснодарского края.

## Материалы и методы исследования

Вся методика и агротехника соответствовали общепринятым разработкам (Соколов И.Д., Соколова Е.И., Трошин А.П., Медведь О.М., Колтаков О.М.,

Наумов С.Ю. Биометрия. 2018:1-161; Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. 1963:1-152; Простосердов Н.Н. Изучение сортов винограда для определения его использования (увология). 1963:1-80).

Исследования проводились в 2021–2023 гг. Предмет исследований – перспективные красные филлоксероустойчивые технические сорта винограда селекции АЗОС Красностоп АЗОС и Кубанец. Контроль – районированный сорт Красностоп анапский. Схема размещения кустов – 3 × 2 м. Кусты формируют по типу штамбовый одноплечий кордон. Высота штамба – 120 см, обрезка ведется на плодовые звенья при длине плодовых стрелок 5–6 глазков. Средняя нагрузка кустов глазками составляла 41–47 глазков.

**Сорт-клон Красностоп анапский (контроль)** – продукт клоновой селекции, отобран из сорта Красностоп золотовский. Группа спелости – поздняя. Сила роста – средняя. Потенциал урожайности – более 10,0 т/га. Сахаристость – от 20 до 22 г/100 см<sup>3</sup> на фоне 9–12 г/дм<sup>3</sup> кислотности. Используется как сырье для получения десертных вин с дегустационной оценкой более 9 баллов. Устойчивость к болезням – средняя, зимостойкость – выше среднего.

**Сорт Красностоп АЗОС.** Родители: ♀ – Филлоксероустойчивый Джемте, ♂ – Красностоп анапский. Группа спелости – средне-поздняя и поздняя. Сила роста – выше средней. Потенциал урожайности – более 12,0 т/га. Сахаристость – от 19 до 24 г/100 см<sup>3</sup> на фоне 8–9 г/дм<sup>3</sup> кислотности. Используется как сырье для получения десертных вин «Синдика». Устойчивость к болезням – средняя, зимостойкость – выше среднего.

**Сорт Кубанец.** Родители: ♀ – Филлоксероустойчивый Джемте, ♂ – Красностоп анапский. Группа спелости – поздняя. Сила роста – сильная. Потенциал урожайности – более 10,0 т/га. Сахаристость – от 17 до 20 г/100 см<sup>3</sup> на фоне 8–9 г/дм<sup>3</sup> кислотности. Используется как сырье для получения десертных вин с дегустационной оценкой около 9 баллов. Устойчивость к болезням – средняя, зимостойкость – выше среднего.

## Результаты и их обсуждение

Проведенные фенологические наблюдения выявили отсутствие у изучаемых сортов существенных различий по наступлению фаз вегетации (табл. 1).

Так, сокодвижение у всех сортов началось одновременно в конце 3-й декады марта. Во 2-й декаде апреля отмечено распускание почек. Цветение отмечено в 1-ой декаде июня. Созревание ягод приходилось на конец августа – начало сентября.

Разница между сортами по началу наступления таких фаз как распускание глазков и цветение составляла 1 день. Несколько раньше эти фазы наступили у сорта Красностоп АЗОС по сравнению с двумя другими сортами. Что касается начала созревания ягод и наступления технической зрелости, то здесь разница оказалась более существенной. Так, сорт Красностоп АЗОС начал созревать на 2–3 дня раньше, чем контрольный сорт Красностоп анапский и сорт Кубанец. Однако техническая зрелость у сорта Красностоп

АЗОС наступила только на 4 дня раньше, чем у сорта Кубанец и на 3 дня раньше контрольного сорта Красностоп анапский. По количеству дней, прошедших от начала распускания глазков до технической зрелости, все три сорта были нами отнесены к группе сортов среднего срока созревания (продолжительность продукционного периода у данной группы сортов составляет от 146 до 150 дней) [11].

В первую очередь нагрузка глазками устанавливалась исходя из силы роста кустов и после обрезки не зависела от года и сорта, составляя 44 глазка на 1 куст (табл. 2).

Самый высокий процент распустившихся глазков оказался у контрольного сорта Красностоп анапский (в среднем 88 %), а самый низкий – у сорта Кубанец (83 %). Сорт Красностоп АЗОС по этому показателю занимал промежуточное положение (85 %).

Сформировавшаяся нагрузка кустов зелеными побегами колебалась от 36,7 побегов у сорта Кубанец до 38,9 побегов у контрольного сорта Красностоп анапский. Таким образом нагрузка кустов глазками и зелеными побегами у сорта Кубанец получилась несколько ниже, чем у контрольного и другого опытного сорта. И более низкая оказалась у этого сорта нагрузка кустов плодоносными побегами – 24,3 шт./куст против 29,1 шт./куст у сорта Красностоп АЗОС и 33,7 шт./куст у контрольного сорта Красностоп анапский.

Несколько компенсировалось это отставание у сорта Кубанец более высоким коэффициентом плодоносности – 1,4 против 1,3 у сорта Красностоп АЗОС и 1,2 у контрольного сорта Красностоп анапский.

Нагрузка кустов гроздьями по всем сортам не слишком изменила свое соотношение: минимальной она была у сорта Кубанец – 33,6 шт./куст против 37,7 шт./куст у сорта Красностоп АЗОС и 40,7 шт./куст у контрольного сорта Красностоп анапский.

Изучение силы роста и вызревания побегов у сортов в условиях Анапского района позволяет сделать вывод о подготовленности растений к зиме, а также возможности установления при обрезке оптимальной нагрузки кустов глазками (табл. 3).

Из анализа данных, представленных в таблице 3, можно сделать вывод, что сорта Красностоп анапский (контроль) и Красностоп АЗОС характеризуются средней силой роста (ближе к сильному), а Кубанец –

**Таблица 1.** Продолжительность межфазных периодов развития растений винограда, 2021–2023 гг.

**Table 1.** Duration of interphase periods of grape plant development, 2021–2023

Сорт	Сокодвижение – распускание почек, дней	Продолжительность межфазных периодов, дней			Вегетационный период, дней	Срок созревания
		распускание почек – цветение	цветение – начало созревания ягод	начало – конец созревания ягод		
Красностоп анапский (контроль)	23	50	49	51	149	поздний
Красностоп АЗОС	22	49	48	50	146	поздний
Кубанец	24	50	49	52	150	поздний

**Таблица 2.** Агробиологические показатели винограда, 2021–2023 гг.

**Table 2.** Agrobiological indicators of grapevine, 2021–2023

Сорт	Число, шт./куст			Плодоносных побегов, шт./куст	Коэффициенты	
	глазков	побегов	соцветий		плодоношения	плодоносности
Красностоп анапский (контроль)	44,0	38,9	40,7	33,7	1,0	1,2
Красностоп АЗОС	44,0	37,2	37,7	29,1	1,0	1,3
Кубанец	44,0	36,7	37,6	24,3	0,9	1,4

**Таблица 3.** Показатели однолетнего прироста изучаемых сортов винограда, 2021–2023 гг.

**Table 3.** Indicators of annual growth of the studied grape varieties, 2021–2023

Сорт	Суммарная длина побегов, см	Средняя длина побега, см	Средний диаметр побега, мм	Вызревание лозы, %
Красностоп анапский (контроль)	6419	165	7,3	74
Красностоп АЗОС	6659	179	7,8	82
Кубанец	7634	208	9,7	76
HCP <sub>05</sub>	321	9	0,4	–

сильной, поскольку средняя длина побегов у последнего сорта равнялась 208 см при суммарной длине побегов в 7634 см, а у первых двух – 165 и 179 см при суммарной длине побегов в 6419 и 6659 см соответственно.

Такая же закономерность просматривается и в отношении среднего диаметра (толщины) одного побега: максимальным он был у сорта Кубанец – 9,7 см против 7,8 см у сорта Красностоп АЗОС и 7,3 см у контрольного сорта Красностоп анапский.

Лучшим вызреванием побегов отличается сорт Красностоп АЗОС (82 %). У контрольного сорта Красностоп анапский и Кубанец вызревание побегов было примерно одинаковым и составило 74 и 76 % соответственно.

Одним из важнейших показателей, характеризующих потенциальную продуктивность сорта, является показатель продуктивности побега, то есть масса

урожаю на 1 побеге. Среди изучаемых нами сортов максимальным значением этого показателя выделился сорт Кубанец (260,3 г): значение оказалось почти в 2 раза выше, чем у контрольного сорта Красностоп анапский (133,5 г) и в 1,7 раза выше, чем у другого опытного сорта Красностоп АЗОС.

По классификации, предложенной Амерджановым А.Г., сорт Кубанец относится к группе сортов с очень высокой продуктивностью, а Красностоп анапский и Красностоп АЗОС – к группе сортов со средней продуктивностью.

### Выводы

Таким образом, рассматривая динамику созревания изученных сортов винограда на основе данных, полученных за 3 года исследований, можно уточнить существующее представление о сроках созревания данных сортов и о времени достижения ими технологической зрелости. Например, считалось, что Красностоп АЗОС созревает раньше, чем Кубанец и Красностоп анапский. Из наблюдений видно, что существенных различий между ними нет, и все 3 сорта можно отнести к поздней группе созревания.

По показателям сохранности глазков все изучаемые сорта оцениваются высоко, но особо выделяется сорт Кубанец по плодоносности и продуктивности побега.

По силе роста сорт Кубанец относится к сильнорослой группе, к среднерослой группе относится контрольный сорт Красностоп анапский и сорт Красностоп АЗОС.

Все изучаемые сорта выведены на Анапской зональной опытной станции как устойчивые к корневой форме филлоксеры и потому выращиваются в корнесобственной культуре.

### Источник финансирования

Не указан.

### Financing source

Not specified.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Антоненко М.В., Гугучкина Т.И., Прах А.В., Колеснов А.Ю., Зенина М.А. Исследование физико-химических характеристик винограда из различных регионов Краснодарского края для их использования в качестве эталонов подлинности винопродукции // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;55(1):95-106. DOI 10.30679/2219-5335-2019-1-55-95-106.
2. Гугучкина Т.И., Прах А.В., Шелудько О.Н. Сорта винограда, обладающие потенциалом для производства коньяков России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;75(3):26-39. DOI 10.30679/2219-5335-2022-3-75-26-39.
3. Ильницкая Е.Т., Антоненко М.В., Пята Е.Г., Макаркина М.В., Прах А.В. Изучение потенциала новых селекционных форм винограда для качественного виноделия // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(3):71-73.
4. Ильницкая Е.Т., Агеева Н.М., Пята Е.Г., Прах А.В., Котляр В.К. Сорта винограда Алькор и Гранатовый для высококачественного виноделия // Плодоводство

- и виноградарство Юга России. 2021;70(4):38-47. DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-38-47.
5. Подплетенная Е.Р., Лавинов Д.Е., Прах А.В. Агробиологическая характеристика местных белоягодных сортов винограда // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: сборник статей. 2021:843-845.
6. Егоров Е.А., Ильяшенко О.М., Коваленко А.Г., Носульчак В.А., Нудьга Т.А., Панкин М.И., Петров В.С., Серпуховитина К.А., Сундырева М.А., Талаш А.И., Трошин Л.П. Анапская ампелографическая коллекция. Краснодар: СКЗНИИСиВ. 2009:1-215.
7. Ильницкая Е.Т., Котляр В.К., Пята Е.Г., Макаркина М.В., Прах А.В., Митрофанова Е.А., Козина Т.Д. Комплексное изучение перспективных гибридных форм винограда селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2022;34:62-66. DOI 10.30679/2587-9847-2022-34-62-66.
8. Шелудько О.Н., Прах А.В., Чемисова Л.Э., Ильницкая Е.Т. Биохимические и технологические особенности сортов, форм и клонов винограда селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;83(5):188-204. DOI 10.30679/2219-5335-2023-5-83-188-204.
9. Сундырева М.А., Мишко А.Е., Серет О.Л. Сорто-подвойные комбинации винограда как способ повышения адаптационного потенциала в летний период на территории Северо-Западного Предкавказья // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;80(2):170-179. DOI 10.30679/2219-5335-2023-2-80-170-179.
10. Трошин Л.П., Кравченко Р.В., Матузок Н.В., Куфанова Р.Н. Совершенствование сортимента для оптимизации технологии производства винограда в Анапо-Таманской зоне // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(2):120-124. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.003.
11. Сроки созревания винограда – как ускорить созревание. <https://vinogrados.ru/growth/sroki-sozrevaniya-vinograda/> (дата обращения: 26.06.2024).

### References

1. Antonenko M.V., Guguchkina T.I., Prakh A.V., Kolesnov A.Yu., Zenina M.A. Research of physical and chemical characteristics of grapes from different regions of Krasnodar territory for their use as standards of authenticity of wine production. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2019;55(1):95-106. DOI 10.30679/2219-5335-2019-1-55-95-106 (in Russian).
2. Guguchkina T.I., Prakh A.V., Shelud'ko O.N. Grape varieties with potential for the production of cognacs in Russia. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2022;75(3):26-39. DOI 10.30679/2219-5335-2022-3-75-26-39 (in Russian).
3. Ilnitskaya E.T., Antonenko M.V., Pyata E.G., Makarkina M.V., Prakh A.V. Exploring the potential of new grapevine selection forms for the production of high-quality wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;20(3):71-73 (in Russian).
4. Ilnitskaya E.T., Ageyeva N.M., Pyata E.G., Prakh A.V., Kotlyar V.K. Alcor and Granatovyi grape varieties for high quality wine. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2021;70(4):38-47. DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-38-47 (in Russian).
5. Podpletennaya E.R., Lavinov D.E., Prakh A.V. Agrobiological characteristics of local white-berry grape varieties. *Scientific Support of the Agro-Industrial Complex*. 2021:843-845 (in Russian).
6. Egorov E.A., Ilyashenko O.M., Kovalenko A.G., Nosulchak V.A., Nudga T.A., Pankin M.I., Petrov V.S., Serpukhovitina K.A., Sundryeva M.A., Talash A.I., Troshin L.P. Anapa

- ampelographic collection. Krasnodar: NCZSRIH&V. 2009:1-215 (in Russian).
7. Ilnitskaya E.T., Kotlyar V.K., Pyata E.G., Makarkina M.V., Prakh A.V., Mitrofanova E.A., Kozina T.D. Comprehensive study of promising hybrid forms of grapes breeding by FSBSI NCFSCHVW. Scientific Publications of FSBSI NCFSCHVW. 2022;34:62-66. DOI 10.30679/2587-9847-2022-34-62-66 (in Russian).
  8. Shelud'ko O.N., Prakh A.V., Chemisova L.E., Ilnitskaya E.T. Biochemical and technological features of grape varieties, forms and clones of FSBSI NCFSCHVW breeding. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2023;83(5):188-204. DOI 10.30679/2219-5335-2023-5-83-188-204 (in Russian).
  9. Sundryeva M.A., Mishko A.E., Seget O.L. Scion-rootstock combinations of grapes for increasing adaptation potential in the summer period in the North-Western Ciscaucasia. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2023;80(2):170-179. DOI 10.30679/2219-5335-2023-2-80-170-179 (in Russian).
  10. Troshin L.P., Kravchenko R.V., Matuzok N.V., Kufanova R.N. Improvement of the assortment to optimize grape production technology in the Anapo-Taman zone. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(2):120-124. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.003 (in Russian).
  11. Grape ripening dates – how to speed up the ripening. <https://vinogrados.ru/growth/sroki-sozrevaniya-vinograda/> (date of access: 26.06.2024) (in Russian).

---

### Информация об авторах

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

**Роман Викторович Кравченко**, д-р с.-х. наук, профессор, кафедра общего и орошаемого земледелия; e-мэйл: [kravchenko.r@kubsau.ru](mailto:kravchenko.r@kubsau.ru); <https://orcid.org/0000-0003-2621-1538>;

**Сергей Михайлович Горлов**, канд. техн. наук, доцент, профессор, кафедра технологии хранения и переработки растениеводческой продукции; <https://orcid.org/0000-0003-0910-3084>;

**Рузана Нурбиевна Куфанова**, науч. сотр., кафедра виноградарства; e-мэйл: [ruzi.01@mail.ru](mailto:ruzi.01@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-3308-3159>.

### Information about authors

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

**Roman V. Kravchenko**, Dr. Agric. Sci., Professor, Department of General and Irrigated Agriculture; e-mail: [kravchenko.r@kubsau.ru](mailto:kravchenko.r@kubsau.ru); <https://orcid.org/0000-0003-2621-1538>;

**Sergey M. Gorlov**, Cand. Techn. Sci., Assistant Professor, Professor, Department of Storage and Processing Technology of Crop Products; <https://orcid.org/0000-0003-0910-3084>;

**Ruzana N. Kufanova**, Staff Scientist, Department of Viticulture; e-mail: [ruzi.01@mail.ru](mailto:ruzi.01@mail.ru); <https://orcid.org/0000-0003-3308-3159>.

Статья поступила в редакцию 23.04.2024, одобрена после рецензии 05.08.2024, принята к публикации 27.08.2024.

## Управление урожайностью и качеством винограда биологическим методом

Манацков А.Г., Сироткина Н.А.✉

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра, г. Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

✉nad.sirotkina2017@yandex.ru

**Аннотация.** В статье приводим средние данные эксперимента по выявлению влияния нагрузки побегами на урожайность насаждений, качество получаемого винограда и экономический эффект выращивания за 2019–2023 гг. Целью работы являлось определение лучшего соотношения величины урожая и концентрации сахаров и титруемых кислот в соке ягод винограда. Исследования проводили в условиях Константиновского района Ростовской области на техническом черном ягоде сорта винограда Денисовский раннего срока созревания с нормами нагрузки побегами 18, 36 и 54 шт. на куст. Виноградник заложен на трехъярусной вертикальной шпалере по схеме 3 × 1,5 м, форма куста – двусторонний горизонтальный кордон с высотой штамба 100 см, обрезка плодовых побегов на 3–4 глазка. Растения этого сорта не толерантны к филлоксеру, поэтому выращиваются в привитой культуре на подвое Кобер 5ББ. Закладка опытов и все наблюдения осуществляли по общепринятой в виноградарстве методике (Под ред. Захаровой Е.И., Бондарева В.П., 1978). Статистический анализ данных проводили в компьютерной программе CXSTAT по методикам Б.А. Доспехова и Н.А. Плохинского. Экономический анализ производства винограда рассчитывали исходя из реальных затрат и стоимости урожая в ценах 2023 г. Виноградное растение сорта Денисовский демонстрирует лучшие показатели продуктивности при нагрузке 36 побегов на куст. В этом варианте опыта все побеги были плодоносными (100%), урожайность виноградников составила 18,75 т/га, сахаров в соке ягод содержалось 22,1 г/100 см<sup>3</sup> при титруемой кислотности 6,5 г/дм<sup>3</sup>. Лучший показатель концентрации сахаров в винограде отмечен в варианте с 18 побегами – 22,6 г/100 см<sup>3</sup> при содержании титруемых кислот 6,6 г/дм<sup>3</sup>. По итогам исследований выращивание винограда с 36 побегами в структуре куста является самым экономически выгодным: себестоимость тонны продукции составляет 26,31 тыс. руб., рентабельность производства винограда составляет 204%.

**Ключевые слова:** виноград; нагрузка побегами; плодоносность; урожайность; массовая концентрация сахаров; массовая концентрация титруемых кислот; экономическая эффективность.

**Для цитирования:** Манацков А.Г., Сироткина Н.А. Управление урожайностью и качеством винограда биологическим методом // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):231-234. EDN DWKLUO.

ORIGINAL RESEARCH

## Management of cropping capacity and quality of grapes by biological method

Manatskov A.G., Sirotkina N.A.✉

All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko – branch of the Federal Rostov Agrarian Research Centre, Novocherkassk, Rostov region, Russia

✉nad.sirotkina2017@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the average data of an experiment to identify the effect of bush load with shoots on the cropping capacity of vineyards, the quality of grapes produced, and the economic effect of cultivation for 2019–2023. The aim of the work was to determine the best ratio of yield value and concentration of sugars and titratable acids in grape juice. The research was carried out in the conditions of the Konstantinovsky district of Rostov region on wine black-berry grape variety 'Denisovsky' of early ripening, with load rates of shoots of 18, 36 and 54 pcs per bush. The vineyard is laid out on a three-tiered vertical trellis according to the scheme 3 x 1.5 m, bush training is a two-armed horizontal cordon with a trunk height of 100 cm, pruning of fruit shoots for 3–4 eyes. Plants of this variety are not resistant to phylloxera, therefore they are cultivated in a grafted culture on a rootstock 'Kober 5BB'. All experiments and observations were carried out according to the generally accepted methods in viticulture (edited by Zakharova E.I., Bondarev V.P., 1978). Statistical analysis of the data was carried out in the CXSTAT software using the methods of B.A. Dospikhov and N.A. Plokhinsky. The economic analysis of grape production was calculated based on the real costs and the cost of the harvest in prices of 2023. Grape plant of 'Denisovsky' variety demonstrated the best productivity indicators with a load of 36 shoots per bush. In this variant of the experiment, all shoots were fertile (100%), cropping capacity of the vineyards was 18.75 t/ha, the content of sugars in the juice of berries was 22.1 g/100 cm<sup>3</sup>, and titratable acidity - 6.5 g/dm<sup>3</sup>. The best value of sugar concentration in grapes was noted in the variant with 18 shoots - 22.6 g/100 cm<sup>3</sup> with a content of titratable acids of 6.6 g/dm<sup>3</sup>. According to the results of research, growing grapes with 36 shoots in the structure of the bush is the most economically profitable: the cost of a ton of products is 26.31 thousand RUB, the profitability of grape production is 204%.

**Key words:** grapes; load with shoots; fertility; cropping capacity; mass concentration of sugars; mass concentration of titratable acids; economic efficiency.

**For citation:** Manatskov A.G., Sirotkina N.A. Management of cropping capacity and quality of grapes by biological method. Magarach. Viticulture and winemaking. 2024;26(3):231-234. EDN DWKLUO (in Russian).

### Введение

Выращивание винограда в зоне сплошного заражения основным вредителем этой культуры – филлоксерой – становится все более затратным. Рост цен на энергоресурсы, пестициды, материалы для устрой-

ства шпалеры, на производство привитых саженцев негативно отражается на себестоимости продукции. Повышение урожайности виноградников и возделывание сортов, пользующихся спросом у производителей вина, являются способами повышения экономической эффективности виноградарства. Оптимизация нагрузки побегами в отношении количества и



качества урожая технического винограда сорта Денисовский является актуальной и отвечает требованиям производителей продуктов его переработки.

На продуктивность насаждений влияют абиотические факторы, которым может противостоять вмешательство человека. В последнее время много говорится о потеплении климата и обсуждается его воздействие на сортовой состав, урожайность и качество винограда. Турецкие исследователи Teker T., Soltekin O. выявили осыпание ягод при температуре выше обычной сезонной, что явилось причиной потери части урожая [1]. Для снижения влияния высокой температуры воздуха и высокой солнечной активности ученые из Израиля рекомендуют применять Y-образную систему ведения вместо вертикальной шпалеры [2]. Американские ученые видят в нарастании среднегодовой температуры, в том числе, и положительные стороны: переход от *Vitis labrusca* к *Vitis vinifera* и продвижение виноградарства в более северные регионы относительно традиционных [3]. С засушливостью климата [4] и засоленностью почвы [5] авторы исследований предлагают использовать соответствующие проблеме сорта подвоев.

Оптимальная агротехника, соответствующая биологии сорта, позволяет не только получать высокие и стабильные урожаи с хорошими показателями качества винограда, но и сохранять растения в продуктивном состоянии как можно дольше. Регулирование продуктивности насаждений и качества винограда в конкретных условиях произрастания возможно различными методами, в том числе биологически обоснованной для данного сорта обрезкой плодовых лоз и нагрузкой побегов.

В условиях Южнобережной зоны Крыма сорт Мускат белый клон VCR-3 исследователи рекомендовали выращивать с нагрузкой побегов 18 шт./куст, что способствовало получению высокого урожая с лучшими значениями концентрации сахаров в соке ягод [6]. Увеличение нагрузки побегов клонов сортов Каберне Совиньон 3-3-4, Мускат белый урожайный, Шардоне из Анапы, Ркацителли 48 высокоурожайный, выращенных в Западном предгорно-приморском районе предгорной зоны Крыма, сопровождалось повышением урожайности в среднем на 13 % и снижением сахаристости винограда в среднем на 4 % [7]. Сорта новой селекции, по мнению Лиховского В.В. и др., должны превосходить по основным показателям контрольные. Так, сорт Янтарный Магарача (ГФ № 11-08-13-3) по отношению к классическому сорту Алиготе имеет более весомую гроздь, урожайность насаждений и повышенные кондиционные показатели винограда, что отразилось на дегустационной оценке вина [8].

Стародавние (аборигенные) сорта Нижнего Дона, такие как Красностоп золотовский, из которых готовят непревзойденные по органолептическим показателям вина, имеют ряд недостатков: они малоурожайны, не зимостойки, не устойчивы к болезням и вредителям, наносящим огромный ущерб насаждениям. Для преодоления этих препятствий виноградаря вынуждены возделывать их в привитой укрывной

культуре, что сказывается на эффективности производства [9].

Недостаток красных технических сортов винограда, отличающихся высокой зимостойкостью, плодородностью и качеством конечной продукции в условиях Ростовской области привел к созданию ряда гибридов с высокой биологической пластичностью и качеством виноматериалов [10]. Сорт Денисовский в Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, зарегистрирован в 2006 г. Один из его авторов Гусейнов Ш.Н. разрабатывал агротехнику этого сорта в условиях г. Новочеркасска. Им с сотрудниками установлено, что увеличение нагрузки побегов с 25 до 35 и 45 шт./куст сопровождалось увеличением урожайности на 46 % и закономерным снижением уровня концентрации сахаров, который в максимальном по количеству побегов варианте был довольно высоким – 21,0 г/100 см<sup>3</sup> [11]. Мамилов Б.Б. и Габиева Е.Н. в условиях Ростовской области изучали способы обрезки на простое и усиленное сучковые плодовые звенья при одинаковой нагрузке побегов и различное количество побегов на кустах винограда сорта Денисовский и выявили преимущество обрезки на простое плодовое звено с двумя сучками при нагрузке 36 побегов на куст [12].

#### Материалы и методы исследования

Объектом исследований является влияние нагрузки побегов на продуктивность насаждений, качественные показатели винограда и эффективность производства.

Предмет исследований: Денисовский (Северный × смесь пыльцы мускатов) – винный сорт винограда раннего срока созревания. Кусты сильнорослые. Грозди массой 200 г. Ягоды средние, 2 г, округлые, черные, вкус гармоничный. Мякоть сочная. Сахаристость – 20–22 г/100 см<sup>3</sup>, кислотность – 7–8 г/дм<sup>3</sup>. Морозостойкость – минус 26 °С. Устойчивость к милдью – 3–3,5 балла, к оидиуму – 4 балла, слабо поражается гнилью в связи с ранним сроком созревания, имеет хороший аффинитет с подвоем Кобер 5ББ. Виноград используется для приготовления сухих, игристых и десертных вин.

Условия проведения исследований. Климат места проведения эксперимента умеренно континентальный, засушливый. По данным метеослужбы, г. Константиновска среднемноголетняя температура воздуха составляет 10,5 °С, среднемноголетнее количество осадков – 501 мм. Виноградники расположены на плотной полосе склонов и прилегающей к ним степи правобережья Дона. Почвы представлены южными черноземами с обедненным плодородным слоем. Подстилающая порода – глина, материнская порода – ракушечное известковое плато.

Методы исследований: закладка опытов и все наблюдения осуществляли по общепринятой в виноградарстве методике (Под ред. Захаровой Е.И., Бондарева В.П., 1978). Статистический анализ данных проводили в компьютерной программе СХСТАТ по методикам Б.А. Доспехова и Н.А. Плохинского. Экономический анализ производства винограда рассчитывали, исходя из реальных затрат и стоимости уро-

жая в ценах 2023 г.

### Результаты и их обсуждение

Все растения проявляют различную реакцию на наличие того или иного количества побегов, и у каждого сорта есть свой «порог», переступив который наступает снижение продуктивности и силы роста. Не является исключением и виноград сорта Денисовский. Его реакция на двукратное увеличение нагрузки побегами проявляется неоднозначно. Если показатели доли побегов, несущих на себе соцветия, в вариантах с 18 и 36 побегами на отдельно взятом кусте были одинаковыми (100%), то по количеству соцветий на один развитый ( $K_1$ ) и один побег с соцветиями ( $K_2$ ) растения в варианте с минимальной нагрузкой имеют заметное преимущество – 1,94 в первом варианте и 1,86 во втором (табл. 1). Трехкратное по отношению к первому варианту увеличение нагрузки побегами отразилось негативно на способности растений закладывать генеративные органы в почках зимующих глазков: плодоносных побегов стало меньше на 15 %, коэффициент плодоношения снизился на 0,41, коэффициент плодоносности – на 0,14.

Доля плодоносных побегов в общем их количестве на 72 % зависела от нагрузки побегами ( $r=-0,85$ ,  $r^2=0,72$ ), а коэффициент плодоношения ( $K_1$ ) – на 88 % ( $r=-0,94$ ,  $r^2=0,88$ ).

Продуктивность насаждений возросла при двукратном увеличении количества побегов на кустах на 8,59 т/га или в 1,84 раза, а при трехкратном – на 6,6 т/га или в 1,65 раза относительно варианта с наименьшей нагрузкой, т.е. наивысшая урожайность была в варианте со средней в опыте нагрузкой побегами (36 шт./куст) (табл. 2).

Корреляционный анализ данных опыта выявил прямую сильную зависимость урожайности от нагрузки побегами ( $r=0,85$ ) и от нагрузки гроздями ( $r=0,87$ ), обратную среднюю – от средней массы грозди ( $r=-0,41$ ).

Увеличение количества побегов в структуре куста в два раза и почти двукратное увеличение урожайности в этом варианте слабо влияло на способность растений накапливать сахара в соке ягод по сравнению с вариантом с 18 побегами: снижение сахаристости сока ягод составило 0,5 г/100 см<sup>3</sup> при примерно равном уровне содержания титруемых кислот. Увеличение нагрузки до 53 побегов отразилось негативно на качестве винограда: сахаров продуцировано 17,2 г/100 см<sup>3</sup> при титруемой кислотности 7,1 г/дм<sup>3</sup>. Корреляционная связь массовой концентрации сахаров с урожайностью винограда была средней отрицательной и составляла -0,54.

Производство винограда сорта Денисовский при средней в опыте нагрузке (36 побегов/куст)

**Таблица 1.** Плодоносность побегов в зависимости от их количества

**Table 1.** Fertility of shoots depending on their number

Норма нагрузки побегами, шт./куст	Фактическая нагрузка, шт./куст			Плодоносных побегов, %	$K_1$	$K_2$
	побегами	плодоносными побегами	гроздями			
18	18	18	35	100	1,94	1,94
36	36	36	67	100	1,86	1,86
54	53	45	81	85	1,53	1,80
НСР <sub>05</sub>	5,0	7,1	1,5	4,5		

**Таблица 2.** Урожайность насаждений в зависимости от нагрузки кустов побегами

**Table 2.** Cropping capacity of vineyards depending on the load of bushes with shoots

Нагрузка, шт./куст		Средняя масса грозди, г	Урожайность		Массовая концентрация в соке ягод	
побегами	гроздями		кг/куст	т/га	сахаров, г/100 см <sup>3</sup>	титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>
18	35	131	4,57	10,16	22,6	6,6
36	67	126	8,44	18,75	22,1	6,5
53	81	93	7,54	16,76	17,2	7,1
НСР <sub>05</sub>	1,52	10,09		1,08		

и самой высокой урожайности – 18,75 т/га наиболее рентабельно – 204,07 %, а затраты на выращивание тонны продукции были самыми низкими – 26,31 тыс. руб., несмотря на более значительные расходы на обслуживание насаждений, которые были вызваны уборкой дополнительного урожая. Значения себестоимости винограда были на 33 % меньше, чем при низкой нагрузке кустов побегами (18 побегов/куст) и на 8 % при высокой нагрузке (53 побега/куст) (табл. 3).

Важным критерием оценки эффективности производства является производительность труда, т.е. сколько произведено продукции за одну нормо-смену. Этот показатель также был выше в варианте с нагрузкой побегами 36 шт./куст: на 41 кг больше, чем в варианте с минимальным в опыте количеством побегов, на 7,8 кг больше, чем в варианте с максимальным их количеством.

**Таблица 3.** Экономическая эффективность возделывания винограда при дифференцированной нагрузке кустов побегами

**Table 3.** Economic efficiency of grape cultivation with a differentiated load of bushes with shoots

Нагрузка побегами, шт./куст	Урожайность, т/га	Выручка от реализации, тыс. руб.	Затраты на производство		Условно чистый доход, тыс. руб.	Себестоимость, тыс. руб./т	Рентабельность, %	Производительность труда, кг/чел.-день
			тыс. руб.	чел.-дни				
18	10,16	812,8	396,7	119	416,1	39,04	105,02	85,4
36	18,75	1500,0	493,3	148	1006,7	26,31	204,07	126,7
53	16,76	1340,8	470,0	141	870,8	28,04	185,28	118,9

Примечание: стоимость 1 т винограда – 80 тыс. руб.; 1 чел./день – 1,0 тыс. руб.

## Выводы

Виноградное растение сорта Денисовский демонстрирует лучшие показатели продуктивности при нагрузке 36 побегов/куст. В этом варианте опыта при прочих равных условиях все побеги несли на себе грозди, урожайность виноградарников составила 18,75 т/га, массовая концентрация сахаров в соке ягод – 22,1 г/100 см<sup>3</sup> при титруемой кислотности 6,5 г/дм<sup>3</sup>. Выращивание винограда с 36 побегами в структуре куста является самым экономически выгодным: себестоимость тонны продукции составляет 26,31 тыс. рублей, рентабельность производства винограда – 204 %, производительность труда – 126,7 кг/чел.-день.

## Источник финансирования

Не указан.

## Financing source

Not specified.

## Конфликт интересов

Не заявлен.

## No conflict of interests

Not declared.

## Список литературы/ References

1. Teker T., Soltekin O. Berry shattering phenomena in vineyards: The influence of maximum temperatures during flowering period in an extreme year. *Scientia Horticulturae*. 2023;321(1):112278. DOI 10.1016/j.scienta.2023.112278.
2. Zohar Y., Reta K., Drori E., Gliksman U., Rauchberger S., Bar E., Lewinsohn E., Agam N., Fait A. Improved berry and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. Gewürztraminer grown in an arid climate using a Y-shaped training system. *OENO One*. 2024;58(1):7148. DOI 10.20870/oeno-one.2024.58.1.7148.
3. Wanyama D., Bunting E.L., Goodwin R., Weil N. Modeling land suitability for *Vitis vinifera* in Michigan using advanced geospatial data and methods. *Atmosphere*. 2020;11(339):1-25. DOI 10.3390/atmos11040339.
4. Chen Y., Fei Y., Howell K., Chen D., Clingeleffer P., Zhang P. Rootstocks for grapevines now and into the future: selection of rootstocks based on drought tolerance, soil nutrient availability, and soil pH. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2024;2:6704238. DOI 10.1155/2024/6704238.
5. Amorim T., Santos H., Neto J., Hermínio P., Silva S. Resistant rootstocks mitigate ionic toxicity with beneficial effects for growth and photosynthesis in grapevine grafted plants under salinity. *Scientia Horticulturae*. 2023;317(8):112053. DOI 10.1016/j.scienta.2023.112053.
6. Буйвал Р.А., Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А. Обоснование выбора формировки и уровня нагрузки кустов для сорта Мускат белый клон VCR-3 в условиях южнобережной зоны Крыма // Проблемы развития АПК региона. 2022;2(50):27-34. DOI 10.52671/20790996\_2022\_2\_27. Buival R.A., Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Urdenko N.A. Substantiation of the choice of formation and level of load of shrubs for varieties Muskat white clone VCR-3 in the conditions of the Southern Coast zone of Crimea. *Problems of Development of the Agroindustrial Complex of the Region*. 2022;2(50):27-34. DOI 10.52671/20790996\_2022\_2\_27 (in Russian).
7. Буйвал Р.А., Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А. Дифференцированный подход к выбору эффективных элементов агротехники клонов технических сортов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;68(2):162-176. DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-162-176. Buival R.A., Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Urdenko N.A. Differentiated approach to the selection of effective elements of agricultural technology for clones of wine grape varieties. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2021;68(2):162-176. DOI: 10.30679/2219-5335-2021-2-68-162-176 (in Russian).
8. Лиховской В.В., Волынкин В.А., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.Л., 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. Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Vasylyk I.A., Avidzba A.M. 'Yantarnyi Magarach' - 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).
9. Сироткина Н.А. Регулирование основных агротехнических показателей роста и развития винограда нагрузкой побегом // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2023;3(71):51-56. DOI 10.12737/2073-0462-2023-51-56. Sirotkina N.A. Regulation of basic agricultural indicators of grapes growth and development by shoot load. *Vestnik of Kazan State Agrarian University*. 2023;3(71):51-56. DOI 10.12737/2073-0462-2023-51-56 (in Russian).
10. Дуран Н.А. Новые красные технические сорта винограда селекции ВНИИВиВ имени Я.И. Потапенко – филиал ФГБНУ ФРАНЦ // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(2):116-121. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.002. Duran N.A. New red wine grape varieties bred in the ASRIV&W – branch of the FSBSI FRARC. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(2):116-121. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.002 (in Russian).
11. Гусейнов Ш.Н., Чигрик Б.В., Гордеев В.Н. Влияние нормы нагрузки на продуктивность сорта винограда Денисовский на Дону // Виноделие и виноградарство. 2007;6:42-43. Guseynov S.N., Chigrik B.V., Gordeev V.N. Influence of load norm on efficiency of grapes sorts Denisovskiy na Donu. *Winemaking and Viticulture*. 2007;6:42-43 (in Russian).
12. Мамилов Б.Б., Габибова Е.Н. Методы короткой обрезки морозоустойчивого винограда сорта Денисовский // Сельское, лесное и водное хозяйство. 2014;5(32):7. Mamilov B.B., Gabibova E.N. Methods of short cutting of frost-resistant grapes grades Denisovskiy. *Agriculture, Forestry and Water Management*. 2014;5(32):7 (in Russian).

## Информация об авторах

**Александр Геннадьевич Манацков**, канд. с.-х. наук, директор института, вед. науч. сотр. лаборатории агротехники; e-мэйл: manaczkov84@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0007-9187-0261>;

**Надежда Александровна Сироткина**, канд. с.-х. наук, доцент, вед. науч. сотр. лаборатории агротехники; e-мэйл: nad.sirotkina2017@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4107-800X>.

## Information about authors

**Alexander G. Manatskov**, Cand. Agric. Sci., Director of the Institute, Leading Staff Scientist, Laboratory of Agricultural Engineering; e-mail: manaczkov84@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0007-9187-0261>;

**Nadezhda A. Sirotkina**, Cand. Agric. Sci., Assistant Professor, Leading Staff Scientist, Laboratory of Agricultural Engineering; e-mail: nad.sirotkina2017@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4107-800X>.

Статья поступила в редакцию 08.07.2024, одобрена после рецензии 16.08.2024, принята к публикации 27.08.2024.

# Перспективы разработки математических моделей прогнозирования продукционных процессов в виноградарстве

Иванова М.И.<sup>1✉</sup>, Иванченко В.И.<sup>2</sup>, Потанин Д.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Центр агрохимической службы «Крымский», г. Симферополь, Республика Крым, Россия;

<sup>2</sup>Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», г. Симферополь, Республика Крым, Россия.

✉imi\_2712@mail.ru

**Аннотация.** Установлено, что для внедрения цифровизации в отрасль виноградарства необходимо применять методы математического моделирования с использованием множественного регрессионного анализа на основе создания баз данных, полученных как на опытных участках, так и результатов наблюдений за продуктивностью промышленных насаждений. Целью исследований являлось рассмотрение путей создания устойчивых цифровых моделей, объясняющих влияние отдельных абиотических, биотических факторов окружающей среды, антропогенного воздействия, а также их комплексного взаимодействия на продуктивность виноградных растений, их промышленных насаждений и качества производимой продукции с учётом экологической пластичности подвойных и привойных сортов, а также подвойно-привойных комбинаций. В работе определены направления и методологические подходы комплексного изучения влияния почвенных, климатических, биотических и технологических особенностей производства виноградовинодельческой продукции на урожайность насаждений и товарные качества. Установлена принципиальная возможность использования непараметрических данных как элементов сортовой принадлежности подвойно-привойных комбинаций в многофакторной регрессионной модели для характеристики выхода стандартных привитых черенков с тесной связью множественной корреляции ( $r=0,6969$ ). На основе регрессионной модели показан методологический подход разработки цифрового двойника отдельного сорта винограда (Каберне Совиньон) при изучении технологических качеств лозы. Подобная методология может применяться как для решения научных вопросов, так и в виде интегральной характеристики, использоваться для текущего прогноза качественных характеристик (с достоверностью  $r=0,9866$ ). Показаны перспективные направления для дальнейших исследований в сфере цифровизации отрасли виноградарства с учётом последующего внедрения результатов исследований, как комплексных прогнозных моделей, в производство.

**Ключевые слова:** виноградарство; цифровизация; технология выращивания; прогнозирование; продуктивность; эффективность производства.

**Для цитирования:** Иванова М.И., Иванченко В.И., Потанин Д.В. Перспективы разработки математических моделей прогнозирования продукционных процессов в виноградарстве // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):235-241. EDN DXYZSK.

# Prospects for the development of mathematical models to forecast the production processes in viticulture

Ivanova M.I.<sup>1✉</sup>, Ivanchenko V.I.<sup>2</sup>, Potanin D.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center of Agrochemical Service "Krymskiy", Simferopol, Republic of Crimea, Russia;

<sup>2</sup>Agrotechnological Academy of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Simferopol, Republic of Crimea, Russia.

✉imi\_2712@mail.ru

**Abstract.** It is established that in order to introduce digitalization into the viticulture industry, it is necessary to apply mathematical modeling methods using multiple regression analysis based on the creation of databases obtained at experimental sites, and observation results of the productivity of industrial plantations. The goal of research was to consider ways to create sustainable digital models explaining the influence of individual abiotic and biotic environmental factors, anthropogenic impact, as well as their complex interaction on the productivity of grape plants, their industrial plantations and the quality of products, taking into account ecological plasticity of rootstock and graft varieties, as well as rootstock-graft combinations. The work defines the directions and methodological approaches for a comprehensive study of the influence of soil, climatic, biotic and technological features of grape-growing and wine production on the cropping capacity of plantations and marketable qualities. The principal possibility of using nonparametric data as elements of varietal affiliation of rootstock-graft combinations in a multifactorial regression model to characterize the yield of standard grafted cuttings with a close relationship of multiple correlation ( $r=0.6969$ ) was established. Based on the regression model, a methodological approach to the development of a digital twin of a separate grape variety ('Cabernet Sauvignon') is shown when studying the technological qualities of the vine. Such a methodology can be used both to solve scientific issues, and in the form of an integral characteristic, used for the current forecast of qualitative characteristics (with confidence  $r=0.9866$ ). Promising directions for further research in the field of digitalization of viticulture industry are shown, taking into account the subsequent implementation of research results as complex predictive models into production.

**Key words:** viticulture; digitalization; cultivation technology; forecasting; productivity; production efficiency.

**For citation:** Ivanova M.I., Ivanchenko V.I., Potanin D.V. Prospects for the development of mathematical models to forecast the production processes in viticulture. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):235-241. EDN DXYZSK (in Russian).

## Введение

Сельское хозяйство является важным элементом народного хозяйства, обеспечивающее население продуктами питания, а промышленность – сырьём. Однако, в отличие от других отраслей, оно подвержено внешним, пока слабо контролируемым факторам как абиотического, так и биотического характера, что сказывается на продуктивности насаждений и объёмах производства продукции [1–3]. Особо остро данная проблема стоит в современный период под влиянием глобального изменения климата [4, 5]. При этом всё более актуальным становится вопрос прогнозирования ответа растений на подобное воздействие, способное привести к снижению урожайности или качеству производимой продукции. С применением современной вычислительной техники, а также накопленного учёными экспериментального материала по влиянию факторов внешней среды на растения можно разрабатывать математические алгоритмы, обеспечивающие достаточно точный уровень прогнозности продуктивности насаждений в конкретных условиях выращивания [6–8].

В 2021 г. распоряжением Правительства Российской Федерации № 3971-р от 29 декабря «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации отраслей агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов РФ на период до 2030 г.» в общих положениях отмечена необходимость обеспечения ускоренного развития цифровых технологий. В частности, планируется активно развивать и внедрять во все подотрасли моделирование и прогнозирование процессов производства, создание цифровых двойников сортов и отдельных растений, что включает сбор и обработку больших массивов данных как о самих растениях, так и об окружающей среде их места выращивания.

В целом современное сельское хозяйство, как и наиболее активно развивающаяся его подотрасль – виноградарство, относительно слабо развиты с точки зрения внедрения элементов цифровизации в промышленное производство [9–11]. Это приводит к тому, что объёмы производства и качество виноградовинодельческой продукции значительно зависят от условий года и почвы зоны выращивания [12–14]. Данное явление ограничивает возможности получения сырья и ягод с контролируемыми параметрами, пригодными к переработке и потреблению в любое время или год. Чтобы минимизировать влияние абиотических факторов на урожай, необходимо провести комплекс исследований по разработке устойчивых моделей их влияния на конкретные сорта с точки зрения продуктивности насаждений и качества продукции [15, 16]. В современном научном процессе решение данной глобальной задачи носит, как правило, единичный характер и только начинает развиваться в узком направлении. Исследования по созданию моделей ведутся отдельно по влиянию концентраций подвижных элементов питания в почве, параметров климатических факторов по отдельности (интенсивность морозов, теплообеспеченность территории, водный

режим и др.) на продуктивность насаждений винограда [2, 5, 17]. Однако, единых моделей, в которых могут быть отображены комплексные взаимодействия факторов и их влияние на прогнозируемость урожая винограда практически не разработано. В отечественном садоводстве и виноградарстве подобная работа ведётся Маморштейн А.А., Слинко О.В. и др. [11, 18]. В большинстве случаев проблема разработки устойчивых моделей, показывающих прогнозное поведение растений даже на уровне культуры, не говоря уже о группах сортов или отдельных сортов в зависимости от почвенно-климатических условий, ограничено отсутствием установленного и стандартизированного математического аппарата, пригодного к соответствующим вычислениям, которые для увеличения точности ожидаемых результатов требуют работы с большим массивом данных.

Также на сегодня нет математических моделей поведения сортов по группам устойчивости к основным болезням винограда, в зависимости от развития инфекции [19]. Причем сами прогнозные модели развития грибов, вызывающих милдью, оидиум и др. в зависимости от температурных и влажностных условий окружающей среды, уже разработаны достаточно давно и внедряются в мониторинговые программные комплексы метеостанций [1, 6, 9].

Подобные исследования должны носить системный характер и включать в себя настолько большой массив данных, что не могут быть обработаны общепринятыми в сельскохозяйственной науке дисперсионными и вариационными анализами результатов исследований в ограниченных экспериментальными участками условиях [6, 8, 14]. Единственным верным способом может считаться разработка математических моделей на основе многофакторного регрессионного, кросскорреляционного анализов с выделением приоритетных для производства факторов, наблюдаемых в течении продолжительного периода времени [2, 12].

Таким образом, необходимо разработать новые методологические подходы сбора и обработки информации по результатам наблюдений в промышленных виноградниках и опытных участках с применением многофакторных расчётов для получения математических моделей поведения сортов, подвойно-привойных комбинаций, подверженных влиянию абиотических и биотических факторов окружающей среды [20, 21].

**Целью перспективных исследований** являлось рассмотрение путей создания устойчивых цифровых моделей, объясняющих влияние отдельных абиотических, биотических факторов окружающей среды, антропогенного воздействия, а также их комплексного взаимодействия на продуктивность виноградных растений, их промышленных насаждений и качества производимой продукции с учётом экологической пластичности подвойных и привойных сортов, а также подвойно-привойных комбинаций.

## Материалы и методы исследования

**Рабочая гипотеза.** Виноградное растение как био-

тический элемент существует и развивается в среде под воздействием внешних абиотических факторов (почвенные для корневой системы и климатические условия для надземной (в том числе продукционной) части растений). Влияние этих факторов носит индивидуальный (частный) характер, который отображается показателями минимума, оптимума, избыточного и подавляюще избыточного воздействия на растения. Также в виде взаимодействия комплекса факторов их влияние может быть положительным или отрицательным на рост и продуктивность винограда как репродукционной системы. Эти процессы как индивидуального влияния, так и комплексного взаимодействия на сегодня могут быть изучены с применением комплекса, имеющегося в наличии исследователей математического аппарата. Для этого необходимо применение методов обработки больших массивов данных, собираемых как на исследовательских виноградниках, так и производственных участках.

В качестве объектов исследований выступают:

- почвенные условия, объективно сложившиеся на территории виноградных насаждений, переведённые в цифровую форму;

- климатические условия Республики Крым, а также других территорий, доступных к использованию цифрового материала, способные влиять на продуктивность виноградных растений (суммы температур выше 10 °С, минимальные температуры воздуха в зимний период и вероятности заморозков, способных повредить урожай);

- привойные и подвойные сорта винограда в сегменте их экологических требований к условиям выращивания;

- технологические особенности эксплуатации виноградных насаждений изучаемых сортов (подвойных и привойных), переведённые в доступную для включения в базу данных цифровую форму.

**Предмет исследования.** Математически сформулированные индивидуальные и многомерные зависимости продуктивности насаждений винограда и качества производимой продукции от факторов внешней среды.

**Задачи исследований:**

- определить факторы окружающей среды (почвенные, климатические и агротехнические), оказывающие влияние на продуктивность насаждений винограда;

- для каждого из факторов окружающей среды подобрать критерии цифрового введения параметров в базу данных;

- на основе результатов обследования почв территорий для закладки промышленных насаждений винограда на территории Республики Крым, а также результатов наблюдений за погодой с ближайших к предприятию метеостанций и данных предприятий по продуктивности насаждений винограда составить первичную базу данных для разработки математических моделей;

- на основе обработки результатов созданной базы данных разработать первичные многомерные

регрессионные модели и выявить статистически значимые корреляционные связи факторов окружающей среды и продуктивностью промышленных насаждений винограда;

- разработать индивидуальные (однофакторные) математические модели влияния факторов окружающей среды, имеющих статистическую значимость, на продуктивность насаждений с выявлением значений минимума, оптимума, избыточного и подавляюще избыточного воздействия на растения (с использованием не только собственно полученных данных, но и результатов исследований других исследователей из открытых научных источников);

- разработать многомерные модели прогноза продуктивности сортов, подвойно-привойных комбинаций в зависимости от объективных факторов окружающей среды;

- разработать рекомендации на основе проведённого анализа по корректировке оптимального подбора сортов и подвойно-привойных комбинаций винограда для объективно складывающихся условий в перспективных местах закладки новых насаждений винограда и последующего прогноза их продуктивности.

### Результаты и их обсуждение

Исследования в данном направлении проводятся как результат ранее полученных данных при изучении совместимости подвойно-привойных комбинаций винограда. Опыты и наблюдения проводились в период 2018–2021 гг. в Институте «Агротехнологическая академия» (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». При этом получены результаты, которые показывают возможность создания устойчивых моделей в виноградарстве в разрезе генетических и экологических особенностей растений винограда во взаимодействии с климатическими факторами окружающей среды [20–22].

Используя математический аппарат обработки больших массивов данных как параметрического, так и непараметрического характера установлено, что даже при непараметрическом введении информации на основе Булевой математики возможно создавать модели с высоким уровнем достоверности.

Так, для прогнозирования выхода стандартных привитых черенков после стратификации в зависимости от генотипа подвойно-привойных комбинаций применён подход посортного отображения наличия геноплазмы внутри каждой из изучаемых комбинаций. В итоге разработанная модель показала коэффициент множественной корреляции 0,6969 ( $d=r^2=0,4857$ ) при F – критерии значимости уравнения регрессии  $F=6,0210$  (табличное значение  $F=2,1270$ ). Сама модель, в которую было включено пять подвойных и четыре привойных сортов имеет обратную функцию вида:

$$X_{31} = 1 / (0,0046 + 0,0047 \cdot X_1 + 0,0085 \cdot X_2 + 0,0051 \cdot X_3 + 0,0070 \cdot X_4 - 0,0023 \cdot X_5 - 0,0027 \cdot X_6 + 0,0032 \cdot X_7 - 0,0010 \cdot X_8). \quad (1)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

X8 – привойный сорт Каберне Совиньон (1 – при наличии, или 0 – при отсутствии);

X31 – выход стандартных привитых черенков после стратификации по ГОСТ 28181-89.

Коэффициент множественной корреляции, равный 0,6969, показывает тесную связь между генотипом и выходом стандартных привитых черенков.

Данная модель показывает принципиальную возможность введения непараметрических данных о генотипе растений и его влиянии на конкретное параметрическое значение, имеющее хозяйственную ценность (в данном случае на выход стандартных привитых стратифицированных черенков). Это открывает перспективы применения такого рода подхода к изучению влияния отдельных сортов с большим их набором для прогноза отдельных результатов не только в опытной работе, но и в производстве для виноградарства. Также, помимо непараметрического отображения геноплазмы в моделях можно провести изучение влияния отдельных групп сортов по их происхождению или наследственных признаков на хозяйственно ценные признаки как в питомниководстве, так и в промышленном производстве виноградовинодельческой продукции.

С другой стороны, возможно создание цифрового двойника каждого конкретного сорта, используя метод регрессионного анализа с введением непараметрического значения отдельного сорта и качественных показателей, имеющих хозяйственную ценность. Нами также в этом направлении была проведена соответствующая работа на примере сорта Каберне Совиньон, введенным непараметрическими значениями «1» и «0», а также погодными факторами условий года и техническими показателями качества лозы. В ниже представленной модели дополнительно включены следующие факторы:

X11 – концентрация углеводов в привойных лозах, %;

X13 – средняя длина лозы привоя, м;

X15 – средняя длина междоузлий привоев, см;

X17 – средний диаметр лоз привоев, мм;

X19 – диаметр сердцевинки привоев, мм;

X23 – площадь поперечного сечения привойной

лозы, мм<sup>2</sup>;

X25 – площадь поперечного сечения сердцевинки у привойной лозы, мм<sup>2</sup>;

X27 – площадь поперечного сечения древесины у привойной лозы, мм<sup>2</sup>;

X29 – коэффициент вызревания (Кв) привойной лозы.

Регрессионная модель подбиралась компьютерной программой расчёта на основе оптимальной достоверности (F критерий). При  $F_{\text{факт}}=178,4964$  и табличном значении  $F=2,0250$  коэффициент множественной корреляции составил  $R=0,9866$ , что является очень тесной связью, а регрессионная формула представлена индивидуальной коренной функцией:

$$\begin{aligned} X8 = & -128,17 - 0,15 \cdot \sqrt{(X9)} + 2,13 \cdot \sqrt{(X11)} - \\ & 2,96 \cdot \sqrt{(X13)} - 0,18 \cdot \sqrt{(X15)} + 103,58 \cdot \sqrt{(X17)} + \\ & 50,78 \cdot \sqrt{(X19)} - 6,49 \cdot \sqrt{(X23)} - 26,07 \cdot \sqrt{(X25)} - \\ & 13,80 \cdot \sqrt{(X27)} - 45,07 \cdot \sqrt{(X29)}. \end{aligned} \quad (2)$$

Полученная формула может считаться эмпирической, однако, основываясь на математических принципах переноса значений, можно создавать интегральную характеристику значений качества лозы в зависимости от выбранных уже известных параметров. К примеру, в данной модели отображена концентрация углеводов (показатель X11) одновременно с другими биометрическими параметрами лозы. Если в ходе изучения параметров лоз по завершении вегетации уже будут известны основные значения, то, переставив в виде функции содержание углеводов, можно спрогнозировать их концентрацию для данного сорта на уровне достоверности 98,66 %.

Подобный подход создания формул, описывающих индивидуальное влияние отдельного сорта, может использоваться практически при прогнозе любых имеющихся в инструментарии значений, которые будут иметь большую точность при увеличении собранных результатов наблюдений как в промышленном виноградарстве, так и на базе опытных участков научно-исследовательских учреждений.

Это открывает широкие возможности в цифровизации прогноза в отрасли виноградарства, что позволит обеспечить его устойчивое развитие в дальнейшем и в большей степени раскроет биологический потенциал культуры с точки зрения продуктивности промышленных насаждений и качества полученной продукции.

Условно факторы, оказывающие влияние на урожайность и качество производимой в виноградарстве продукции, можно разделить на генетические, абиотические, биотические и антропогенные. Все они в той или иной степени изучены достаточно хорошо и продолжают изучаться в зависимости от изменения факторов окружающей среды на местности, появления новых сортов, а также технологических подходов в выращивании и эксплуатации виноградников. Однако их комплексное взаимодействие, выраженное в виде прогнозных моделей, в нашей стране пока что совершенно не развито до уровня переноса их в про-

изводство. Данную работу предстоит проводить, осуществляя поэтапный подход, состоящий из создания полномасштабной базы результатов наблюдений, в которой будут учитываться все основные результаты, в которые должны включаться почвенные, климатические, а также технологические особенности.

Подобную работу по сбору и систематизации данных можно осуществлять на базе материалов, полученных с существующих промышленных виноградников, по которым первоначально имеются проекты на закладку насаждений, с которыми поддерживается информационный контакт. Такую работу выполняет в Крыму ФГБУ «Центр агрохимической службы «Крымский», в котором собираются и систематизируются данные по результатам почвенного анализа, подвойно-привойным комбинациям и продуктивности насаждений. Включив в качестве дополнительного комплекса параметров для моделирования погодные факторы, становится возможным разработать принципиально новые модели прогнозирования продуктивности виноградных насаждений в зависимости от почвенных, климатических и технологических особенностей выращивания.

При этом результаты почвенного анализа в самих проектах на закладку многолетних насаждений уже представлены в виде, используемом в производстве и агрохимических исследований (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca<sup>2+</sup>, Cl, Na, активная известь, активные карбонаты, гумус (или органическое вещество, для технического винограда, содержание тяжелых металлов и токсичных веществ и др.)) по слоям и/или в среднем.

Результаты погодных наблюдений могут учитывать весь жизненный цикл виноградных насаждений за каждый год и в зависимости от района размещения насаждений. Уже разработанная база данных, взятых из открытых источников включает в себя результаты наблюдений в период с 2005 г. по 21 метеостанциям только на территории Крыма по следующим значениям: сумма температур выше 0, 5, 10, 15 °С, продолжительность соответствующего периода накопления температур (в сутках), минимальные температуры воздуха в зимний период, продолжительность холодного периода (с температурами ниже 0 °С), интенсивность холодного периода (по накоплению температур ниже 0 °С), а также ГТК (по Селянинову). В случае применения на виноградниках орошения, можно учитывать объективный показатель ГТК для насаждений с учётом дополнительного баланса воды.

Отдельно следует рассмотреть влияние биотических факторов на виноградное растение в виде математического прогнозирования и ответа на них растений. Уже сегодня разработаны модели, прогнозирующие развитие отдельных болезней и вредителей в зависимости от погодных условий года (Модель Кобишвили для развития грибов оидиума, Модель Мюллера для грибной инфекции милдью и т.д.), однако, часть сортов в ходе селекции, получили полевою или генетическую устойчивость к инфекции или отдельным вредителям (филлоксера), которые на сегодня не учитываются в моделях. Для перспективных исследо-

ваний следует учитывать и подобное влияние, в котором необходимо учитывать возможность преодоления грибной инфекции в отдельные, благоприятные для развития инфекции, годы частично преодолевать подобную устойчивость, что может требовать применения защитных мероприятий в насаждениях. Также, до сих пор не разработан комплекс математических алгоритмов прогноза развития комплекса болезней и вредителей, влияющих на рост и развитие виноградных растений, позволяющих научно-обосновано подходить к выбору системы защиты растений.

Технологические особенности выращивания насаждений как комплекс антропогенного воздействия могут быть оцифрованы параметрическими значениями и включать в себя: плотность посадки в расчёте на 1 га, высоту штамба, количество плодовых звеньев на кусте, длину лоз плодоношения в глазках и см, среднюю нагрузку глазков винограда в расчёте на 1 га. В процессе жизненного цикла насаждений технологические особенности могут выступать и как элементы взаимодействия с абиотическими факторами окружающей среды в виде наблюдений за приростом лозы, её качеством, степенью вызревания и формирования плодоносных глазков, что непосредственно влияет на продуктивность насаждений в последующем. Кроме этого, формирующаяся в течении года вегетации лоза как комплекс органических соединений, на который затрачивается энергия растения, оказывает влияние и на объём и качество урожая виноградников, поэтому должен учитываться в моделях как фактор взаимодействия с продуктивностью растений.

Продуктивность насаждений и технологическое качество товарной продукции в моделях должны являться финальными показателями интегральной оценки. При этом в балансе с затратами энергии растения на формирования древесины, под воздействием внешних абиотических и биотических факторов окружающей среды в перспективе возможна разработка математических моделей, прогнозирующих эффективность производства товарной продукции, отвечающих заданным производителем качествам при объективных почвенно-климатических условиях и выбранной технологии выращивания.

### Выводы

Установлено, что для внедрения цифровизации в отрасль виноградарства необходимо применять методы математического моделирования с использованием множественного регрессионного анализа на основе создания баз данных, полученных как на опытных участках, так и из результатов наблюдений за продуктивностью промышленных насаждений.

Определены направления и методологические подходы комплексного изучения влияния почвенных, климатических, биотических и технологических особенностей производства виноградовинодельческой продукции на урожайность насаждений и товарные качества.

Установлена принципиальная возможность использования непараметрических данных, как элементов сортовой принадлежности подвойно-привойных



комбинаций в многофакторной регрессионной модели для характеристики выхода стандартных привитых черенков с тесной связью множественной корреляции ( $r=0,6969$ ).

На основе регрессионной модели показан методологический подход разработки цифрового двойника отдельного сорта винограда (Каберне Совиньон) при изучении технологических качеств лозы. Подобная методология может применяться как для решения научных вопросов, так и в виде интегральной характеристики, применяться для текущего прогноза качественных характеристик (с достоверностью  $r=0,9866$ ).

Показаны перспективные направления для дальнейших исследований в сфере цифровизации отрасли виноградарства с учётом последующего внедрения результатов исследований, как комплексных прогнозных моделей, в производство.

#### Источник финансирования

Не указан.

#### Financing source

Not specified.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы/References

1. Laurent C., Baptiste O., Taylor J.A., Scholasch T., Metay A., Tisseyre B. A review of the issues, methods and perspectives for yield estimation, prediction and forecasting in viticulture. *European Journal of Agronomy*. 2021;130(4):126339. DOI 10.1016/J.EJA.2021.126339.
2. Beauchet S., Cariou V., Renaud-Gentie C., Meunier M., Siret R., Thiollet-Scholtus M., Jourjon F. Modeling grape quality by multivariate analysis of viticulture practices, soil and climate. *OENO One*. 2020;54(3):601-622. DOI 10.20870/oeno-one....1067.
3. Junqi Z., Parker A., Gou F., Agnew R. H., Yang L., Greven M., Raw V., Neal S.M., Martin D., Trought M.C.T., Huth N., Brown H.E. Developing perennial fruit crop models in APSIM Next Generation using grapevine as an example. *In Silico Plants*. 2021;3(2):1-23. DOI 10.1093/insilicoplants/diab021.
4. Laurent C., Le Moguédec G., Taylor J.A., Scholasch T., Tisseyre B., Metay A. Local influence of climate on grapevine: an analytical process involving a functional and Bayesian exploration of farm data time series synchronized with an eGDD thermal index. *OENO One*. 2022;56(2):301-317. DOI 10.20870/oeno-one.2022.56.2.5443.
5. Sanjay S.M., Mendes-Moreira J., Ferreira C.A., Cunha M. Machine learning predictive model of grapevine yield based on agroclimatic patterns. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*. 2019;12(4):443-450. DOI 10.1016/J.EAEF.2019.07.003.
6. Bulling M.R., Meirelles Alves S.A., Gebler L. Computational models in precision fruit growing: Reviewing the impact of temporal variability on perennial crop yield assessment. *SN Computer Science*. 2023;4(5):1-13. DOI 10.1007/s42979-023-02103-6.
7. Baptiste O., Zhang Y., Gras J.-P., Valloo Y., Faure P., Brunel G., Tisseyre B. High spatial resolution dataset of grapevine yield components at the within-field level. *Data in Brief*. 2023;50(3):109580. DOI 10.1016/j.dib.2023.109580.
8. Laurent C., Baragatti M.C., Taylor J.A., Scholasch T., Metay A., Tisseyre B. Evaluation of a functional Bayesian method to analyze time series data in precision viticulture. *Precision Agriculture* '19. 2019:67-73. DOI 10.3920/978-90-8686-888-9\_7.
9. Hugo F.-M., Guilpart N., Lagacherie P., Le Roux R., Plaige M., Dumont M., Gautier M., Graveline N., Touzard J.-M., Hannin H., Gary C. Grapevine yield gap: identification of environmental limitations by soil and climate zoning in the region of Languedoc-Roussillon (South of France). *OENO One*. 2023;57(2):360-378. DOI 10.20870/oeno-one.2023.57.2.7246.
10. Kadhane S.J., Manekar V.L. Development of agro-climatic grape yield model with future prospective. *Italian Journal of Agrometeorology*. 2021;1:89-103. DOI 10.36253/ijam-406.
11. Слинко О.В., Кондратьева О.В. Цифровые технологии в садоводстве // Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сборник статей. 2021;200-203. Slinko O.V., Kondrateva O.V. Digital technologies in horticulture. *Innovative technologies in agriculture: theory and practice: a collection of articles*. 2021;200-203 (in Russian).
12. Conrath T. Choosing multiple linear regressions for weather-based crop yield prediction with ABSOLUT v1.2 applied to the districts of Germany. *International Journal of Biometeorology*. 2022;66(3):2287-2300. DOI 10.1007/s00484-022-02356-5.
13. Beauchet S., Cariou V., Renaud-Gentie C., Meunier M., Siret R., Thiollet-Scholtus M., Jourjon F. Modeling grape quality by multivariate analysis of viticulture practices, soil and climate. *OENO One*. 2020;54(3):601-622. DOI 10.20870/oeno-one.1067.
14. Bustani A.C., Moura-Bueno J.M., Comin J.J., Brunetto G. Grape yield prediction models: Approaching different machine learning algorithms. *Horticulturae*. 2023;9(12):1294. DOI 10.3390/horticulturae9121294.
15. Fotoula D.E., Charalampopoulos I. Future climate change impacts on European viticulture: A review on recent scientific advances. *Atmosphere*. 2021;12(4):495. DOI 10.3390/ATMOS12040495.
16. Vjekoslav T., Gligorević K., Mileusnic Z., Miodragović R.M., Hajmiler M., Radočaj D. Agricultural engineering technologies in the control of frost damage in permanent plantations. *AgriEngineering*. 2023;5(4):2079-2111. DOI 10.3390/agriengineering5040128.
17. Merot A., Metay A., Smits N.G.E., Thiollet-Scholtus M. Adaptation of the regional agronomic diagnosis for grapevine yield analysis. *OENO One*. 2022;56(1):87-99. DOI 10.20870/oeno-one.2022.56.1.4568.
18. Мarmorштейн А.А., Петров В.С. Прогностическая модель минимальной урожайности ранних столовых сортов винограда межвидового происхождения для Краснодарского края // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;79(1):1-11. DOI 10.30679/2219-5335-2023-1-79-1-11. Marmorstein A.A., Petrov V.S. A prognostic model of the minimum yield capacity of interspecific early table grape varieties of the Krasnodar region. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2023;79(1):1-11. DOI 10.30679/2219-5335-2023-1-79-1-11 (in Russian).
19. Jakup F., Hamiti M., Krrabaj S., Selimi B., Idrizi E. Proposal of prediction model for smart agriculture based on IoT sensor data. 46th MIPRO ICT and Electronics Convention (MIPRO). 2023;120-125. DOI 10.23919/MIPRO57284.2023.10159955.
20. Иванова М.И., Иванченко В.И., Потанин Д.В. Перспективы разработки цифровых моделей сортов винограда для прогнозирования результативности технологических процессов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2024;85(1):157-173. DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-157-173.

- development of digital models of grape varieties for predicting the effectiveness of technological processes. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2024;85(1):157-173. DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-157-173 (*in Russian*).
21. Потанин Д.В., Иванова М.И., Иванченко В.И., Замета О.Г. Применение регрессионного анализа для изучения влияния происхождения подвоев на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):219-226. DOI 10.35547/IM.2022.87.84.004.  
Potanin D.V., Ivanova M.I., Ivanchenko V.I., Zameta O.G. The use of regression analysis to study the effect of the origin of rootstocks on compatibility of variety-rootstock combinations of grapes. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2022;24(3):219-226. DOI 10.35547/IM.2022.87.84.004 (*in Russian*).
22. Потанин Д.В., Иванова М.И., Иванченко В.И., Иванченко К.В. Адаптивный метод подбора сортов плодовых культур и винограда по морозостойкости для обеспечения стабильного плодоношения многолетних насаждений // Известия Дагестанского ГАУ. 2022;4(16):102-110. DOI 10.52671/26867591\_2022\_4\_102.  
Potanin D.V., Ivanova M.I., Ivanchenko V.I., Ivanchenko K.V. Adaptive method of selection of varieties of fruit crops and grapes for frost resistance to ensure stable fruiting of perennial plantings. *Dagestan SAU Proceedings*. 2022;4(16):102-110. DOI 10.52671/26867591\_2022\_4\_102 (*in Russian*).

### Информация об авторах

**Маргарита Игоревна Иванова**, канд. с.-х. наук, нач. отдела организации учета применения средств химизации и разработки проектно-сметной документации; e-мэйл: imi\_2712@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3749-9525>;

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

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

### Information about authors

**Margarita I. Ivanova**, Cand. Agric. Sci., Head of the Department for Organization of Accounting for the Use of Chemicals and Development of Design and Estimate Documentation; e-mail: imi\_2712@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3749-9525>;

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

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

Статья поступила в редакцию 30.06.2024, одобрена после рецензии 10.07.2024, принята к публикации 27.08.2024.

## Продуктивность и товарные качества урожая винограда в зависимости от внекорневых обработок растений специальными агрохимикатами направленного действия

Руссо Д.Э.<sup>✉</sup>, Красильников А.А.

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, г. Краснодар, Россия

<sup>✉</sup>dmitriyrusso@yandex.ru

**Аннотация.** В статье изложены результаты трехлетних исследований эффективности приема внекорневой обработки плодоносящих растений винограда сорта Шардоне специальными агрохимикатами сложных составов в почвенно-климатических условиях ООО «Абрау-Дюрсо». Актуальность исследований продиктована требованиями повышения устойчивости и продуктивности ампелоценозов на фоне усиления континентальности климата и, как следствие, повторяющихся абиотических стрессов, вызывающих нарушение сезонных биологических ритмов развития винограда и процесса формирования генеративных органов. Для решения существующей проблемной ситуации, требующей комплексного агротехнологического подхода, проводятся системные исследования с целью выявления особенностей прямого воздействия специальных составов минеральных и органоминеральных агрохимикатов на реализацию продуктивного потенциала растений винограда и качественные характеристики урожая в условиях Черноморской зоны Краснодарского края. Экспериментальные научные исследования проводятся методом полевого опыта с использованием современных методических рекомендаций, в том числе разработанных Северо-Кавказским федеральным научным центром садоводства, виноградарства, виноделия. Применение комплекса специальных агрохимикатов внекорневым способом проведено на примере сорта винограда Шардоне. Использованы водные растворы препаратов Плантафид марки 30-10-10 (3 кг/га) + хелатированные ЭДТА (Mn, Zn, Cu) и ДТПА (Fe) микроэлементы (МЭ) в комплексе с органоминеральными препаратами Максифол Динамикс (2 л/га) и Аминофол Zn (1 л/га). В результате проведения эксперимента было установлено увеличение количества плодоносных побегов винограда на куст в среднем на 12 % и количества соцветий на куст на 9-11 %, активация вегетативной продуктивности растений. Коэффициент плодоношения стабильно в течение трех лет превышал значения показателя в контрольном варианте (без применения агрохимикатов). Выявлена более полная реализация репродуктивной функции растений винограда сорта Шардоне на фоне внекорневых обработок агрохимикатами. Установлена ежегодная существенная прибавка урожая в размере 2,2-2,9 т/га, увеличение содержания сахаров в соке ягод и снижение кислотности, что способствовало получению виноматериалов высокого качества.

**Ключевые слова:** виноград; специальные агрохимикаты; внекорневые обработки; продуктивность; качество урожая.

**Для цитирования:** Руссо Д.Э., Красильников А.А. Продуктивность и товарные качества урожая винограда в зависимости от внекорневых обработок растений специальными агрохимикатами направленного действия // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):242-246. EDN GYWSDO.

## Productivity and market quality of grape yield under the influence of foliar dressing with special agrochemicals of targeted action

Russo D.E.<sup>✉</sup>, Krasilnikov A.A.

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Wine-making, Krasnodar, Russia

<sup>✉</sup>dmitriyrusso@yandex.ru

**Abstract.** The article presents the results of 3-year-research on the effectiveness of foliar dressing of fruit-bearing grape plants of 'Chardonnay' variety with special agrochemicals of complex composition in soil and climatic conditions of Abrau-Durso LLC. The research relevance is determined by the requirements to increase the stability and productivity of ampelocenoses against the background of increasing climate continentality and, as a result, repeated abiotic stresses causing disruption of seasonal biological rhythms of grape plant development and the process of formation of generative organs. To solve the existing problematic situation requiring an integrated agrotechnological approach, systemic studies are being conducted to identify the features of direct impact of special compositions of mineral and organomineral agrochemicals on the realization of productive potential of grape plants and quality characteristics of the yield in the conditions of Black Sea zone of the Krasnodar Territory. Experimental scientific research was carried out by the method of field experiment using modern methodological recommendations, including those developed by NCFSCHVW. The use of a complex of special agrochemicals by foliar method was carried out using the example of 'Chardonnay' grape variety. Aqueous solutions of preparations Plantafeed 30-10-10 (3 kg/ha) + chelated EDTA (Mn, Zn, Cu), and DTPA (Fe) trace elements (TE) were used in combination with organomineral preparations Maxifol Dynamics (2 l/ha) and Aminofol Zn (1 l/ha). As a result of the experiment, an increase in the number of fruitful grape shoots per bush by an average of 12%, the number of inflorescences per bush by 9-11%, activation of vegetative productivity of plants were registered. Fruiting coefficient consistently exceeded the values in the control variant (without the use of agrochemicals) for three years. A more complete realization of reproductive function of 'Chardonnay' grape plants was revealed against the background of foliar dressing with agrochemicals. Annual significant increase in yield of 2.2-2.9 t/ha, an increase in the content of sugars in berry juice and a decrease in acidity were established, which contributed to the production of high-quality wines.

**Key words:** grapes; special agrochemicals; foliar dressing; productivity; crop quality.

**For citation:** Russo D.E., Krasilnikov A.A. Productivity and market quality of grape yield under the influence of foliar dressing with special agrochemicals of targeted action. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):242-246. EDN GYWSDO (in Russian).

### Введение

Реализация генетически обусловленного продукционного потенциала сорта винограда во многом за-

висит от условий возделывания культуры. При этом известно, что периодически параметры метеоусловий региона выходят за пределы оптимальных, вызывая стресс у растений. Наибольший ущерб виноградным насаждениям наносят низкотемпературные

стрессы в позднелетний и ранневесенний периоды, характерные для всех агроэкологических зон и подзон виноградарства Краснодарского края [1, 2]. Вызванные действием абиотических стрессов нарушения биологических процессов, негативно влияющие на формирование генеративных органов и сезонный ритм развития растений винограда, являются серьезной проблемой, требующей комплексного агротехнологического решения. В этой связи приобретают актуальность специальные приемы стимулирования адаптивной функции растений винограда с помощью агрохимикатов направленного действия инновационных составов, эффективность которых устанавливается методом полевых экспериментальных исследований [3–6]. Ретроспективный анализ научных публикаций, связанных с изучением биологических эффектов применения специальных комплексных агрохимикатов в ампелоценозах, позволяет рассматривать прием внекорневого использования препаратов как способ усиления ассимиляционной активности листового аппарата, вегетативной и хозяйственной продуктивности растений в зависимости от состава и соотношения физиологически активных компонентов агрохимиката, отзывчивости сортов винограда, почвенно-климатических условий агроэкологической зоны виноградарства [7–10]. Актуальность данной области исследований обусловлена усилением пресинга абиотических стрессоров, связанных с нарастанием континентальности климата и современными требованиями интенсификации отрасли, ростом потребительского спроса на качественную продукцию, необходимостью повышения финансовой устойчивости региональных товаропроизводителей. В этой связи целью наших исследований стало выявление особенностей прямого воздействия специальных составов минеральных и органоминеральных агрохимикатов на реализацию продуктивного потенциала растений винограда сорта Шардоне и качественные характеристики урожая в условиях Черноморской зоны Краснодарского края.

#### Материалы и методы исследования

Закладка и проведение полевого опыта в соответствии с актуальными методическими рекомендациями [11], в том числе разработанными в Северо-Кавказском федеральном научном центре садоводства, виноградарства, виноделия [12], обуславливает достоверность полученных в течение трех лет результатов экспериментальных исследований. Опытный участок в границах промышленных насаждений виноградников ООО «Абрау-Дюрсо» (р-н г. Новороссийска) был обследован на однородность почвенных условий (дерново-карбонатные почвы, наиболее распространенные в условиях региона). Было установлено, что в пределах опытного участка в слое почвы 0–120 см содержание подвижных соединений фосфора и калия варьирует от низких до средних значений (варьирование в пределах допустимых отклонений), содержание азота нитратов низкое. Исследуя содержание солей в почве, выявили наиболее высокое содержание хлоридов в слое 0–90 см: от 55 до 82 мг/кг. При этом их распределение в границах участка на

глубине 0–120 см было различным: от 54–60 до 74–82 мг/кг. Содержание сульфатов также варьировало и составило в среднем в слое почвы 0–120 см от 16–25 до 30–36 мг/кг. Значительного варьирования содержания микроэлементов в дерново-карбонатной почве в слое 0–90 см не выявлено, однако имело место повышенное содержание марганца по всему исследованному профилю скважин и территории экспериментального участка. Диапазон варьирования анализируемых показателей, не превышающий допустимых значений, позволил применить систематическое размещение вариантов.

К основным негативным абиотическим факторам района г. Новороссийска относятся повторяющиеся провокационные продолжительные оттепели в позднелетний и ранневесенний периоды (до +16...+20 °С) с резкими перепадами температуры воздуха до отрицательных значений (–1...–15 °С) на фоне ветров, что в отдельные годы вызывает подмерзание многолетней древесины. Перепады температуры воздуха в начале вегетации винограда на фоне прогрева почвы в дневные часы на глубину до 40 см, при которой имеет место активация деятельности корневой системы и поступление воды в надземную часть, периодически вызывают морозобоины, а дефицит атмосферных осадков в летний период способен провоцировать отток влаги из растущих и созревающих ягод к листьям, снижая качество урожая. В этих условиях внекорневые обработки растений водными растворами специальных комплексных агрохимикатов направлены преимущественно на усиление адаптивных свойств и сокращение репарационного периода на фоне стресса.

Обработки растений винограда одного из группы доминирующих в регионе технического сорта Шардоне водными растворами специальных удобрений проводили механизированным способом одновременно на всех делянках опыта (контрольный вариант – обработки водой). До начала цветения (до момента раскрытия 4–5 % цветков) применяли внекорневые обработки растений водными растворами химически чистого специального агрохимиката Плантафид марки 30-10-10 (3 кг/га) + хелатированные ЭДТА (Mn, Zn, Cu) и ДТПА (Fe) микроэлементы (МЭ) в комплексе с органоминеральными препаратами Максифол Динамикс (2 л/га) и Аминофол Zn (1 л/га). Органоминеральные комплексы, содержащие экстракты морских водорослей *Ascophyllum nodosum*, свободные аминокислоты, в том числе в соединении с цинком применяли для усиления адаптивной функции растений винограда на ранних этапах развития и поглощения питательных веществ, активации метаболических реакций. Пролонгированный характер действия агрохимиката Плантафид обеспечивали содержащиеся в его составе поверхностно активные вещества (ПАВ) и адьюванты. На этапе раскрытия более 5 % цветков обрабатывали растения органоминеральным препаратом Аминофол Fe + гидроборат этиламина для регуляции процессов опыления и оплодотворения, углеводного и белкового обмена веществ. После образования завязи повторно обрабатывали растения специальным агрохимикатом Плантафид, исполь-

зую марку 20-20-20 (НРК), а также хелатированный ЭДТА/ДТПА микроэлементный комплекс Агромикс в сочетании с органоминеральным антистрессантом Аминофол Плюс (содержание аминокислот до 59 % в 1 л продукта) и гидроборатом этиламина (1 л/га). В период роста ягод, начала созревания урожая и за 20 дней до уборки трехкратно был применен комплекс агрохимикатов: Плантафид марки 5-15-45 (3 кг/га) + Максифол (2 л/га).

### Результаты и их обсуждение

Для изучения воздействия внекорневых обработок агрохимикатами специальных составов на основные элементы плодородности винограда сорта Шардоне ежегодно анализировали количество сформировавшихся на кусте плодородных побегов (при нормировании общего количества развившихся на кусте побегов в вариантах), количество соцветий на куст, отношение количества соцветий к общему числу развившихся побегов и приходящихся на один плодородный побег винограда, массу грозди, динамику изменения длины побегов, хозяйственную продуктивность растений.

Анализ данных агробиологических учетов выявил увеличение количества плодородных побегов винограда на куст в среднем на 12 %, при этом превышение показателя не было подтверждено статистически (табл. 1). Вместе с тем, при пересчете на 1 га насаждений, увеличение количества плодородных побегов имело весомое значение (2222 растения на 1 га), что было подтверждено полученным хозяйственным урожаем винограда. Увеличение количества соцветий на куст на 9–11 % было существенным при значении  $НСР_{0,05} = 0,73-1,45$  на фоне применения внекорневых обработок растений агрохимикатами. Влияние применяемых агрохимикатов на отношение количества соцветий к общему числу развившихся на кусте побегов было достаточно значимым. Коэффициент плодородности стабильно в течение трех лет превышал значения показателя в контрольном варианте. Различия по показателю продуктивности одного плодородного побега были менее выражены, что, вероятно, является характерной особенностью сорта винограда, объединяющей его агробиологические, физиологические признаки и свойства в данных почвенно-климатических условиях.

О вегетативной продуктивности растений винограда под действием применяемых специальных агрохимикатов судили также по динамике роста побегов. Ежегодно длина прироста побегов винограда в первой декаде июня составляла в контрольном варианте от 28 до 30 см; в варианте с внекорневыми обработками растений показатель не превышал 27–32 см. Различия между вариантами были не существенны.

Уже во второй декаде июля интенсивность роста побегов на фоне обработок растений агрохимикатами значительно превышала этот показатель на «контроле», прирост длины побегов был выше на 21 см и более при значениях  $НСР_{0,05} = 3,40-5,67$  см. Во второй декаде сентября прирост побегов в варианте с внекорневыми обработками винограда специальными агрохимикатами был выше на 26–31 см при значениях  $НСР_{0,05} = 7,22-12,20$  см.

Проведенные весовым методом в период уборки урожая учеты выявили значительное преимущество варианта с системными внекорневыми обработками растений винограда специальными агрохимикатами (табл. 2). Ежегодно существенность прибавки урожая в размере 2,2–2,9 т/га была подтверждена статистически.

Оценивая потенциал продуктивности винограда сорта Шардоне в конкретных почвенно-климатических условиях региона, можно констатировать более полную реализацию репродуктивной функции растений на фоне внекорневых обработок агрохимикатами, судя по индексу продуктивности побега (ПП) и массе грозди. Также можно рассматривать сорт винограда Шардоне как достаточно отзывчивый на прием внекорневой обработки растений специальными комплексными агрохимикатами – оптимизацию условий питания. Анализ строения грозди винограда на фоне внекорневых обработок агрохимикатами выявил ряд показателей, количественно превышающих значения исследуемых элементов контрольного варианта. Масса грозди учетных растений ежегодно была

**Таблица 1.** Элементы продуктивности винограда сорта Шардоне на фоне системного применения специальных агрохимикатов некорневым способом при нормировании нагрузки побегами 32–34 шт./куст (средние данные за 3 года)

**Table 1.** Elements of productivity of 'Chardonnay' grapes against the background of systematic use of special agrochemicals by foliar method when rationing the load of shoots of 32-34 pcs/bush (average data for 3 years)

Варианты	Количество		Коэффициент	
	плодородных побегов на куст, шт.	соцветий на куст, шт.	плодородности, $K_1$	плодородности, $K_2$
Контроль, без обработок агрохимикатами	24–26	27–28	0,82–0,88	1,07–1,15
Обработки винограда специальными агрохимикатами	27–29	28–31	0,94–0,96	1,08–1,18

**Таблица 2.** Хозяйственная продуктивность винограда сорта Шардоне на фоне системного применения специальных агрохимикатов некорневым способом (средние данные за 3 года)

**Table 2.** Economic productivity of 'Chardonnay' grapes against the background of systematic use of special agrochemicals by foliar method (average data for 3 years)

Варианты	Средняя масса грозди, г	Урожай с куста, кг	Урожайность, т/га	Прибавка, %	Потенциал продуктивности сорта (Сп)
Контроль, без обработок агрохимикатами	90-110	5,0-5,8	11,0-12,9	-	150-161
Обработки винограда специальными агрохимикатами	110-123	6,0-7,1	13,2-15,8	20,0-22,4	171-174



А



Б

**Рис.** Внешний вид грозди винограда сорта Шардоне: А – контрольный вариант; Б – вариант с обработкой растений специальными агрохимикатами

**Fig.** Appearance of a bunch of 'Chardonnay' grapes: А – control variant; В – variant of dressing plants with special agrochemicals

значительно больше массы грозди на «контроле». Существенность роста показателя подтверждалась статистически и объяснялась увеличением плотности гроздей. Масса ягоды была в среднем на 9,1–14,3 % больше. Количество горошащихся ягод и ягод с признаками заболеваний было значительно ниже в сравнении с контрольным вариантом (рис.).

Химический анализ ягод винограда выявил преимущество варианта с внекорневыми обработками растений: увеличение содержания сахара в соке ягод и снижение кислотности. Сахаристость ягод в контрольном варианте составляла 17,5–19,4 г/100 см<sup>3</sup>, что на 19,5–20,6 % ниже в сравнении с вариантом применения агрохимикатов; показатель титруемой кислотности снизился на 9,5–11,6 %. При проведении рабочей дегустации образцы, полученные в этом варианте, имели более высокую оценку.

По показателю активной кислотности виноградного сусла, полученного из винограда сорта Шардоне (рН 3,1–3,2) различия между вариантами не выявлены. На фоне более высокого содержания в ягодах сахаров были получены виноматериалы с более высоким содержанием спирта, обладающие определенной микробиологической стабильностью и рядом преимуществ при производстве сухих столовых вин.

Дегустационная оценка виноматериалов также выявила преимущества варианта с применением специальных агрохимикатов: во вкусе дегустируемых образцов имелись более полные сортовые оттенки и продолжительное послевкусие, чем в образцах контрольного варианта.

По итогам экспериментальных исследований был проведен анализ экономической эффективности при-

менения специального агроприема (в ценах 2023 г.). Относительный прирост хозяйственной продуктивности в варианте с обработкой растений винограда специальными агрохимикатами составил в среднем 21,2 % при стоимости обработки ~22,3 тыс. руб./га и увеличении затрат на производство в целом до 45 тыс. руб./га. Себестоимость производства продукции оставалась на уровне значений показателя в контрольном варианте. Выручка от продаж возросла более чем на 60 тыс. руб./га.

### Выводы

Таким образом, анализируя результаты проведенных в течение трех лет экспериментальных исследований в промышленных насаждениях винограда сорта Шардоне, можно рассматривать воздействие специальных комплексных агрохимикатов как эффективный прием повышения продуктивности растений и качества урожая в конкретных почвенно-климатических условиях. Системное применение комплекса препаратов обеспечивало увеличение количества плодородных побегов винограда на куст в среднем на 12 %, количества соцветий на куст на 9–11 %, стимулировало вегетативную продуктивность растений. Коэффициент плодоношения стабильно в течение трех лет превышал значения показателя в контрольном варианте (без применения агрохимикатов).

Выявлена более полная реализация репродуктивной функции растений винограда сорта Шардоне на фоне внекорневых обработок агрохимикатами. Ежегодно существенность прибавки урожая в размере 2,2–2,9 т/га была подтверждена статистически. Установлено увеличение содержания сахара в соке ягод и снижение кислотности, что обеспечивало получение

виноматериалов высокого качества.

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 221040700125-8.

### Financing source

The work was conducted under public assignment No. 221040700125-8.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Петров В.С., Павлюкова Т.П., Талаш А.И., Нудьга Т.А. Комплекс агротехнологических приемов, направленных на стабилизацию продуктивности виноградарства в условиях критических отрицательных температур зимнего периода // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013;19(1):48-55.
2. Петров В.С., Руссо Д.Э., Красильников А.А., Мarmorштейн А.А. Норма реакции винограда сорта Мерло в нестабильных условиях умеренно-континентального климата юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;72(6):63-72. DOI 10.30679/2219-5335-2021-6-72-63-72.
3. Байрамбеков Ш.Б., Кумашева Б.Н. Влияние внекорневых подкормок жидкими микроудобрениями на продуктивность и качество винограда // Садоводство и виноградарство. 2016;6:52-56. DOI 10.18454/VSTISP.2016.6.3918.
4. Levchenko S., Cherviakov S., Boyko V., Belash D., Romanov A. The influence of foliar treatment on the quality of table grape during storage. E3S Web of Conferences. 2021;316:03015. DOI 10.1051/e3sconf/202131603015.
5. Диденко П.А., Шапоренко В.Н., Цирульников Н.В., Никулина Е.А. Эффективность системного применения отечественных хелатных микроудобрений на винограде в условиях Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):349-355. DOI 10.34919/IM.2023.25.65.004.
6. Khalil A., Nazir N., Din S., Sharma M.K., Kumar A. Effect of fertilizer and micronutrients on leaf and fruit mineral status of grapes cv. Sahebi. Biological Forum – An International Journal. 2021;13(1):270-276.
7. Тихонова М.А., Салимова Р.Р., Панова М.А. Урожай и качество винограда под влиянием некорневой подкормки // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2018;4:21. DOI 10.24411/2304-9081-2019-14015.
8. Гинда Е.Ф., Трескина Н.Н., Мостовая А.И. Эффективность применения внекорневой подкормки микроудобрениями в технологии возделывания столовых сортов винограда в условиях Приднестровья // Евразийский союз ученых. 2020;1-3(70):27-34. DOI 10.31618/ESU.2413-9335.2020.3.70.541.
9. Бейбулатов М.Р., Буйвал Р.А., Михайлов С.В. Применение микроудобрений – путь к интенсификации виноградарства // Напитки. Технологии и инновации. 2011;4:45-47.
10. Polukhina E.V., Vlasenko M.V. Assessment of agricultural techniques of grape cultivation in arid conditions of southern Russia based on analysis of variance. IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2022;954(1):012061. DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012061.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.

12. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Мarmorштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2021:1-147.

### References

1. Petrov V.S., Pavlyukova T.P., Talash A.I., Nudga T.A. Complex of agricultural and technical methods for stabilization of grapes yards productivity in the condition of winter critical negative temperatures. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2013;19(1):48-55 (in Russian).
2. Petrov V.S., Russo D.E., Krasilnikov A.A., Marmorstein A.A. The reaction rate of Merlot grapes in unstable conditions of the temperate continental climate of the South of Russia. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2021;72(6):63-72. DOI 10.30679/2219-5335-2021-6-72-63-72 (in Russian).
3. Bairambekov Sh.B., Kumasheva B.N. Influence of foliar application by liquid micro fertilizers on productivity and quality of the grapes. Horticulture and Viticulture. 2016;6:52-56. DOI 10.18454/VSTISP.2016.6.3918 (in Russian).
4. Levchenko S., Cherviakov S., Boyko V., Belash D., Romanov A. The influence of foliar treatment on the quality of table grape during storage. E3S Web of Conferences. 2021;316:03015. DOI 10.1051/e3sconf/202131603015.
5. Didenko P.A., Shaporenko V.N., Tsiurlikov N.V., Nikulina E.A. The efficiency of systemic use of domestic chelate micro-fertilizers on grapes in Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):349-355. DOI 10.34919/IM.2023.25.65.004 (in Russian).
6. Khalil A., Nazir N., Din S., Sharma M.K., Kumar A. Effect of fertilizer and micronutrients on leaf and fruit mineral status of grapes cv. Sahebi. Biological Forum – An International Journal. 2021;13(1):270-276.
7. Tikhonova M.A., Salimova R.R., Panova M.A. The yield and quality of grapes under the influence of foliar feeding. Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. 2018;4:21. DOI 10.24411/2304-9081-2019-14015 (in Russian).
8. Ghinda E.F., Treskina N.N., Mostovaja A.I. Effectiveness of the unenhancing freein technology of the world in the time of the Transnistria. Eurasian Union of Scientists. 2020;1-3(70):27-34. DOI 10.31618/ESU.2413-9335.2020.3.70.541 (in Russian).
9. Beibulatov M.R., Buival R.A., Mikhailov S.V. The use of micronutrients – a path to the intensification of viticulture. Beverages. Technologies and Innovations. 2011;4:45-47 (in Russian).
10. Polukhina E.V., Vlasenko M.V. Assessment of agricultural techniques of grape cultivation in arid conditions of southern Russia based on analysis of variance. IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2022;954(1):012061. DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012061.
11. Dospikhov B.A. Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).
12. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A. Research methods in viticulture. Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW. 2021:1-146 (in Russian).

### Информация об авторах

**Дмитрий Эдуардович Руссо**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории управления воспроизводством в ампелоценозах и экосистемах; e-мэйл: dmitriyrusso@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1197-0232>;

**Александр Андреевич Красильников**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории управления воспроизводством в ампелоценозах и экосистемах; e-мэйл: akrasilnikov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4545-7448>.

### Information about authors

**Dmitry E. Russo**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Reproduction Management in Ampeloceneses and Ecosystems; e-mail: dmitriyrusso@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1197-0232>;

**Alexander A. Krasilnikov**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Reproduction Management in Ampeloceneses and Ecosystems; e-mail: akrasilnikov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4545-7448>.

Статья поступила в редакцию 24.06.2024, одобрена после рецензии 08.07.2024, принята к публикации 27.08.2024.

# Биотехнологические операции по оздоровлению растительного материала винограда от возбудителей бактериального рака

Клименко В.П., Лушчай Е.А.✉, Павлова И.А., Абдурашитова А.С., Зленко В.А., Григоренко М.И., Спотарь Г.Ю., Корнильев Г.В., Рязанкина Я.Ю.

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

✉biogen@magarach-institut.ru

**Аннотация.** Целью исследования является получение новых знаний в ходе проведения биотехнологических операций по оздоровлению растительного материала винограда от возбудителей бактериального рака для их последующего практического применения. Объект исследования – культивирование растений винограда *in vitro*, инфекционные болезни, оздоровление растительного материала. Получены растения *in vitro* 18 сортов винограда в необходимом и достаточном количестве для проведения экспериментов по оздоровлению. Проведены комплексные технологические операции по оздоровлению растительного материала винограда от бактериального рака, включая термотерапию и электротерапию. Осуществлена молекулярная диагностика латентной формы фитопатогенов в растительном материале после процедур оздоровления. Регенерацию после процедур оздоровления в степени, достаточной для проведения тестирования, прошли образцы 5 сортов винограда. Полностью удалось элиминировать инфекцию *A. tumefaciens* в образцах сортов Аврора Магарача и Ркацители Магарача и *A. rhizogenes* в образцах сортов Альминский и Цитронный Магарача. В значительной степени снизился уровень бактериальной инфекции *A. tumefaciens* в образцах сорта Памяти Голдриги. Растительный материал сорта Цитронный Магарача пока не удалось избавить от инфекции *A. tumefaciens*. Проведенные эксперименты показали, что использование биотехнологических методов позволяет элиминировать инфекцию или в значительной степени снизить ее уровень в отношении *A. rhizogenes* и *A. tumefaciens*. Полученные данные являются основой для дальнейших исследований. Результаты выполнения работы могут быть использованы для оздоровления растений в научных экспериментах и в производстве посадочного материала винограда для создания насаждений высоких биологических категорий качества. В дальнейшем предполагается разработать оптимальную схему оздоровления посадочного материала винограда от основных инфекций.

**Ключевые слова:** фитопатогены; элиминация; тестирование; *in vitro*; термотерапия; электротерапия.

**Для цитирования:** Клименко В.П., Лушчай Е.А., Павлова И.А., Абдурашитова А.С., Зленко В.А., Григоренко М.И., Спотарь Г.Ю., Корнильев Г.В., Рязанкина Я.Ю. Биотехнологические операции по оздоровлению растительного материала винограда от возбудителей бактериального рака // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):247-252. EDN HLYHEG.

ORIGINAL RESEARCH

# Biotechnological operations for the recovery of grape plant material from *Agrobacterium* biovars

Klimenko V.P., Lushchay E.A.✉, Pavlova I.A., Abdurashitova A.S., Zlenko V.A., Grigorenko M.I., Spotar G.Yu., Korniliev H.V., Ryazankina Ya.Yu.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

✉biogen@magarach-institut.ru

**Abstract.** The aim of this research was to obtain new knowledge during biotechnological operations for the recovery of grape plant material from *Agrobacterium* spp. pathogens for subsequent practical use. Study object included cultivating grape plants *in vitro*, infectious diseases, and recovery of plant material. The plants *in vitro* of 18 grape varieties were obtained in the necessary and sufficient quantity to carry out the experiments on recovery. The complex of technological operations for the recovery of grape plant material from *Agrobacterium* spp. was carried out, including thermotherapy and electrotherapy. After the recovery procedures, molecular diagnostics of the latent form of phytopathogens in plant material were performed. Samples of 5 grape varieties were regenerated after recovery procedures to a degree sufficient for testing. The infection of *A. tumefaciens* in samples of 'Aurora Magaracha' and 'Rkatsiteli Magaracha' varieties, as well as the infection of *A. rhizogenes* in samples of 'Alminski' and 'Tsitronnyi Magaracha' varieties, was completely eliminated. The level of *A. tumefaciens* infection was significantly reduced in the samples of 'Pamyati Golodrigi' variety. Plant material of 'Tsitronnyi Magaracha' variety was not relieved of *A. tumefaciens* infection. The conducted experiments show that the use of biotechnological methods makes it possible to eliminate the infection of *Agrobacterium* spp. pathogens *A. rhizogenes* and *A. tumefaciens*, or significantly reduce the level of infection. The data obtained are the basis for further research. The results of work can be used for plant recovery in scientific experiments and in the production of grape plant material in order to create the vineyards of high biological quality categories. Further on, it is planned to develop an optimal scheme for the recovery of grape planting material from basic infections.

**Key words:** pathogens; elimination; testing; *in vitro*; thermotherapy; electrotherapy.

**For citation:** Klimenko V.P., Lushchay E.A., Pavlova I.A., Abdurashitova A.S., Zlenko V.A., Grigorenko M.I., Spotar G.Yu., Korniliev H.V., Ryazankina Ya.Yu. Biotechnological operations for the recovery of grape plant material from *Agrobacterium* biovars. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):247-252. EDN HLYHEG (in Russian).

## Введение

Наблюдаемые в последние десятилетия изменения погодно-климатических условий, недостаточное использование современных агротехнических

приемов и селекционно-генетических достижений, закладка виноградников импортным, зачастую инфицированным посадочным материалом дестабилизируют производство винограда и существенно увеличивают потери урожая от болезней и вредителей [1]. Несмотря на то, что используемые сегодня



пестициды обеспечивают эффективную защиту от многих заболеваний, распространение некоторых возбудителей болезней невозможно контролировать традиционными химическими методами. Общая характерная черта этих фитопатогенов – это то, что они являются системными и в основном бессимптомно присутствуют в растениях-хозяевах из-за низкого уровня исходной концентрации в растении, неблагоприятных условий окружающей среды или защитных реакций растения [2]. Бессимптомная системная инфекция *Agrobacterium* spp. – явление, распространенное у винограда [3]. Патоген генетически трансформирует клетки растения-хозяина, что приводит к росту опухоли. Перенос сегмента бактериальной ДНК (Т-ДНК) от бактерии к ядру клетки растения-хозяина в основном управляется бактериальными генами, тогда как его интеграция в геном растения-хозяина определяется генами растения [4]. Бактериальный рак, вызываемый агробактериями, является одним из наиболее серьезных заболеваний винограда, для которого до сих пор не разработаны методы эффективного контроля развития [5]. Срок эксплуатации виноградных насаждений во многом лимитируется интенсивностью развития бактериального рака, ухудшение агробиологических и хозяйственных показателей связано с уменьшением объема проводящей системы из-за некроза сосудов и увеличением расхода пластических веществ на рост раковой опухоли, что приводит к постепенному истощению растения и его гибели [6]. Агробактерии распространяются при использовании инфицированного посадочного материала, а также посредством почвы, содержащей зараженные остатки виноградной лозы [7–9]. На миграцию *Agrobacterium* на виноградниках влияет ряд факторов, в том числе обрезка и другие агротехнические мероприятия, орошение, давление воды в почве, которое может воздействовать на перемещение бактерий по ксилеме [10]. Использование для размножения растительного материала, оздоровленного от латентных инфекций, является ключевым фактором в предотвращении развития и распространения болезней. Оздоровленный посадочный материал необходим для последующего размножения в питомниках и для обмена зародышевой плазмой между странами или регионами [11–14]. Изучение особенностей экономически важных фитопатогенов позволяет развить биотехнологические методы оздоровления растений винограда от связанных с ними заболеваний, в том числе от биоваров бактериального рака [15–17].

**Основная цель данной работы** – получение новых знаний в ходе проведения биотехнологических операций по оздоровлению растительного материала винограда от возбудителей бактериального рака для их последующего практического применения.

Объект исследования – культивирование растений винограда *in vitro*, инфекционные болезни, оздоровление растительного материала.

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

Место проведения лабораторных опытов: лаборатория генетики, биотехнологий селекции и раз-

множения винограда; лаборатория молекулярно-генетических исследований (ФГБУН «ВНИИВИВ «Магарач» РАН», г. Ялта), исследования проведены в 2022–2023 гг.

Материалом для экспериментов являлись растения *in vitro* 18 межвидовых сортов винограда. В основу получения, культивирования и клонального микро-размножения растений винограда положены разработки института «Магарач» [18]. Методы оздоровления растений винограда *in vitro* используются согласно рекомендациям, опубликованным в печати [19].

В работе использованы следующие среды: MS – питательная среда Murashige, Skoog (1962); M<sub>1</sub> – модифицированная среда MS Голодрига, Зленко (1986); M<sub>2</sub> – модифицированная среда MS Голодрига, Зленко (1986); PG – питательная среда Plant Growth (1993).

Исходным материалом для исследования является однолетняя виноградная лоза, заготовленная с визуально здоровых кустов на Ампелогографической коллекции института «Магарач» и на селекционных участках. Для получения эксплантов черенки проращивали в стеклянных сосудах с водопроводной водой в комнатных условиях (20–22 °С, влажность 60–65 %). Образовавшиеся зеленые побеги отсекали, удаляли листья, разрезали на одно-двухглазковые экспланты и помещали в стеклянные биксы. Операции по стерилизации материала и дальнейшим посадкам на питательные среды проводили в ламинарном боксе. Стерилизацию осуществляли 96 %-ным этиловым спиртом-ректификатом в течение 40 с и диоксидом в течение 8 мин. с последующей трехкратной промывкой автоклавированной дистиллированной водой в течение 15 мин. После механических операций экспланты высаживали в культуральные сосуды на модифицированную среду MS, дополненную 6-бензиламинопурином в концентрации 0,4 мг/л. Для укоренения образовавшиеся побеги пересаживали на среду PG, содержащую α-нафтилуксусную кислоту в концентрации 0,05 мг/л. Культивирование осуществляли на свету при 16-часовом фотопериоде интенсивностью 1500 люкс и температуре 27 °С.

Экстракцию ДНК выполняли с использованием экстрагирующего буфера ЦТАБ [20]. Исследование патогенов бактериальной этиологии проводили методом биоПЦР в два этапа: микробиологический – для получения накопительных культур при тестировании бактериального рака *Agrobacterium* spp., и молекулярный – ПЦР. На заключительном этапе исследования для детекции результатов по бактериальному раку применяли метод гель – электрофореза продуктов ПЦР в 1,2–1,4 %-ном агарозном геле согласно стандарту организации 01580301.031-2021 «Виноград, плодовые, орехоплодные, ягодные, декоративные культуры, вода и почва. Определение бактериальных фитопатогенов на основе полимеразной цепной реакции».

По схеме оздоровления с помощью термотерапии применяли климатическую камеру Binder KBWF 240. Если в предыдущих работах термотерапию проводили на протяжении 284 ч, то в данной работе время культивирования растений в климатической камере состав-

ляло 624 ч; после выполнения основного программного цикла совершали дополнительные процедуры без начальных стадий с низкими температурами. Всего термотерапия осуществлена на образцах 11 сортов.

По схеме оздоровления с помощью электро-терапии применяли камеру горизонтального электрофореза Mini-135. В процессе электротерапии исследовали до пяти вариантов воздействия электрическим током: 0 (контроль), 30 мА, 40 мА, 50 мА и 100 мА на протяжении 20 мин. Для электротерапии использованы зеленые побеги четырех сортов винограда. После процедуры экспланты вводили в условия *in vitro*.

Опыты проводили как минимум в трехкратной повторности. Различия между вариантами считали статистически значимыми при уровне достоверности  $p \leq 0,05$ .

### Результаты и их обсуждение

Введенные в культуру в 2022–2023 гг. экспланты 18 сортов винограда использованы для размножения и получения материала в необходимом для экспериментов по оздоровлению количестве.

При первичном тестировании все испытываемые образцы проанализированы на наличие фитопатогенов бактериальной природы, а именно: биовар *Agrobacterium tumefaciens*, биовар *Agrobacterium vitis*, биовар *Agrobacterium rhizogenes*.

По результатам ПЦР в образцах сортов Аврора Магарача, Красень, Памяти Голодриги, Подарок Магарача, Рислинг Магарача, Ркацители Магарача, Спартанец Магарача, Тавквери Магарача, Цитронный Магарача и Ялтинский бессемянный выявлен биовар *A. tumefaciens* (табл. 1). В образцах сортов Альминский, Сафьяновый, Спартанец Магарача, Подарок Магарача и Цитронный Магарача выявлен биовар *A. rhizogenes*. При этом образцы сортов Подарок Магарача, Спартанец Магарача и Цитронный Магарача инфицированы двумя биоварами, *A. tumefaciens* и *A. rhizogenes*. Все проанализированные образцы оказались свободными от патогенного биовара *A. vitis*.

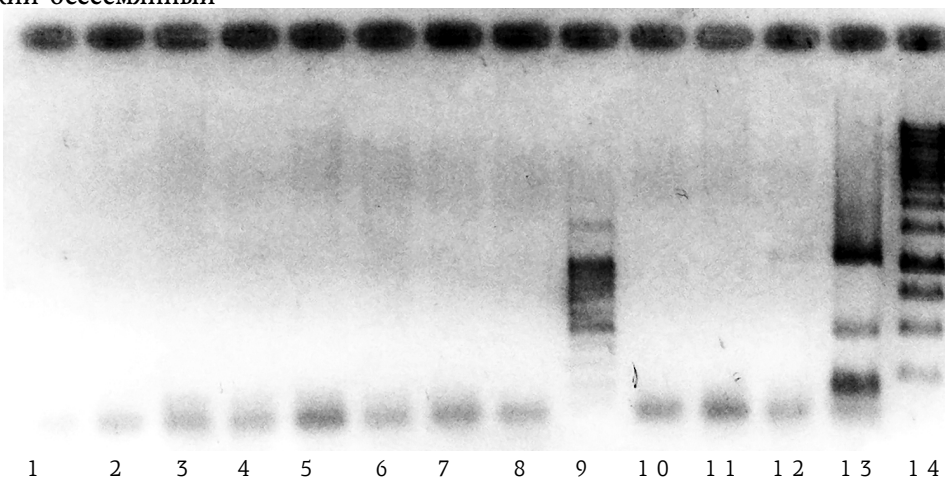
Поскольку по результатам первичного тестирования образцы сортов Антей магарачский, Артек, Геркулес, Гранатовый Магарача, Первенец Магарача и Южнобережный оказались свободными от *Agrobacterium* spp., то эти сорта к дальнейшим работам по оздоровлению от бактериальной инфекции не привлекались, материал поддерживается в условиях *in vitro*.

**Таблица 1.** Результаты первичной молекулярной диагностики латентной стадии возбудителей бактериального рака в растительном материале винограда

**Table 1.** The results of primary molecular diagnostics of the latent stage of *Agrobacterium* spp. in grape plant material

Сорт винограда	Биовары бактериального рака <i>Agrobacterium</i> spp.		
	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>Agrobacterium vitis</i>	<i>Agrobacterium rhizogenes</i>
Аврора Магарача	+	–	–
Альминский	–	–	+
Антей магарачский	–	–	–
Артек	–	–	–
Геркулес	–	–	–
Гранатовый Магарача	–	–	–
Красень	+	–	–
Памяти Голодриги	+	–	–
Первенец Магарача	–	–	–
Подарок Магарача	+	–	+
Рислинг Магарача	+	–	–
Ркацители Магарача	+	–	–
Сафьяновый	–	–	+
Спартанец Магарача	+	–	+
Тавквери Магарача	+	–	–
Цитронный Магарача	+	–	+
Южнобережный	–	–	–
Ялтинский бессемянный	+	–	–

Примечания: «+» – наличие фитопатогена, «–» – отсутствие фитопатогена



**Рис.** Тестирование фитопатогенов *Agrobacterium* spp. в растительном материале винограда: 1 – отрицательный контроль; 2–4 – сорт Альминский, термотерапия; 5–6 – сорт Памяти Голодриги, электротерапия; 7 – сорт Цитронный Магарача, термотерапия; 8 – сорт Аврора Магарача, термотерапия; 9 – маркер молекулярного веса (100 п.н.); 10 – сорт Ркацители Магарача, термотерапия; 11 – сорт Южнобережный, термотерапия; 12 – сорт Антей магарачский, термотерапия; 13 – положительный контроль (*A. tumefaciens*, *A. vitis*, *A. rhizogenes*); 14 – маркер молекулярного веса (1000 п.н.)

**Fig.** Testing for *Agrobacterium* spp. pathogens in grape plant material: 1 – negative control; 2–4 – ‘Alminski’ variety, thermotherapy; 5–6 – ‘Pamyati Golodrigi’ variety, electrotherapy; 7 – ‘Tsitronnyi Magaracha’ variety, thermotherapy; 8 – ‘Aurora Magaracha’ variety, thermotherapy; 9 – molecular weight marker (100 bp); 10 – ‘Rkatsiteli Magaracha’ variety, thermotherapy; 11 – ‘Yuzhnoberezhnyi’ variety, thermotherapy; 12 – ‘Antei Magarachskiy’ variety, thermotherapy; 13 – positive control (*A. tumefaciens*, *A. vitis*, *A. rhizogenes*); 14 – molecular weight marker (1000 bp)

**Таблица 2.** Результаты термотерапии и электротерапии для оздоровления растительного материала винограда от возбудителей бактериального рака

**Table 2.** The results of thermotherapy and electrotherapy in recovering grape plant material from *Agrobacterium* spp. infection

Сорт винограда	Биовары бактериального рака <i>Agrobacterium</i> spp.	
	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>Agrobacterium rhizogenes</i>
Аврора Магарача	–	–
Альминский	–	–
Памяти Голодриги	<	–
Ркацители Магарача	–	–
Цитронный Магарача	+	–

Примечания: «+» – наличие фитопатогена, «–» – отсутствие фитопатогена, «<» – снижение уровня инфекции

После проведения биотехнологических операций по оздоровлению растительного материала винограда от инфекций в 2023 г. образцы проанализированы на наличие латентной формы фитопатогенов бактериальной этиологии. Молекулярная диагностика образцов на наличие бактериального рака выполнена со специфическими праймерами к биоварам *A. tumefaciens*, *A. vitis* и *A. rhizogenes* (рис.).

Регенерацию после процедур оздоровления в степени, достаточной для проведения тестирования, прошли образцы 5 сортов винограда (табл. 2). Результаты испытаний показали, что после термотерапии полностью элиминирована инфекция *A. tumefaciens* в образцах сортов Аврора Магарача и Ркацители Магарача и *A. rhizogenes* в образцах сортов Альминский и Цитронный Магарача. Ранее сообщалось, что сочетание термотерапии и методов культивирования меристем успешно применяли для оздоровления клонов сортов и подвоев винограда от биовара *A. vitis* и ряда вирусов [21]. Элиминация биовара *A. vitis* из инфицированных растений сорта винограда Рислинг была также достигнута путем культивирования апикальных и аксиллярных почек и меристем из верхушек побегов с последующим микроразмножением в культуре тканей, у оздоровленных растений бактерии не обнаружены даже после многократного и широко тестирования [17]. Поэтому использование биотехнологических методов является перспективным подходом для элиминации инфекции различных биоваров бактериального рака.

После электротерапии на тестирование переданы образцы сорта Памяти Голодриги, результаты показали снижение уровня инфекции *A. tumefaciens*. Электротерапия является относительно быстрой и простой процедурой, может быть полезной стратегией оздоровления растений винограда от инфекционных болезней, но до сих пор не существует публикаций по использованию электротерапии против бактериального рака [19]. Этот относительно новый метод пока

используется только для элиминации вирусов [15].

Растительный материал сорта Цитронный Магарача пока не удалось избавить от инфекции *A. tumefaciens*.

### Выводы

При первичном тестировании 18 сортов винограда по результатам ПЦР в образцах 10 сортов выявлен биовар *A. tumefaciens*, в образцах 5 сортов – биовар *A. rhizogenes*, при этом образцы 3 сортов инфицированы двумя биоварами. Проведенные эксперименты показали, что использование биотехнологических методов позволяет элиминировать инфекцию или в значительной степени снизить ее уровень в отношении возбудителей бактериального рака. После термотерапии полностью элиминирована инфекция *A. tumefaciens* в образцах 2 сортов (Аврора Магарача и Ркацители Магарача) и *A. rhizogenes* в образцах 2 сортов (Альминский и Цитронный Магарача). Установлено снижение уровня инфекции *A. tumefaciens* после электротерапии в образцах сорта Памяти Голодриги. Полученные данные являются основой для дальнейших исследований.

Результаты выполнения работы могут быть использованы для оздоровления растений в научных экспериментах и в производстве посадочного материала винограда для создания насаждений высоких биологических категорий качества.

В дальнейшем предполагается разработать оптимальную схему оздоровления посадочного материала винограда от основных инфекций.

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0011 (поисковое исследование).

### Financing source

This work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0011 (exploratory research).

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Алейникова Н.В., Галкина Е.С., Радионовская Я.Э. Болезни и вредители виноградной лозы. Ялта. 2018:1-152.
2. Wang M.R., Bi W.L., Bi W., Bettoni J.C., Zhang D., Volk G.M., Wang Q.C. Shoot tip cryotherapy for plant pathogen eradication. *Plant Pathology*. 2022;71(6):1241-1254. DOI 10.1111/ppa.13565.
3. Slater S.C., Goldman B.S., Goodner B., Setubal J.C., Farrand S.K., Nester E.W., Burr T.J., Banta L., Dickerman A.W., Paulsen I., Otten L., Suen G., Welch R., Almeida N.F., Arnold F., Burton O.T., Du Z., Ewing A., Godsy E., Heisel S., Houmiel K.L., Jhaveri J., Lu J., Miller N.M., Norton S., Chen Q., Phoolcharoen W., Ohlin V., Ondrusek D., Pride N., Stricklin S.L., Sun J., Wheeler C., Wilson L., Zhu H., Wood D.W. Genome sequences of three *Agrobacterium* biovars help elucidate the evolution of multichromosome genomes in bacteria. *Journal of Bacteriology*. 2009;191(8):2501-2511. DOI 10.1128/JB.01779-08.
4. Deák T., Kupi T., Szegedi E., Bisztray G.D., Oláh R. Identifying plant genes involved in *Agrobacterium* infection of grapevine. *Acta Horticulturae*. 2017;1157:315-320. DOI 10.17660/ActaHortic.2017.1157.44.

5. Bisztray G.D., Civerolo E.L., Dula T., Kölber M., Lázár J., Mugnai L., Szegedi E., Savka M.A. Grapevine pathogens spreading with propagating plant stock: Detection and methods for elimination. *Grapevines: Varieties, Cultivation and Management*. P.V. Szabó, J. Shojania eds. New York: Nova Science Publishers, Hauppauge. 2011:1-86.
6. Арестова Н.О., Рябчун И.О. Распространенность бактериальных болезней винограда в агроценозе Ростовской области // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;64(4):293-311. DOI 10.30679/2219-5335-2020-4-64-293-311.
7. Володин В.А., Рисованная В.И., Гориславец С.М., Волков Я.А., Странишевская Е.П., Шадур Н.И. Определение возбудителей бактериального рака *Agrobacterium* в почве в зимний период // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной наук. 2018:119-120.
8. Пороотикова Е.В., Виноградова С.В., Дмитренко Ю.Д., Волков Я.А., Рисованная В.И., Гориславец С.М., Володин В.А., Странишевская Е.П., Камюнская А.М. Молекулярная диагностика бактериальных и вирусных фитопатогенов винограда, актуальных для сельского хозяйства Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;3:19.
9. Странишевская Е.П., Гориславец С.М., Матвейкина Е.А., Шадур Н.И., Волков Я.А. Исследование растительного и почвенного материала на наличие основных болезней бактериальной этиологии, рекомендации по восстановлению и эксплуатации насаждений // Современные научные исследования и разработки. 2018;2(11):679-682.
10. Johnson K.L., Cronin H., Reid C.L., Burr T.J. Distribution of *Agrobacterium vitis* in grapevines and its relevance to pathogen elimination. *Plant Disease*. 2016;100(4):791-796. DOI 10.1094/PDIS-08-15-0931-RE.
11. Батукаев А.А., Собралиева Э.А., Батукаев М.С. Оптимизация основных элементов размножения винограда биотехнологическим методом. Грозный: ИП Магомедалиева С.А. 2019:1-152. DOI 10.36684/18-2019-1-152.
12. Golino D.A., Fuchs M., Sim S., Farrar K., Martelli G.P. Improvement of grapevine planting stock through sanitary selection and pathogen elimination. *Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management*. 2017:561-579. DOI 10.1007/978-3-319-57706-7\_27.
13. Naik Sh., Banerjee K., Dhekney S.A. Quality planting material of grapes: need to develop plant certification standards for the Indian grape and wine industry. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 2023;12(1):15-26.
14. Zhao L., Wang M., Li J., Cui Z., Volk G.M., Wang Q. Cryobiotechnology: A double-edged sword for obligate plant pathogens. *Plant Disease*. 2019;103(6):1058-1067. DOI 10.1094/PDIS-11-18-1989-FE.
15. Guță I.-C., Buciumeanu E.-C., Tătaru L.D., Oprescu B., Topală C.M. New approach of electrotherapy for grapevine virus elimination. *Acta Horticulturae*. 2019;1242:697-702. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1242.103.
16. Smith G.R., Fletcher J.D., Marroni V., Kean J.M., Stringer L.D., Vereijssen J. Plant pathogen eradication: Determinants of successful programs. *Australasian Plant Pathology*. 2017;46(3):277-284. DOI 10.1007/s13313-017-0489-9.
17. Yepes L., Burr T., Reid C., Fuchs M. Elimination of the crown gall pathogen, *Agrobacterium vitis*, from systemically infected grapevines by tissue culture. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2019;70(3):243-248. DOI 10.5344/ajev.2019.18083.
18. Голодрига П.Я., Зленко В.А., Чекмарев Л.А., Бутенко Р.Г., Левенко Б.А., Пивень Н.М. Методические рекомендации по клональному микроразмножению винограда. Ялта: ВНИИ ВиПП Магарач. 1986:1-56.
19. Клименко В.П. Биотехнологические стратегии оздоровления растений винограда от инфекционных болезней. Симферополь: ООО «Типография Мандарин». 2024:1-72.
20. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology*. 1985;5(2):69-76. DOI 10.1007/bf00020088.
21. Ergönül O., Öztürk L. Purification of some grape cultivar (*Vitis vinifera* L.) and rootstock clones eliminated from viruses with thermotherapy and meristem culture. *Trakya University Journal of Natural Sciences*. 2016;16(2):57-61.

### References

1. Aleynikova N.V., Galkina E.S., Radionovskaya Ya.E. Diseases and pests of grape vine. Yalta. 2018:1-152 (in Russian).
2. Wang M.R., Bi W.L., Bi W., Bettoni J.C., Zhang D., Volk G.M., Wang Q.C. Shoot tip cryotherapy for plant pathogen eradication. *Plant Pathology*. 2022;71(6):1241-1254. DOI 10.1111/ppa.13565.
3. Slater S.C., Goldman B.S., Goodner B., Setubal J.C., Farrand S.K., Nester E.W., Burr T.J., Banta L., Dickerman A.W., Paulsen I., Otten L., Suen G., Welch R., Almeida N.F., Arnold F., Burton O.T., Du Z., Ewing A., Godsy E., Heisel S., Houmiel K.L., Jhaveri J., Lu J., Miller N.M., Norton S., Chen Q., Phoolcharoen W., Ohlin V., Ondrusek D., Pride N., Stricklin S.L., Sun J., Wheeler C., Wilson L., Zhu H., Wood D.W. Genome sequences of three *Agrobacterium* biovars help elucidate the evolution of multichromosome genomes in bacteria. *Journal of Bacteriology*. 2009;191(8):2501-2511. DOI 10.1128/JB.01779-08.
4. Deák T., Kupi T., Szegedi E., Bisztray G.D., Oláh R. Identifying plant genes involved in *Agrobacterium* infection of grapevine. *Acta Horticulturae*. 2017;1157:315-320. DOI 10.17660/ActaHortic.2017.1157.44.
5. Bisztray G.D., Civerolo E.L., Dula T., Kölber M., Lázár J., Mugnai L., Szegedi E., Savka M.A. Grapevine pathogens spreading with propagating plant stock: Detection and methods for elimination. *Grapevines: Varieties, Cultivation and Management*. P.V. Szabó, J. Shojania eds. New York: Nova Science Publishers, Hauppauge. 2011:1-86.
6. Arestova N.O., Ryabchun I.O. Spreading of bacterial grape diseases in the agrocenosis of Rostov region. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2020;64(4):293-311. DOI 10.30679/2219-5335-2020-4-64-293-311 (in Russian).
7. Volodin V.A., Risovannaya V.I., Gorislavets S.M., Volkov Ya.A., Stranishevskaya E.P., Shadura N.I. Determination of pathogens of bacterial cancer *Agrobacterium* in the soil in winter. The Current State, Problems and Prospects for the Development of Agricultural Sciences. 2018:119-120 (in Russian).
8. Porotikova E.V., Vinogradova S.V., Dmitrenko Yu.D., Volkov Ya.A., Risovannaya V.I., Gorislavets S.M., Volodin V.A., Stranishevskaya E.P., Kamionskaya A.M. Molecular diagnostics of grapevine bacteria and viruses in the Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;3:19 (in Russian).
9. Stranishevskaya E.P., Gorislavets S.M., Matveikina E.A., Shadura N.I., Volkov Ya.A. Study of plant and soil material for the presence of major diseases of bacterial etiology, recommendations for the restoration and operation of plantations. *Modern Scientific Research and Development*. 2018;2(11):679-682 (in Russian).
10. Johnson K.L., Cronin H., Reid C.L., Burr T.J. Distribution of *Agrobacterium vitis* in grapevines and its relevance to pathogen elimination. *Plant Disease*. 2016;100(4):791-796. DOI 10.1094/PDIS-08-15-0931-RE.
11. Batukaev A.A., Sobralieva E.A., Batukaev M.S. Optimization of the main elements of grape propagation by the

- biotechnological method. *Groznyi: IE Magomedalieva S.A.* 2019;1-152. DOI 10.36684/18-2019-1-152 (in Russian).
12. Golino D.A., Fuchs M., Sim S., Farrar K., Martelli G.P. Improvement of grapevine planting stock through sanitary selection and pathogen elimination. *Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management.* 2017;561-579. DOI 10.1007/978-3-319-57706-7\_27.
  13. Naik Sh., Banerjee K., Dhekney S.A. Quality planting material of grapes: need to develop plant certification standards for the Indian grape and wine industry. *International Journal of Agriculture Innovations and Research.* 2023;12(1):15-26.
  14. Zhao L., Wang M., Li J., Cui Z., Volk G.M., Wang Q. Cryobiotechnology: A double-edged sword for obligate plant pathogens. *Plant Disease.* 2019;103(6):1058-1067. DOI 10.1094/PDIS-11-18-1989-FE.
  15. Guță I.-C., Buciumeanu E.-C., Tătaru L.D., Oprescu B., Topală C.M. New approach of electrotherapy for grapevine virus elimination. *Acta Horticulturae.* 2019;1242:697-702. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1242.103.
  16. Smith G.R., Fletcher J.D., Marroni V., Kean J.M., Stringer L.D., Vereijssen J. Plant pathogen eradication: Determinants of successful programs. *Australasian Plant Pathology.* 2017;46(3):277-284. DOI 10.1007/s13313-017-0489-9.
  17. Yepes L., Burr T., Reid C., Fuchs M. Elimination of the crown gall pathogen, *Agrobacterium vitis*, from systemically infected grapevines by tissue culture. *American Journal of Enology and Viticulture.* 2019;70(3):243-248. DOI 10.5344/ajev.2019.18083.
  18. Golodriga P.Ya., Zlenko V.A., Chekmarev L.A., Butenko R.G., Levenko B.A., Piven N.M. Methodological recommendations on clonal micro-propagation of grapes. Yalta: ASRI G&PP Magarach. 1986:1-56 (in Russian).
  19. Klimenko V.P. Biotechnological strategies for improving the health of grape plants from infectious diseases. Simferopol: Mandarin Publ. 2024:1-72 (in Russian).
  20. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology.* 1985;5(2):69-76. DOI 10.1007/bf00020088.
  21. Ergönül O., Öztürk L. Purification of some grape cultivar (*Vitis vinifera* L.) and rootstock clones eliminated from viruses with thermotherapy and meristem culture. *Trakya University Journal of Natural Sciences.* 2016;16(2):57-61.

## Информация об авторах

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

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

**Ирина Александровна Павлова**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: pavlovairina1965@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0818-8215>;

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

**Валерий Анатольевич Зленко**, канд. с.-х. наук, доцент, вед. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: vazlenko@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3363-8292>;

**Мария Игоревна Григоренко**, мл. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: mary\_kosuyk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8565-0082>;

**Геннадий Юрьевич Спотарь**, аспирант, мл. науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: probud@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6725-250X>;

**Гурий Викторович Корнильев**, канд. биол. наук, вед. инженер лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: guriy-kornilev@yandex.com; <https://orcid.org/0000-0001-6876-3424>;

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

## Information about authors

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

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

**Irina A. Pavlova**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Laboratory of Genetics, Biotechnologies of Grape Breeding and Propagation; e-mail: pavlovairina1965@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0818-8215>;

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

**Valery A. Zlenko**, Cand. Agric. Sci., Assistant Professor, Leading Staff Scientist, Laboratory of Genetics, Biotechnologies of Grape Breeding and Propagation; e-mail: vazlenko@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3363-8292>;

**Maria I. Grigorenko**, Junior Staff Scientist; Laboratory of Genetics, Biotechnologies of Grape Breeding and Propagation; e-mail: mary\_kosuyk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8565-0082>;

**Gennadiy Yu. Spotar**, Postgraduate, Junior Staff Scientist, Laboratory of Molecular Genetic Research; e-mail: probud@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6725-250X>;

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

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

Статья поступила в редакцию 30.05.2024, одобрена после рецензии 12.07.2024, принята к публикации 27.08.2024.

# Научно-технические разработки крымских ученых и их вклад в развитие отечественного садоводства на полуострове

Бабинцева Н.А.<sup>✉</sup>, Усейнов Д.Р., Кириченко В.С.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия

<sup>✉</sup>n.babintseva@list.ru

**Аннотация.** Крымский полуостров по своим уникальным природно-экологическим условиям является благоприятным регионом для выращивания плодовой продукции с высокими вкусовыми качествами. Исследования проводились в разные периоды функционирования «Крымской опытной станции садоводства» (ныне ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН») в разновозрастных садах семечковых и косточковых культур на семенных и клоновых подвоях по методикам полевых исследований с плодовыми культурами. Научные исследования были направлены на создание разных типов конструкций сада с использованием комплексно-устойчивых к местным условиям произрастания скороплодных и иммунных сортов, к факторам внешней среды, а также на оптимизацию площадей питания, совершенствование форм крон и систем обрезки, приемов и способов регулирования роста и плодоношения плодовых деревьев. В результате многолетней научно-исследовательской работы ученых созданы новые технологии, типы садов, малообъемные формы крон с высокой продуктивностью для семечковых и косточковых культур, которые обладают высоким адаптивным и продуктивным потенциалом в условиях предгорной зоны Крымского полуострова. Разработанные новые отечественные технологии обеспечивают уменьшение капитальных вложений на создание насаждений при уровне рентабельности не ниже 180–200 %, а внедрение высокорентабельных типов садов позволяет снизить затраты ручного труда при обрезке интенсивных насаждений на 10–20 %, а на уборке урожая – на 20–25 %. Применение иммунных сортов с безвирусным посадочным материалом на вегетативно-размножаемых подвоях также уменьшает техногенную нагрузку на окружающую среду на 10–15 % и обеспечивает население Крыма и отдыхающих экологически чистой продукцией.

**Ключевые слова:** научные разработки; садоводство; плодовые культуры; сорта; типы садов; форма кроны.

**Для цитирования:** Бабинцева Н.А., Усейнов Д.Р., Кириченко В.С. Научно-технические разработки крымских ученых и их вклад в развитие отечественного садоводства на полуострове // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):253-260. EDN KRMDZH.

ORIGINAL RESEARCH

# Scientific and technical development results of Crimean scientists and their contribution to the development of domestic horticulture on the Peninsula

Babintseva N.A.<sup>✉</sup>, Useinov D.R., Kirichenko V.S.

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

<sup>✉</sup>n.babintseva@list.ru

**Abstract.** The Crimean Peninsula, due to its unique natural and ecological conditions, is a favorable region for growing fruit products with high palatability traits. The studies were carried out during different operation periods of the Crimean Experimental Horticulture Station (now FSBSI Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS) in the uneven-aged gardens of pome and stone fruit crops on the seedling and clonal rootstocks using field research with fruit crops methods. Scientific research was aimed at creating different types of garden structures using early-fruiting and immune varieties that are comprehensively resistant to local growing conditions, environmental factors, as well as optimizing feeding areas, improving crown shapes and pruning systems, techniques and methods to regulate growing and bearing of fruit trees. As a result of many years of scientific research work, new technologies, types of gardens, low-volume crown shapes with high productivity for pome and stone fruit crops with high adaptive and productive potential in the conditions of the Crimean Peninsula piedmont zone, were created. Developed new domestic technologies ensure a reduction in capital investments for planting gardens with a profitability level of at least 180–200 %, and the introduction of highly profitable types of gardens can reduce the cost of manual labor when pruning intensive plantings by 10–20 %, and when harvesting - by 20–25 %. The use of immune varieties with virus-free planting material on vegetative propagated rootstocks is also reducing the anthropogenic load on the environment by 10–15 %, and providing the population of Crimea and vacationers with environmentally friendly products.

**Key words:** scientific development results; horticulture; fruit crops; varieties; types of gardens; crown shape.

**For citation:** Babintseva N.A., Useinov D.R., Kirichenko V.S. Scientific and technical development results of Crimean scientists and their contribution to the development of domestic horticulture on the Peninsula. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):253-260. EDN KRMDZH (in Russian).

## Введение

Интенсивное разведение плодовых культур стало возможным после создания в СССР в 30-е гг. прошлого столетия научных центров по садоводству, которые

занимались изучением биологических особенностей сортов, подвоев, селекцией, сортоиспытанием, разработкой технологий выращивания в разных почвенно-климатических зонах. Такие центры были организованы и в Крыму [1–2]. Крымский полуостров по своим уникальным природно-экологическим условиям является благоприятным регионом для выращи-

вания плодовой продукции с высокими вкусовыми качествами. На рубеже XIX и XX столетий садоводство для населения предгорной и горной зон Крыма являлось основным источником доходов, культивируемое по долинам рек Альма, Кача, Бельбек, Салгир и др. Сортимент плодовых культур состоял в основном из местных сортов, а высаженные в садах западноевропейские сорта не были приспособлены к местным условиям. В этот период ученые приступили к решению важных вопросов по изучению агротехнических приёмов выращивания плодовых культур, таких как разработка дифференцированных систем обрезки в породно-сортовом разрезе, разработка приемов по ликвидации периодичности плодоношения яблони, содержания основных элементов питания в листьях молодых и плодоносящих садов, системе содержания и удобрения почвы в садах, режимов орошения, вопросов механизации трудоемких процессов в садах и ряду других [2–4]. Были заложены многочисленные опыты в пяти совхозах и 54 колхозах Крыма, отвечающие на различные агротехнические вопросы, которые сопровождались биологическими и физиологическими исследованиями в соответствии с уровнем развития науки того времени. Дальнейшее развитие промышленного садоводства требовало изменений организационного и технологического уровня производства выращивания плодовой продукции. Изменения, которые произошли в социально-экономической сфере, реформирование отношений собственности и переход на рыночные отношения предъявляли новые более жесткие требования к конечному продукту садоводства и к технологическим условиям его получения. В условиях развития интенсификации садоводства ученые приступили к решению новых задач по разработке технологий выращивания плодовых культур, которые обеспечивают максимальную отдачу урожаев за короткий период эксплуатации, с учетом рационального использования каждого гектара земли, природно-экологических, материальных и трудовых ресурсов [5–8].

Научные исследования были направлены на создание разных типов конструкции сада интенсивного типа, которые основаны на плотном размещении деревьев, с использованием комплексно-устойчивых к местным условиям произрастания скороплодных и иммунных сортов, к факторам внешней среды, оптимизацию площадей питания, совершенствование форм и конструкций крон, приемов и способов регулирования роста и плодоношения плодовых деревьев [9–13]. Наиболее перспективный путь повышения эффективности и устойчивости садоводства в современных условиях – это разработка сортовых технологий для повышения продуктивности садов, стабильности их плодоношения и повышения качества плодов [14–17]. Для решения этих задач ученые приступили к разработке систем мероприятий, направленных на постоянное поддержание динамического равновесия между ростом и плодоношением путем оптимизации светового, водного и питательного режимов, а также сохранения высокой физиологической активности

деревьев. [18–20]. Цикл эксплуатации сада интенсивного типа на слаборослых клоновых подвоях сокращается, ускоряя процесс обновления сортимента и применяемых технологий в соответствии с современными требованиями производства [5, 7, 14].

**Цель исследований** – дать оценку результатам научно-исследовательской работы крымских ученых-агротехников разных поколений в развитие отечественного садоводства на полуострове.

#### **Объекты и методы исследований**

Исследования проводили в разные периоды функционирования «Крымской опытной станции садоводства» (ныне ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН») в разновозрастных садах семечковых и косточковых культур на семенных и клоновых подвоях. Учеты и наблюдения проводили в соответствии с общепринятыми методиками [21–22].

#### **Результаты и их обсуждение**

Основные агротехнические вопросы при выращивании плодовых культур отрабатывались в отделе агротехники, который был создан в 1932 г. Для успешного ведения садоводства в засушливых условиях Крыма учеными Щербатко Д.Н., Травиной О.К. была отработана система орошения, установлены константы влажности почвы, которые определяют сроки, нормы и технические способы проведения поливов. Результатом многолетних исследований (Сергеенко В.М., Шиманова М.Д.) стало переведение большинства крымских садов на так называемую крымскую дифференцированную обрезку, что позволило отказаться от сложной и трудоемкой системы чаталования, нагруженных урожаем деревьев, обеспечить эффективность использования объема кроны и повышение товарности плодов. Опыты по обрезке плодовых деревьев проводились на четырех тысячах растений семечковых и косточковых пород. Важным итогом этих опытов стал вывод о том, что детальная обрезка при правильном ее применении является мощным фактором повышения урожайности и качества плодов. В период 1932–1950 гг. научные сотрудники Спиваковский М.Д., Подуфалый Т.И. проводили научные исследования по изучению разных типов почвы на юге Крыма, ими была разработана агропроизводственная классификация использования этих почв под выращивание плодовых культур. Были также выявлены причины хлороза семечковых и косточковых культур и установлено, что на высококарбонатных почвах посев люцерны на 2–3 года устраняет причины проявления хлороза [2].

Значительный этап в развитии крымского плодового садоводства связан с научно-исследовательской работой Березовского Г.А., Татаринова А.Н., Кузьменко М.С., Шерстюковой З.Л., которые многие годы посвятили становлению и развитию интенсивного садоводства. Закладка первых пальметтных и шпалерно-карликовых садов, отработка комплекса агротехнических приемов, начиная с подбора сортов, сорто-подвойных комбинаций, оптимизации площади питания

до выявления рациональных систем формирования кроны и обрезки, водного, пищевого режимов почвы и механизации трудоемких процессов в садах имели свое отражение в технологиях выращивания шпалерно-карликовых и пальметтных садов. В результате этих разработок в Крыму внедрили технологию выращивания шпалерно-карликовых садов на площади 7 тыс. га и пальметтных садов на 21 га. Урожайность выросла в садах до 240–270 ц/га, а на отдельных участках до 800–1000 ц/га. Количество производства валовой продукции составляет 13–14 тыс. т плодов. К середине 80-х гг. доля насаждений, выращиваемых на интенсивной основе, составляла в среднем по Крыму 48–50 %, а в специализированных хозяйствах Бахчисарайского, Красногвардейского, Кировского, Первомайского, Нижнегорского и Симферопольского районов – 75–80 % с урожайностью 30,0–44,5 т/га высококачественных плодов [4].

На протяжении 1970–80 гг., на замену сложной по исполнению крымской дифференцированной обрезки и косой пальметты учеными были разработаны новые формы кроны на подвоях разной силы роста: комбинированная пальметта (Березовский А.Г., Кузьменко М.С., Татаринов А.Н., 1974 г.), крымская свободнорастущая пальметта (Татаринов А.Н., 1978 г.), уплощенная комбинированная пальметта или одноярусная (Шерстюкова З.Л., 1980 г.), свободнорастущая пальметта с наклонными ветвями и их разные модификации (Кузьменко М.С., Шерстюкова З.Л., 1979 г.). Использование вышеуказанных крон позволило снизить трудозатраты в период формирования деревьев в 2,0–2,5 раза, а за десятилетний период ухода за кроной в 1,5–2,0 раза в сравнении с косой пальметтой. Такие насаждения вступали в плодоношение на 1–2 года раньше и давали в 1,5–2,0 раза выше урожай, чем обычные сады с округлыми кронами и с широкими междурядьями. В этот период проводились исследования по разработке интенсивных луговых садов (Алейниковым А.Ф.) со схемами посадки 45 × 30 см, 90 × 30 см, 90 × 60 см с сортами Бойкен, Бисмарк, Южное, Вагнер, Эврика, у которых генеративные почки формируются на однолетнем побеге. Плотность посадки доходила до 71,0 тыс. дер. на 1 га. Однако, эти сады не получили широкого применения в производстве из-за больших материальных затрат на их создание и сложностей при эксплуатации. Научно-исследовательская работа ученых (Карташова Ф.А., Аникеева А.Р.) была посвящена решению вопросов механизации трудоемких процессов в садах интенсивного типа. В результате был разработан контурный обрезчик ОКС-1 для обрезки деревьев с уплощенными кронами, а в 1979 г. он прошел государственное испытание и получил разрешение на выпуск опытной партии. Многолетними исследованиями (Танкевич Л.Б.) была доказана высокая экономическая эффективность механизированной обрезки с использованием этого обрезчика (ОКС-1) при значительном уменьшении затрат ручного труда на её выполнение. Учеными агротехниками Перконс Ю.Я., Суровцевым А.А., Черний В.В. обрабатывались тех-

нологические вопросы создания разных типов садовых конструкций с косточковыми культурами начиная с подбора сортов, сорто-подвойных комбинаций и оптимизации площади питания на разных подвоях до выявления рациональных систем формирования кроны и обрезки, водного, пищевого режимов почвы, которые обеспечивали бы урожайность в условиях полива на уровне 10–15 т/га у черешни и вишни, 15–20 т/га у сливы и 18–25 т/га у персика и абрикоса. Многолетние исследования научных сотрудников и большой практический опыт их внедрения в агропредприятиях Крыма говорят о том, что в этот период наиболее эффективными стали шпалерно-карликовые сады. И по сегодняшний день они на полуострове используются как высокорентабельные [13]. В этих садах технологией предусмотрено обязательное установление постоянной опоры с натянутой двух-трехлинейной проволоки, к которым подвязывают центральный проводник и основные ветви. Продуктивность в период полного плодоношения составляет у сортов Голден Делишес, Джонаголд и Крымское – 35,4; 29,5 и 25,8 т/га при схеме посадки 3,5 × 1,25 м (2286 дер./га), а максимальная – 64,7; 52,6 и 45,4 т/га (2013 г.) соответственно сортам. Товарность плодов высокая – 96 % (рис. 1). Опираясь на достижения ученых-садоводов в предыдущие столетия, обобщаются новейшие методические разработки и отражают комплексный подход к технологическим вопросам по созданию современных технологий по выращиванию плодовых культур. Они позволяют объективно оценить биологические особенности и пригодность сортов к различным технологиям выращивания, их экологическую адаптивность, химико-технологические качества и целевое назначение продукции.

Отечественное садоводство на полуострове в 2000–2015 гг. развивалось с учетом потребностей времени и изменений в социально-экономической сфере и форм собственности. Создание садов нового типа являлось фактором не только интенсификации отрасли, но и ресурсосбережения, так как один гектар интенсивного сада, который обеспечивает урожайность 40–50 т/га, заменяет 2–3 га сада старого экстенсивного типа [5, 6, 14]. Исследования ученых Танкевич Л.Б. и Бабинцевой Н.А. привели к созданию карликовых безопорных садов с использованием подвоев в качестве промежуточной вставки (подвой – вставка слаборослого подвоя – сорт). Применение интеркалярной вставки позволило выращивать деревья яблони на семенных, сильнорослых и среднерослых подвоях по размерам кроны и продуктивности близкие к деревьям на клоновых подвоях [10, 13]. Средняя урожайность яблони за период 2003–2016 гг. варьировалась от 19,8 до 24,5 т/га в зависимости от сорта и схемы посадки. За годы исследований максимальный урожай в карликовом безопорном саду получен у сорта Голден Делишес – 73,2 т/га, Киммерии – 60,8 т/га, Крымское – 42,5 и Джонаголда – 34,2 т/га (рис. 1).

В этот период была создана и отработана технология выращивания интенсивных насаждений груши на айве ВА-29 с применением скороплодных сортов



и плотностью посадки более 1000 дер./га с формированием веретеновидных крон, которая позволяет сократить вступление в плодоношение на 1–2 года, повысить выход стандартной продукции до 98 % и получить урожайность на уровне 30–40 т/га [10]. Так, плодоношение груши сорта Таврическая на айве ВА-29 получено на третий – 10,4 т/га, на пятый год до 20,4 т/га, на седьмой уже 29,8 т/га (веретеноподобная крона) и 27,2 т/га (уплотненное веретено) при схеме посадки 4 × 2 м, а на десятый год – 46,8 т/га (уплотненное веретено, 1250 дер./га) и 44,5 т/га (веретеновидная крона с отклонением основных ветвей). Средняя урожайность была наибольшей в насаждениях груши (4 × 2 м), где деревья сформированы по типу уплотненного веретена (23,2 т/га) и веретеновидной кроны (20,9 т/га), а учитывая лишь урожайные годы (2007, 2008 и 2010 гг.) – 38,7 и 34,8 т плодов с 1 га. Деревья с этими формами кроны характеризуются высокой удельной продуктивностью по параметрам проекции кроны независимо от плотности посадки – 13,4–13,5 кг/м<sup>2</sup> и 15,6–16,7 кг/м<sup>2</sup> (рис. 2).

В результате научно-исследовательской работы научных сотрудников Танкевич Л.Б. и Колесника В.М. была создана новая ресурсосберегающая технология самоопорного выращивания карликовых садов яблони на М 9, в основе которой лежит способ посадки «штамбовая пирамида» с исключением любых опорных устройств (патент РФ № 2115289, 1998 г.). Эта технология существенно увеличивает плотность посадки до 4,5 тыс. шт. на 1 га, деревья вступают в плодоношение на второй год, создают прочную биологическую конструкцию, где роль опоры выполняют сами насаждения из трех растений (рис. 3). Такие сады не требуют опоры, дают экономию затрат капитальных вложений на их создание, а также позволяют ускорить вступление плодовых деревьев в плодоношение, снизить себестоимость плодов и увеличить уровень рентабельности по сравнению со шпалерно-карликовыми садами. С целью разработки нового

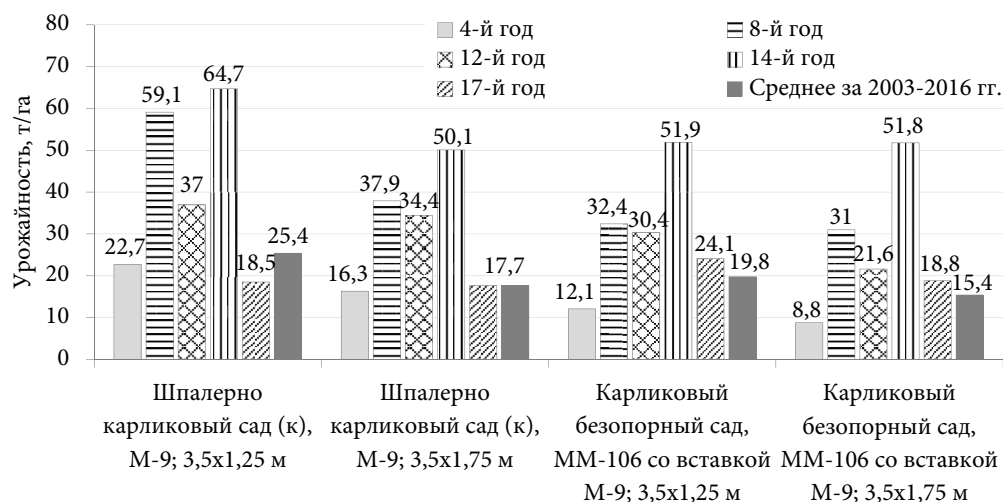


Рис. 1. Динамика урожайности яблони сорта Голден Делишес в зависимости от типа сада

Fig. 1. Cropping capacity dynamics of 'Golden Delicious' apple variety depending on the type of garden

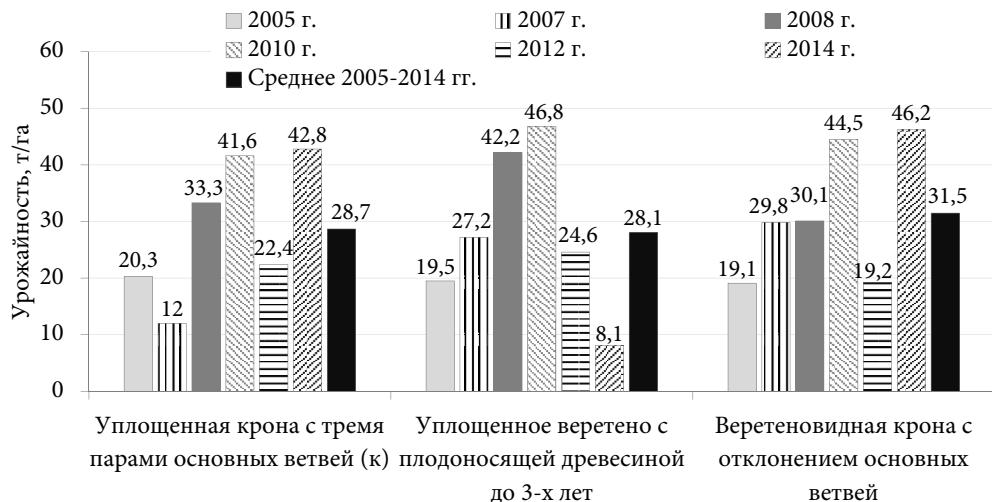


Рис. 2. Динамика урожайности груши сорта Таврическая на айве ВА-29 с разными системами формирования, схема посадки 4 × 2 м

Fig. 2. Cropping capacity dynamics of 'Tavrisheskaya' pear variety on BA-29 quince with different training systems, planting pattern 4 × 2 м

технологического решения в направлении развития карликового садоводства изучалась возможность безопорного выращивания деревьев груши, привитых на айве ВА-29 с сортами Таврическая, Десертная, Изумрудная. Результаты исследований подтвердили эффективность разрабатываемой технологии. Сад груши, высаженный способом «штамбовой пирамиды» даже неразветвленными однолетками, обеспечивает высокую скороплодность и продуктивность изучаемых сортов (рис. 3). Так, на второй год после посадки растений урожайность в садах сорта Таврическая составила до 3 кг плодов с одной пирамиды (4,3 т/га, при размещении 4347 дер./га), на четвертый – 20,0 т/га, шестой – 28,7 т/га, на десятый – 38,2 т/га. В благоприятные годы высокие урожаи отмечены в насаждениях сорта Таврическая – до 49,3 т/га в 2008 г. и 46,6 т/га в 2017 г., Изумрудная – 42,3 т/га и Десертная – 34,6 т/га в 2008 г. Средние показатели урожайности за 2005–



**Рис. 3.** Самоопорный тип сада способом выращивания «штамбовая пирамида» деревьев груши на айве ВА-29

**Fig. 3.** Self-supporting type of garden by growing a "standard pyramid" of pear trees on VA-29 quince

2018 гг. составили по сорту Таврическая 28,6 т/га, а за шесть урожайных лет – 34,5 т/га [23].

Сегодня работа ученых направлена на разработку, усовершенствование и внедрение высокоэффективных ресурсосберегающих технологий плодовых культур, в основе которых лежат комплексные подходы с учетом современных требований к выращива-

нию продукции садоводства, зональной специфики и технологичности при производстве плодов. Проводится отработка технологических приёмов по усовершенствованию высокопродуктивных малотрудоемких типов крон, систем формирования и обрезки с учетом их сортовых особенностей и возрастного состояния садов, которые обеспечивают регулярность плодоношения, высокую продуктивность и товарность плодов, при минимальных затратах труда на их выращивание. В результате многолетних исследований научных сотрудников (Бабинцевой Н.А, Усейнова Д.Р.) созданы новые высокопродуктивные формы кроны для закладки высокоплотных интенсивных садов на подвое М-9 для яблони – «Крымское веретено» (Патент РФ № 2660932) и для черешни на ВСЛ-2 – «Крымская высокоштамбовая крона» (Патент РФ № 2793814).

«Крымское веретено» (автор Бабинцева Н.А.) – крона проста технологически в процессе формирования, состоит из центрального проводника, на котором выше зоны штамба расположены ветки полускелетного типа (0,5–0,7 м) и обрастающие плодовые веточки до трех лет. Для формирования регулярной урожайности, высокого качества плодов и небольших размеров деревьев проводится систематическое обновление плодообразующей древесины и плодовых звеньев с применением циклической обрезки «на пенек» длиной 8–10 см (рис. 4).



А



Б

**Рис. 4.** Цветение деревьев сорта Голден Делишес (А) и сорта Бреберн (Б) при формировании кроны «Крымское веретено» на подвое М-9, схема посадки – 3,5 x 1,25 м

**Fig. 4.** Tree flowering of 'Golden Delicious' variety (A) and 'Braeburn' variety (B) during a "Crimean spindle" crown training on M-9 rootstock, planting pattern – 3.5 x 1.25 m



А



Б

**Рис. 5.** Цветение (А) и урожайность деревьев черешни (Б) при формировании «Крымская высокоштамбовая крона». Сорт Крупноплодная на подвое ВСЛ-2, схема посадки – 4,5 × 2,5 м

**Fig. 5.** Flowering (A) and cropping capacity of cherry trees (B) when training a “Crimean high-standard crown”. The variety ‘Krupnoplodnaya’ on VSL-2 rootstock, planting pattern – 4.5 × 2.5 m

Деревья яблони, сформированные по типу «Крымского веретена», обладают высокой удельной продуктивностью, когда каждый 1 м<sup>2</sup> проекции и 1 м<sup>3</sup> объема кроны обеспечивает получение 6,9 и 4,7 кг плодов (Голден Делишес), 5,5 и 4,6 кг плодов (Крымское, Джонаголд) при плотности посадки 2286 дер./га, а каждый 1 м<sup>2</sup> площади листьев – 2,6 кг плодов по сравнению со стройным веретеном [24].

«Крымская высокоштамбовая крона» (авторы Бабинцева Н.А., Усейнов Д.Р.) – создана для выращивания деревьев черешни на подвое ВСЛ-2, которая по своим параметрам компактнее на 14,7–15,2 % по проекции кроны, на 25,0–37,9 % по объему кроны и на 10,6–14,7 % по высоте дерева в сравнении со свободнорастущим веретеном. Особенности формирования этой кроны обеспечивают высокое качество плодов до 98 %, повышение урожайности на 27,3–42,8 %, снижение затрат ручного труда на обрезку деревьев и уход за насаждениями в саду на 27,3–37,6 % в зависимости от сорта (рис. 5). Размер прибыли от применения вышеуказанной формы кроны в саду составляет от 1875,5 (Любава) до 2112,0 тыс. руб. с 1 га (Крупноплодная, Аннушка) с уровнем рентабельности от 280,5 до 313,6 % [17].

В настоящее время молодые ученые (Кириченко В.С., Усейнов Д.Р.) продолжают научно-исследовательскую работу по созданию высокоинтенсивных насаждений яблони и черешни на слаборослых подвоях с районированными отечественными сортами при формировании деревьев по типу веретеновидных крон.

Таким образом, оглядываясь на пройденный путь крымских ученых и оценивая их вклад в развитие отечественного садоводства, невольно убеждаешься в их значимости. К дальнейшему совершенствованию технологий выращивания плодовых культур, которые направлены на усиление скороплодности, роста, продуктивности и снижения трудовых и материальных

затрат на их создание, будут возвращаться еще не одно поколение ученых вновь и вновь, так как они являются основой инновационных технологий в сельском хозяйстве.

#### Выводы

В результате многолетней научно-исследовательской работы ученые разных поколений внесли огромный вклад в развитие отечественного садоводства: ими созданы новые технологии выращивания плодовых культур, типы садов, малообъемные формы крон с высокой продуктивностью для семечковых и косточковых культур, которые обладают высоким адаптивным и продуктивным потенциалом в условиях предгорной зоны Крымского полуострова. Разработанные новые отечественные технологии обеспечивают уменьшение капитальных вложений на их создание и уровень рентабельности не ниже 180–200 %. Внедрение новых высокорентабельных садов и перспективных малообъемных форм крон позволят снизить затраты ручного труда при обрезке интенсивных насаждений на 10–20 %, а на уборке урожая – на 20–25 %. Применение иммунных сортов с безвирусным посадочным материалом на вегетативно-размножаемых подвоях также уменьшает техногенную нагрузку на окружающую среду на 10–15 % и обеспечивает население Крыма и отдыхающих экологически чистой продукцией.

#### Источник финансирования

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

#### Financing source

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

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

## Список литературы

1. Бакши А.Я. История развития карликового плодового сада в Крыму // О развитии карликового плодового сада. Симферополь: Крымиздат. 1963:5-13.
2. Березовский Г.А. 50 лет Крымской опытной станции садоводства. Киев: Госсельхозиздат УССР. 1963:1-170.
3. Травина О.К. Выбор участков для закладки сада в Крыму. Симферополь: Крымиздат. 1975:1-25.
4. Кузьменко М.С. Особенности технологии выращивания груши при орошении в Крыму // Сборник научных трудов ВНИИС им. Мичурина. 1981;33:51-54.
5. Куликов И.М. Научные основы садоводства и питомниководства развития сельского хозяйства и импортозамещения // Генетические ресурсы растений – основа селекции и семеноводства в развитии органического сельского хозяйства: сборник трудов конференции. 2018:33-42.
6. Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В. Актуальные аспекты развития садоводства в Республике Крым // Плодоводство и ягодоводство России. 2017;49:312-315.
7. Еремин В.Г., Еремин Г.В. Совершенствование сортимента и технологии возделывания косточковых культур на юге России // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016;59:141-150.
8. Badiu D., Arion F.H., Muresan I.C., Lile R., Mitre V. Evaluation of economic efficiency of apple orchard investments. Sustainability. 2015;7(8):10521-10533. DOI 10.3390/su70810521.
9. Трунов Ю.В., Соловьев А.В., Куличихин И.В. Модели продуктивности современных яблоневых садов в средней полосе России // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022;2(69):12-17.
10. Смыков А.В., Кириченко В.С. Влияние систем формирования кроны на урожайность насаждений яблони (*Malus domestica* Borkh) на подвое ем-IX // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020;85:73-76. DOI 10.21515/1999-1703-85-73-76.
11. Воробьев В.Ф., Куликов И.М., Джура Н.Ю. Возделывание груши в интенсивных насаждениях различных схем размещения и конструкции крон // Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства: сборник трудов конференции. 2020:21-41.
12. Dolmatov E.A., Semin I.V. Dwarf varieties and rootstocks - the basis for creating intensive pear gardens in Central Russia. E3S Web of Conferences. 2021;254:01035. DOI 10.1051/e3sconf/202125401035.
13. 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.
14. Трунов Ю.В. Современные интенсивные технологии в садоводстве средней полосы России // Наука и технологии XXI века: тренды и перспективы: сборник статей. 2021;2:154-157.
15. Заремук Р.Ш., Доля Ю.А., Копнина Т.А. Биоморфологические особенности формирования и реализации потенциала продуктивности у сортов косточковых культур в условиях южного садоводства // Сельскохозяйственная биология. 2020;55(3):573-587. DOI 10.15389/agrobiol.2020.3.573rus.
16. Воробьев В.Ф., Джура Н.Ю., Куликов И.М., Мишуrow Н.П. Продуктивность сортов яблони в зависимости от способа закладки интенсивного сада // Техника и оборудование для села. 2022;6(300):30-33. DOI 10.33267/2072-9642-2022-6-30-33.
17. Усейнов Д.Р., Бабинцева Н.А. Продуктивность насаждений черешни (*Prunus avium* L.) в Крыму в зависимости от способов формирования кроны // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2018;127:97-101. DOI 10.25684/NBG.boolt.127.2018.13.
18. Рулинская М.Е., Васеха В.В. Влияние регулирующих мероприятий на товарную урожайность сортов яблони Белорусской селекции // Плодоводство. 2023;29-34. DOI 10.47612/0134-9759-2023-35-29-34.
19. Занилов А.Х., Таов Р.Х., Азнаева М.Р., Хашхожев И.Т., Бакуев Ж.Х., Сатибалов А.В. Влияние био-органоминерального комплекса АКМ на биологическую активность почвы, продуктивность и качество плодов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;84(6):121-135. DOI 10.30679/2219-5335-2023-6-84-121-135.
20. Гурин А.Г., Резвякова С.В., Ревин Н.Ю. Изменение радиационного режима и фотосинтеза в кроне деревьев яблони на многолетнюю древесину // Садоводство и виноградарство. 2020;5:32-36. DOI 10.31676/0235-2591-2020-5-32-36.
21. Заремук Р.Ш., Дорошенко Т.Н., Рязанова Л.Г. Методы и методики исследований в садоводстве. Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина. 2020:1-116.
22. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
23. Бабинцева Н.А., Сотник А.И. Особенности выращивания насаждений груши (*Pirus communis* L.) в форме «штамбовой пирамиды» на айве ВА29 в Крыму // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2019;131:74-79. DOI 10.25684/NBG.boolt.131.2019.09.
24. Бабинцева Н.А. Крымское веретено – перспективная форма кроны для выращивания плодовых деревьев в интенсивных садах Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(1):32-36. DOI 10.35547/IM.2021.93.18.005.

## References

1. Bakshi A.Ya. History of the development of dwarf fruit growing in Crimea. On the development of dwarf fruit growing. Simferopol: Krymizdat. 1963:5-13 (in Russian).
2. Berezovskiy G.A. 50 years of the Crimean Experimental Horticulture Station. Kiev: Gosselkhozizdat of the USSR. 1963:1-170 (in Russian).
3. Travina O.K. Selection of sites for planting a garden in Crimea. Simferopol: Krymizdat. 1975:1-25 (in Russian).
4. Kuzmenko M.S. Features of technology for growing pears under irrigation in Crimea. Collection of scientific works. VNIIS named after Michurin. 1981;33:51-54 (in Russian).
5. Kulikov I.M. Scientific foundations of horticulture and nursery farming, agricultural development and import substitution. Plant genetic resources – the basis of selection and seed production in the development of organic agriculture. Conference Proceedings. 2018:33-42 (in Russian).
6. Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V. Actual aspects of horticulture development in the Republic of Crimea. Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia. 2017;49:312-315 (in Russian).
7. Eremin V.G., Eremin G.V. Improvements in range and technology of cultivation of stone fruit in the South of Russia. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2016;59:141-150 (in Russian).
8. Badiu D., Arion F.H., Muresan I.C., Lile R., Mitre V. Evaluation of economic efficiency of apple orchard investments. Sustainability. 2015;7(8):10521-10533. DOI 10.3390/su70810521.

9. Trunov Yu.V., Soloviev A.V., Kulichikhin I.V. Productivity models of modern apple gardens in Central Russia. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2022;2(69):12-17 (*in Russian*).
10. Smykov A.V., Kirichenko V.S. The influence of the systems of crown formation on yield of apple plantations (*Malus domestica* Borkh.) rootstock on em-IX. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2020;85:73-76. DOI 10.21515/1999-1703-85-73-76 (*in Russian*).
11. Vorobyov V.F., Kulikov I.M., Jura N.Yu. Cultivation of pears in intensive plantings of various placement patterns and crown designs. Current issues of gardening and potato growing: collection of conference proceedings. 2020:21-41 (*in Russian*).
12. Dolmatov E.A., Semin I.V. Dwarf varieties and rootstocks - the basis for creating intensive pear gardens in Central Russia. E3S Web of Conferences. 2021;254:01035. DOI 10.1051/e3sconf/202125401035.
13. 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*).
14. Trunov Yu.V. Modern intensive technologies in horticulture in Central Russia. Science and Technology of the 21st century: Trends and Prospects. 2021;2:154-157 (*in Russian*).
15. Zaremuk R.Sh., Dolya Yu.A., Kopnina T.A. Productivity potential of drup fruit varieties - biomorphological features of formation and realization under the climatic conditions of South Russia. Agricultural Biology. 2020;55(3):573-587. DOI 10.15389/agrobiol.2020.3.573rus (*in Russian*).
16. Vorobiev V.F., Kulikov I.M., Dzhura N.Yu., Mishurov N.P. The productivity of apple varieties depending on the method of laying an intensive orchard. Machinery and Equipment for Rural Area. 2022;6(300):30-33. DOI 10.33267/2072-9642-2022-6-30-33 (*in Russian*).
17. Useinov D.R., Babintseva N.A. Productivity of plantations of sweet cherry (*Prunus avium* L.) in the Crimea depending on the methods of forming the crown. Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 2018;127:97-101. DOI 10.25684/NBG.boolt.127.2018.13 (*in Russian*).
18. Rulinskaya M.E., Vasekha V.V. Impact of regulatory measures on commodity yield of apple varieties of Belarusian selection. Fruit Growing. 2023;29-34. DOI 10.47612/0134-9759-2023-35-29-34 (*in Russian*).
19. Zanirov A.Kh., Taov R.Kh., Aznaeva M.R., Khashkhozhev I.T., Bakuev Zh.Kh., Satibalov A.V. The influence of the bio-organomineral complex AKM on the biological activity of the soil, productivity of apple tree and fruit quality. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2023;84(6):121-135. DOI 10.30679/2219-5335-2023-6-84-121-135 (*in Russian*).
20. Gurin A.G., Rezvyakova S.V., Revin N.Yu. Changes in the radiation regime and photosynthesis in the crown of an apple tree when pruning for perennial wood. Horticulture and Viticulture. 2020;5:32-36. DOI 10.31676/0235-2591-2020-5-32-36 (*in Russian*).
21. Zaremuk R.Sh., Doroshenko T.N., Ryazanova L.G. Methods and techniques of research in horticulture. Krasnodar: Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin. 2020:1-116 (*in Russian*).
22. 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*).
23. Babintseva N.A., Sotnik A.I. Features of growing pear plantations (*Pyrus communis* L.) in the form of "standard pyramid" on quince rootstock BA29 in the Crimea. Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 2019;131:74-79. DOI 10.25684/NBG.boolt.131.2019.09 (*in Russian*).
24. Babintseva N.A. The Crimean spindle as a prospective crown shape for growing fruit trees in intensive gardens of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(1):32-36. DOI 10.35547/IM.2021.93.18.005 (*in Russian*).

### Информация об авторах

**Нина Александровна Бабинцева**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией технологий выращивания плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мэйл: n.babintseva@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2558-6808>;

**Дилявер Рашидович Усейнов**, аспирант, науч. сотр. лаборатории технологий выращивания плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мэйл: Dilik.um@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7030-8551>;

**Виктория Сергеевна Кириченко**, мл. науч. сотр. лаборатории технологий выращивания плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мэйл: loginova\_v\_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>.

### Information about authors

**Nina A. Babintseva**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Fruit Cultivation Technologies, Department of Crimean Experimental Horticulture Station; e-mail: n.babintseva@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2558-6808>;

**Dilyaver R. Useinov**, Postgraduate, Staff Scientist, Laboratory of Fruit Cultivation Technologies, Department of Crimean Experimental Horticulture Station; e-mail: Dilik.um@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7030-8551>;

**Victoria S. Kirichenko**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Fruit Cultivation Technologies, Department of Crimean Experimental Horticulture Station; e-mail: loginova\_v\_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>.

Статья поступила в редакцию 28.05.2024, одобрена после рецензии 14.06.2024, принята к публикации 27.08.2024.

# Основные факторы, влияющие на периодичность плодоношения яблони

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

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, Республика Крым, г. Ялта, Россия

<sup>✉</sup>sadovodstvo.koss@mail.ru

**Аннотация.** В статье изложена основная суть периодичности плодоношения плодовых культур. Отмечено, что наиболее четко это биологическое явление прослеживается у семечковых культур, особенно яблони. У ягодных и косточковых культур периодичность менее выражена. По результатам исследований сделаны предварительные выводы о влиянии на периодичность плодоношения ряда факторов. Следует особо выделить биологические особенности культур, сортов, подвоев и метеорологические условия в период цветения и дифференциации плодовых почек. Более склонны к периодичности сорта яблони, у которых преобладает кольчаточный тип плодоношения. У данной культуры цикл дифференциации почек проходит за 140–150 дней, у груши он более длительный – 150–165 дней, у косточковых – 117–130 дней. Выявлено, что повышение температуры воздуха выше 32 °С и снижение относительной влажности воздуха ниже 30 % затормаживает и снижает закладку плодовых почек. Влияет на этот процесс и переувлажнение (затопление) почвы. В данных условиях затрудняется доступ кислорода к органам растений, процесс дифференциации замедляется. Неблагоприятные погодные условия 2022 г. (максимальные температуры в конце июня-августе составили 32–36 °С, осадки в июне – 131,6 мм) нарушили цикл органогенеза. В итоге изучаемые сорто-подвойные комбинации яблони не заложили достаточное количество генеративных почек. Уточнено также, что периодичность наиболее присуща растениям, привитым на подвои средней силы роста. В саду 2013 г. периодически без урожая были посадки сочетания сортов Аврора, Ренет Симиренко, Таврия на подвоях MM-106, D-1161, M-26, K-120 в 2016, 2018, 2020, 2022 гг. В малопродуктивные годы урожай в отмеченных вариантах варьировал в пределах 4,6–6,9 т/га, в то время как потенциальная урожайность в садах данного типа составляет 40–45 т/га.

**Ключевые слова:** периодичность; сорт; подвой; урожай; плоды; закладка почек.

**Для цитирования:** Танкевич В.В., Сотник А.И. Основные факторы, влияющие на периодичность плодоношения яблони // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):261-265. EDN LQUGUM.

## Main factors influencing the periodicity of apple tree fruiting

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

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

<sup>✉</sup>sadovodstvo.koss@mail.ru

**Abstract.** The article outlines the essence of fruit-bearing periodicity. The clearest trace of this biological phenomenon is found in seed crops, particularly apple trees. Berry and stone fruit crops have a less explicit periodicity. Preliminary conclusions were drawn about the influence of a number of factors on fruit-bearing periodicity based on the results of the research. Biological peculiarities of crops, varieties, rootstocks as well as meteorological conditions in the period of flowering and differentiation of fruit buds should be particularly emphasized. Apple varieties with predominance of a spur fruiting are more prone to periodicity. The cycle of bud differentiation for this crop takes 140–150 days, for pears it is longer (150–165 days), for stone fruits – 117–130 days. It was revealed that an increase in air temperature above 32 °C and a decrease in relative air humidity below 30 % hinder fruit bud setting. Soil overwatering (flooding) also affects this process. Under these conditions, oxygen supply to plant organs is impeded, and the process of differentiation slows down. Adverse weather conditions in 2022 (maximum temperatures in late June–August 32–36 °C, and rainfall in June 131.6 mm) have disrupted the organogenesis cycle. As a result, the variety-rootstock combinations of apple trees under study did not initiate a fair number of generative buds. It is also found that periodicity is most inherent in plants grafted on rootstocks of medium growth vigor. For this reason, in the garden of 2013 planting, the combinations of varieties 'Aurora', 'Renet Simirenko' and 'Tavriya', on the rootstocks MM-106, D-1161, M-26, and K-120 in 2016, 2018, 2020, and 2022 were without a yield. In low-yielding years, cropping power in above combinations was in the range of 4.6–6.9 t/ha, while the potential cropping capacity in the gardens of this type is 40–45 t/ha.

**Key words:** periodicity; variety; rootstock; yield; fruits; bud setting.

**For citation:** Tankevich V.V., Sotnik A.I. Main factors influencing the periodicity of apple tree fruiting. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):261-265. EDN LQUGUM (in Russian).

### Введение

Современное интенсивное садоводство обуславливает необходимость закладки насаждений сорто-подвойными комбинациями какой-либо культуры, которые обеспечивают умеренную силу роста растений, устойчивость к био- и абиотическим факторам, высокое и ежегодное (регулярное) плодоношение [1, 2]. Периодичность плодоношения является одним из основных биологически и генетически закрепленных свойств растения, которые влияют на продуктивность [3–5].

Нерегулярное плодоношение больше присуще семечковым культурам, особенно яблоне. У косточковых, особенно у черешни это явление менее выражено [6].

Причиной перехода деревьев от ежегодного (регулярного) к периодичному плодоношению является перегрузка их цветковыми почками и высоким урожаем при ослабленном поступательном росте. Для ежегодного плодоношения необходимо, чтобы одновременно с развитием плодов текущего года на дереве закладывались цветковые почки для урожая следующего года [7–9].

Значительное влияние на периодичность плодоношения оказывает ряд факторов. Наиболее значи-

мыми являются биологические особенности сорта, подвоя и климатические условия выращивания [10–13].

Обостряется периодичность плодоношения у яблони также при перегрузке дерева генеративными (цветковыми) почками, особенно у зимних и осенних сортов яблони. При образовании чрезмерно большого количества плодов в момент закладки цветковых почек (с конца июня по август) возникает дефицит синтезированных веществ (углеводы, белки), фенольных соединений, которые снижают стрессовые явления и повышают степень устойчивости растений к отрицательным факторам [14, 15]. В результате закладка цветковых почек становится невозможной. Поэтому дерево в последующий год не плодоносит.

Процесс периодичности зависит также от общего состояния дерева и возраста растений. Доказано, что в молодых садах (5–6 вегетаций) плодоношение ежегодное. Чередуется урожайных и неурожайных лет наиболее присуще насаждениям на средне- и сильнорослых подвоях. Менее проявляется это явление в слаборослых садах. Однако насаждения не должны быть угнетены, а ежегодный прирост ветвей не должен быть менее 30 см.

Периодичность может проявляться из-за сильных морозов зимой, заморозков во время цветения, паводков, чрезмерных дождей и подтопления садового участка. Большое влияние на закладку плодовых почек оказывает температурный режим во время дифференциации почек [16].

Этот процесс занимает длительный период. В условиях южного региона России (Крым) он начинается в июне-июле текущего года, когда длина дня сокращается до 15–16 часов, а среднесуточная температура воздуха составляет 15–18 °С. Заканчивается закладка плодовых почек в апреле-мае следующего. У основных семечковых культур (яблони, груши) дифференциация длится в среднем 140–150 дней, у косточковых – 117–130 дней.

После растение входит в состояние покоя, длительность которого зависит от культуры. У яблони этот период составляет 100–120 дней. Выход из него происходит при обычных условиях во второй декаде марта. Цветение по средним многолетним данным у яблони в Крыму наблюдается в конце апреля – первой декаде мая. Длительность этой фазы – 10–20 дней. Весенние возвратные заморозки зачастую повреждают цветковые почки [17, 18].

Подбор сортов с более поздним сроком цветения представляет одну из составляющих комплекса приемов, нивелирующих урожайность яблони. Необходимо также подбирать сорта с регулярным урожаем. Индекс плодоношения у таких деревьев равен 0–0,7 единиц. По предлагаемой градации у слабо-периодичных сортов индекс варьирует в пределах 0,41–0,70. У резко-периодичных сортов данный показатель составляет 0,71–1,0 единицы [19].

Исследований по данному вопросу в Крыму проводилось недостаточно. Следовательно, уточнение факторов, вызывающих периодичность плодоношения, и оценка способов снижения этого явления актуально. Такая работа ведется в ряде научных уч-

реждений России с учетом почвенно-климатических условий зоны возделывания садов.

**Целью исследования** является оценка определенных сорто-подвойных комбинаций яблони на склонность к периодичности плодоношения и степени ее проявления в стрессовых ситуациях.

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

Исследования проведены в Предгорной зоне Крыма на базе отделения в «Крымской опытной станции садоводства» (ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН») в саду 2013 г. посадки. Схема посадки на подвоях М-9 (контроль), К-104, К-105, К-108 – 4 × 2 м.; на подвоях ММ-106 (контроль), К-109, К-110, К-120, К-121 – 4 × 3 м. Изучали сорта Аврора Крымская и Таврия (крымской селекции) и аборигенный сорт Ренет Симиренко.

Учеты и наблюдения велись по методикам полевых опытов с плодовыми культурами 2019 г. [20] Статистическая обработка данных выполнена по методикам Доспехова Б.А. [21]. При проведении исследований учитывали морфологические и биометрические показатели растений, устойчивость их к различным факторам окружающей среды, продуктивность сорто-подвойных комбинаций.

#### **Результаты и их обсуждения**

В результате многолетнего изучения роста и продуктивности сорто-подвойных комбинаций яблони в Предгорной зоне Крыма в саду 2013 г. посадки выяснили, что комбинации изучаемых сортов с подвоями М-9 (контроль), К-105, К-108 относятся к группе слаборослых; комбинации с подвоями ММ-106 (контроль), К-109, К-110, К-120, К-121 – к среднерослым. Растения на подвое К-104 занимают промежуточное положение. Площадь сечения штамбов в этом варианте у 9-летних деревьев составляет 86,6–127,3 см<sup>2</sup>, что на 11,7–17,7 % больше, чем у слаборослых и на 15,2–16,5 % меньше, чем на среднерослых.

Первые плоды (0,4–0,6 кг/дер.) получены на второй год в комбинациях Авроры Крымской с подвоями М-9, К-105 и К-108. На третий год в этих вариантах и на подвое К-104 урожай составлял 4–6 кг с дерева. В группе среднерослых растений отмечен урожай в пределах 0,3–0,5 кг/дер. В годы исследований (2013–2022 гг.) продуктивность деревьев в разных сорто-подвойных комбинациях варьировала в зависимости от ряда факторов.

В этот период отмечались различные абиотические стрессы: низкие температуры воздуха (–4,0–14,5 °С в марте; –1,5–6,0 °С в апреле); выпадение большого количества осадков в период вегетации (71,6–131,6 мм при норме 31,8 мм); град; ветры более 5 м/с; атмосферная засуха (относительная влажность воздуха в отдельные дни – 25–31 %).

В 2015 г. в молодом трехлетнем саду в период дифференциации почек, который проходил в конце июня-августе, среднесуточный температурный фон (19,5–22,7 °С) соответствовал нормальному прохождению этой фазы. Однако, в отдельные дни максимальная температура воздуха превышала оптимальные показатели на 4,0–8,0 °С (табл. 1.), что отрицательно по-

**Таблица 1.** Стрессовые метеофакторы, влияющие на периодичность плодоношения разных сорто-подвойных комбинаций яблони, 2013–2023 гг.**Table 1.** Meteorological stress factors influencing the fruiting periodicity of different apple variety-rootstock combinations, 2013–2023

Год исследования	Цветение, балл	Среднесуточная t воздуха в периоды, °С		Заморозки		Морозы		Сумма осадков выше нормы		Урожай	
		цветения	начала дифференциации почек	t, °С	месяц	t, °С	месяц	мм	месяц	кг/дер.	т/га
2016	3,5–4,0	9,2 (04); 14,8 (05)	21,1–24,5; мах. 36,0–38,0	–10,0; –3,0	03, 04 (3 декада)	–17,0	01	100,8; 96,8	05; 06	единичные плоды	–
2017	3,0–4,0	9,5(04); 16,7 (05)	20,3–23,4; мах. 36,0–39,9	–4,0	04	–16,5	02	112,8; 76,0; град	05; 07; 05	12,8; 15,3	16,0; 12,7
2018	3,5–4,0	11,3 (04); 20,7 (05)	20,7–22,4 мах. 35,4–36,3	–6,9	03	–12,9	01	56,3	01	8,6; 9,4	10,8; 7,8
2019	3,0–4,0	8,4 (04)	22,2 (06); мах. 36,8 (07)	–8,0; –4,5	03 04	–13,5	02	86,6; 61,5	06; 07	19,2; 26,4	24,0; 22,0
2020	3,0–3,5	10,9 (04); 14,4 (05)	20,6 (06); мах. 37,2 (07)	–8,3; –5,0	03 04	–16,6	02	50,0; 86,6	04; 07	6,6; 13,4	8,3; 11,2
2021	2,0–3,5	8,6 (04); 15,5 (05)	18,0 (06); мах. 35,4 (07)	–18,9	02	–10,3	03	124,5; 208,5; 140,1; 104,2; 98,0	05; 06; 07; 08; 09	24,6; 42,5	30,8; 35,4
2022	2,0–3,5	9,7 (04); 14,2 (08)	22,5 (06); 22,8 (07); 22,4 (08)	–15,0	01	–14,0	03	71,3; 13,0; 29,0	04; 06; 08	5,2; 7,1	6,5; 5,9

влияло на закладку плодовых почек. Сказалось на этом процессе и то, что в июне выпала большая сумма осадков (115,9 мм). Вследствие приведенных данных и заморозков до  $-10^{\circ}\text{C}$  (в марте) цветение в 2016 г. не было обильным. Абсолютный показатель – 3,0–3,5 баллов. Понижение температуры воздуха в конце апреля до  $-4^{\circ}\text{C}$  и неблагоприятные для опыления погодные условия (дожди, туманы, сильный ветер, отсутствие лета пчел) снизили завязываемость плодов до 11–13 %, а выпадение града усилило осыпаемость завязи (51–56 %). Урожай практически отсутствовал.

За 10 лет (2013–2022 гг.) исследований в регионе отмечены ежегодные весенние заморозки, приводящие к повреждению в той или иной степени плодовых почек. В пяти случаях зафиксированы обильные осадки (96,6–140,1 мм) в период вегетации (май–август), что повлияло на поднятие грунтовых вод и затопление отдельных участков на какое-то время. Зафиксированы также максимальные температуры воздуха (выше  $36-40^{\circ}\text{C}$ ) в период закладки генеративных почек в 2016, 2017, 2021, 2022 гг. (табл. 1).

В 2016 г. весенние заморозки до  $-10^{\circ}\text{C}$  в марте и  $-3^{\circ}\text{C}$  в конце апреля привели к полной потере урожая. В следующем 2017 г. заморозки в апреле и град в мае на 40 % погубили ожидаемый урожай. В среднем по всем сортам получено 12,7–16,0 т/га яблок.

Снижение урожая вследствие действия низких температур воздуха в марте отмечено и в 2018 г. (табл. 1).

Снижение урожая вследствие действия низких температур воздуха в марте отмечено и в 2018 г. Наиболее урожайными были 2019 (22,0–24 т/га) и 2021 гг.

(30,8–35,4 т/га).

Перечисленные выше факторы отрицательно сказываются на всех биологических процессах и, в частности, на прохождении фенологических фаз. Дифференциация плодовых почек замедляется и осуществляется не полностью, что приводит к периодичности плодоношения. В итоге экстремальные факторы погоды не позволяют полностью определить потенциальные биологические возможности изучаемых сорто-подвойных комбинаций яблони. Тем не менее, на этом фоне можно выделить варианты, менее подверженные стресс-факторам и более пластичные в адаптации к условиям произрастания. Наиболее адаптирован к почвенно-климатическим условиям крымского региона и менее подвержен периодичности плодоношения сорт Таврия на подвоях М-9, К-104, К-108, К-109, К-121 (табл. 2).

Реальная урожайность изучаемых объектов не достигает своих потенциальных показателей. За 11 лет исследований (2013–2023 гг.) на фоне общего экономического кризиса в регионе в семи случаях наблюдались экстремальные факторы погоды – стрессовые метеорологические и гидрологические факторы. Ранние и возвратные морозы в 2015–2017, 2019, 2020 гг.  $-10^{\circ}\text{C}$  в марте и  $-4,0-6,0^{\circ}\text{C}$  до 30–40 % погубили урожай. В 2017 г. в мае отмечено выпадение 112,8 мм осадков в виде дождя и града; в 2021–2023 гг. переувлажнение и подтопление участков (124,0–140,0 мм осадков) вызвали гибель урожая на 35 % и отрицательно повлияли на процессы закладки плодовых почек. У яблони длительность и результативность этой фазы зависит от ряда обстоятельств. Общее потепле-



**Таблица 2.** Урожайность сорто-подвойных комбинаций яблони в саду 2013 г. посадки, 2015–2023 гг.

**Table 2.** Cropping capacity of apple variety-rootstock combinations in the garden of 2013 planting, 2015–2023

Подвой	Схема посадки	Средний урожай за 2015–2023 гг.					
		Аврора Крымская		Ренет Симиренко		Таврия	
		кг/дер.	т/га	кг/дер.	т/га	кг/дер.	т/га
М-9 (контроль)	4 × 2 м	9,1	11,4	14,4	18,0	9,6	12,0
К-104	4 × 2 м	18,7	23,4	16,6	20,8	16,6	20,8
К-105	4 × 2 м	15,8	19,8	13,0	16,3	13,0	16,3
К-108	4 × 2 м	17,6	22,0	16,2	20,3	16,2	20,3
ММ-106 (контроль)	4 × 3 м	13,5	11,2	12,7	10,6	14,1	11,7
К-109	4 × 3 м	14,2	11,8	13,6	11,3	15,3	12,7
К-110	4 × 3 м	14,0	11,7	13,2	11,0	14,9	12,4
К-119	4 × 3 м	11,7	9,8	11,2	10,5	–	–
К-120	4 × 3 м	11,7	9,8	11,4	9,5	12,8	10,7
К-121	4 × 3 м	11,5	9,6	12,0	10,0	13,6	11,4
ИС-1-180	4 × 3 м	7,8	6,5	–	–	12,2	10,2
НСР <sub>05</sub>		2,1	2,7	1,9	2,3	1,6	0,9

ние климата на планете и в отдельно взятых регионах также неизбежно приводит к сокращению периода покоя, который в свою очередь является механизмом адаптации растений зимой.

Урожай зависит не только от числа заложённых цветков, но и от тенденции данного растения к плодоношению. У регулярно плодоносящих сортов яблони наблюдается наличие разнообразных обрастающих плодовых ветвей, среди которых есть и короткие, и длинные. Эта физиологическая неоднородность приводит к растянутости сроков закладки цветочных почек, и они в меньшей степени совпадают с ростом плодов. У сортов же, склонных к периодичности, большая часть плодов формируется на укороченных образованиях типа кольчаток и плодушек, быстро заканчивающих рост. В наших изучаемых сочетаниях большее количество копыец и плодовых прутиков у семилетних деревьев сорта Таврия на подвоях М-9 (30,6%), К-104 (37,6%), К-108 (33,5%).

В 2023 г. отмечено резкое проявление периодичности плодоношения. Вызвано это явление форс-мажорными обстоятельствами в мае-июне предыдущего года (выпадение в июне 131,6 мм осадков). Все это привело к тому, что по сорту Ренет Симиренко получены единичные плоды; по сорту Аврора Крымская урожай равнялся 1,6–2,1 т/га; по сорту Таврия – 1,8–2,7 т/га. Среди подвоев по продуктивности можно выделить М-9, К-104, К-108.

### Выводы

В результате изучения отдельных вопросов зависимости продуктивности яблони выяснено, что основным элементом, влияющим на урожай, являются сорт и подвой. В условиях Крыма менее склонными к периодичности плодоношения оказались комбинации сорта Таврия с подвоями умеренной силы роста

(М-9, К-104, К-108).

За 11 лет исследований 2013–2023 гг. на фоне глобального изменения климата на планете и в регионе почти ежегодно наблюдались экстремальные факторы погоды: в семи случаях – стрессовые метеорологические (возвратные заморозки) и в пяти – гидрологические (обильные осадки). Совокупность таких явлений обуславливала снижение урожая в аномальные годы и ухудшение степени дифференциации плодовых почек, т.е. резкое проявление периодичности плодоношения.

### 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

- Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Перспективы развития садоводства в Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2015;140:5-18.
- Причко Т.Г., Ефимова И.Л. Развитие научного направления «Промышленное интенсивное садоводство на юге России и его основные достижения» // Садоводство и виноградарство. 2016;4:47-52. DOI 10.18454/VSTISP.2016.4.2844.
- Драгавцева И.А., Ефимова И.Л., Клюкина А.В. Оценка взаимодействия в системе «генотип подвоя - привойно-подвойные комбинации яблони - среда» при температурных стрессах летнего периода в Краснодарском крае // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021;140:60-68. DOI 10.36305/0513-1634-2021-140-60-68.
- Репях М.В. Изменчивость наступления фенологических фаз у яблони в ботаническом саду им. С.М. Крutowского // Международный научно-исследовательский журнал. 2022;3-2(117):46-50. DOI 10.23670/IRJ.2022.117.3.046.
- Киселева Н.С. Особенности периодичности плодоношения груши на юге России // Плодоводство и ягодоводство России. 2016;44:162-169.
- Guitton B., Kelner J.-J., Velasco R., Gardiner S.E., Chagné D., Costes E. Genetic control of biennial bearing in apple. Journal of Experimental Botany. 2012;63(1):131-149. DOI 10.1093/jxb/err261.
- Доля Ю.А., Заремук Р.Ш. Связь фенологии и абиотических факторов при формировании биологических и хозяйственно-ценных признаков черешни // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;81(3):169-179. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-169-179.
- Дрыгина А.И., Клюкина А.В. Влияние повышенных летних температур на морфогенез плодовых почек черешни в условиях юга России // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;81(3):180-188. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-180-188.
- Лактионов К.С. Частное плодоводство. Семечковые культуры. СПб.: Лань. 2018:1-192.
- Лактионов К.С. Частное плодоводство. Косточковые культуры. СПб.: Лань. 2018:1-124.
- Иваненко Е.Н., Меншутина Т.В., Костенко М.Г. Потенциал продуктивности сорта яблони Мелба на подвоях разной силы роста // Аграрная наука. 2021;9:114-117. DOI 10.32634/0869-8155-2021-352-9-114-117.

12. Сотник А.И., Танкевич В.В. Влияние подвоев на биохимические и технологические характеристики сортов яблони в Крыму // Плодоводство и ягодоводство России. 2018;53:82-88.
13. Khezri M., Heerema R., Brar G., Ferguson L. Alternate bearing in pistachio (*Pistacia vera* L.): a review. *Trees*. 2020;34(92):114-117. DOI 10.1007/s00468-020-01967-y.
14. Пояркова И.М., Сапаркличева С.Е. Физиологическая роль фенольных соединений // Аграрное образование и наука. 2019;4:1-14.
15. Кондратьев М.Н., Ларикова Ю.С. Фенолы в аллелопатических отношениях между растительными видами // Фенольные соединения: фенольная роль в растениях. 2018:199-204.
16. Тютюма Н.В., Меншутина Т.В., Иваненко Е.Н., Попова Л.В. Урожайность, устойчивость продуктивности и периодичность плодоношения сорто-подвойных комбинаций яблони в условиях северного Прикаспия // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2017;2(46):104-111.
17. Исаева И.С. Органогенез плодовых растений. Москва: Изд-во МГУ. 1977:1-34.
18. Макаренко С.А. Периодичность плодоношения и биологическая продуктивность Алтайских сортов и отборных форм яблони // Актуальные проблемы садоводства в России и пути их решения. 2007:74-78.
19. Моксина Н.В., Герасимова О.А. Индекс периодичности плодоношения яблони в ботаническом саду им. В.М. Крутовского // Актуальные проблемы современного лесоводства. 2020:117-121.
20. Сотник А.И., Танкевич В.В., Чакалов Т.С. Методические рекомендации по проведению исследований в питомниководстве и прогнозированию силы роста подвоев. Симферополь: Полипринт. 2019:1-47.
21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
6. Guitton B., Kelner J.-J., Velasco R., Gardiner S.E., Chagné D., Costes E. Genetic control of biennial bearing in apple. *Journal of Experimental Botany*. 2012;63(1):131-149. DOI 10.1093/jxb/err261.
7. Dolya Yu.A., Zaremuk R.Sh. Relationship of phenology and abiotic factors in the formation of biological and economically valuable characteristics of sweet cherry. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2023;81(3):169-179. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-169-179 (in Russian).
8. Drygina A.I., Klyukina A.V. Influence of increased summer temperatures on morphogenesis of cherry fruit buds under the conditions of the South of Russia. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2023;81(3):180-188. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-180-188 (in Russian).
9. Laktionov K.S. Private Fruit Growing. Seed Crops. St.Petersburg: Lan'. 2018:1-192 (in Russian).
10. Laktionov K.S. Private Fruit Growing. Stone Crops. St.Petersburg: Lan'. 2018:1-124 (in Russian).
11. Ivanenko E.N., Menshutina T.V., Kostenko M.G. Productivity potential of the Melba apple variety on rootstocks of different growth strengths. *Agrarian Science*. 2021;9:114-117. DOI 10.32634/0869-8155-2021-352-9-114-117 (in Russian).
12. Sotnik A.I., Tankevich V.V. The impact of rootstocks on the biochemical and technologic characteristics of apple varieties in the Crimea. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2018;53:82-87 (in Russian).
13. Khezri M., Heerema R., Brar G., Ferguson L. Alternate bearing in pistachio (*Pistacia vera* L.): a review. *Trees*. 2020;34(92):114-117. DOI 10.1007/s00468-020-01967-y.
14. Poyarkova I.M., Saparklicheva S.E. The physiological role of phenolic compounds. *Agrarian Education and Science*. 2019;4:1-14 (in Russian).
15. Kondratyev M.N., Larikova Yu.S. Phenols in the allelopathic relations between plant species. *Phenolic Compounds: Role of Phenols in Plants*. 2018:199-204 (in Russian).
16. Tyutyuma N.V., Menshutina T.V., Ivanenko E.N., Popova L.V. Crop productivity, sustainability and fruiting periodicity of apple tree variety-rootstock combinations in conditions of Northern Caspians. *Proceedings of the Nizhnevolzhskiy Agro-University Complex: Science and Higher Professional Education*. 2017;2(46):104-111 (in Russian).
17. Isaeva I.S. Organogenesis of fruit plants. Moscow: Publishing House of Moscow State University. 1977:1-34 (in Russian).
18. Makarenko S.A. The fruiting periodicity and biological productivity of Altai apple cultivars and selection forms. *Actual Problems of Gardening in Russia and Ways to Solve Them*. 2007:74-78 (in Russian).
19. Moksina N.V., Gerasimova O.A. Index of fruiting periodicity of apple trees in the Botanical Garden named after Krutovskiy V.M. *Actual Problems of Modern Forestry*. 2020:117-121 (in Russian).
20. Sotnik A.I., Tankevich V.V., Chakalov T.S. Methodological recommendations for conducting research in nursery breeding and forecasting the strength of rootstock growth. 2019:1-54 (in Russian).
21. Dospikhov B.A. Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).

## References

1. Plugatar Yu.V., Smykov A.V. Prospects for the development of horticulture in Crimea. *Collection of Scientific Works of SNBG*. 2015;140:5-18 (in Russian).
2. Prichko T.G., Efimova I.L. The development of scientific direction «Industrial intensive horticulture and its major achievements». *Horticulture and Viticulture*. 2016;4:47-52 (in Russian).
3. Dragavtseva I.A., Efimova I.L., Klyukina A.V. Evaluation of interaction in the system "genotype of stock-scion/stock combinations of apple tree - habitat" at temperature stresses of the summer period in the Krasnodar territory. *Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden*. 2021;140:60-68. DOI 10.36305/0513-1634-2021-140-60-68 (in Russian).
4. Repyakh M.V. Variability of the onset of phenological phases in apple trees in the botanical garden named after S.M. Krutovskiy. *International Research Journal*. 2022;3-2(117):46-50. DOI 10.23670/IRJ.2022.117.3.046 (in Russian).
5. Kiseleva N.S. Peculiarities of fructification periodicity of pear in the South of Russia. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2016;44:162-169 (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>.

## Information about authors

**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>.

Статья поступила в редакцию 30.05.2024, одобрена после рецензии 10.07.2024, принята к публикации 27.08.2024.

## Биологизация ампелоценозов юго-западного Крыма

Клименко О.Е.<sup>1✉</sup>, Балькина Е.Б.<sup>1</sup>, Степовенко В.В.<sup>1</sup>, Якушева Н.Н.<sup>2</sup>, Струченко А.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия;

<sup>2</sup>Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма, г. Симферополь, Республика Крым, Россия.

✉olga.gnbs@mail.ru

**Аннотация.** В статье представлены результаты полевых экспериментов по изучению влияния приемов биологизации (применение микробных препаратов (МП) на фоне различных систем содержания почвы) на плодородие почвы и продуктивность винограда в Западном предгорно-приморском районе Крыма. Объектами исследования были сорта винограда Пино нуар, Бастардо магарачский и Мускат белый на различных подвоях. МП включали эффективные штаммы азотфиксирующих и ростстимулирующих бактерий Азостим-агро (АС) и Азотобактерин-агро (АБ), а также комплексы препаратов – микробиоком-агро (МБК) и КМП 2. Исследовали три системы содержания почвы: паровую, паро-сидеральную (смесь озимых *Vicia pannonica* Crantz (40 %) и *Triticum aestivum* L. (60 %) через год), дерново-перегнойную (смесь многолетних трав (СТ) *Lolium perenne* L. и *Medicago sativa* L.). Установлено, что содержание органического вещества в почве увеличилось под действием МБК на фоне СТ на 0,31 %. Биологизация приводила к увеличению содержания подвижных форм элементов питания в почве: нитратного азота – под действием КМП 2 на фоне черного пара и МБК по СТ на 6–12 мг/кг; фосфора – на 6–20 мг/кг, максимально на сочетании СТ с МБК; концентрация обменного калия в почве увеличивалась максимально под действием сидерации относительно естественного задернения. Биологизация вызвала увеличение урожайности винограда на 17–44 %. Максимальный рост урожайности отмечен при сидерации в сочетании с АБ. При росте продуктивности повышалось качество винограда. Оптимальными при биологизации ампелоценозов технических сортов винограда в юго-западном Крыму признаны сочетания МБК на фоне смеси многолетних трав райграсса и люцерны в орошаемых условиях и сидераты ( вико-пшеничная смесь) через год, а также их сочетание с АБ на багоре.

**Ключевые слова:** ампелоценоз; биологизация; плодородие почвы; продуктивность; качество винограда; юго-западный Крым.

**Для цитирования:** Клименко О.Е., Балькина Е.Б., Степовенко В.В., Якушева Н.Н., Струченко А.В. Биологизация ампелоценозов юго-западного Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):266-272. EDN MXJVGP.

## Biologization of ampelocenoses of the South-Western Crimea

Klimenko O.E.<sup>1✉</sup>, Balykina E.B.<sup>1</sup>, Stepovenko V.V.<sup>1</sup>, Yakusheva N.N.<sup>2</sup>, Struchenko A.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia;

<sup>2</sup> Scientific Research Institute of Agriculture of Crimea, Simferopol, Republic of Crimea, Russia.

✉olga.gnbs@mail.ru

**Abstract.** The results of field experiments to study the influence of biologization techniques (the use of microbial preparations (MP) against the background of various soil maintenance systems) on soil fertility and grape productivity in the Western Piedmont-Coastal region of Crimea are presented in the article. The objects of the study were the following grape cultivars: 'Pinot Noir', 'Bastardo Magarachskiy' and 'Muscat Belyi' on various rootstocks. MP included effective strains of nitrogen-fixing and growth-stimulating bacteria Azostim-Agro (AS) and Azotobacterin-Agro (AB), as well as their complexes – Microbiocom-Agro (MBC) and CMP 2. Three soil maintenance systems were studied: black fallow; fallow-green manure (mixture of winter crops *Vicia pannonica* Crantz (40%) and *Triticum aestivum* L. (60%) every other year); sod-humus (mixture of perennial grasses (MG) *Lolium perenne* L. and *Medicago sativa* L.). It was established that the content of organic matter in the soil was increasing under the influence of MBC against the background of MG by 0.31%. Biologization was leading to an increase in the content of mobile forms of nutrients in the soil: nitrate nitrogen – under the influence of CMP 2 against the background of black fallow and MBC according to MG by 6-12 mg/kg; phosphorus – by 6-20 mg/kg, maximum with the combination of MG with MBC, the concentration of potassium in the soil was maximum increasing due to the action of green manure relative to natural sod. Biologization caused an increase in grape cropping capacity by 17-44%. The yield was maximum increased by green manure in combination with AB. As productivity of vine increased, the quality of grapes also increased. Combinations of MBC against a background of a mixture of perennial ryegrass and alfalfa in irrigated conditions and green manure (vetch-wheat mixture) every other year, as well as their combination with AB without irrigation, were recognized as optimal for biologization of ampelocenoses of wine grape cultivars from the South-Western Crimea.

**Key words:** ampelocenosis; biologization; soil fertility; productivity; grape quality; South-Western Crimea.

**For citation:** Klimenko O.E., Balykina E.B., Stepovenko V.V., Yakusheva N.N., Struchenko A.V. Biologization of ampelocenoses of the South-Western Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):266-272. EDN MXJVGP (in Russian).

### Введение

Интенсификация сельскохозяйственного производства нередко сопровождается деградацией почв и загрязнением природной среды остаточными количествами пестицидов, минеральными удобрениями, тяжелыми металлами, что отражается на эколо-

гической и продовольственной безопасности страны [1–3]. При интенсификации происходит снижение почвенного плодородия, связанное с уменьшением содержания гумуса, питательных макро- и микроэлементов [4].

В виноградарстве степень деградации почв при интенсификации усугубляется длительной монокультурой, которая приводит к упрощению структуры ландшафта, уменьшению числа ярусов растительного

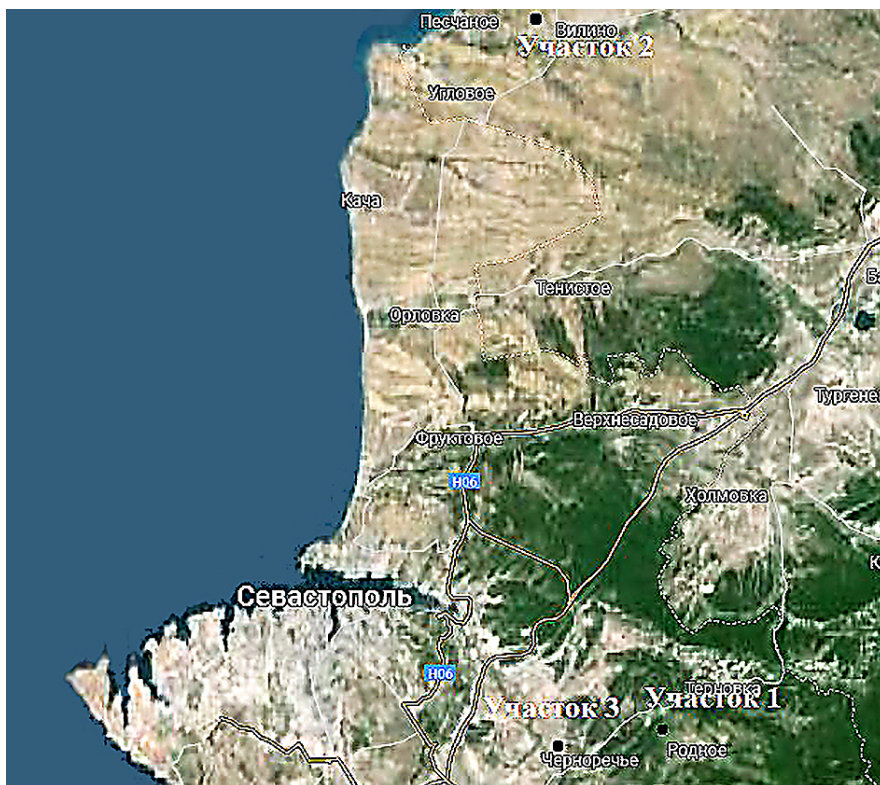
покрова, развитию специфического набора фитофагов и патогенов, обеднению микробного разнообразия. Содержание почвы под черным паром при снижении доз органических удобрений приводит к значительным потерям гумуса, развитию ирригационной и ветровой эрозии, уплотнению почвы, разрушению агрономически ценной структуры [5].

Одним из путей оптимизации ампелоценозов при интенсификации является биологизация интенсификационных процессов. Она сформулирована академиком А.А. Жученко [6] и предусматривает более эффективное управление адаптивными реакциями основных биотических компонентов агробиоценозов и агроландшафтов с целью обеспечения их высокой продуктивности, экологической устойчивости, ресурсоэнергетической экономичности и рентабельности. Биологизация направлена на преимущественное использование биологических, а не химических и технических факторов для повышения экономической эффективности сельскохозяйственного производства [7–8]. Эта система предусматривает использование высокоадаптивных сортов, устойчивых к грибковым заболеваниям, минимальные дозы минеральных удобрений, биологизированную защиту от вредных организмов, в частности значительный спектр биопрепаратов, дерново-перегнойную или паросидеральную системы содержания почвы в зависимости от влагообеспеченности виноградника, применение микробных удобрений различного спектра действия и их комплексов, минимальной обработки почвы [9–12]. Сидераты и многолетние травы как источник органического вещества и элементов питания на виноградниках используют в основном на Кавказе [5, 13]. В юго-западном Крыму такие исследования малочисленны и касались в основном различных свойств почвы [14]. Ранее нами показано, что совместное использование задернения или сидерации почвы с применением микробных препаратов (МП) как биоудобрений приводит к усилению действия каждого из приемов [15–16], однако определенные генотипы культурных растений по-разному реагируют на такие взаимодействия. В этой связи следует испытать влияние биологизации на различные сорта винограда в разных экологических условиях.

**Цель исследования** – установить влияние различных систем содержания почвы в сочетании с биоудобрениями – микробными препаратами на плодородие почвы и продуктивность винограда для выбора оптимального сочетания.

#### Материалы и методы исследования

Исследования проводили на плодоносящих ви-



**Рис.** Местоположение опытных участков в пределах Западного предгорно-приморского района Крыма

**Fig.** Location of experimental plots within the Western Piedmont-Coastal region of Crimea

ноградниках, в условиях юго-западного Крыма в пределах Западного предгорно-приморского района на трех участках (рис.). Участок 1: с. Родное, Балаклавский район, г. Севастополь (КФХ «Чоргун»), сорт Пино нуар, клон 292, подвой – Берландиери × Рипариа СО 4, год посадки – 2018, схема посадки – 1,2 × 0,8 м, формировка – двулучий кордон. Участок 2: с. Вилино, Бахчисарайский район (производственный массив «ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН»), сорт Бастардо магарачский, год посадки – 2002, подвой – Берландиери × Рипариа Кобер 5 ББ, схема посадки – 3,0 × 1,5 м, формировка – двулучий кордон. Участок 3: с. Хмельницкое, Балаклавский район, г. Севастополь, в долине р. Черная, сорт Мускат белый, подвой – Шасла × Берландиери 41Б, год посадки – 2007, схема посадки – 2,5 × 0,9 м, формировка – однолучий Гюйо.

Агроклиматические ресурсы данного района по сумме активных температур пригодны для выращивания сортов винограда всех сроков созревания [17]. Почвенные условия районов разнообразны. Естественное плодородие почв высокое. Основными ограничивающими факторами являются высокая карбонатность, скелетность и малая мощность корнеобитаемого слоя некоторых почв. Почва участка 1 – бурая горная остепненная, участка 2 – чернозем предгорный скелетный, участка 3 – луговая аллювиальная. Все почвы карбонатные. Почвы участков по итогам предварительных почвенных обследований пригодны для выращивания винограда.

На участке 1 система содержания почвы – чер-

ный пар. Схема опыта: 1) контроль – без применения микробного препарата (МП); 2) микробиоком-агро (МБК) – комплексный биопрепарат, включающий азотфиксирующие, ростстимулирующие, фосфатмобилизующие и биопротекторные бактерии; 3) КМП 2 (комплекс биопрепаратов, включающий азотфиксирующий, фосфатмобилизующий и два биопротекторных штамма). Исследования проводили на протяжении 2023 г.

Система содержания почвы на участке 2 – паросидеральная. Варианты опыта: 1) контроль – естественное зарастание междурядий (ЕЗ); 2) сидераты (смесь вики паннонской (*Vicia pannonica* Crantz) озимой (40% в смеси) и пшеницы мягкой (*Triticum aestivum* L.) озимой (60 %); 3) сидераты + Азотобактерин-агро (АБ) (биоагент (*Azotobacter chroococcum* 10702), азотфиксатор, ростстимулятор). Исследования проведены в 2019–2020 гг.

На участке 3 применялась дерново-перегнойная система содержания междурядий виноградника – задернение смесью райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) и люцерны посевной (*Medicago sativa* L.) (СТ). Варианты опыта: 1) СТ (контроль) – без применения МП; 2) СТ + Азостим-агро (АС) (биоагент *Agrobacter iumradiobacter* 204, азотфиксатор, ростстимулятор); 3) СТ + МБК. Данные получены за 2013–2015 гг.

МП для всех опытов были разработаны и предоставлены отделом почвенной микробиологии ФГБУН «НИИСХ Крыма» (<https://ckp-rg.ru/catalog/usu/507484/>).

Закладку и проведение опытов производили согласно методике полевого опыта [18]. Размещение вариантов рендомизированное. Повторность опытов трех- четырехкратная. На учетной делянке – 10–20 кустов винограда. Виноградники участков 1 и 2 – неорошаемые, на участке 3 – капельное орошение, влажность поддерживалась на уровне 60–70 % НВ в корнеобитаемом слое. Минеральные удобрения в почву во время проведения опытов не вносили.

Посев сидератов проводили через год в ноя-

бре, запахивание сидератов и сеgetальных трав (контроль) – в мае, норма высевы семян в смеси – 90 кг/га. Многолетние травы высевали однократно осенью. Норма высевы семян составила 20 кг/га. Скашивание производили регулярно при достижении травами высоты 30–40 см.

МП вносили ежегодно перед цветением винограда в слой почвы 0–60 см фертигацией в дозе 200 мл разведенной суспензии на 1 куст.

Учет урожая винограда и определение его качества проводили общепринятыми методами [19].

Отбор образцов почвы для анализа проводили в июле из ризосферы винограда в слое 0–60 см в трехкратной повторности. В почве определяли: рН водной суспензии (рН<sub>водн</sub>) и содержание нитратного азота потенциометрически (ГОСТ 26423-85; ГОСТ 26951-86), подвижных форм фосфора и калия – по Мачигину (ГОСТ 26205-91), содержание органического вещества (ОВ) – по Тюрину в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26213-91), содержание активной извести – по Друино-Гале [20].

Данные обработаны статистически с использованием дисперсионного анализа ANOVA-MANOVA, Statistica10. Достоверным принят 5 % уровень значимости.

### Результаты и их обсуждение

Биологизация, связанная с применением сидератов и многолетних трав в сочетании с биоудобрениями – МП, воздействует, прежде всего, на свойства почвы. Полученные данные свидетельствуют о том, что в контроле все почвы имели низкое содержание ОВ (табл. 1). По черному пару (ЧП) (участок 1) МП способствовали некоторому, хотя и несущественному снижению содержания ОВ, сидераты (участок 2) создавали тенденцию к увеличению его количества. МП по СТ увеличивали содержание ОВ, МБК – существенно на 0,31 % (14 отн. %) по отношению к контролю (участок 3).

Содержание подвижных форм элементов питания в почве контроля на участках 1 и 2 было на среднем и низком уровне обеспеченности винограда по нитрат-

**Таблица 1.** Содержание органического вещества (ОВ, %), элементов питания (мг/кг), активной извести (%) и рН<sub>водн</sub> в почве (слой 0–60 см) под виноградником при биологизации, юго-западный Крым

**Table 1.** The content of organic matter (OM, %), nutrients (mg/kg), active lime (%) and pH H<sub>2</sub>O in the soil (layer 0–60 cm) under the vineyard during biologization, South-Western Crimea

Показатель	Участок 1 Пино нуар, 2023 г.			Участок 2 Бастардо магарачский, 2019–2020 гг.			Участок 3 Мускат белый, 2013–2015 гг.		
	ЧП (контроль)	ЧП + МБК	ЧП + КМП 2	ЕЗ (контроль)	сидераты	сидераты + АБ	СТ (контроль)	СТ+ АС	СТ+ МБК
ОВ	2,05±0,03	1,93±0,01	1,98±0,01	1,63±0,10	1,87±0,16	1,67±0,10	2,17±0,05	2,33±0,06	2,48±0,09*
N-NO <sub>3</sub>	14,3±0,1	14,3±0,1	19,8±0,2*	14,2±0,7	15,5±0,8	13,2±0,4	32,0±0,2	41,0±0,3*	44,5±0,3*
P <sup>2</sup> O <sub>5</sub>	15,2±0,2	22,0±0,1*	15,4±0,1	2,6±0,4	8,4±2,5*	2,7±0,7	75,0±0,4	85,8±0,3*	94,8±0,4*
K <sub>2</sub> O	365±2	387±2*	436±1*	373±16	518±31*	389±24	208±13	260±10*	276±10*
Активная известь	24,8±0,2	24,1±0,6	29,2±0,7*	11,3±0,2	16,2±0,7*	14,3±0,2*	7,6±0,4	10,6±0,7*	10,1±0,7*
рН <sub>водн</sub>	7,95±0,01	8,02±0,01	8,00±0,03	8,03±0,02	8,16±0,02*	8,07±0,10*	8,67±0,02	8,64±0,03	8,78±0,01*

Примечание: здесь и далее в таблицах Хср±Sx; \* разница с контролем значима, p ≤ 0,05 при n=3

**Таблица 2.** Структура урожая винограда при биологизации ампелоценозов юго-западного Крыма  
**Table 2.** The structure of grape harvest during biologization of ampeloceneses of the South-Western Crimea

Показатель	Участок 1 Пино нуар, 2023 г. (n = 4)			Участок 2 Бастардо магарачский, 2019–2020 гг. (n = 3)			Участок 3 Мускат белый, 2013–2015 гг. (n = 4)		
	ЧП (контроль)	ЧП + МБК	ЧП + КМП 2	ЕЗ (контроль)	сидераты	сидераты + АБ	СТ (контроль)	СТ + АС	СТ + МБК
Количество гроздей, шт.	10,5±0,3 100	10,2±0,2 97	10,2±0,2 97	20,2±0,3 100	27,9±1,2* 138	27,0±0,6* 134	20,1±0,2 100	20,8±0,1* 103	21,0±0,1* 104
Средняя масса грозди, г	81,2±1,3 100	97,4±0,9* 120	94,8±0,5* 117	117±3 100	116±2 99	127±1* 108	256±1 100	280±2* 109	287±2* 112
Масса 100 ягод, г	85,7±0,5 100	108,2±0,4* 126	94,8±0,1* 111	105±0,3 100	107±0,3 102	117±0,5* 111	221±1 100	239±1* 108	247±1* 112
Урожайность, т/га	8,9±0,2 100	10,4±0,3* 117	10,1±0,2* 113	5,26±0,09 100	7,22±0,11* 137	7,60±0,16* 144	22,8±0,1 100	25,9±0,1* 114	26,7±0,2* 117

Примечание: числитель – среднее арифметическое ± стандартная ошибка, знаменатель – % от контроля соответствующего сорта

ному азоту и подвижным фосфатам, концентрация обменного калия была высокой (табл. 1). На участке 3 содержание азота и фосфора в контроле было высоким, калия – оптимальным. МП на всех фонах задернения в основном способствовали увеличению содержания доступных форм элементов питания в почве, наиболее значительному по N-NO<sub>3</sub> на вариантах КМП 2 по ЧП (участок 1) на 5,5 мг/кг и МБК по СТ (участок 3) на 12,5 мг/кг. По фосфору превышение над контролем было более значительным и достоверным относительно контроля под действием МБК по ЧП на 6,8, по СТ – на 19,8 мг/кг, под действием сидератов относительно контроля (ЕЗ) – на 5,8 мг/кг (табл. 1). Содержание К<sub>2</sub>О в почве увеличивалось существенно под действием сочетания приемов, наиболее значительно в варианте сидераты (участок 2) на 145 мг/кг относительно ЕЗ.

Таким образом, наибольшее увеличение концентрации элементов питания в почвах происходило под действием МБК на фоне ЧП и СТ или сидератов.

Значительное отрицательное влияние на рост, состояние и качество винограда оказывает высокое содержание активной извести в почве. Максимальным оно было на участке 1, наименьшим – на участке 3 (табл. 1). На всех почвах изученные приемы увеличивали ее содержание, в большей степени МП на 3–5 %, что, вероятно, связано с кислыми выделениями микроорганизмов и трав в опытах, приводящих к дополнительному растворению карбонатов в почве. Это подтверждается увеличением величины рНводн почвы, достоверным под действием сидератов и МП на фоне СТ (табл. 1).

Применяемые приемы биологизации влияли на структуру продуктивности и урожайность винограда. В связи с тем, что в исследование включены различные сорта винограда разного возраста, сравнение ведется по относительным величинам к контролю каждого опыта (табл. 2). Установлено, что количество гроздей при выращивании на участках 1 и 3 нормировалось, влияние МП на эту величину не проявилось

на сорте Пино нуар. На сорте Мускат белый оно было незначительным, хотя и достоверным. На участке 2, где количество гроздей не нормировалось, сидераты и их сочетание с АБ увеличивали количество гроздей на 34–38 % (табл. 2). Вероятно, это происходило за счет улучшения питания и состояния куста, что влияло на плодоносность почек.

Средняя масса грозди при биологизации также увеличивалась достоверно в большинстве вариантов, максимально – на сорте Пино нуар на 17–20 % от контроля (табл. 2). Происходило это в основном за счет увеличения массы ягоды под действием стимуляторов роста, выделяемых МП. Так, масса 100 ягод превышала контрольную во всех опытах на 8–26 %, максимально – у сорта Пино нуар на варианте с МБК.

В результате повышения плодородия почвы при биологизации, а также увеличения количества гроздей винограда и их массы урожайность винограда увеличивалась достоверно на всех опытах. Высокая прибавка урожайности получена на вариантах при применении МБК по ЧП и СТ на 17 % от соответствующего контроля. Максимальная прибавка урожайности отмечена на сорте Бастардо магарачский на 37 и 44 % от контроля под действием сидератов и АБ на фоне сидератов соответственно (табл. 2).

При возделывании технических сортов винограда для производства того или иного сорта вина и достижения нужных кондиций виноматериалов необходимо соблюдать баланс сахаристости и кислотности сусла. В соответствии с полученными результатами, биологизация способствовала улучшению качественных показателей виноградного сусла (табл. 3).

Так, отмечено повышение массовой концентрации сахаров по сравнению с контролем, особенно значительное и достоверное при использовании АБ по сидератам и МБК по СТ до 242 и 191 г/дм<sup>3</sup> соответственно по отношению к контролю. Массовая доля титруемых кислот сусла, наоборот, снижалась, так как данный показатель находится в обратной зависимости от количества сахара в ягодах винограда:

**Таблица 3.** Влияние биологизации на показатели углеводно-кислотного потенциала винограда, юго-западный Крым**Table 3.** The influence of biologization on the carbohydrate-acid potential of grapes, South-Western Crimea

Показатель	Участок 2 Бастардо магарачский, 2019–2020 гг.			Участок 3 Мускат белый, 2013–2015 гг.		
	ЕЗ (контроль)	сидераты	сидераты + АБ	СТ (контроль)	СТ + АС	СТ + МБК
Массовая концентрация сахаров, г/дм <sup>3</sup>	238±0,01	236±0,3	242±0,3*	184±1	189±1*	191±1*
Массовая доля титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>	4,7±0,1	4,5±0,1	4,2±0,1*	7,6±0,1	7,5±0,1	7,3±0,1*
pH сула	3,30±0,01	3,32±0,01	3,34±0,01*	3,07±0,01	3,05±0,01	3,04±0,01
Глюкоацидометрический показатель (ГАП)	51	52	58	24	25	26

максимально и достоверно на этих же вариантах – до 4,2 у сорта Бастардо магарачский и 7,3 г/дм<sup>3</sup> у сорта Мускат белый (табл. 3).

Величина pH сула позволяет оценить техническую зрелость винограда, а также отнести винома- териал к определенной категории сорта вина. Этот показатель достоверно увеличивался только на варианте сидераты + АБ, что отражало снижение кислотности сула.

ГАП сула был высоким на сорте Бастардо магарачский, что характеризует пригодность данного сорта для производства десертных вин. У сорта Мускат белый он был низким в контроле. МП способствовали незначительному его увеличению, что характеризует виноград сорта Мускат белый на подвое Шасла × Берландиери 41 Б, выращенный с применением биологизации в данном регионе, пригодным для производства шампанских вин.

### Выводы

Установлено, что биологизация ампелоценозов юго-западного Крыма с различным содержанием почвы и применением МП приводила к изменению содержания ОВ в почве: на фоне черного пара отмечена тенденция к его снижению, при применении сидератов – увеличению. Достоверное увеличение содержания ОВ произошло под действием препарата МБК на фоне СТ.

Биологизация способствовала увеличению содержания подвижных форм элементов питания в почве: содержание N-NO<sub>3</sub> в большей мере увеличивалось под действием КМП 2 на фоне ЧП на 5,5 мг/кг и МБК по СТ на 12,5 мг/кг относительно контроля. Содержание подвижного фосфора увеличивалось на 5,8–19,8 мг/кг, максимально – на сочетании СТ с МБК, концентрация обменного калия в почве возрастала в большей мере под действием сидератов на 145 мг/кг относительно ЕЗ. Биологизация приводила к увеличению содержания активной извести в почве на 3–5 %, что может быть небезопасно для слабо карбонатустойчивых сортов винограда. В связи с этим при биологизации рекомендуется высаживать насаждения на карбонатустойчивых подвоях типа Шасла × Берландиери 41 Б.

При биологизации произошло увеличение урожайности винограда на 17–44 % относительно кон-

троля в зависимости от сочетания приемов за счет увеличения количества гроздей, массы грозди, величины ягоды. Максимальный рост урожайности отмечен при сидерации в сочетании с АБ. При росте продуктивности повышалось качество сула: увеличивалось содержание сахаров и снижалась кислотность, увеличивался ГАП, повышалось качество винограда для производства соответствующего сорта вина.

В результате сопоставления различных сочетаний приемов биологизации для технических сортов винограда в Западном предгорно-приморском районе Крыма установлено, что МБК на фоне смеси многолетних трав райграса и люцерны в орошаемых условиях и сидераты (вико-пшеничная смесь), а также их сочетание с АБ на богаре могут быть рекомендованы для повышения плодородия почвы, увеличения продуктивности и качества винограда.

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNNS-2022-0005 и аспирантской программы: «Экологические особенности органической системы земледелия на виноградниках юго-западного Крыма».

### Financing source

The work was conducted under public assignment No FNNS-2022-0005 and a postgraduate program: “Ecological features of the organic farming system in the vineyards of the South-Western Crimea.”

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Воробьева Т.Н., Подгорная М.Е. Токсичные остатки органических фунгицидов в антропогенно трансформируемой почве ампелоценозов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018;52(4):68-74. DOI 10.30679/2219-5335-2018-4-52-68-74.
2. Raj O.P., Keshari R., Singh S, Pathak D.P., Sahoo P.K. Organic farming: A healthy farming system. Pharmaceutical and Chemical Journal. 2019;6(3):21-30.
3. Лукин С.В. Динамика агроэкологического состояния почв Белгородской области при длительном сельскохозяйственном использовании // Почвоведение. 2023;12:1671-1685. DOI 10.31857/S0032180X23600890.

4. Соколов М.С. Оздоровление почвы и биологизация земли – важнейшие факторы оптимизации экологического статуса агрорегиона (Белгородский опыт) // *Агрохимия*. 2019;11:3-16. DOI 10.1134/S0002188119110127.
5. Беседина Т.Д., Бондарь А.В., Воробьева Т.Н., Гаркуша С.В., Гусейнов Ш.Н., Драгавцева И.А., Егоров Е.А., Ильина И.А., Козин В.К., Колесников Ф.С., Кочьян Г.А., Красильников А.А., Крицкий Е.И., Кузнецов Г.Я., Лукьянов А.А., Малюкова Л.С., Орленко С.Ю., Павлюкова Т.П., Петров В.С., Подгорная М.Е. Попова В.П., Руссо Д.Э., Рындин А.В., Савин И.Ю., Сергеев Ю.И., Сергеева Н.Н., Серпуховитина К.А., Сорочинская Е.М., Фоменко Т.Г., Худавердов Э.Н., Черников Е.А., Шадрина Ж.А., Шевель С.А., Яковенко В.В. Система земледелия в садоводстве и виноградарстве Краснодарского края. Краснодар: СКНИИСИВ. 2015:1-241.
6. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. М.: Изд-во Агрорус. 2008:1-816.
7. Bugge M.M., Hansen T., Klitkou A. What is the bioeconomy? From Waste to Value. Routledge. 2019:19-50. DOI 10.4324/9780429460289-2.
8. Mutlu B., Gökhan F. The future of innovative agriculture: Bioeconomy and sustainable agriculture. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2024;12(6):1110-1119. DOI 10.24925/turjaf.v12i6.1110-11.
9. Волков Я.А., Волкова М.В. Фитосанитарные риски при культивировании винограда с использованием биодинамического метода в Крыму // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017;2:19-21.
10. Ренгартен Г.А. Биологизация плодородия почвы и влияние удобрений в садах // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2021;33:59-62. DOI 10.30679/2587-9847-2021-33-59-62.
11. Русакова И.В. Сравнительная оценка влияния традиционной и биологизированной систем земледелия на агрохимические, биологические свойства и биологическое качество органического вещества серой лесной почвы Владимирского ополья // *Агрохимия*. 2021;12:15-22. DOI 10.31857/S0002188121120127.
12. Egorov E., Shadrina Zh., Yurchenko E., Kochyan G. The role of biologization of processes in increasing the technological and economic efficiency of viticulture. *BIO Web of Conferences*. 2024;108(1):25011. DOI 10.1051/bioconf/202410825011.
13. Качмазов Д.Г. Сидерация в междурядьях плодового сада и виноградника // *Успехи современного естествознания*. 2020;3:7-14.
14. Волков Я.А., Клименко Н.Н., Странишевская Е.П., Волкова М.В. Влияние посевов растений-сидератов на динамику численности микроорганизмов основных экологотрофических групп в почве виноградника // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(1):36-40.
15. Plugatar Yu.V., Klimenko O.E., Klimenko N.I., Novitsky M.L. The influence of winter green manures on the fertility of the soil under the vineyard. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2023;15(5):172-186. DOI 10.12731/2658-6649-2023-15-5-932.
16. Клименко О.Е., Сотник А.И., Попов А.И. Оценка влияния приемов биологизации агроценоза яблони (*Malus domestica* Borkh.) на плодородие почвы и продуктивность растений // *Агрохимия*. 2024;2:17-28. DOI 10.31857/S0002188124020027.
17. Иванченко В.И., Рыбалко Е.А. Научно-обоснованное размещение виноградных насаждений на основании агроэкологической оценки территории. В кн. Состояние и перспектива размещения виноградарства АР Крым. Ялта: ИВиВ «Магарач». 2013:138-156.
18. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
19. Авидзба А.М., Иванченко В.И., Бейбулатов М.Р., Антипов В.П., Согоян Р.Я., Амирджанов А.Г., Колосовский Ж.А., Чичинадзе Ж.А., Якушина Н.А., Мелконян М.В., Волинкин В.А., Бойко О.А., Модонкаева А.Э., Таран В.А., Бордунова Е.А., Власов В.В., Лянной А.Д., Шевченко И.В., Поляков В.И., Джабурия Л.В. Власова Е.Ю., Костенко В.Н., Шерер В.А., Тулаева М.И., Хилько В.Ф., Мулюкина Н.А., Чисныков В.С., Дикань А.П., Хлевная Г.С., Белинский Ю.А. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины. Ялта: ИВиВ «Магарач». 2004:1-264.
20. Soil survey staff. Kellogg soil survey laboratory methods manual. *Soil Survey Investigations Report*. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. 2014;42(5):1-1031.

### References

1. Vorobyova T.N., Podgornaya M.E. Toxic residues of organic fungicides in the antropogenic transforming soil of ampelocenoses. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2018;52(4):68-74. DOI 10.30679/2219-5335-2018-4-52-68-74 (in Russian).
2. Raj O.P., Keshari R., Singh S, Pathak D.P., Sahoo P.K. Organic farming: A healthy farming system. *Pharmaceutical and Chemical Journal*. 2019;6(3):21-30.
3. Lukin S.V. Dynamics of agroecological state of soils in the Belgorod region during long-term agricultural use. *Soil Science*. 2023;56(12):1986-1998. DOI 10.1134/s1064229323602123 (in Russian).
4. Sokolov M.S. Soil rehabilitation and biologization of agriculture – impotent factors optimizing the ecological status of the region (Belgorod experience). *Agrochemistry*. 2019; 11:3-16. DOI 10.1134/S0002188119110127 (in Russian).
5. Besedina T.D., Bondar A.V., Vorobyova T.N., Garkusha S.V., Guseinov Sh.N., Dragavtseva I.A., Egorov E.A., Ilyina I.A., Kozin V. .K., Kolesnikov F.S., Kochyan G.A., Krasilnikov A.A., Kritsky E.I., Kuznetsov G.Ya., Lukyanov A.A., Malyukova L.S., Orlenko S.Yu. , Pavlyukova T.P., Petrov V.S., Podgornaya M.E. Popova V.P., Russo D.E., Rynadin A.V., Savin I.Yu., Sergeev Yu.I., Sergeeva N.N., Serpukhovitina K.A., Sorochinskaya E.M., Fomenko T. .G., Khudaverdov E.N., Chernikov E.A., Shadrina Zh.A., Shevel S.A., Yakovenko V.V. The farming system in horticulture and viticulture of the Krasnodar region. *Krasnodar: NCSRIHV*. 2015:1-241 (in Russian).
6. Zhuchenko A.A. Adaptive plant growing (ecological and genetic foundations). Theory and practice. M.: Publishing house Agrorus. 2008:1-816 (in Russian).
7. Bugge M.M., Hansen T., Klitkou A. What is the bioeconomy? From Waste to Value. Routledge. 2019:19-50. DOI 10.4324/9780429460289-2.
8. Mutlu B., Gökhan F. The future of innovative agriculture: Bioeconomy and sustainable agriculture. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*. 2024;12(6):1110-1119. DOI 10.24925/turjaf.v12i6.1110-11.
9. Volkov Ya.A., Volkova M.V. Phytosanitary risks faced in the Crimea in the process of grapevine cultivation applying "biodynamic" methods. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017;2:19-21 (in Russian).
10. Rengarten G.A. Biologization of soil fertility and the influence of fertilizers in gardens. *Scientific Publications of NCFRCHVW*. 2021;33:59-62. DOI 10.30679/2587-9847-2021-33-59-62 (in Russian).



11. Rusakova I.V. Comparative evaluation of the effects of traditional and biologized arable systems on agrochemical and biological properties, and biological quality of organic matter of gray forest soil in Vladimir Opolye. *Agrochemistry*. 2021;12:15-22. DOI 10.31857/S0002188121120127 (in Russian).
12. Egorov E., Shadrina Zh., Yurchenko E., Kochyan G. The role of biologization of processes in increasing the technological and economic efficiency of viticulture. *BIO Web of Conferences*. 2024;108(1):25011. DOI 10.1051/bioconf/202410825011.
13. Kachmazov D.G. Sideration between rows of fruit garden and vineyard. *Advances in Current Natural Sciences*. 2020;3:7-14 (in Russian).
14. Volkov Ya.A., Klimenko N.N., Stranishevskaya E.P., Volkova M.V. The impact of green manure crops on the population dynamics of major ecological and trophic groups of microorganisms in the soil of a vineyard. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(1):36-40 (in Russian).
15. Plugatar Yu.V., Klimenko O.E., Klimenko N.I., Novitsky M.L. The influence of winter green manures on the fertility of the soil under the vineyard. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*. 2023;15(5):172-186. DOI 10.12731/2658-6649-2023-15-5-932.
16. Klimenko O.E., Sotnik A.I., Popov A.I. Assessment of the impact of methods of biologization of the agrocenosis of apple trees (*Malus domestica* Borkh.) on soil fertility and plant productivity. *Agrochemistry*. 2024;2:17-28. DOI 10.31857/S0002188124020027 (in Russian).
17. Ivanchenko V.I., Rybalko E.A. Scientifically based placement of grape plantings based on an agroecological assessment of the territory. In the book: *State and Prospects for the Placement of Viticulture in the Autonomous Republic of Crimea*. Yalta: IV&W Magarach. 2013:138-156 (in Russian).
18. Dospekhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).
19. Avidzba A.M., Ivanchenko V.I., Beybulatov M.R., Antipov V.P., Sogoyan R.Ya., Amirdzhanov A.G., Kolosovsky Zh.A., Chichinadze Zh.A., Yakushina N.A., Melkonyan M.V., Volynkin V.A., Boyko O.A., Modonkaeva A.E., Taran V.A., Bordunova E.A., Vlasov V.V., Lyannay A. .D., Shevchenko I.V., Polyakov V.I., Jaburia L.V. Vlasova E.Yu., Kostenko V.N., Sherer V.A., Tulaeva M.I., Khilko V.F., Mulyukina N.A., Chisnykov V.S., Dikan A.P., Khlevnaya G. .S., Belinsky Yu.A. Methodological recommendations for agrotechnical research in viticulture in Ukraine. Yalta: IV&W Magarach. 2004: 1-264 (in Russian).
20. Soil survey staff. Kellogg soil survey laboratory methods manual. Soil Survey Investigations Report. U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. 2014;42(5):1-1031.

### Информация об авторах

**Ольга Евгеньевна Клименко**, д-р биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории агроэкологии; e-мейл: olga.gnbs@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9142-521X>;

**Елена Борисовна Балькина**, д-р с.-х. наук, зав. лабораторией энтомологии и фитопатологии; e-мейл: yelena-balykina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6357-4878>;

**Виктор Витальевич Степовенко**, аспирант; e-mail: stepovenko14@mail.ru;

**Нина Николаевна Якушева**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории физиологии и экологии микроорганизмов; e-мейл: ninaklymenko@yandex.ru;

**Анна Викторовна Струченко**, лаборант-исследователь лаборатории агроэкологии; e-мейл: anyastruchenko@mail.ru.

### Information about authors

**Olga E. Klimenko**, Dr. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Agroecology; e-mail: olga.gnbs@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9142-521X>;

**Elena B. Balykina**, Dr. Agric. Sci., Head of the Laboratory of Entomology and Phytopathology; e-mail: yelena-balykina@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6357-4878>;

**Victor V. Stepovenko**, Graduate Student; e-mail: stepovenko14@mail.ru;

**Nina N. Yakusheva**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Physiology and Ecology of Microorganisms; e-mail: ninaklymenko@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7729-9598>;

**Anna V. Struchenko**, Research Assistant, Laboratory of Agroecology; e-mail: anyastruchenko@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 15.07.2024, одобрена после рецензии 26.08.2024, принята к публикации 27.08.2024.

УДК 634.8 (470.61)  
EDN NABJIP

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

# Технологическая оценка сорта винограда Бастардо магарачский для производства различных типов высококачественных вин в условиях Нижнего Придонья

Матвеева Н.В.<sup>✉</sup>, Бахметова М.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра, г. Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

<sup>✉</sup>N-matveeva78@mail.ru

**Аннотация.** Работа посвящена изучению технологических особенностей красного технического сорта винограда Бастардо магарачский для производства различных типов вин в условиях Нижнего Придонья. После наступления технической зрелости винограда в сусле были определены физико-химические и биохимические показатели: массовая концентрация сахаров и титруемых кислот, технологический запас суммы фенольных веществ, показатель технической зрелости, глюкоацидометрический показатель и другие. Из изучаемого сорта были приготовлены образцы сухого, полусладкого и ликерного вина. Установлено, что за годы исследований (2019-2023) сорт в среднем накапливал сахаров 223 г/дм<sup>3</sup> при максимальном значении 277 г/дм<sup>3</sup>. Отличительной особенностью этого сорта является оптимальное содержание сахаров и титруемых кислот, что позволяет получать вина с хорошим балансом свежести и полноты вкуса. Содержание антоцианов в исследуемом сусле составило 983–1107 мг/дм<sup>3</sup>. Значение pH варьировалось от 3,0 до 3,2. Содержание фенольных веществ составило 897–1123 мг/дм<sup>3</sup>, массовая концентрация общего азота — 549–598 мг/дм<sup>3</sup>, аминного азота — 265–350 мг/дм<sup>3</sup>. В полученных образцах определены основные качественные показатели, проведена органолептическая оценка, которая показала высокое качество вин из сорта Бастардо магарачский. Дегустационные оценки вин (без выдержки и с выдержкой 1 год) составили 8,7–8,9 (для сухих образцов), 8,8–8,9 (для полусладких) и 8,9–9,1 (для ликерных) соответственно. По результатам проведенных 5-летних исследований отмечено улучшение вкусовых характеристик исследуемых вин со временем, что является достоинством данного сорта и позволяет использовать его для производства высококачественных вин различных типов.

**Ключевые слова:** климатические условия местности; техническая зрелость; фенольные вещества; антоцианы; сахаристость; спиртозность.

**Для цитирования:** Матвеева Н.В., Бахметова М.В. Технологическая оценка сорта винограда Бастардо магарачский для производства различных типов высококачественных вин в условиях Нижнего Придонья // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):273-278. EDN NABJIP.

ORIGINAL RESEARCH

# Technological assessment of 'Bastardo Magarachskiy' grape variety for the production of various types of high-quality wines in the conditions of the Lower Don region

Matveeva N.V.<sup>✉</sup>, Bakhmetova M.V.

All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko – branch of the Federal Rostov Agrarian Research Centre, Novocherkassk, Rostov region, Russia

<sup>✉</sup>N-matveeva78@mail.ru

**Abstract.** The study is dedicated to the examining of technological characteristics of red wine grape variety 'Bastardo Magarachskiy' for the production of various types of wines in the conditions of the Lower Don region. After the grapes reached technical ripeness, physicochemical and biochemical indicators in the must were determined, including mass concentration of sugars and titratable acids, technological stock of total phenolic compounds, technical ripeness index, glucoacidometric index, etc. Samples of dry, semi-sweet, and fortified wines were produced from the studied variety. It was found that over the years of research (2019-2023), the variety was accumulating sugars, on average, at the level of 223 g/dm<sup>3</sup>, with a maximum value of 277 g/dm<sup>3</sup>. A distinctive feature of this variety is an optimal content of sugars and titratable acids, which allows the production of wines with a balanced freshness and palate fullness. The anthocyanin content in the studied must was in the range of 983–1107 mg/dm<sup>3</sup>. The pH value varied in the range of 3.0–3.2. The content of phenolic substances was 897–1123 mg/dm<sup>3</sup>, mass concentration of total nitrogen — 549–598 mg/dm<sup>3</sup>, and amine nitrogen — 265–350 mg/dm<sup>3</sup>. Basic quality indicators were determined in the samples obtained. Organoleptic assessment was carried out, and showed high quality of wines made of 'Bastardo Magarachskiy' variety. Tasting assessment of wines (both non-aged and aged for 1 year) ranged from 8.7 to 8.9 (for dry samples), 8.8 to 8.9 (for semi-sweet samples), and 8.9 to 9.1 (for fortified samples). The results of the 5-year study indicate an improvement in flavor characteristics of the studied wines over time, which is an advantage of this variety, and allows its use in the production of various types of high-quality wines.

**Key words:** climatic conditions of the area; technical ripeness; phenolic substances; anthocyanins; sugar content; alcohol content.

**For citation:** Matveeva N.V., Bakhmetova M.V. Technological assessment of 'Bastardo Magarachskiy' grape variety for the production of various types of high-quality wines in the conditions of the Lower Don region. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):273-278. EDN NABJIP (in Russian).

## Введение

В настоящее время винодельческие предприятия Российской Федерации ориентированы на выпуск высококачественной продукции, к которой относятся вина с защищенным географическим указанием (ЗГУ), с защищенным наименованием места происхождения товара (ЗНМПТ). Производство винодельческой продукции этих категорий качества – сложный процесс, состоящий из выбора сорта винограда, технологии переработки, а также условий хранения, созревания и выдержки вин [1-5]. Российский винный рынок представлен широким ассортиментом продукции, как отечественных, так и иностранных производителей. Причём на прилавках присутствует продукция различной ценовой категории: премиальные вина известных брендов и низкого ценового сегмента, но зачастую высокого качества и оригинального вкуса. В таких условиях потребитель зачастую делает выбор в пользу оригинальных вин, имеющих свои характерные особенности, выделяющие их из ряда традиционной продукции [6].

Одной из основных функций ампелографических коллекций является интродукция, которая проводится с целью расширения ареала виноградарства, формирования, улучшения и обогащения биоразнообразия промышленного сортимента той или иной виноградарской зоны. Под экологической пластичностью подразумевают способность сортов сохранять в различных эколого-географических районах высокий уровень продуктивности, т.е. высокую урожайность в сочетании с высоким качеством [7]. В настоящее время в связи с новым витком развития виноградарства и качественного виноделия в Российской Федерации большой интерес представляет не только использование местных автохтонных сортов, но и интродукция наиболее интересных зарубежных сортов винограда с точки зрения виноделия и возможности дальнейшего использования в селекции [8-10]. Сорта, включенные в сортимент виноградных насаждений, должны обладать генетической устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессорам, иметь высокую потенциальную продуктивность и качество урожая. Для оценки и установления направления использования высокопродуктивных технических сортов винограда и оптимизации технологических режимов с целью получения высококачественной продукции необходимо тщательное изучение качественных и количественных характеристик на всех этапах технологии – от момента определения полной технологической зрелости с последующей переработкой винограда и формирования вина до его созревания и старения [11-13]. Химический состав винограда и вина включает соединения, представляющие различные классы, – углеводы, органические кислоты, фенольные, азотистые, минеральные и другие вещества. В процессе переработки все они претерпевают сложные превращения и служат источником для образования новых соединений, влияющих как на органолептические, так и на физико-химические и биологически ценные вещества. Массовая концентрация этих соединений

зависит от сортовых особенностей растения, условий урожая, агротехнических мероприятий по выращиванию винограда, технологических параметров и приемов при производстве красных вин, технологии первичного и вторичного виноделия [14–15]. Основной задачей технологической оценки сорта является определение направления его использования. Для технических сортов винограда важно максимально раскрыть сортовые особенности для получения вин высокого качества.

**Целью работы** являлось технологическое изучение красного технического сорта Бастардо магарачский для производства различных типов вин в условиях Нижнего Придонья.

## Материалы и методы исследований

Объектом исследований являлся виноград красный технический Бастардо магарачский, произрастающий на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Ростовской обл.).

Ампелографическая коллекция института расположена на степном придонском плато. Рельеф местности – волнистый. Почва – чернозем обыкновенный, карбонатный, среднемощный, слабогумусированный, тяжелосуглинистый, на лёссовидных суглинках. Это плодородная почва с большим содержанием основных элементов питания. 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 %. Грунтовые воды недоступны для корневой системы винограда, так как находятся на глубине 15-20 м.

Донская ампелографическая коллекция им. Я.И. Потапенко заложена привитыми саженцами (подвой Кобер 5 ББ), схема посадки кустов 3 × 1,5 м, культура неполивная, укрывная. Технология возделывания виноградников – общепринятая для северной зоны промышленного виноградарства РФ. Изучение сортов винограда на коллекции проводится по общепринятым в виноградарстве методикам (Лазаревский М.А., 1963; Простосердов Н.Н., 1963 и др.) и ГОСТам.

Климатические условия области контрастные: летние периоды сухие и жаркие с дефицитом атмосферных осадков; зимние отличаются неустойчивым характером погоды, с резкими колебаниями температуры от отрицательных до плюсовых значений. Весной существует угроза поздних, а осенью – ранних заморозков. Почвы – карбонатные черноземы, тяжелосуглинистые, слабоперегнойные на лёссовидных суглинках. Грунтовые воды имеют глубокое залегание (на 15-20 м) и не оказывают влияния на корневую систему винограда.

Донские виноградники являются самыми северными, самобытными, достаточно крупными и древними в Европейской части Российской Федерации. Ведению культуры винограда в этой зоне благоприятствует продолжительное солнечное освещение в начале осени – в период созревания винограда, что

позволяет получить урожай высокого качества.

Регион характеризуется недостаточным увлажнением (200-500 мм годовых осадков) при очень высокой летней инсоляции и испарении. Температурный режим вегетационного периода винограда почти по всей Ростовской области является достаточно благоприятным. Значительная длительность периода с температурами выше 10 °С говорит о том, что развитие, вызревание и достаточная сахаристость винограда обеспечиваются летними условиями температуры.

Характеризуя годы исследований, отмечаем, что наибольшая сумма активных температур воздуха была в сезон 2019 г. (табл. 1) и составила 3838°С, что на 246°С выше средних многолетних значений этого показателя (3592°С). Самым засушливым был вегетационный период 2020 г., когда выпало всего 45 % средних показателей по осадкам, а самым влажным – 2023 г. (155% или 482 мм при норме 311 мм).

После наступления технической зрелости винограда в сусле были определены физико-химические и биохимические показатели (массовые концентрации сахаров и титруемых кислот, технологический запас суммы фенольных веществ (ТЗФВ), показатель технической зрелости (ПТЗ), глюкоацидометрический показатель (ГАП) и др.

Для объективной оценки потенциала сорта для виноделия были приготовлены образцы вин следующих типов: сухое красное, полусладкое и ликерное. Технология производства сухих виноматериалов включает: гребнеотделение, дробление винограда, брожение, отжим, последующее снятие с дрожжевого осадка. Полусладкие вина получили при помощи остановки брожения холодом. Виноматериалы были приготовлены в лаборатории ампелографии и технологической оценки сортов винограда ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ, в условиях микровиноделия, по классической технологии согласно действующей нормативной документации. Минимальная партия винограда исследуемого сорта составляла 15 кг.

Установлено, что выработанные виноматериалы соответствовали требованиям ГОСТ 32030. В полученных виноматериалах определяли физико-химические показатели, в том числе качественный и количественный состав органических кислот методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». Органолептический анализ виноматериалов проведен дегустационной комиссией института согласно ГОСТ 32051 по 10 – балльной шкале. Анализ данных представлен на основании 5-летних исследований.

### Результаты и их обсуждение

Виноград сорта Бастардо магарачский способен накапливать в среднем до 223 г/дм<sup>3</sup> сахаров, в первой половине сентября и достигать величины 277 г/дм<sup>3</sup> к концу месяца. Отличительной особенностью данного сорта является оптимальное содержание сахаров и титруемых кислот, позволяющее получать вина с

**Таблица 1.** Теплообеспеченность и продолжительность вегетационного периода винограда в годы наблюдений

**Table 1.** Heat supply and grape growing season duration in the years of research

Год	Продолжительность вегетационного периода		Сумма активных температур, °С
	даты	количество дней	
2019	7 апреля – 29 октября	206	3838
2020	24 апреля – 5 ноября	196	3819
2021	13 апреля – 23 октября	194	3593
2022	30 марта – 14 октября	199	3798
2023	4 апреля – 10 ноября	220	3811
Среднее		203	3772

**Таблица 2.** Физико-химические показатели винограда сорта Бастардо магарачский (среднее за 2019-2023 гг.)

**Table 2.** Physicochemical indicators of 'Bastardo Magarachskiy' grape variety (average for 2019-2023)

Тип вина	Дата сбора	Массовая концентрация		рН
		сахаров, г/дм <sup>3</sup>	титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>	
Сухое	01.09	223	7,0	3,2
Полусладкое	10.09	230	6,3	3,0
Ликерное	15.09	259	6,1	3,0

**Таблица 3.** Показатели химического состава сусла (среднее за 2019-2023 гг.)

**Table 3.** Indicators of chemical composition of the must (average for 2019-2023)

Тип вина	Σ фенольных веществ, мг/дм <sup>3</sup>	Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>			ГАП	ПТЗ
		азот общий	азот аминный	антоцианы		
Сухое	897	549	350	983	3,1	228
Полусладкое	987	578	265	1067	3,6	207
Ликерное	1123	598	345	1107	4,2	233

балансом свежести и полноты во вкусе. Величина рН отмечена на уровне 3,1-3,2, что соответствует рекомендациям для производства высококачественных вин [16] (табл. 2).

Содержание антоцианов в исследуемом сусле было на уровне 983–1107 мг/дм<sup>3</sup>. Значения ПТЗ (207–233) и ГАП (3,1–4,2) соответствуют рекомендуемым для производства виноматериалов значениям [17].

Технологический запас фенольных веществ зависит как от района произрастания, так и от возможностей сорта. Содержание фенольных веществ составило 897–1123 мг/дм<sup>3</sup>, массовые концентрации общего азота 549–598 мг/дм<sup>3</sup>, аминного 265–350 мг/дм<sup>3</sup> (табл. 3).

В наибольшем количестве в сусле содержатся винная и яблочная кислоты. Эти кислоты имеют основное технологическое значение. Содержание винной, яблочной, янтарной и лимонной кислот в исследуемом сусле представлено в табл. 4. Преобладание винной кислоты над яблочной свидетельствует о наступлении периода технологической технической зрелости винограда. В результате наших исследований подтверждено, что катионов  $K^+$  в сусле содержится наибольшее количество. Катионы щелочных и щелочно-земельных материалов играют важную роль при оценке химического состава вин. Массовую концентрацию этих катионов необходимо контролировать в процессе приготовления виноматериалов с целью прогнозирования их розливостойкости.

Полученные образцы вин имели объемную долю этилового спирта от 12,2 % (сухое вино) до 17,9 % (ликерное), массовую концентрацию сахаров в пределах ГОСТа, для соответствующих типов вин, титруемых кислот 5,9–6,7 г/дм<sup>3</sup>, летучих кислот не выше 0,8 г/дм<sup>3</sup>, общего диоксида серы 75–172 мг/дм<sup>3</sup>, показатель приведенного экстракта на уровне 24,8–26,9 г/дм<sup>3</sup>, что соответствует требованиям ГОСТ (табл. 5).

Заключительная оценка давалась виноматериалам в результате органолептической оценки (дегустации). Исследуемые образцы вин были оценены на следующий год после приготовления, и через год выдержки в бутылках. По результатам дегустации видно, что максимальную оценку 8,9 балла получил образец ликерного вина. Минимальную оценку 8,7 балла – образец сухого вина. Все приготовленные образцы вин улучшили свои органолептические свойства после бутылочной выдержки в течение года (табл. 6).

### Выводы

Сорт Бастардо магарачский продемонстрировал высокие технологические характеристики, что позволяет использовать его для производства различных типов вин в условиях Нижнего Придонья. Виноград сорта стабильно накапливал сахара в пределах 223–

**Таблица 4.** Массовая концентрация органических кислот и катионов щелочных металлов в сусле (среднее за 2019-2023 гг.)

**Table 4.** Mass concentration of organic acids and alkali metal cations in the must (average for 2019-2023)

Наименование сорта	Массовая концентрация							
	органических кислот, мг/дм <sup>3</sup>				катионов щелочных металлов, мг/дм <sup>3</sup>			
	винная	яблочная	янтарная	лимонная	$K^+$	$Na^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$
Бастардо магарачский	4500	2700	не обнаружено	170	560	55	200	85

**Таблица 5.** Химический состав исследуемых вин из сорта Бастардо магарачский (среднее за 2019-2023 гг.)

**Table 5.** Chemical composition of the studied wines from 'Bastardo Magarachskiy' variety (average for 2019-2023)

Тип вина	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация				
		титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>	летучих кислот, г/дм <sup>3</sup>	сахаров, г/дм <sup>3</sup>	приведенного экстракта, г/дм <sup>3</sup>	общего диоксида серы, мг/дм <sup>3</sup>
Сухое	12,2	6,7	0,64	1,1	24,8	75,0
Полусладкое	13,5	6,0	0,72	7,8	25,6	97,6
Ликерное	17,9	5,9	0,80	169	26,9	172,8

**Таблица 6.** Органолептическая характеристика исследуемых вин из сорта винограда Бастардо магарачский (среднее за 2019-2023 гг.)

**Table 6.** Organoleptic characteristics of the studied wines from 'Bastardo Magarachskiy' grape variety (average for 2019-2023)

Тип вина	Органолептическая характеристика	Средний балл
Сухое красное без выдержки	Темно-рубинового цвета, плотное по структуре, в аромате тона ягод, чернослива. Вкус гармоничный, полный, с приятным послевкусием	8,7
Сухое красное выдержка 1 год	Насыщенно-рубинового цвета. Яркий букет, с тонами вяленых ягод и фруктов. Вкус полный, слаженный, богатое послевкусие	8,9
Полусладкое красное без выдержки	Темно-рубиновый цвет, аромат яркий, с тонами ежевики и лёгкими оттенками молочных сливок. Вкус полный, гармоничный, мягкий	8,8
Полусладкое красное выдержка 1 год	Темно-рубинового цвета, плотное по структуре, сложный букет с тонами ежевики, деликатные сафьяновые оттенки. Вкус полный, гармоничный	8,9
Ликерное красное без выдержки	Рубинового цвета, аромат яркий, изюма. Вкус полный, слегка спиртуозный. Богатое, ягодное послевкусие	8,9
Ликерное красное выдержка 1 год	Рубинового цвета. С лёгкими охристыми оттенками. Букет насыщенный, сложный, с тонами ягод, цветов, лёгкими медовыми нотками. Вкус полный, насыщенный	9,1

277 г/дм<sup>3</sup>, обеспечивая оптимальные условия для создания качественных вин с гармоничным вкусом.

Содержание фенольных веществ в сусле сорта Бастардо магарачский составляло 897–1123 мг/дм<sup>3</sup>, что способствует образованию вин с глубоким цветом и насыщенным вкусом. Уровень антоцианов в сусле варьировал от 983 до 1107 мг/дм<sup>3</sup>, что является важным показателем для производства красных вин с выраженным цветом.

Органолептическая оценка полученных образцов

вин продемонстрировала высокие результаты. Все виды вин, как сухие, так и полусладкие и ликерные, получили высокие баллы по десятибалльной шкале оценок (8,7–9,1). Это указывает на то, что сорт Бастардо магарачский может служить основой для создания вин высокого качества.

В процессе пяти лет исследований было установлено, что вина из сорта Бастардо магарачский со временем улучшают свои органолептические характеристики, что свидетельствует о высоком потенциале сорта для создания марок вин с длительным сроком выдержки и потенциалом к хранению.

Полученные результаты подтверждают перспективность использования сорта Бастардо магарачский для производства высококачественных вин различного типа, что делает его ценным компонентом в сорimente винодельческих предприятий Нижнего Придонья.

#### 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. Guguchkina T., Antonenko M., Yakimenko Ye. New grape varieties for production of high-quality wines, and assessment methodology for varietal characteristics of the product. *BIO Web of Conf.*, 2020;25:02016. DOI 10.1051/bioconf/20202502016.
2. Васылык И.А. Оценка устойчивости к морозу в синтетических популяциях крымских автохтонных сортов винограда // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2022;74(2):75-88. DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-75-88.
3. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю., Зайцева О.В., Еременко С.А. Качество винограда как фактор развития виноделия с географическим статусом // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2018;3:77-79.
4. 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.
5. Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А. Технологическая оценка аборигенных белых сортов винограда в системе «виноград-виноматериал» // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2020;22(3):252-259. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.014.
6. Интродукция сортов винограда. <https://sortov.net/info/introdukciya-sortov-vinograda.html> (дата обращения 26.01.2024).
7. Salvetti E., Campanaro S., Campedelli I., Fracchetti F., Gobbi A., Tornielli G.B., Torriani S., Felis G. Whole-metagenome-sequencing-based community profiles of *Vitis vinifera* L. cv. Corvina berries withered in two post-harvest conditions. *Front. Microbiol.* 2016;7:1-17. DOI 10.3389/fmicb.2016.00937.

8. 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;VIII(2):7-16.
9. Красохина С.И., Куличков А.В., Хисамутдинов А.Ф. Корвина - перспективный сорт винограда для качественного виноделия // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2022;75(3):72-84. DOI 10.30679/2219-5335-2022-3-75-72-84.
10. Школьникова М.Н., Апарнева М.А., Рожнов Е.Д. Оценка качества винных напитков типа Кагор, произведенных из винограда Алтайского края // *Вестник КрасГАУ*. 2018;1(136):140-147.
11. Алейникова Г.Ю., Захарова М.В. Характеристика аромата вин из клонов винограда сорта Шардоне // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2018;49(1):143-151.
12. Митрофанова Е.А., Гугучкина Т.И., Шелудько О.Н. Транс-ресвератрол как дополнительный критерий биологической ценности и подлинности винодельческой продукции // *Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия*. 2019;23:247-249.
13. Калмыкова Н.Н., Калмыкова Е.Н., Гапонова Т.В. Влияние агротехнических мероприятий на состав и качество сухих белых вин из сорта винограда Первенец Магарача // *Вестник КрасГАУ*. 2022;1(178):159-164. DOI 10.36718/1819-4036-2022-1-159-164.
14. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 2-е изд. Симферополь: Таврида. 2009:1-304.
15. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции / Под общей ред. Н.Г. Сарисвили. Утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия РФ 5 мая 1998 г. М.: Пищепромиздат. 1998:1-242.
16. Марморштейн А.А., Алейникова Г.Ю., Ильницкая Е.Т., Козина Т.Д., Макаркина М.В., Пята Е.Г., Котляр В.К., Ширшова А.А., Митрофанова Е.А. Агробиологическая и энологическая характеристика перспективных клонов сорта Саперави в условиях Черноморской агроэкологической зоны виноградарства // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2024;87(3):28-47. DOI 10.30679/2219-5335-2024-3-87-28-47.
17. Валуйко Г.Г. Биохимия и технология красных вин. М.: Пищ. промышленность. 1973:1-296.

#### References

1. Guguchkina T., Antonenko M., Yakimenko Ye. New grape varieties for production of high-quality wines, and assessment methodology for varietal characteristics of the product. *BIO Web of Conf.*, 2020;25:02016. DOI 10.1051/bioconf/20202502016.
2. Vasylyk I.A. The assessment of frost resistance in synthetic populations of Crimean autochthonous grape varieties. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2022;74(2):75-88. DOI:10.30679/2219-5335-2022-2-74-75-88 (in Russian).
3. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu., Zaitseva O.V., Yeremenko S.A. Grape quality as a factor for the development of winemaking with geographical status. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;3:77-79 (in Russian).
4. 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-mustwine 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).

5. Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaya N.A., Maksimovskaya V.A. Technological assessment of native white grape varieties in the system «grapes-base wine». *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(3):252-259. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.014 (in Russian).
6. Introduction of grape varieties. <https://sortov.net/info/introdukciya-sortov-vinograda.html> (date of access 26.01.2024) (in Russian).
7. Salvetti E., Campanaro S., Campedelli I., Fracchetti F., Gobbi A., Torielli G.B., Torriani S., Felis G. Whole-metagenome-sequencing-based community profiles of *Vitis vinifera* L. cv. Corvina berries withered in two post-harvest conditions. *Front. Microbiol.* 2016;7:1-17. DOI 10.3389/fmicb.2016.00937.
8. 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;VIII(2):7-16.
9. Krasokhina S.I., Kulichkov A.V., Khisamutdinov A.F. Corvina is a promising grape variety for high quality winemaking. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2022;75(3):72-84. DOI 10.30679/2219-5335-2022-3-75-72-84 (in Russian).
10. Shkolnikova M.N., Aparneva M.A., Rozhnov E.D. Evaluation of the quality of wine beverages of Cahor type, produced from the grapes of Altai Territory. *Bulletin of the KrasGAU*. 2018;1(136):140-147 (in Russian).
11. Aleynikova G.Yu., Zakharova M.V. Characteristics aroma of wines from grapes Chardonnay clones. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2018;49(1):143-151 (in Russian).
12. Mitrofanova E.A., Guguchkina T.I., Sheludko O.N. Trans-resveratrol as an additional criterion of biological value and authenticity of wine products. *Scientific Works of the North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking*. 2019;23:247-249 (in Russian).
13. Kalmykova N.N., Kalmykova E.N., Gaponova T.V. Agrotechnical measures effect on the composition and quality of dry white wine from Pervenets Magaracha grape variety. *Bulletin of KrasGAU*. 2022;1(178):159-164. DOI 10.36718/1819-4036-2022-1-159-164 (in Russian).
14. *Methods of technochemical control in winemaking* / Edited by Gerzikova V.G. 2nd ed. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
15. Collection of basic rules, technological instructions and regulatory materials for the production of wine products. Under the general editorship of N.G. Sarishvili. Approved by the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation on May 5, 1998. M.: Pishchepromizdat. 1998;1-242 (in Russian).
16. Marmorshtein A.A., Aleynikova G.Yu., Ilnitskaya E.T., Kozina T.D., Makarkina M.V., Pyata E.G., Kotlyar V.K., Shirshova A.A., Mitrofanova E.A. Agrobiological and enological characteristics of promising Saperavi clones in the conditions of the Black Sea agroecological zone of viticulture. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2024;87(3):28-47. DOI 10.30679/2219-5335-2024-3-87-28-47 (in Russian).
17. Valouiko G.G. *Biochemistry and technology of red wines*. M.: Food Industry. 1973:1-296 (in Russian).

---

### Информация об авторах

**Наталья Викторовна Матвеева**, ст. науч. сотр. лаборатории ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-майл: N-matveeva78@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8612-9005>;

**Марина Викторовна Бахметова**, мл. науч. сотр. лаборатории ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-майл: M4rina.mol4a@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6719-7993>.

### Information about authors

**Natalia V. Matveeva**, Senior Staff Scientist, Laboratory of Ampelography and Technological Assessment of Grape Varieties; e-mail: N-matveeva78@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8612-9005>;

**Marina V. Bakhmetova**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Ampelography and Technological Assessment of Grape Varieties; e-mail: M4rina.mol4a@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6719-7993>.

Статья поступила в редакцию 05.08.2024, одобрена после рецензии 21.08.2024, принята к публикации 27.08.2024.

УДК 634.85:663.223.11(470.75)  
EDN OTTBFF

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

# Влияние процесса выдержки кюве на дрожжах на качество игристых вин из крымских автохтонных сортов винограда

Лутков И.П.<sup>✉</sup>, Шмигельская Н.А., Макаров А.С.Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН,  
г. Ялта, Республика Крым, Россия<sup>✉</sup> igorlutkov@mail.ru

**Аннотация.** Для увеличения выпуска высококачественных оригинальных игристых вин можно использовать крымские автохтонные сорта винограда. Но для раскрытия потенциала этих сортов необходимо выбрать оптимальную технологию их производства. Цель исследования заключалась в изучении влияния процесса выдержки кюве на дрожжевом осадке на качество игристых вин, выработанных из крымских аборигенных сортов винограда. Объектами исследования являлись молодые (без выдержки) и выдержанные (9 мес.) игристые вина из винограда сортов Солдайя, Кокур белый, Сары пандас, Джеват кара, Эким кара и Кефесия. Содержание органических кислот определяли методом ВЭЖХ, аминного азота – формольным титрованием, оптические характеристики – колориметрическим методом, пенистые свойства – барботированием пробы вина воздухом в мерном цилиндре, игристые свойства – измерением скорости десорбции CO<sub>2</sub> из пробы игристого вина, содержание CO<sub>2</sub> – волюметрическим методом, вязкость – с помощью вискозиметра. Органолептическую оценку проводили по ГОСТ 32051-2013, ISO 5492:2008 и ISO 11035:1994. Установлено, что для приготовления высококачественных игристых вин с оригинальными органолептическими показателями и хорошими типичными свойствами можно использовать крымские аборигенные сорта винограда. Особенностью окрашенных крымских аборигенных сортов является низкая концентрация органических кислот. Игристые вина, приготовленные с использованием выдержки кюве на дрожжах, получили более низкие дегустационные оценки по сравнению с аналогичными образцами, выработанными по технологии молодых игристых вин без выдержки, по причине более низкого содержания титруемых кислот (на 10-20 %), антоцианов в красных винах (на 50-60 %) и ослабления типичных свойств. По совокупности различных показателей качества наиболее перспективными для приготовления игристых вин без выдержки являются Кокур белый, Сары пандас, Солдайя и Кефесия, выдержанных – Кокур белый и Кефесия. Для остальных сортов необходимо подбирать технологические приёмы, способствующие улучшению типичных свойств и сохранению баланса между веществами ароматического комплекса, органическими кислотами и фенольными веществами.

**Ключевые слова:** виноматериал; фенольные вещества; органические кислоты; пенистые свойства; игристые свойства; диоксид углерода; качество; дескрипторы.

**Для цитирования:** Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Макаров А.С. Влияние процесса выдержки кюве на дрожжах на качество игристых вин из крымских автохтонных сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):279-288. EDN OTTBFF.

ORIGINAL RESEARCH

# The effect of cuvée aging in yeast process on the quality of sparkling wines from Crimean autochthonous grape varieties

Lutkov I.P.<sup>✉</sup>, Shmigelskaia N.A., Makarov A.S.All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea,  
Russia<sup>✉</sup> igorlutkov@mail.ru

**Abstract.** In order to increase the production of high-quality original sparkling wines, it is possible to use Crimean autochthonous grape varieties. But to reveal the potential of these varieties, it is necessary to select the optimal technology for their production. The goal of research was to study the effect of aging process of cuvée in yeast sediment on the quality of sparkling wines produced from Crimean autochthonous grape varieties. The objects of research were young (without aging) and aged (for 9 months) sparkling wines from the following grape varieties: 'Soldaiya', 'Kokur Belyi', 'Sary Pandas', 'Gevat Kara', 'Ekim Kara' and 'Kefesiya'. The content of organic acids was determined by the method of HPLC, amine nitrogen – by formal titration, optical characteristics – by colorimetric method, foaming capacity – by barbotage of wine sample with air in a measuring flask, sparkling properties – by measuring the rate of CO<sub>2</sub> desorption from a sparkling wine sample, CO<sub>2</sub> content – by volumetric method, viscosity – by means of a viscosity meter. Organoleptic evaluation was carried out according to GOST 32051-2013, ISO 5492:2008 and ISO 11035:1994. It was found that Crimean autochthonous grape varieties can be used for the production of high-quality sparkling wines with original organoleptic indicators and good typical properties. A feature of Crimean aboriginal varieties with intensive-color berries is a low concentration of organic acids. Sparkling wines prepared using the aging of cuvée in yeast have received a lower tasting assessment compared to similar samples produced using the technology of young sparkling wines without aging, due to the lower content of titratable acids (by 10-20 %), anthocyanins in red wines (by 50-60%), and the weakening of typical properties. Based on the combination of various quality indicators, the most promising for production of sparkling wines without aging are 'Kokur Belyi', 'Sary Pandas', 'Soldaiya' and 'Kefesiya', with aging – 'Kokur Belyi' and 'Kefesiya'. For other varieties, it is necessary to select technological methods that contribute to improving typical properties and maintaining a balance between the substances of aromatic complex, organic acids and phenolic compounds.

**Key words:** base wine; phenolic substances; organic acids; foaming capacity; sparkling properties; carbon dioxide; quality; descriptors.

**For citation:** Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Makarov A.S. The effect of cuvée aging in yeast process on the quality of sparkling wines from Crimean autochthonous grape varieties. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):279-288. EDN OTTBFF (in Russian).



## Введение

В условиях рыночной экономики и жёсткой конкуренции потребитель предпочитает оригинальную, высококачественную и доступную по цене продукцию. В Российской Федерации в настоящее время представлен большой ассортимент отечественных и импортных игристых вин разных категорий, в том числе с различными сроками выдержки (без выдержки, выдержанное и коллекционное игристое вино). К коллекционным игристым винам относят Российское шампанское, выдержанное не менее 36 мес. после окончания вторичной ферментации в емкостях, являющихся упаковкой при их розничной реализации. Соответственно, производство игристых вин из винограда, не входящего в список шампанских сортов (согласно ГОСТ 33336), подразумевает выпуск только выдержанных или игристых вин без выдержки.

Как правило, выдержанные вина стоят дороже невыдержанных вин, что связано с более развитым букетом и в то же время большими затратами на их производство. В связи с этим проводятся исследования по сокращению сроков послетиражной выдержки кюве за счёт термического воздействия на тиражную смесь с целью интенсификации процессов созревания [1], а также за счёт внесения в тиражную смесь дрожжевых осадков, инактивированных сухих дрожжей или структурно разрушенных дрожжевых автолизатов, что способствует хорошему пенообразованию игристого вина и накоплению связанных форм диоксида углерода [2-4]. Кроме того, внесение автолизатов улучшает органолептические показатели готовой продукции, и может способствовать сближению качества игристых вин, полученных резервуарным способом без выдержки, с качеством выдержанных игристых вин, приготовленных бутылочным способом [5]. Однако использование в качестве добавок препаратов дрожжей обогащает вино веществами экзогенной природы, то есть не перешедшими из винограда и не образовавшимися в процессе брожения данного образца, что снижает уникальность продукции. Кроме того, любые дополнительные технологические операции способствуют повышению себестоимости готовой продукции.

Согласно ряду исследований, в процессе выдержки кюве на дрожжевом осадке проходит автолиз дрожжей, в результате чего протекает трансформация ряда веществ, что способствует дальнейшему развитию вкусо-ароматического комплекса [6], изменению цветовых характеристик [7] и типичных свойств игристых вин [8-11]. Так, показано улучшение пенообразования выдержанных игристых вин бутылочного способа производства за счёт увеличения концентрации дрожжевых маннопротеинов [12-14]. При этом происходит снижение массовой концентрации полисахаридов, перешедших в вино из винограда [15]. Также увеличению пенистых свойств выдержанных игристых вин способствует сохранение и накопление в них белков и аминокислот [16, 17].

Вместе с тем, в последнее время особой популярностью стали пользоваться молодые игристые вина

или так называемые «петнаты» (от фр. «petillant» и «naturel» – «игристое натуральное» вино, сокращённо PetNat), которые вырабатывают без выдержки. Такие вина ценят за яркий аромат, свойственный используемому сорту винограда, свежий гармоничный вкус и доступную цену, которая иногда может увеличиваться в зависимости от маркетинговой политики и эксклюзивности товара. Вырабатывают «петнаты» чаще всего из распространённых европейских сортов винограда, произрастающих в данной местности. В частности, В.И. Ботнарь запатентовала способ производства игристых вин, при котором дображивание виноградного сусла происходит в акратофорах сразу на марку (патент ЕА025028В1). В результате получается молодое игристое вино, которое сохраняет аромат и вкус свежего винограда и поверхностно-активные вещества, способствующие формированию устойчивой пены и хороших игристых свойств.

Лабораторией игристых вин института «Магарач» был разработан бутылочный способ производства вина игристого розового (патент РФ №2747210С1), который позволяет получать молодые розовые игристые вина с ярким и чистым сортовым ароматом, гармоничным вкусом и хорошими типичными свойствами в год урожая.

Стоит заметить, что, согласно ряду последних исследований, способ проведения вторичного брожения не является определяющим фактором возможных различий, которые в настоящее время связывают с игристыми винами, произведенными традиционным методом и методом Charmat [18, 19]. А существующие различия, наблюдаемые некоторыми авторами [20], связаны не с механизмом протекания процессов при брожении в бутылках и акратофорах, а с разными условиями его проведения. Поэтому схожие по органолептическим характеристикам высококачественные молодые (без выдержки) и выдержанные игристые вина можно получать как бутылочным способом, так и акратофорным (методом Charmat).

В частности, в России известен «старый казачий» способ, применяемый при производстве красного игристого вина «Цимлянское игристое», при реализации которого для проведения вторичного брожения в бутылках используют сусло-недоброд. Популярность этому вину придает развитый ароматический комплекс и вкус, формирующийся за счет использования донских автохтонных сортов винограда Цимлянский черный, Плечистик и Красностоп золотовский. На Кубани вырабатывают молодое красное акратофорное игристое вино «Шато Тамань. Красностоп». Также выпускается белое игристое вино «Арпачино. Сибирьковский» ЗГУ «Долина Дона» и белый экстрабрют «Сибирьковский. Ведерников» из донского аборигенного сорта винограда Сибирьковский. А в Крыму несколько производителей выпускают игристое вино Кокур из местного автохтонного сорта винограда Кокур белый, который входит в список рекомендуемых сортов для шампанского.

В последние годы перспективность использования автохтонных сортов винограда для получения

различных типов вин с уникальными характеристиками стало предметом исследования многих ученых и специалистов отечественных виноградарских и винодельческих предприятий [21-25]. Ранее лабораторией игристых вин проводилась технологическая оценка крымских аборигенных сортов винограда для производства игристых вин, а также исследования качества молодых игристых вин из крымских аборигенных сортов винограда [26, 27]. Однако не изученным вопросом является определение влияния отдельных технологических приёмов (в частности, выдержки на дрожжах) на качество готовой продукции, выработанной из автохтонных сортов винограда, в связи с этим исследования в этом направлении представляются весьма актуальными.

**Целью исследований** являлось изучение влияния процесса выдержки кюве на дрожжевом осадке на качество игристых вин, выработанных из крымских аборигенных сортов винограда.

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

Исследовались 6 крымских автохтонных сортов винограда: *белые* – Солдаёй из Ампелографической коллекции института «Магарач» (с. Вилино Бахчисарайского района) и Кокур белый, Сары пандас из с. Морское; *окрашенные* – Джеват кара, Эким кара, Кефесия из с. Морское. Переработку винограда осуществляли в условиях микровиноделия: белых сортов – по белому способу (п/б), окрашенных сортов – по красному способу (п/к) с использованием 2 штаммов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* из Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач» (для проведения брожения сусла по белому (п/б) способу использовали штамм дрожжей *S. cerevisiae* I-527 (47-К); для проведения брожения по красному (п/к) способу использовали штамм дрожжей *S. cerevisiae* I-25 (Каберне 5)). Брожение сусла и мезги проходило при температуре 15-18°C. Мезгу сбраживали (на 2/3 сахаров) и пресовали. Полученное сусло дображивало в отдельных резервуарах.

При значении показателя массовой концентрации остаточных сахаров 22–24 г/дм<sup>3</sup> часть недоброженного сусла направляли на шампанизацию. Для этого проводили розлив недоброженного сусла в бутылки и добавляли бентонит (0,2 г/дм<sup>3</sup>). Бутылки укупоривали и укладывали в штабели, хранили при температуре 12–14°C. По истечении 45 сут. проводили сведение осадка на горлышко (ремюаж) и его сброс (дегортаж).

Оставшаяся часть сусла выбраживала насухо, а полученные виноматериалы затем направлялись на шампанизацию с добавлением тиражного ликёра, бентонита (0,2 г/дм<sup>3</sup>) и чистой культуры дрожжей. Бутылки укупоривали и укладывали в штабели, хранили при температуре 12–14°C. По истечении 9 мес. провели сведение осадка на горлышко (ремюаж) и его сброс (дегортаж).

В полученных игристых винах определяли физико-химические показатели согласно действующей нормативной документации и общепринятым в

виноделии методом анализа [28]. Пенные свойства (максимальный объем пены и время разрушения пены) определяли по СТО 01580301.015-2017. Содержание органических кислот – методом ВЭЖХ [29]. Общее содержание диоксида углерода – согласно СТО 01580301.016-2017. Расчет содержания связанных форм диоксида углерода осуществляли методом А.А. Мержаниана по разности между измеренным содержанием CO<sub>2</sub> и его растворимостью при определенном давлении и концентрации этанола [30]. Игристые свойства определяли по методике СТО 01586301.040-2022. Органолептическую оценку виноматериалов и игристых вин осуществляли согласно ГОСТ 32051-2013, ISO 5492:2008 и ISO 11035:1994. Органолептическую оценку проводили члены дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» по 10-балльной системе (по шкале оценки игристых вин – от 8,8 до 9,2 баллов) и по количественному выражению вклада отдельных дескрипторов в сложение цвета, вкуса и аромата вин. Выбор дескрипторов осуществляли в соответствии с ISO 5492, ISO 11035 и [31].

#### **Результаты исследования**

В игристых винах проводили определение содержания органических кислот и объемной доли этанола.

Согласно полученным данным массовая концентрация титруемых кислот в белых игристых винах соответствовала требованиям нормативной документации, а в красных игристых винах была ниже минимально допустимого значения (5 г/дм<sup>3</sup>). Причём все образцы выдержанных игристых вин содержали меньше титруемых кислот, чем такие же образцы без выдержки. Снижение массовой концентрации титруемых кислот происходило за счёт выпадения в осадок солей винной кислоты, растворимость которых падает при увеличении спиртуозности выдержанных игристых вин. А также за счёт процесса яблочно-молочного брожения, проходившего в отдельных образцах на стадии виноматериалов (перед закладкой их в тираж). Массовая концентрация лимонной кислоты в белых игристых винах находилось в пределах 0,27-0,43 г/дм<sup>3</sup>, а в красных винах – в диапазоне 0,58-0,76 г/дм<sup>3</sup>. Янтарной кислоты также было больше в красных винах (в среднем в 1,5 раза), что могло быть связано с влиянием штамма дрожжей, используемого для приготовления красных вин, поскольку основное количество янтарной кислоты вина образуется в процессе брожения. Во всех образцах, кроме игристого вина из сорта Кефесия п/к, соотношения массовых концентраций винной и яблочных кислот было больше 1,0, что положительно сказалось на вкусовых характеристиках. В то же время массовая концентрация титруемых кислот в образцах красных игристых вин была ниже предельно допустимой величины (согласно ГОСТ 33336) – 5 г/дм<sup>3</sup>. Причём процесс яблочно-молочного брожения (ЯМБ), проходивший в образце выдержанного вина из сорта Кефесия, способствовал снижению свежести во вкусе. В целом же, можно заключить, что для исследуемых красных сортов вино-

**Таблица 1. Физико-химические показатели опытных образцов игристых вин**  
**Table 1. Physicochemical parameters of experimental samples of sparkling wines**

Наименование образца		pH	Eh	V <sub>max</sub> , см <sup>3</sup>	τ <sub>раз</sub> , с	B, мм <sup>2</sup> /с	АА, мг/дм <sup>3</sup>	И	T	G	ДО
Белые											
Солдайя	молодое без выдержки	3,10	232	210	8	1,518	192,5	0,205	3,555	17,92	9,00
	выдержанное 9 мес.	3,21	208	300	12,7	1,673	80,5	0,150	3,167	12,43	8,83
Кокур белый	молодое без выдержки	3,00	237	>1000	>60	1,521	259,0	0,306	2,517	23,57	9,08
	выдержанное 9 мес.	3,14	211	800	>60	1,631	70,0	0,095	4,938	8,43	8,90
Сары пандас	молодое без выдержки	3,30	222	600	39	1,614	294,0	0,102	4,100	8,42	9,06
	выдержанное 9 мес.	3,40	198	600	>60	1,711	112,0	0,121	3,6538	9,96	8,82
Красные											
Джеват кара	молодое без выдержки	3,80	188	330	18	1,515	249,2	0,241	0,868	–	8,82
	выдержанное 9 мес.	4,00	167	250	11,5	1,614	56,0	0,255	1,143	–	8,82
Эким кара	молодое без выдержки	3,80	193	500	>60	1,548	249,2	0,552	0,658	–	8,86
	выдержанное 9 мес.	4,00	168	450	>60	1,661	84,0	0,480	0,825	–	8,83
Кефесия	молодое без выдержки	3,90	182	400	>60	1,648	476,0	1,808	0,683	–	8,95
	выдержанное 9 мес.	4,30	155	350	19	1,734	175,0	1,419	0,902	–	8,94

Примечания: pH – значение водородного показателя, Eh – значение окислительно-восстановительного потенциала, V<sub>max</sub> – максимальный объём пены, τ<sub>раз</sub> – время разрушения пены, B – значение динамической вязкости, АА – массовая концентрация аминного азота, И – значение интенсивности цвета (D<sub>420</sub> + D<sub>520</sub>), T – значение оттенка цвета (D<sub>420</sub>/D<sub>520</sub>), G – значение показателя желтизны, ДО – дегустационная оценка

града низкая массовая концентрация органических кислот является их природной особенностью. Кроме того, исследовали показатели качества, не входящие в ГОСТ (табл. 1).

Значения массовых концентраций титруемых кислот отразились на показателе pH ( $r = -0,891$ ), величина которого поднималась до 4,3 единиц. Причём значения этого показателя были выше в выдержанных игристых винах. При этом показатель Eh в красных винах был ниже, чем в белых, что может свидетельствовать об их меньшем окислении за счёт большего содержания природных редуктонов. В образце молодого игристого вина, выработанного из винограда Солдайя (с. Вилино), содержалось меньшее количество аминного азота по сравнению с белыми образцами из с. Морское, что, по-видимому, связано с содержанием азота в почвах. Лучшими пенистыми свойствами характеризовались образцы из Кокура белого (V<sub>max</sub> ≥ 1000 см<sup>3</sup>) и сорта Сары пандас (V<sub>max</sub> = 600 см<sup>3</sup>). Выдержка на дрожжах способствовала снижению максимального объёма пены в образцах красных игристых вин и образце из Кокура белого. Это можно объяснить тем, что во время брожения кюве в качестве азотного питания дрожжи преимущественно используют аминокислоты, содержащиеся в среде, а белковые молекулы и их комплексы практически не используются. Уменьшение содержания белков может происходить как за счёт выпадения в осадок белково-полифенольных комплексов с последующим удалением при дегоржаже, так и за счёт протеолитических реакций, протекающих уже после завершения брожения. Во время автолиза дрожжей в процессе выдержки может увеличиваться концентрация аминокислот [32, 33] и низкомолекулярных

полипептидов, которые меньше, чем белки, влияют на пенистые свойства. Улучшение пенистых свойств образца из сорта Солдайя, по-видимому, связано с преобладающим влиянием других поверхностно-активных веществ, образовавшихся в процессе выдержки. Большой динамической вязкостью характеризовались выдержанные игристые вина по сравнению с образцами без выдержки, среди них игристые вина из сортов Сары пандас и Кефесия. В данном случае вязкость напрямую зависела от объёмной доли этилового спирта ( $r = 0,972$ ). Наибольшей интенсивностью цвета и показателем желтизны среди белых вин характеризовались образцы, полученные без выдержки из сортов винограда Кокур белый и Солдайя. Если для игристого вина из сорта Солдайя это было связано с большей массовой концентрацией полифенолов (табл. 2), то для образца из сорта Кокур белый, склонного к окислительному покоричневению, это могло быть связано с прохождением процессов окисления фенольных веществ, а также меланоидинообразования за счёт взаимодействия остаточных сахаров и аминокислот. В свою очередь среди красных вин наибольшая интенсивность цвета была в образце из сорта Кефесия, что напрямую зависело от содержания антоцианов ( $r = 0,997$ ). Причём в большинстве выдержанных образцов интенсивность цвета была ниже, чем в невыдержанных. Показатель оттенка цвета T, характеризующий вклад жёлто-коричневых пигментов в окраску вина, в красных винах был наибольшим в образце из сорта Джеват кара, что было связано с наименьшей массовой концентрацией красящих веществ в этом образце. Причём во всех выдержанных образцах показатель оттенка цвета (T) был выше, чем в невыдержанных.

**Таблица 2.** Массовая концентрация фенольных веществ и оптические характеристики игристых вин  
**Table 2.** Mass concentration of phenolic substances and optical characteristics of sparkling wines

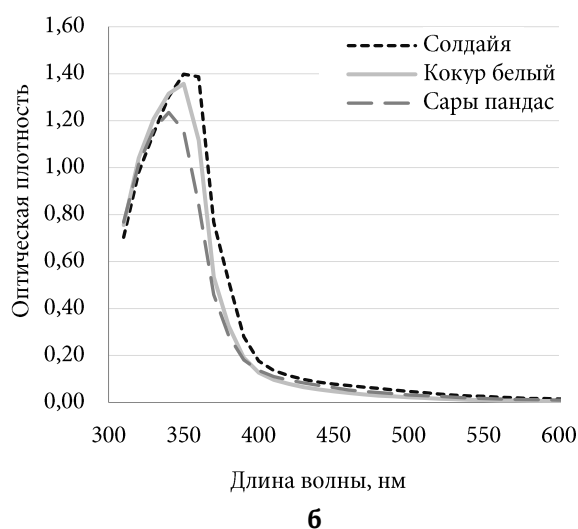
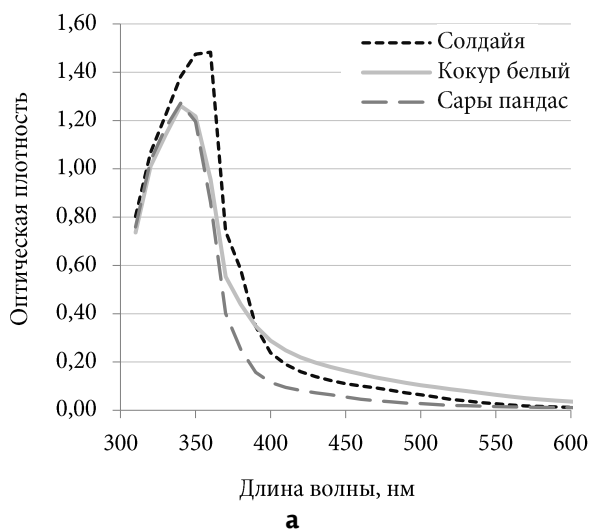
Наименование образца		Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>				Показатель желтизны (G)	D <sub>380</sub>	D <sub>420</sub>	D <sub>520</sub>
		суммы фенольных веществ	мономерной фракции фенольных веществ	полимерной	красящих веществ				
Белые									
Солдайя	молодое без выдержки	365	280	85	–	17,92	0,583	0,160	0,045
	выдержанное 9 мес.	289	204	84	–	12,43	0,515	0,114	0,036
Кокур белый	молодое без выдержки	168	139	29	–	23,57	0,440	0,219	0,087
	выдержанное 9 мес.	158	140	18	–	8,43	0,326	0,079	0,016
Сары пандас	молодое без выдержки	178	173	5	–	8,42	0,253	0,082	0,020
	выдержанное 9 мес.	161	115	47	–	9,96	0,283	0,095	0,026
Красные									
Джеват кара	молодое без выдержки	801	483	318	93	–	0,202	0,112	0,129
	выдержанное 9 мес.	727	302	425	39	–	0,214	0,136	0,119
Эким кара	молодое без выдержки	796	560	236	232	–	0,347	0,219	0,333
	выдержанное 9 мес.	642	385	257	113	–	0,312	0,217	0,263
Кефесия	молодое без выдержки	1889	1175	714	542	–	0,974	0,734	1,074
	выдержанное 9 мес.	1406	823	584	284	–	0,863	0,673	0,746

Анализировали спектры оптических плотностей игристых вин на разных длинах волн (рис. 1).

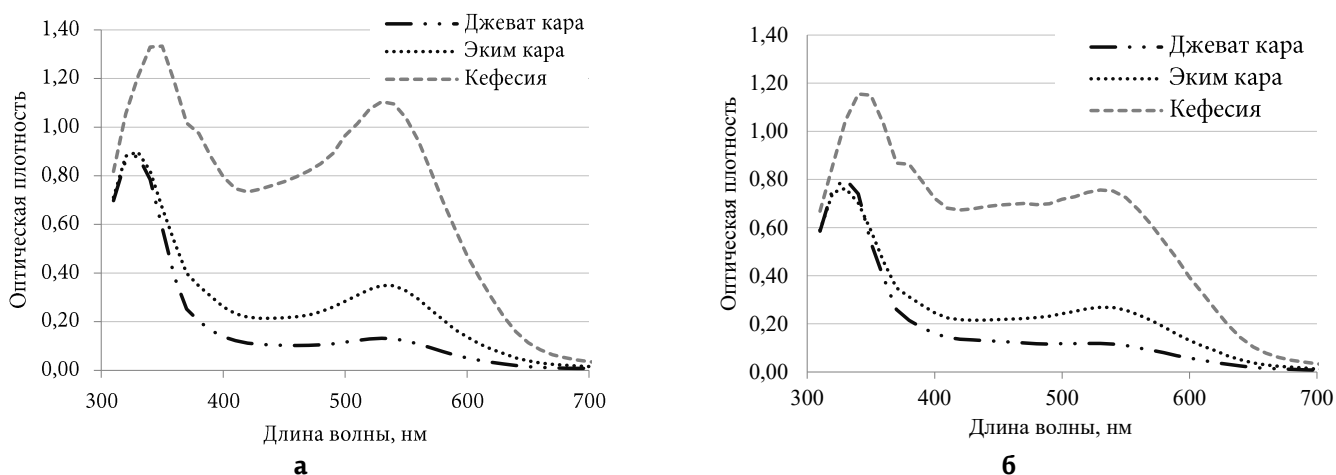
Анализ спектров белых игристых вин без выдержки (рис. 1а) показал, что наибольшая высота пиков в районе 340-360 нм отмечена в образце из сорта Солдайя, что связано с относительно высоким содержанием в нём фенольных веществ. У образцов из сортов Сары пандас и Кокур белый пики в районе 340-360 нм практически накладывались друг на друга, что было связано с близкими массовыми концентрациями суммы фенольных веществ в них. Отличия наблюдались в виде небольшой «ступеньки» в районе 380 нм, которая была на разной высоте (у образца игристого вина из Коккура белого немного выше). Графики выдержанных белых игристых вин (рис. 1б) на всех длинах волн находились ниже, чем у аналогичных образ-

цов без выдержки, за исключением образца из сорта Сары пандас, который имел более высокое значение оптической плотности в районе 380 нм. Установлена корреляция между массовой концентрацией полифенолов и значением оптической плотности при 380 нм ( $r=0,834$ ).

В ходе анализа спектров красных игристых вин без выдержки (рис. 2а) установлено, что образцы из сортов Джеват кара и Эким кара имели близкие по высоте пики в районе 320-340 нм и близкие массовые концентрации суммы фенольных веществ. Однако в районе 520-540 нм пик образца из сорта Эким кара был существенно выше, чем у образца из сорта Джеват кара. График спектра оптической плотности красного образца игристого вина из сорта Кефесия находился значительно выше образцов из сортов



**Рис. 1.** Спектры оптических плотностей белых игристых вин: а – без выдержки; б – выдержанных 9 мес.  
**Fig. 1.** Optical density spectra of white sparkling wines: a – without aging; b – aged for 9 months



**Рис. 2.** Спектры оптических плотностей красных игристых вин: а – без выдержки; б – выдержанных 9 мес.  
**Fig. 2.** Optical density spectra of red sparkling wines: a – without aging; b – aged for 9 months

Эким кара и Джеват кара на всём диапазоне волн, что было связано с большей массовой концентрацией фенольных веществ. Графики выдержанных красных игристых вин (рис. 2б) на всех длинах волн находились ниже, чем у аналогичных образцов без выдержки. Установлена корреляция между массовой концентрацией полифенолов и значением оптической плотности при 380 нм ( $r=0,874$ ). Корреляция между оптической плотностью при длине волны 520 нм и массовой концентрацией красящих веществ составила ( $r=0,855$ ). В выдержанных винах, по сравнению с аналогичными образцами без выдержки, происходит снижение (до 50 %) массовой концентрации антоцианов, что сказывается на интенсивности их окраски и усиливает вклад коричневых пигментов в сложения цвета вина.

Также было проведено сравнительное тестирование по основным дескрипторам, которые объединили в подгруппы по направлению восприятия букета и вкуса. Основу ароматического профиля трёх белых игристых вин без выдержки, получивших высокие дегустационные оценки, составляли цветочные и плодово-фруктовые дескрипторы с различными оттенками. В процессе выдержки произошло снижение вклада цветочного и дышесного дескрипторов в ароматический комплекс и усиление различных травянистых оттенков, причём в образцах из сортов Солдайка и Сары пандас усилились фруктовые и плодовые дескрипторы.

В ароматическом комплексе красного игристого вина без выдержки из сорта Джеват кара обнаружены ягодные, фруктовые и различные травянистые дескрипторы, с плодовыми и овощными оттенками, а также лёгкая дрожжевая «задушка». В ароматическом комплексе красного игристого вина без выдержки из сорта Эким кара также обнаружены ягодные и травянистые оттенки с фруктовыми и плодовыми оттенками, тонами сухофруктов и лёгкой дрожжевой «задушкой». Травянистые оттенки красных игристых вин из сортов Эким кара и Джеват кара свидетельствовали о недостаточно развитом ароматическом комплексе, не позволившем раскрыться

сортовым особенностям, связанным с относительно ранним сбором винограда при массовой концентрации сахаров  $<18$  г/100 см<sup>3</sup>. Основу ароматического комплекса красного игристого вина без выдержки из сорта Кефесия составили ягодные, сухофруктовые, пряные и фруктовые дескрипторы, с дымно-копчёными оттенками. В процессе выдержки в образце из сорта Джеват кара произошло усиление растительного и фруктового дескрипторов, при этом вклад овощного и неприятного дескрипторов был минимальным; в образце из сорта Эким кара усилился ягодный, плодовой и сухофруктовый дескрипторы, при этом интенсивность травянистого и неприятного дескрипторов была минимальной; в образце из сорта Кефесия произошло усиление ягодного,пряного и сухофруктового дескрипторов, и ослабление растительного и травянистого дескрипторов.

Основу вкусового профиля белых игристых вин составили фруктово-плодовый и кислый дескрипторы, с пряно-травянистым и танинными оттенками. В процессе выдержки во всех белых винах интенсивность кислого дескриптора снижалась, в образце из Кокура белого увеличивалась интенсивность фруктово-плодового дескриптора, в образцах Солдайка и Сары пандас усиливался пряно-травянистый дескриптор. Вкусовой профиль красного игристого вина Джеват кара состоял из фруктово-ягодного, пряно-травянистого, вяжущего дескрипторов, а также слабых бархатистого и кислого дескрипторов, что нарушало гармонию вкуса. Процесс выдержки способствовал ослаблению кислого дескриптора и небольшому усилению бархатистости и пряно-травянистых оттенков. Вкусовой профиль красного игристого вина Эким кара состоял из фруктово-ягодного, кислого, вяжущего и бархатистого дескрипторов, а также слабых пряно-травянистого, горького и терпкого дескрипторов, что способствовало более сбалансированному вкусу, чем в образце из сорта Джеват кара. Вкусовой профиль красного игристого вина из сорта Кефесия состоял из фруктово-ягодного, кислого, вяжущего и бархатистого дескрипторов, а также слабых горького и терпкого дескрипторов. Вкус этого

**Таблица 3.** Содержание различных форм CO<sub>2</sub> и игристые свойства молодых игристых вин  
**Table 3.** The content of various forms of CO<sub>2</sub> and sparkling properties of young sparkling wines

Наименование образца	Равновесное избыточное давление CO <sub>2</sub> , кПа	Содержание CO <sub>2</sub> в бутылке (0,75 дм <sup>3</sup> ), г				Массовая доля связанного CO <sub>2</sub> , %	Игристые свойства			
		всего в бутылке	газообразного	растворённого	связанного		скорость десорбции CO <sub>2</sub> , мг/мин	угол кри- сорбции CO <sub>2</sub> , °	коэффициент десорбции CO <sub>2</sub>	
Белые										
Солдайя	без выдержки	750	10,154	0,305	8,229	1,620	15,953	6,133	0,3514	82,174
	выдержанное 9 мес.	620	7,775	0,340	6,731	0,705	9,062	5,783	0,3314	69,510
Кокур белый	без выдержки	600	8,004	0,251	7,023	0,730	9,122	7,450	0,4268	69,664
	выдержанное 9 мес.	610	8,233	0,269	6,927	1,038	12,603	4,767	0,2731	78,462
Сары пандас	без выдержки	620	8,233	0,259	7,045	0,929	11,282	6,683	0,3829	74,065
	выдержанное 9 мес.	600	7,867	0,232	6,750	0,885	11,248	5,067	0,2903	73,618
Красные										
Джеват кара	без выдержки	600	8,599	0,199	7,087	1,313	15,267	5,833	0,3340	85,029
	выдержанное 9 мес.	545	7,501	0,317	6,278	0,906	12,078	5,483	0,3142	74,954
Эким кара	без выдержки	760	10,292	0,268	8,471	1,552	15,078	6,133	0,3510	83,152
	выдержанное 9 мес.	530	7,135	0,268	6,198	0,669	9,376	5,583	0,3199	70,209
Кефесия	без выдержки	720	9,605	0,326	7,827	1,453	15,124	6,767	0,3880	81,133
	выдержанное 9 мес.	545	7,501	0,317	6,151	1,033	13,775	4,733	0,2712	79,648

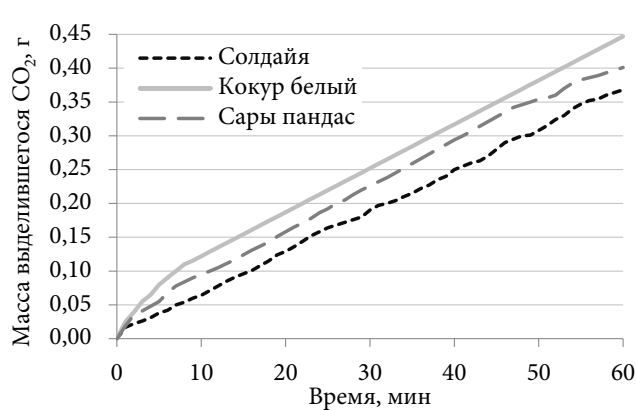
вина был ещё более сбалансирован за счёт большей кислотности, придавшей гармонию данному образцу. Процесс выдержки в образцах Эким кара и Кефесия приводил к ослаблению кислого и вяжущего дескрипторов и усилению фруктово-ягодного дескриптора и бархатистости. В целом процесс выдержки приводил к снижению дегустационных оценок опытных игристых вин.

Из белых игристых вин высокие дегустационные оценки (≥9,0 баллов) получили образцы без выдержки из сортов Кокур белый, Сары пандас и Солдайя за чистый яркий сортовой аромат и достаточно гармоничный вкус. Из выдержанных белых игристых вин относительно высокую дегустационную оценку (8,9 баллов) получил образец из Кокура белого. Из

красных игристых вин более высокие дегустационные оценки получили образцы без выдержки и с выдержкой, выработанные из сорта Кефесия, которые имели насыщенный тёмно-гранатовый цвет, чистый сортовой аромат, достаточно гармоничный вкус, с лёгкой горчинкой, появившейся, по-видимому, из-за относительно высокой массовой концентрации полифенолов.

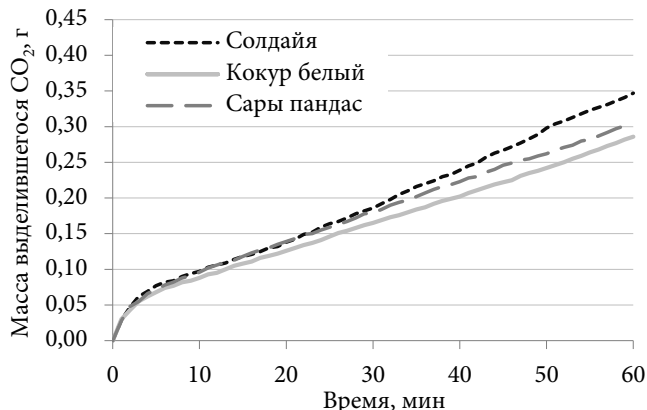
В полученных игристых винах определяли показатели типичных свойств (табл. 3, рис. 3, 4).

Согласно полученным данным, насыщенность диоксидом углерода всех образцов была высокой, равновесное избыточное давление CO<sub>2</sub> в бутылке находилось в диапазоне 530-760 кПа. Содержание диоксида углерода в бутылке составляло 7,135-10,292 г,



$y=0,0061x + 0,0063$  (Солдайя)  $R^2=0,9992$   
 $y=0,0068x + 0,0458$  (Кокур белый)  $R^2=0,9947$   
 $y=0,0065x + 0,0264$  (Сары пандас)  $R^2=0,9967$

а

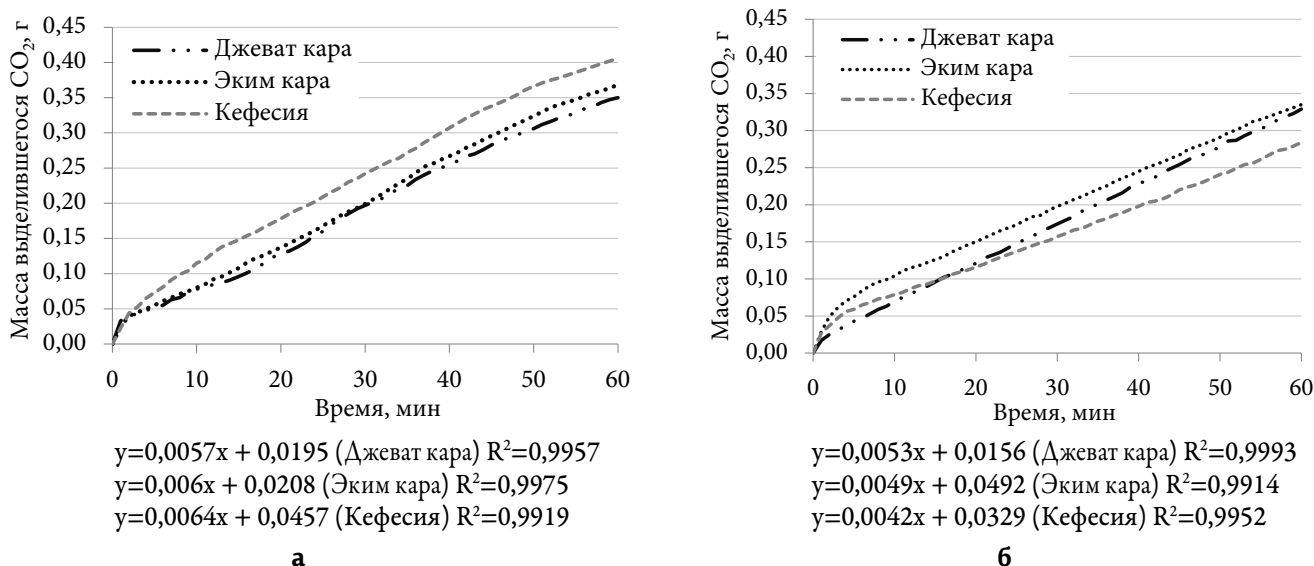


$y=0,0051x + 0,0386$  (Солдайя)  $R^2=0,9937$   
 $y=0,004x + 0,043$  (Кокур белый)  $R^2=0,9913$   
 $y=0,0044x + 0,0475$  (Сары пандас)  $R^2=0,9899$

б

**Рис. 3.** Динамика десорбции CO<sub>2</sub> из белых игристых вин: а – без выдержки; б – выдержанных 9 мес.

**Fig. 3.** Dynamics of CO<sub>2</sub> desorption from white sparkling wines: а – without aging; б – aged for 9 months



**Рис. 4.** Динамика десорбции CO<sub>2</sub> из красных игристых вин: а – без выдержки; б – выдержанных 9 мес.  
**Fig. 4.** Dynamics of CO<sub>2</sub> desorption from red sparkling wines: a – without aging; b – aged for 9 months

что было связано не с сортовыми особенностями и продолжительностью выдержки на дрожжах, а с содержанием остаточных сахаров и CO<sub>2</sub> в виноматериалах и недобродах при приготовлении тиражной смеси в момент закладки тиража. По показателю массовой доли связанных форм CO<sub>2</sub> игристые вина без выдержки в основном превосходили образцы выдержанных игристых вин, за исключением образцов из сорта Кокур белый, что, по-видимому, было связано с большим содержанием веществ экстракта, способных связывать при повышении давления диоксид углерода. К ним в основном относятся природные полимеры и их комплексы (полисахариды, белково-полифенольные комплексы и т.п.). Кроме того, накоплению связанных форм CO<sub>2</sub> способствует медленная скорость сбраживания сахаров в ходе вторичного брожения в бутылке при отсутствии перепадов температуры и лишних механических воздействий.

Анализ игристых свойств образцов показал, что среди белых игристых вин без выдержки (рис. 3а, табл. 4) лучшими игристыми свойствами (высоким коэффициентом десорбции, низкой скоростью десорбции CO<sub>2</sub>, меньшей величиной угла наклона кривой десорбции CO<sub>2</sub>) обладал образец, выработанный из винограда сорта Солдайя. Причём процесс выдержки на дрожжах не способствовал улучшению его игристых свойств (рис. 3б). В то же время выдержанное игристое вино из сорта Кокур белый имело лучшие игристые свойства по сравнению с аналогичным образцом без выдержки. Среди игристых вин, выработанных из красных сортов винограда без выдержки, лучшими игристыми свойствами обладал образец красного игристого вина из сорта Джеват кара (рис. 4а, табл. 3). При этом для всех образцов выдержанных красных игристых вин (рис. 4б) были характерны более слабые игристые свойства, чем у образцов без выдержки. Корреляция между коэффициентом десорбции CO<sub>2</sub> и массовой долей связанных форм CO<sub>2</sub> составила ( $r=0,977$ ).

## Выводы

Для приготовления высококачественных игристых вин с оригинальными органолептическими показателями и хорошими типичными свойствами можно использовать крымские аборигенные сорта винограда. Особенностью окрашенных крымских аборигенных сортов является низкая массовая концентрация органических кислот. Игристые вина, приготовленные с использованием выдержки кюве в течение 9 мес., получили более низкие дегустационные оценки по сравнению с аналогичными образцами, выработанными по технологии молодых игристых вин без выдержки на дрожжах, по причине снижения массовой концентрации титруемых кислот (на 10-20%), антоцианов в красных винах (на 50-60 %) и ухудшения типичных свойств. По совокупности различных показателей качества наиболее перспективными из исследуемых сортов винограда для приготовления игристых вин без выдержки являются Кокур белый, Сары пандас, Солдайя и Кефесия, выдержанных – Кокур белый и Кефесия. Для остальных сортов необходимо подбирать технологические приёмы, способствующие улучшению типичных свойств и сохранению баланса между веществами ароматического комплекса, органическими кислотами и фенольными веществами.

## Благодарности

Выражаем благодарность В.А. Олейниковой, Е.А. Тимошенко за помощь в проведении анализов.

## Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FZNM-0022-0003.

## Financing source

The work was conducted under public assignment No. FZNM-0022-0003.

## Конфликт интересов

Не заявлен.

## Conflict of interests

Not declared.

**Список литературы / References**

1. Дроздова Т.А., Агеева Н.М., Пospelov М.В. Исследования влияния термических обработок на качественные показатели игристых вин // Ползуновский вестник. 2022;3:22-27. DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.003.  
Drozhdova T.A., Ageeva N.M., Pospelov M.V. Studies of the influence of heat treatments on the quality indicators of sparkling wines. Polzunovskiy Vestnik. 2022;3:22-27. DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.003 (in Russian).
2. Martí-Raga M., Martín V., Gil M., Sancho M., Zamora F., Mas A., Beltran G. Contribution of yeast and base wine supplementation to sparkling wine composition. J Sci Food Agric. 2016;96(15):4962-4972. DOI 10.1002/jfsa.7905.
3. Малахов А.А., Набережных И.А. Регулирование качества игристых вин структурно разрушенным автолизом дрожжей // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2010;4(316):57-59.  
Malakhov A.A., Naberezhnykh I.A. Regulation the quality of sparkling wines with structurally destroyed autolysis of yeast. Izvestiya Vuzov. Food Technology. 2010;4(316):57-59 (in Russian).
4. Рейтблат Б.Б., Оганесянц Л.А., Дубинчук Л.В., Моисеева А.А. Исследование процесса обогащения игристых вин биологически активными веществами осадочных дрожжей // Виноделие и виноградарство. 2016;5:20-24.  
Reitblat B.B., Oganesyants L.A., Dubinchuk L.V., Moiseeva A.A. The research of the enrichment process with biologically active substances of sedimentary yeast in sparkling wine. Winemaking and Viticulture. 2016;5:20-24 (in Russian).
5. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Лутков И.П., Шалимова Т.Р., Иванова Е.В., Пробейголова П.А., Ульянцев С.О. Влияние способа приготовления дрожжевых автолизатов, добавляемых в тиражную смесь, на качество игристых вин // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ГБУ ННИИВиВ «Магарач». 2015;45:82-87.  
Makarov A.S., Yalanetskii A.Ya., Lutkov I.P., Shalimova T.R., Ivanova E.V., Probeigolova P.A., Uliantsev S.O. The effect of a method for producing yeast autolysates to be added to the tirage liquor on the quality of sparkling wines. Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Works of the FSBSI Institute Magarach. 2015;45:82-87 (in Russian).
6. Buxaderas S., López-Tamames E. Sparkling wines: features and trends from tradition. Adv Food Nutr Res. 2012;66:1-45. DOI 10.1016/B978-0-12-394597-6.00001-X.
7. Sartor S., Burin V.M., Ferreira-Lima N.E., Caliarì V., Bordignon-Luiz M.T. Polyphenolic profiling, browning, and glutathione content of sparkling wines produced with nontraditional grape varieties: indicator of quality during the biological aging. J Food Sci. 2019;84(12):3546-3554. DOI 10.1111/1750-3841.14849.
8. Buxaderas S., López-Tamames E. 19 - Managing the quality of sparkling wines. Managing Wine Quality. 2010:553-588. DOI 10.1533/9781845699987.2.553.
9. Иукурдидзе Э.Ж., Ткаченко О.Б., Сугаченко Т.С. Влияние бутылочной выдержки на динамику качественных показателей вин контролируемых наименований по происхождению. Технологический аудит и резервы производства. 2016;6 (3(32)):27-31.  
Iukuridze E.Zh., Tkachenko O.B., Sugachenko T.S. Influence of bottle aging on the dynamics of quality indicators of wines of controlled names of origin. Technology Audit and Production Reserves. 2016;6(3(32)):27-31. DOI 10.15587/2312-8372.2016.86506 (in Russian).
10. Charnock H., Pickering G., Kemp B. The impact of dosage sugar-type and aging on Maillard reaction-associated products in traditional method sparkling wines. OENO One. 2023;57(2):303-322. DOI 10.20870/oeno-one.2023.57.2.7370
11. Lambert-Royo M.I., Ubeda C., Del Barrio-Galán R., Siczkowski N., Canals J.M., Peña-Neira Á., Gil I Cortiella M. The diversity of effects of yeast derivatives during sparkling wine aging. Food Chemistry. 2022;390:133174. DOI 10.1016/j.foodchem.2022.133174.
12. Culbert J.A., McRae J.M., Condé B.C., Schmidtke L.M., Nicholson E.L., Smith P.A., Howell K.S., Boss P.K., Wilkinson K.L. Influence of production method on the chemical composition, foaming properties, and quality of Australian carbonated and sparkling white wines. J Agric Food Chem. 2017;65(7):1378-1386. DOI 10.1021/acs.jafc.6b05678.
13. Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B., Ortega-Heras M., Pérez-Magariño S. Changes in polysaccharide composition during sparkling wine making and aging. J. Agric Food Chem. 2013;61(50):12362-12373. DOI 10.1021/jf403059p.
14. Martínez-Lapuente L., Apolinar-Valiente R., Guadalupe Z., Ayestarán B., Pérez-Magariño S., Williams P., Doco T. Polysaccharides, oligosaccharides and nitrogenous compounds change during the ageing of Tempranillo and Verdejo sparkling wines. J. Sci. Food Agric. 2018;98(1):291-303. DOI 10.1002/jfsa.8470.
15. Martínez-Lapuente L., Apolinar-Valiente R., Guadalupe Z., Ayestarán B., Pérez-Magariño S., Williams P., Doco T. Influence of grape maturity on complex carbohydrate composition of red sparkling wines. J. Agric Food Chem. 2016;64(24):5020-5030. DOI 10.1021/acs.jafc.6b00207.
16. Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B., Pérez-Magariño S. Role of major wine constituents in the foam properties of white and rosé sparkling wines. Food Chem. 2015;174:330-338. DOI 10.1016/j.foodchem.2014.10.080.
17. Condé B.C., Bouchard E., Culbert J.A., Wilkinson K.L., Fuentes S., Howell K.S. Soluble protein and amino acid content affects the foam quality of sparkling wine. J. Agric. Food Chem. 2017;65(41):9110-9119. DOI 10.1021/acs.jafc.7b02675.
18. Cisilotto B., Scariot F.J., Schwarz L.V., Mattos Rocha R.K., Longaray Delamare A.P., Echeverrigaray S. Are the characteristics of sparkling wines obtained by the Traditional or Charmat methods quite different from each other? OENO One. 2023;57(1):321-331. DOI 10.20870/oeno-one.2023.57.1.7313.
19. Cisilotto B., Scariot F.J., Schwarz L.V., Mattos Rocha R.K., Longaray Delamare A.P., Echeverrigaray S. Differences in yeast behavior during ageing of sparkling wines made with Charmat and Traditional methods. Food Microbiology. 2023;110:104171. DOI 10.1016/j.fm.2022.104171.
20. Culbert J., Cozzolino D., Ristic R., Wilkinson K. Classification of sparkling wine style and quality by MIR spectroscopy. Molecules. 2015;20(5):8341-8356. DOI 10.3390/molecules20058341.
21. Frioni T., Romanini E., Pagani S., Del Zozzo F., Lambri M., Vercesi A., Gatti M., Poni S., Gabrielli M. Reintroducing autochthonous minor grapevine varieties to improve wine quality and viticulture sustainability in a climate change scenario. Australian Journal of Grape and Wine Research. 2023;1482548. DOI 10.1155/2023/1482548.
22. Pérez-Magariño S., Ortega-Heras M., Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B. Multivariate analysis for the differentiation of sparkling wines elaborated from autochthonous Spanish grape varieties: volatile compounds, amino acids and biogenic amines. Eur. Food Res. Technol. 2013;236(5):827-841. DOI 10.1007/s00217-013-1934-9.



23. Peršurić D., Ilak Peršurić A.S. The gene collection of autochthonous wine grape varieties at the Institute as a contribution to the sustainable development of wine growing and viticulture in Istria. *Radovi Zavoda za Znanstveni i Umjetnički Rad u Požegi*. 2016;5:13-23. DOI 10.21857/y54jof6jpm.
24. 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 J. Genet. Plant Breed.* 2023;59(2):55-66. DOI 10.17221/45/2022-CJGPB.
25. Volynkin V., Polulyakh A., Levchenko S., Vasylyk I., Likhovskoi V. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea. *Acta Hort.* 2019;1259:91-98. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.16.
26. Шмигельская Н.А., Макаров А.С., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А., Хорошко А.А. Технологическая оценка крымских аборигенных сортов винограда для производства игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(2):201-208. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.014. Shmigelskaia N.A., Makarov A.S., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A., Khoroshko A.A. Technological assessment of Crimean native grape varieties for sparkling wine production. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(2):201-208. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.014 (in Russian).
27. Лутков И.П., Макаров А.С., Шмигельская Н.А. Исследование качества молодых игристых вин из крымских автохтонных сортов винограда // Техника и технология пищевых производств. 2024;54(1):1-17. DOI 10.21603/2074-9414-2024-1-2483. Lutkov I.P., Makarov A.S., Shmigelskaia N.A. Quality assessment of young sparkling wines of Crimean indigenous grape varieties. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2024;54(1):1-17. DOI 10.21603/2074-9414-2024-1-2483 (in Russian).
28. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009:1-304. Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. 2-nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
29. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Гниломедова Н.В., Погорелов Д.Ю. Методология идентификации подлинности вин. Симферополь: Диайпи, 2017:1-152. Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Gnilomedova N.V., Pogorelov D.Yu. Methodology for identifying the authenticity of wines. Simferopol: D.I.P. 2017:1-152 (in Russian).
30. Мерзжаниан А.А. Физико-химия игристых вин. М.: Пищевая промышленность. 1979:1-271. Merzhanian A.A. Physics and chemistry of sparkling wines. M.: Pishchevaya promyshlennost'. 1979:1-271 (in Russian).
31. Niimi J., Boss P.K., Bastian S.E.P. Sensory profiling and quality assessment of research Cabernet Sauvignon and Chardonnay wines; quality discrimination depends on greater differences in multiple modalities. *Food Research International*. 2018;106:304-316. DOI 10.1016/j.foodres.2017.12.060.
32. Солдатенко Е.В., Таран Н.Г., Пономарева И.Н. Влияние высокомолекулярных веществ виноматериалов на пенистые и игристые свойства // Сборник научных трудов ГАУМ. 2007;15:161-164. [https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag\\_file/161-164\\_16.pdf](https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/161-164_16.pdf) (дата обращения: 22.05.2024). Soldatenco E.V., Taran N.G., Ponomariova I.N. The effect of high molecular weight substances of wine materials on foaming and sparkling properties. *Collection of Scientific Works of SAUM*. 2007;15:161-164. [https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag\\_file/161-164\\_16.pdf](https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/161-164_16.pdf) (date of access: 22.05.2024) (in Russian).
33. Su X., Zhang Z., Zhang Q., Yang J., Gao M., Hu H., Liu D. Optimization of yeast autolysis under solid-state fermentation conditions. *Sheng Wu Gong Cheng Xue Bao*. 2019;35(4):726-736. DOI 10.13345/j.cjb.180341.

### Информация об авторах

**Игорь Павлович Лутков**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории игристых вин, начальник отделения виноделия; e-mail: igorlutkov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>;

**Наталья Александровна Шмигельская**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией игристых вин; e-mail: nata-ganaj@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>;

**Александр Семёнович Макаров**, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-mail: makarov150@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>.

### Information about authors

**Igor P. Lutkov**, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines, Head of Winemaking Dept.; e-mail: igorlutkov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>;

**Natalia A. Shmigelskaia**, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: nata-ganaj@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>;

**Alexander S. Makarov**, Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: makarov150@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>.

Статья поступила в редакцию 29.05.2024, одобрена после рецензии 31.05.2024, принята к публикации 27.08.2024.

# Изучение элементного профиля вин Крыма и изотопных характеристик их водной компоненты

Оганесянц Л.А.<sup>1</sup>, Панасюк А.Л.<sup>1✉</sup>, Свиридов Д.А.<sup>1</sup>, Ильин А.А.<sup>1</sup>, Лиховской В.В.<sup>2</sup>, Загоруйко В.А.<sup>2</sup>, Шмигельская Н.А.<sup>2</sup>, Яланецкий А.Я.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ВНИИ пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности – филиал ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова, г. Москва, Россия;

<sup>2</sup>Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия;

<sup>3</sup>Союз виноделов Крыма, г. Ялта, Республика Крым, Россия.

✉Labvin@yandex.ru

**Аннотация.** В связи с повышением интереса потребителя к винам с контролируемым местом происхождения – зарегистрированным географическим указанием (ЗГУ) и зарегистрированным наименованием места происхождения (ЗНМП), особенно остро встает вопрос о способе их идентификации. Наиболее эффективными способами подтверждения места происхождения вина в мировой практике является комплексное исследование элементного профиля и изотопных характеристик водной компоненты. При этом ограничены сведения об отличительных показателях элементного профиля и изотопных характеристик водной компоненты вин Крыма. В связи с этим в период 2017-2023 гг. изучены данные показатели в 248 образцах винограда, выращиваемого в разных почвенно-климатических зонах Крыма, и выработанных из него винах. Содержание элементного профиля определяли с использованием метода масс-спектрального анализа (X-7, Thermo Elemental, США); отношения изотопов кислорода водной компоненты получали с использованием изотопного масс-спектрометра Delta V Advantage (Thermo Fisher Scientific, США – Германия). Установлены диапазоны значений показателей элементного профиля и изотопных характеристик водной компоненты для вин из разных климатических зон Крыма. Приведены различия в элементном составе и показателе  $\delta^{18}\text{O}$  водной компоненты, отражающиеся в большем содержании элементов Ba, Be, Mn в Степной зоне Крыма по сравнению с образцами из Южнобережной зоны; а также более высокими значениями изотопных характеристик кислорода водной компоненты в образцах из Южнобережной зоны по сравнению с другими зонами. В образцах из Предгорной зоны зафиксированы наименьшие значения данного показателя. Полученные результаты позволяют сформировать базу данных, на основе которой возможно подтверждение места географического происхождения вин Крыма.

**Ключевые слова:** идентификация; географическое происхождение; элементный профиль; ИСП-МС; изотопная масс-спектрометрия.

**Для цитирования:** Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Свиридов Д.А., Ильин А.А., Лиховской В.В., Загоруйко В.А., Шмигельская Н.А., Яланецкий А.Я. Изучение элементного профиля вин Крыма и изотопных характеристик их водной компоненты // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):289-295. EDN QLOXAG.

## Study of the elemental profile and isotopic characteristics of water component in Crimean wines

Oganesyants L.A.<sup>1</sup>, Panasyuk A.L.<sup>1✉</sup>, Sviridov D.A.<sup>1</sup>, Ilyin A.A.<sup>1</sup>, Likhovskoi V.V.<sup>2</sup>, Zagorouiko V.A.<sup>2</sup>, Shmigelskaia N.A.<sup>2</sup>, Yalanetsky A.Ya.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>All-Russian Research Institute of Brewing, Non-Alcoholic and Winemaking Industry - branch of the Federal Scientific Center of Food Systems named after V.M. Gorbатов, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia;

<sup>3</sup>Union of Winemakers of Crimea, Yalta, Republic of Crimea, Russia.

✉Labvin@yandex.ru

**Abstract.** In connection with the increasing consumer interest in wines with a controlled place of origin – protected geographical indication (PGI) and protected designation of origin (PDO), the question of how to identify them is especially acute. The most effective way to confirm the place of origin of wine in world practice is a comprehensive study of the elemental profile and isotopic characteristics of water component. At the same time, information on the distinctive indicators of the elemental profile and isotopic characteristics of water component in Crimean wines is limited. In this regard, in the period from 2017 to 2023, 248 samples of grapes grown in different soil and climatic zones of Crimea, and the wines produced from them, were studied. The content of elemental profile was determined using the mass spectral analysis method (X-7, Thermo Elemental, USA); the ratios of oxygen isotopes of water component were obtained using a Delta V Advantage isotope mass spectrometer (Thermo Fisher Scientific, USA - Germany). The ranges of values of the elemental profile indicators and isotopic characteristics of water component for wines from different climatic zones of Crimea were established. Differences in the elemental composition and  $\delta^{18}\text{O}$  indicator of water component are presented, reflected in a higher content of Ba, Be, Mn elements in the Steppe zone of Crimea compared to samples from the South Coast zone; as well as higher values of isotopic characteristics of the oxygen of water component in samples from the South Coast zone compared to other zones. The lowest values of this indicator were recorded in samples from the Piedmont zone. The results obtained allow creating a database on the basis of which it is possible to confirm the place of geographical origin of Crimean wines.

**Key words:** identification; geographical origin; elemental profile; ICP-MS; isotope mass spectrometry.

**For citation:** Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Sviridov D.A., Ilyin A.A., Likhovskoi V.V., Zagorouiko V.A., Shmigelskaia N.A., Yalanetsky A.Ya. Study of the elemental profile and isotopic characteristics of water component in Crimean wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):289-295. EDN QLOXAG (in Russian).

## Введение

Исторически производство многих пищевых продуктов было неразрывно связано с определенным географическим регионом. Продукты питания производились из местного сырья по традиционным технологиям и реализовывались на местном рынке. Такая продукция являлась неотъемлемой частью культуры и быта людей. Сегодня при всей доступности и разнообразии товаров пищевая отрасль испытывает кризис доверия. Потребитель хочет быть уверен в безопасности приобретаемой продукции, ее высоком качестве и экологичности производства. Вина с контролируемым местом происхождения ЗГУ и ЗНМП пользуются широким спросом среди потребителей благодаря их высокому качеству, обусловленному особенностями почв и климатическими условиями выращивания винограда, а также строго регламентированной технологией производства.

При производстве высококачественной продукции, в том числе с географическим статусом, необходимо тщательно подходить к выбору условий произрастания винограда, обуславливающих формирование технологических характеристик сырья [1, 2]. Крымский полуостров уникален по своим почвенно-климатическим условиям и для культивирования виноградного растения определены основные три природно-климатические зоны, обладающие уникальными почвенно-климатическими факторами: Степная, Предгорная и Южнобережная [3], которые включают в себя 12 виноградо-винодельческих районов [4], что дает возможность производить широкий ассортимент винодельческой продукции. Типы почв Крыма преимущественно горные, коричневые, некарбонатные. Совокупность географических и почвенно-климатических особенностей черноморского побережья обеспечивает необходимые условия для культивирования винограда и производства вин высокого качества.

В связи с участвовавшими случаями подмены аутентичной продукции винами, произведенными из винограда других винодельческих районов, контроль подлинности географического места происхождения вин является важным и приоритетным направлением, способствующим защите производителей высококачественной продукции. Как правило, методы подтверждения географического места происхождения вина включают в себя выявление «отпечатков пальцев» с использованием инструментальных и статистических методов анализа. На сегодняшний день широкое распространение получили исследования, направленные на изучение элементного профиля вина. Большинство минеральных элементов, обнаруженных в вине, проходят путь через поглощение их виноградным растением из почв, которые формируют «минералогическую подпись», связанную с терруаром вина [5-8].

Другим важным показателем при идентификации места географического происхождения вина является показатель  $\delta^{18}\text{O}$  водной компоненты вина. Изотопный состав водной компоненты растения в значи-

тельной мере зависит от соответствующих характеристик используемой воды, которые формируются в результате фракционирования изотопов кислорода метеорных и грунтовых вод в конкретном географическом регионе [9, 10]. Помимо различий значений  $\delta^{18}\text{O}$  водной компоненты вин, связанных с геоклиматическими особенностями региона, существенное влияние на их изменение могут оказывать как ежегодный дрейф метеорологических характеристик, так и глобальные климатические изменения, в частности, повышение температуры мирового океана. Таким образом, ежегодный мониторинг значений  $\delta^{18}\text{O}$  водной компоненты вина является важным этапом оценки подлинности его географического места происхождения [11-14].

Выявление критериев подлинности географической принадлежности вин основано на получении массива данных различных показателей и их аналитической обработке при помощи различных статистических методов. Наиболее распространенными методами анализа данных являются дисперсионный анализ (ANOVA), метод главных компонент (PCA), линейный дискриминантный анализ (LDA), метод формального независимого моделирования аналогов классов (SIMCA), метод опорных векторов (SVM), кластерный анализ (CA), классификация и регрессия с помощью деревьев (CARTs), метод k-ближайших соседей (kNN), метод частных наименьших квадратов (PLS), искусственные нейронные сети (ANN) [15-17].

В связи с этим целью исследований было выявление значимых показателей-маркеров элементного профиля и изотопных характеристик водной компоненты крымских вин, позволяющих классифицировать образцы по месту их географического происхождения.

## Материалы и методы исследований

Объектами исследования являлись 248 образцов винограда, отобранного с различных винодельческих хозяйств Крыма в период с 2017 по 2023 год, а также полученные из них виноматериалы, которые выработывались в условиях микровиноделия по-белому и по-красному способом при температуре  $20\pm 2^\circ\text{C}$  с использованием штаммов дрожжей из коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач» [18].

Содержание Li, Be, B, Na, Mg, Al, Si, P, S, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Rb, Sr, Y, Zr, Mo, Nb, Ru, Rh, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U измеряли с использованием метода ИСП-МС (ICP-MS) (X-7, Thermo Elemental, США). Режим работы детектора двойной (счет импульсов и аналоговый); режим сканирования Survey Scan и Peak Jumping; распылитель концентрический – Poly Con; распылительная камера – кварцевая, охлаждаемая ( $3^\circ\text{C}$ ). Расход плазмообразующего потока Ar – 13 л/мин; расход вспомогательного потока Ar – 0,9 л/мин.; расход потока Ag в распылителе – 0,89 л/мин.; разрешение – 0,8 М. Определение элементов в образцах проводили количественным методом с использованием эталонных

растворов, содержащих от 1 до 500 мкг/л определяемых элементов.

Измерение отношений изотопов кислорода водной компоненты полученных вин проводили с использованием изотопного масс-спектрометра Delta V Advantage (Thermo Fisher Scientific, США – Германия), совмещенного с модулем GasBench II. Метод основан на изотопном уравнивании молекул кислорода водной компоненты анализируемого образца и кислорода молекул CO<sub>2</sub> в смеси CO<sub>2</sub>-He. Изотопное уравнивание происходило в закрытых крышками и предварительно продутых смесью CO<sub>2</sub>-He пробирках в течение 20 часов в термостате при температуре 24°C. Газовую смесь с измененным изотопным составом анализировали в масс-спектрометре изотопных отношений. Калибровку масс-спектрометра проводили с использованием стандартов VSMOW2, SLAP2, USGS47. Значения показателя δ<sup>18</sup>O водной компоненты вин рассчитывали с помощью программного комплекса ISODAT.

Для визуализации данных использовали Principle Component Analysis (PCA) с предварительным шкалированием данных. Метод PCA позволяет отобразить многомерный массив данных на плоскости, сохранив распределение наблюдений частично отражающее исходное многомерное распределение. Для проверки на нормальность распределения использовался тест Шапиро-Уилка (критический уровень значимости был принят как 0,05). В связи с ненормальным распределением данных для сравнения концентраций элементов между группами применялся тест Манна-Уитни (критический уровень значимости принят как 0,05). Коррекция на множественное сравнение проводилась при помощи поправки Бенджамини-Хохберга (FDR - 5%). При сравнении более чем двух групп использовался критерий Краскелла-Уоллиса с апостериорным сравнением при помощи теста Данна.

### Результаты и их обсуждение

В период с 2020 г. по 2023 г. в сезон сбора и переработки винограда специально для исследования элементного профиля было отобрано 105 образцов свежего винограда из различных хозяйств Крыма. В образцах определяли элементный профиль, который включал в себя 71 показатель массовой концентрации элементов. Было проведено ранжирование элементов по их средней концентрации:

– менее 0,1 мкг/л:

Rh < Se < Os < Ge < Te < Ru < Ir < Tm < Lu < Tb < Ho < Hg < Eu < Ga < Er < Pd < Re < Th < Yb < Nb < Dy < Pt < Sm < Pr < Gd < Ta < Sc < Be < U < Bi < Au < Nd;

– от 0,1 до 1 мкг/л:

Y < Tl < La < Hf < Sb < Cd < As < Co < Ag;

– более 1 мкг/л:

Ce < Sn < V < Mo < W < Cr < Ti < Cs < Pb < Ni <

Li < Zr < Br < Ba < Cu < Al < Sr < Fe < Mn < Zn < Rb < B < Si < Na < S < Ca < Mg < P < K.

Такое распределение элементов является типичным для вин и согласуется с литературными данными [19]. При этом, как правило, только часть из указанных элементов используется в мировой практике для классификации вин для места их происхождения. В зависимости от почвенных условий конкретных регионов композиции элементов могут меняться.

В таблице 1 указаны статистические расчеты данных, сделанные для наиболее важных показателей в рамках подтверждения места географического происхождения.

Стоит отметить, что массовая концентрация некоторых элементов может претерпевать существенные изменения в результате проведения различных

**Таблица 1.** Статистические данные концентраций наиболее важных элементов в образцах вин, мкг/дм<sup>3</sup>

**Table 1.** Statistical data on concentrations of the most important elements in wine samples, µg/dm<sup>3</sup>

Элемент	Среднее	СКО	Медиана	Минимум	Максимум
K	857904,04	401870,41	763887,06	288984,79	2355219,75
P	95803,04	66620,09	87590,48	5433,16	376670,72
Mg	79748,31	18087,63	78749,81	44815,61	136143,48
Ca	70297,72	21682,20	70016,81	28763,55	154356,60
Na	11632,16	6522,86	11222,02	1775,20	38506,10
Si	9835,56	3621,53	9405,00	3042,29	22879,32
B	9150,24	5783,37	7528,50	2899,71	34148,37
Rb	1163,78	606,64	992,86	359,29	3683,03
Zn	784,40	567,19	667,80	219,52	5210,99
Mn	684,11	361,23	581,51	157,63	2198,14
Fe	501,03	702,20	251,75	2,10	4972,83
Sr	536,70	352,38	407,21	105,83	1945,06
Al	207,31	215,62	173,42	50,02	2545,04
Cu	128,06	202,34	80,38	1,74	1742,52
Ba	87,56	60,76	71,89	15,84	425,70
Ni	10,77	11,29	8,03	0,10	107,38
Pb	4,91	4,81	3,87	1,34	52,15
Cs	4,66	4,55	3,36	0,24	27,92
Ti	6,35	6,19	5,55	0,09	53,53
Cr	10,71	9,28	8,32	0,34	49,18
Mo	2,31	3,40	1,43	0,20	36,61
Sn	1,93	3,68	0,83	0,01	18,02
Ag	0,85	3,54	0,05	0,00	29,00
Co	1,19	0,95	0,96	0,01	3,84
As	0,97	0,96	0,69	0,00	5,06
Tl	0,18	0,17	0,12	0,02	1,07
U	0,02	0,01	0,02	0,00	0,07
Re	0,02	0,02	0,01	0,00	0,12
Ga	0,30	0,18	0,31	0,00	0,67

технологических операций. Переход Са, Мп, Ni, Си из ягоды в вино сопровождается снижением концентраций, так как наибольшие концентрации этих элементов выявлены в косточках и кожице винограда, которые удаляются при отделении сусла. Уменьшение содержания таких элементов, как Са и Си, в винах обусловлено выпадением осадка в виде тартратов и оксалатов. Си, при взаимодействии с фенольными веществами и белками образуют труднорастворимые танаты или танино-белковые соединения, также выпадая в осадок. Часть минеральных веществ, используется дрожжами в процессе жизнедеятельности и удаляются вместе с дрожжевым осадком [19, 20].

Как было указано ранее, винодельческие районы Крыма находятся в границах трех различных климатических зон с уникальными почвенными условиями (Южнобережная, Предгорная и Степная). В связи с этим представляло интерес провести сравнение элементного состава вин из различных зон Крыма.

Для выявления статистически значимых различий в значениях между выборками были использованы тест Краскелла-Уоллиса с апостериорным сравнением при помощи теста Данна с поправкой Бонферрони на множественное сравнение. Было выявлено, что у образцов из предгорной зоны отсутствуют статистически значимые различия в значениях исследуемых показателей с образцами из других климатических зон. При этом у образцов из степной и южнобережной зон выявлены статистически значимые различия концентраций элементов Ва, Ве, Мп. Результаты представлены в виде BoxPlot-диаграммы (рис. 1).

Из рис. 1 видно, что образцы вин из Степной зоны Крыма обладают большим содержанием элементов Ва, Ве, Мп по сравнению с образцами из Южнобережной зоны. Несмотря на различные почвенные и климатические условия исследуемых зон, элементный профиль трех выборок образцов вин имеет схожий между собой характер распределения элементов. С одной стороны, такое распределение элементов существенно затруднит возможность классификации вин из разных районов Крыма. С другой стороны – способствует идентификации вин Крыма относительно других виноградо-винодельческих зон России с использованием метода «отпечатков пальцев».

Как известно, виноградное растение в первую очередь извлекает из почвы подвижные формы эле-

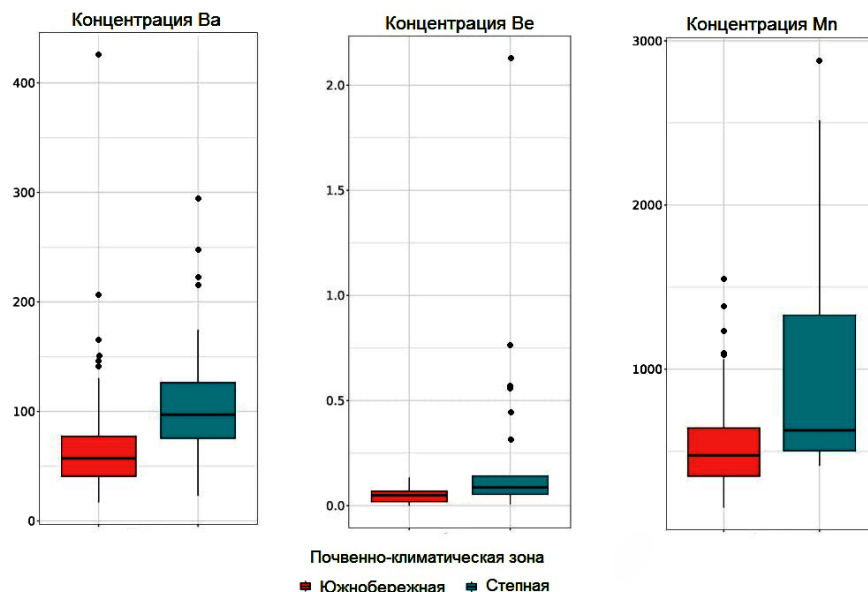


Рис. 1. Массовая концентрация статистически значимых элементов в образцах вин, мкг/дм<sup>3</sup>

Fig. 1. Mass concentration of statistically significant elements in wine samples,  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$

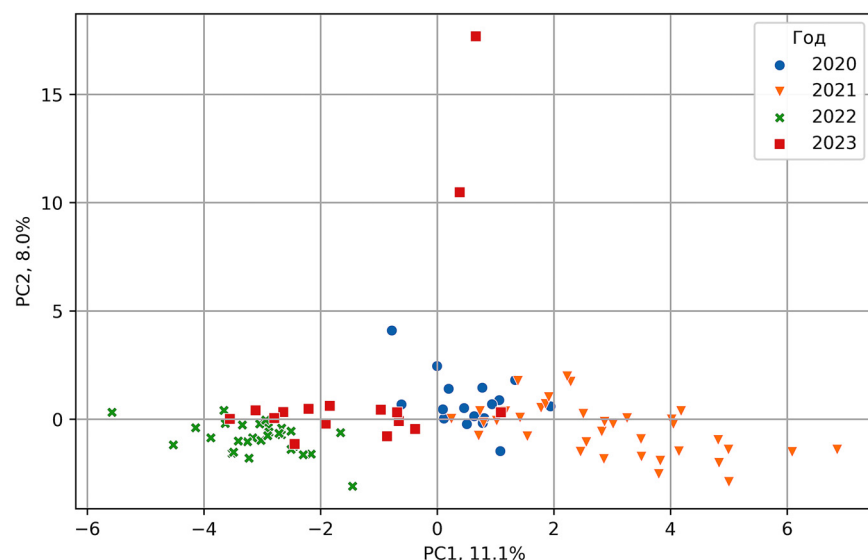


Рис. 2. PCA-диаграмма распределения образцов вин из винограда разного года урожая

Fig. 2. PCA-diagram of distribution of wine samples from grapes of different vintages

ментов, которые в среднем составляют около половины от их общего содержания. Однако для некоторых элементов это соотношение может значительно отличаться. Кроме того, диффузионное движение в почве происходит очень медленно, в результате чего вокруг корней могут образовываться зоны истощения. Таким образом, качественный и количественный состав микроэлементов и редкоземельных металлов в виноградной ягоде, а впоследствии и в вине может с течением времени приобрести тенденцию к определенным изменениям. В связи с этим представляло интерес изучить изменение элементного профиля вин, произведенных из винограда разного года урожая.

Было проведено сравнительное исследование элементного профиля вин из винограда разных годов урожая с использованием метода PCA (рис. 2).

Из диаграммы, представленной на рис. 3, видно, что данные, полученные для вин из винограда урожая 2021-го года, лежат обособлено в пространстве признаков от остальных образцов, что говорит о различиях в структуре данных. Такое распределение значений может быть связано с аномально сильными и продолжительными дождями на побережье Черного моря в сезон 2021 г. Образцы, произведенные в 2020 г., распределены отдельно с образцами 2022 г. При этом образцы 2023 г. локализованы преимущественно совместно с образцами 2020 и 2022 гг. Также отмечены два образца-выброса в выборке 2023 года. В 2020 году элементы В, Сu, Re и Sn имели самые большие медианные показатели за весь временной интервал 2020-2023 гг. включительно. В 2021 г. элементы Са, Na, Si имели самые большие медианные показатели за весь временной интервал. Таким образом, мониторинг ежегодных изменений элементного профиля вин из различных регионов является важным этапом при определении места их происхождения.

В 2017-2021 гг. в сезоны сбора винограда было отобрано и переработано в условиях микровиноделия 143 образца винограда из разных почвенно-климатических зонах Крыма. В полученных образцах вин определяли значение показателя  $\delta^{18}\text{O}$  водной компоненты. На рис. 3 представлены средние значения исследуемых образцов в зависимости от года урожая винограда и географического места его произрастания.

Значения показателя  $\delta^{18}\text{O}$  водной компоненты различаются для вин, произведенных из винограда одного года урожая, но выращенного в разных климатических зонах Крыма. Изотопный состав водной компоненты виноградного растения, а впоследствии и вина, в значительной мере зависит от соответствующих характеристик местных метеорологических и грунтовых вод. С поверхности акватории непрерывно испаряется вода. При конденсации паров воды снова происходит разделение изотопов, и первые капли дождя содержат более «тяжелую» воду, чем последующие, а водяной пар, насыщенный «легкими» изотопами  $^{16}\text{O}$ , уходит в более высокие слои атмосферы. Таким образом, по мере удаления от береговой линии и по мере увеличения высоты местности над уровнем моря, атмосферные осадки в большей степени обогащаются «легкими» изотопами  $^{16}\text{O}$  [22-24]. Представленные данные на рис. 3 наглядно показывают эту закономерность.

Так, образцы вин из Южнобережной зоны характеризуются наиболее высокими значениями изотопных характеристик кислорода водной компоненты

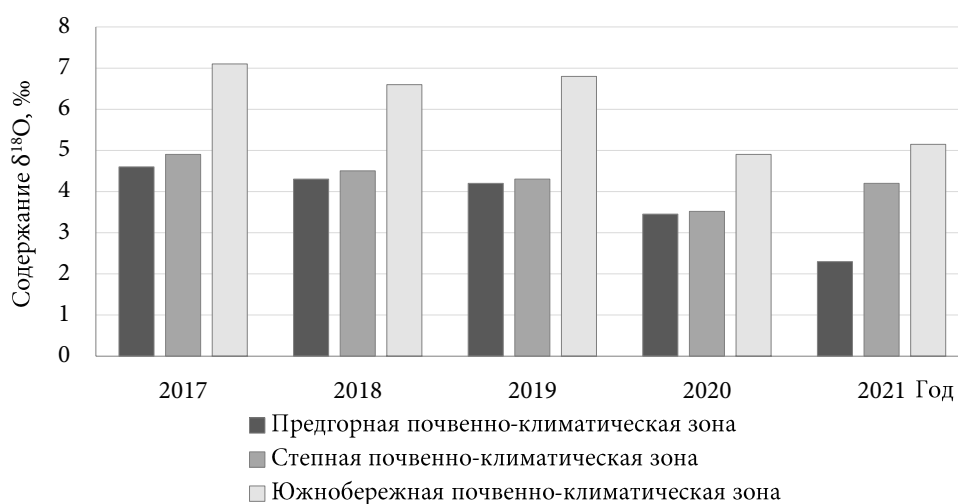


Рис. 3. Распределение значений изотопных отношений  $\delta^{18}\text{O}$  водной компоненты полученных вин

Fig. 3. Distribution of  $\delta^{18}\text{O}$  isotope ratios of water component in the resulting wines

по сравнению с другими зонами, а образцы из Предгорной зоны – наименьшими. Также необходимо отметить общую тенденцию к ежегодному снижению содержания изотопа  $^{18}\text{O}$  в водной компоненте вин. Это может быть связано как с глобальными климатическими изменениями, так и с ежегодным дрейфом метеорологических характеристик.

### Выводы

Исследования показали возможность использования показателей элементного профиля и изотопных характеристик водной компоненты вин для их классификации по географическому месту происхождения. Установлено, что образцы вин из Степной зоны Крыма обладают большим содержанием элементов Ва, Ве, Мп по сравнению с образцами из Южнобережной зоны, при этом для Предгорной зоны отсутствуют статистически значимые различия в значениях концентраций исследуемых элементов с образцами из других климатических зон. Образцы вин из Южнобережной зоны характеризуются наиболее высокими значениями изотопных характеристик кислорода водной компоненты по сравнению с другими зонами, а образцы из Предгорной зоны – наименьшими. Диапазон значений вин Крыма за период наблюдений составил от 1,7% до 8,7%. Выявлены различия, в некоторых случаях значительные, как в содержании элементов, так и в значениях  $\delta^{18}\text{O}$  водной компоненты вин, произведенных в разные годы.

Таким образом, совокупный учет показателей элементного профиля и изотопных характеристик водной компоненты вин дают возможность использовать их для контроля категории вин, имеющих географический статус. В данном направлении исследования будут продолжены.

### Благодарность

Авторский коллектив выражает признательность за помощь и предоставление опытных образцов винограда предприятиям виноградо-винодельческой отрасли Республики Крым – АО «Солнечная До-

дина» (с. Солнечная Долина, г. Судак); «Коктебель» (пос. Коктебель, г. Феодосия); ЧП «Акчурин» (с. Хмельницкое, г. Балаклава); ЧП «Грамотенко» (п. Васильевка, Ялта); ООО «Крымские виноградники» (с. Ромашкино, Сакский район); ООО «Крымские виноградники» (с. Медведево, Черноморский район); «Золотая Балка» (г. Балаклава); ЧП «Донцов» (с. Крайнее, Сакский район).

#### Источник финансирования

Не указан.

#### Financing source

Not specified.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы / References

1. Ferrer-Gallego R., Hernández-Hierro J.M., Rivas-Gonzalo J.C., Escribano-Bailón M.T. Influence of climatic conditions on the phenolic composition of *Vitis vinifera* L. cv. Graciano. *Analytica Chimica Acta*. 2012;732(2):73–77. DOI 10.1016/j.aca.2011.12.072.
2. Rybalko E., Ostroukhova E., Levchenko S. Spatial distribution of Crimean agroecological resources as a factor of variability of the main and secondary metabolites of grapes. *BIO Web of Conferences*. EDP Sciences. 2021;39:01001. DOI 10.1051/bioconf/20213901001.
3. Иванченко В.И., Баранова Н.В., Корсакова С.П., Рыбалко Е.А. Оптимизация размещения столовых сортов винограда в зависимости от агроэкологических ресурсов АР Крым: Тематический сборник. Ялта: НИ-ВиВ «Магарач». 2010:1-60.  
Ivanchenko V.I., Baranova N.V., Korsakova S.P., Rybalko E.A. Optimization of the placement of table grape varieties depending on the agroecological resources of the Autonomous Republic of Crimea: Thematic collection. Yalta: Research Institute of Vine and Wine Magarach; 2010:1-60 (*in Russian*).
4. Территориальное деление виноградопригодных земель Российской Федерации, утвержденных ФСРО «Ассоциация виноградарей и виноделов России». [rvwa.ru/20220608/59872.html](https://rvwa.ru/20220608/59872.html) (дата обращения: 20.07.2024). Territorial division of grape-suitable lands of the Russian Federation, approved by the FSRO Association of Winegrowers and Winemakers of Russia. <https://rvwa.ru/20220608/59872.html>. (date of access: 20.07.2024) (*in Russian*).
5. Rao C.R.M., Sahuquillo A., Lopez Sanchez J.F. A review of the different methods applied in environmental geochemistry for single and sequential extraction of trace elements in soils and related materials. *Water Air Soil Pollutions*. 2008;189:291–333. DOI 10.1007/s11270-007-9564-0.
6. Bertin C., Yang X., Weston L.A. The role of root exudates and allelochemicals in the rhizosphere. *Plant and Soil*. 2003;256:67–83. DOI 10.1023/A:1026290508166.
7. Абакумов А.Г., Титаренко В.О., Халафян А.А., Темердашев З.А., Каунова А.А. Установление сортовой принадлежности винограда по выявленным элементам-маркерам в ягоде и различных её составляющих частях // Аналитика и контроль. 2019;23(1):61-70. DOI 10.15826/analitika.2019.23.1.002.  
Abakumov A.G., Titarenko V.O., Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A., Kaunova A.A. Grape cultivar assignments using the identified elements-markers of grape berry and its different constituent parts *Analytica and Control*. 2019;23(1):61-70. DOI 10.15826/analitika.2019.23.1.002 (*in Russian*).
8. Redan B.W. Processing aids in food and beverage manufacturing: potential source of elemental and trace metal contaminants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020;68(46):13001–13007. DOI 10.1021/acs.jafc.9b08066.
9. Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Kuzmina E.I., Sviridov D.A. Modern analysis methods use in order to establish the geographic origin of food products. *Food systems*. 2020;3(1):4–9. DOI 10.21323/2618-9771-2020-3-1-4-9.
10. Camin F., Dordevic N., Wehrens R., Neteler M., Delucchi L., Postma G., Buydens L. Climatic and geographical dependence of the H, C and O stable isotope ratios of Italian wine. *Analytica Chimica Acta*. 2015;853:384-390. DOI 10.1016/j.aca.2014.09.049.
11. Hermann A., Voerkelius S. Meteorological impact on oxygen isotope ratios of German wines. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2008;59:194–199. DOI. 10.5344/ajev.2008.59.2.194
12. Orellana S., Johansen A.M., Gazis C. Geographic classification of U.S. Washington State wines using elemental and water isotope composition. *Food Chemistry: X*. 2019;1:100007. DOI 10.1016/j.fochx.2019.100007.
13. Niculaua M., Coşofret S., Cotea V.V., Nechita C.B., Odăgeriu G. Consideration on stable isotopic determination in Romanian wines. *Isotopes in Environmental and Health Studies*. *Cercetari Agronomice in Moldova*. 2006;128(4):25-31.
14. Adami L., Dutra S.V., Marcon A.R., Carnieli G.J., Roani C.A., Vanderlinde R. Geographic origin of Southern Brazilian wines by carbon and oxygen isotope analyses. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2010;24(20):2943-2948. DOI 10.1002/rcm.4726.
15. Drivelos S.A., Georgiou C.A. Multi-element and multi-isotope-ratio analysis to determine the geographical origin of foods in the European Union. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2012;40:38-51. DOI 10.1016/j.trac.2012.08.003.
16. Paleologos E.K., Kontominas M.G. Effect of processing and storage conditions on the generation of acrylamide in precooked breaded chicken products. *Journal of Food Protection*. 2007;70(2):466-470. DOI 10.4315/0362-028X-70.2.466.
17. Parati K., Bongioni G., Aleandri R., Galli A. Sex ratio determination in bovine semen: a new approach by quantitative real time PCR. *Theriogenology*. 2006;66(9):2202-2209. DOI 10.1016/j.theriogenology.2006.07.007.
18. Танашук Т.Н., Иванова Е.В., Кишковская С.А и др. Каталог промышленных штаммов дрожжей для виноделия. Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024:1-52.  
Tanashchuk T.N., Ivanova E.V., Kishkovskaya S.A. et al. Catalog of industrial yeast strains for winemaking. Simferopol: IP Kornienko A.A. 2024:1-52 (*in Russian*).
19. 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.
20. Redan B.W. Processing aids in food and beverage manufacturing: potential source of elemental and trace metal contaminants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2020;68(46):13001–13007. DOI 10.1021/acs.jafc.9b08066.
21. Nicolini G., Larcher R., Pangrazzi P., Bontempo L. Changes in the contents of micro- and trace elements in wine due to winemaking treatments. *Vitis*. 2004;43(1):41–45. DOI 10.5073/vitis.2004.43.41-45.

22. Коротаева Е.Н., Мелехина Е.А. Вариация изотопного состава воды на территории Пермского края // Геология в развивающемся мире: Сборник научных трудов. 2014;2:174-177.  
Korotayeva E.N., Melekhina E.A. Isotopic composition variation of water in the Perm region. *Geology in the Developing World: A Collection of Scientific Papers*. 2014;2:174-177 (in Russian).
23. Gonfiantini R., Roche M.-A., Olivry J.-C., Fontes J.-C., Zuppi G.M. The altitude effect on the isotopic composition of tropical rains. *Chemical Geology*. 2001;181(1-4):147-167. DOI 10.1016/S0009-2541(01)00279-0.
24. Hemmerle H., Geldern R., Juhlke T.R., Huneau F., Garel E., Santoni S., Barth J.A.C. Altitude isotope effects in Mediterranean high-relief terrains: a correction method to utilize stream water data. *Hydrological Sciences Journal*. 2021;66(9):1409-1418. DOI 10.1080/02626667.2021.1928672.

### Информация об авторах

**Лев Арсенович Оганесянц**, д-р техн. наук, проф., академик РАН, научный руководитель; <https://orcid.org/0000-0001-8195-4292>;

**Александр Львович Панасюк**, д-р техн. наук, проф., член-корр. РАН, зам. директора по научной работе; e-mail: [Labvin@yandex.ru](mailto:Labvin@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0002-5502-7951>;

**Дмитрий Александрович Свиридов**, канд. техн. наук, науч. сотр.; <https://orcid.org/0000-0002-5595-0455>;

**Александр Александрович Ильин**, аспирант, e-mail: [tetrapx@bk.ru](mailto:tetrapx@bk.ru);

**Владимир Владимирович Лиховской**, д-р с-х. наук, доцент, директор ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН; e-mail: [director@magarach-institut.ru](mailto:director@magarach-institut.ru); <https://orcid.org/0000-0003-3879-0485>;

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

**Наталья Александровна Шмигельская**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией игристых вин; e-mail: [nata-ganaj@yandex.ru](mailto:nata-ganaj@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>;

**Анатолий Яковлевич Яланецкий**, канд. техн. наук, вице-президент Союза виноделов Крыма; e-mail: [yal.anatol@gmail.com](mailto:yal.anatol@gmail.com).

### Information about authors

**Lev A. Oganesyants**, Dr. Agric. Sci., Professor, Academician of the RAS, Research Advisor; <https://orcid.org/0000-0001-8195-4292>;

**Alexander L. Panasyuk**, Dr. Techn. Sci., Professor, Corresponding Member of the RAS, Deputy Director for Science; e-mail: [Labvin@yandex.ru](mailto:Labvin@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0002-5502-7951>;

**Dmitriy A. Sviridov**, Cand. Techn. Sci., Staff Scientist; <https://orcid.org/0000-0002-5595-0455>;

**Alexander A. Ilyin**, Graduate Student; e-mail: [tetrapx@bk.ru](mailto:tetrapx@bk.ru);

**Vladimir V. Likhovskoi**, Dr. Agric. Sci., Assistant Professor, Director of the FSBSI Institute Magarach of the RAS; e-mail: [director@magarach-institut.ru](mailto:director@magarach-institut.ru); <https://orcid.org/0000-0003-3879-0485>;

**Viktor A. Zagorouiko**, Dr. Techn. Sci., Professor, Corresponding Member of the NAAS, Chief Staff Scientist, Head of the Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: [vikzag51@gmail.com](mailto:vikzag51@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>;

**Natalia A. Shmigelskaia**, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: [nata-ganaj@yandex.ru](mailto:nata-ganaj@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>;

**Anatoliy Ya. Yalanetsky**, Cand. Techn. Sci., Vice-President of the Union of Winemakers of Crimea; e-mail: [yal.anatol@gmail.com](mailto:yal.anatol@gmail.com).

Статья поступила в редакцию 08.08.2024, одобрена после рецензии 22.08.2024, принята к публикации 27.08.2024.



## Main properties of chitin-containing sorbents and dynamics of clarification of table wine material using them

Mammadova H.N.✉

Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking, Baku, Azerbaijan

✉halila.mammadova@mail.ru

**Abstract.** The article provides information on the chemical structure, sources of acquisition, main properties and areas of application of chitin and chitin-containing sorbents used in various industries. The purpose of research is to study the characteristics of chitin-containing sorbents in order to improve clarification of wine material, as well as the dynamics of clarification of table wine material using chitosan, and compare its effect with traditional clarifying agents bentonite and gelatine. The study of clarification process was carried out in 2, 4, 6, 12 hours, only with chitosan, only with bentonite, and with gelatine-chitosan mixture. The main factors related to the application of chitosan, which is a chitin-containing sorbent, in the food industry, and dynamic description of the results of using chitosan together with other clarifying preparations, bentonite and gelatine, are described. The dynamics of optical density changes during processing of white and red table wine materials is analysed. Clarification dynamics of red wine material is characterized by the longer retention of high turbidity and the formation of high fraction. The clarification was noticeably accelerated and the wine material was well clarified to the 12th hour from the moment of processing. Thus, the results presented show that chitosan can be used both independently and in the combination with other sorbents, which provides high-quality transparency. A decrease in the optical density during the process was observed.

**Key words:** chitin; chitosan; clarification; clarification of wine material; clarification of grape juice; bentonite; gelatine.

**For citation:** Mammadova H.N. Main properties of chitin-containing sorbents and dynamics of clarification of table wine material using them. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):296-301. EDN SENAOR (in Russian).

## Основные свойства хитинсодержащих сорбентов и динамика осветления ими столового виноматериала

Мамедова Х.Н.✉

Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, г. Баку, Азербайджан

✉halila.mammadova@mail.ru

**Аннотация.** В статье приведены сведения о химическом строении, источниках получения, основных свойствах и областях применения хитина и хитинсодержащих сорбентов, применяемых в различных отраслях промышленности. Цель работы – изучение характеристик хитинсодержащих сорбентов, применяемых для улучшения осветления виноматериала, а также динамики осветления столового виноматериала хитозаном, и сравнении его действия с традиционными материалами бентонитом и желатином. Исследование процесса осветления проводили через 2, 4, 6, 12 ч только с хитозаном, только с бентонитом и с желатин-хитозановой смесью. Описаны основные факторы, связанные с применением хитозана – хитинсодержащего сорбента в пищевой промышленности, а также динамическое описание результатов применения хитозана совместно с другими осветляющими препаратами, бентонитом и желатином. Проанализирована динамика изменения оптической плотности при переработке белых и красных столовых виноматериалов. Динамика осветления красного виноматериала характеризуется более длительным сохранением высокой мутности и образованием высокой фракции. С момента обработки до 12-го ч осветление заметно ускорилось и виноматериал хорошо осветлился. Таким образом, представленные результаты показывают, что хитозан можно использовать как самостоятельно, так и в сочетании с другими сорбентами, что обеспечивает качественную прозрачность. В ходе процесса наблюдалось снижение оптической плотности.

**Ключевые слова:** хитин; хитозан; осветление; осветление виноматериала; осветление виноградного сока; бентонит; желатин.

**Для цитирования:** Мамедова Х.Н. Основные свойства хитинсодержащих сорбентов и динамика осветления ими столового виноматериала // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):296-301. EDN SENAOR.

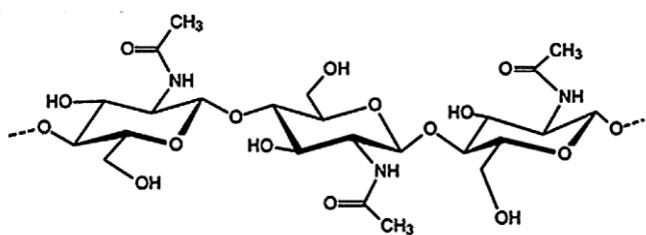
### Introduction

Chitin was discovered in 1821 by G. Bracon, director of the botanical garden of the Academy of Sciences of Nancy. He isolated a substance insoluble in sulfuric acid from mushrooms during chemical experiments and called it "mushroom". Two years later, in 1823, the French scientist A. Odier studied elements of the exoskeleton of insects and tarantulas, obtained the same substance from the elytra of insects and proposed to use the term "chitin". In 1859, the deacetylated form of chitin called "chitosan" was obtained for the first time under the

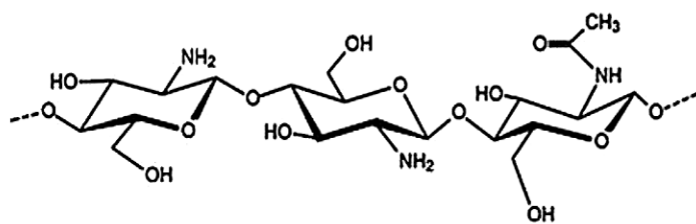
influence of alkalis. However, during the discovery of chitosan, scientists didn't pay due attention to it, and only in the 30s of the 20th century, they again paid attention to the substance itself and the possibilities of its experimental application.

Chitin is the second most widely spread organic compound in nature after cellulose, its reserve is 100 billion tons, which makes it interesting for application in various fields. More promising fields of experimental use of chitin and its derivatives are agriculture, food industry, medicine, cosmetics industry, pulp and paper industry and others.

Chitin is found in nature in three forms:  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – chitin, which differs from each other by the location of



**Fig. 1.** Structural formula of chitin  
**Рис. 1.** Структурная формула хитина



**Fig. 2.** Structural formula of chitosan  
**Рис. 2.** Структурная формула хитозана

the molecular chain and the presence of combined water molecules (Fig. 1). It was determined that the  $\alpha$  form is the most stable, resistant to reagents and widely spread in nature.

Wide application of chitin materials in food industry is due to their non-toxicity, high emulsification and stabilization ability. In dietary nutrition, chitosan is used as a thickener and structuring agent in multicomponent emulsions, paste and sauces. Chitosan has been proposed to be used for selective removal of heavy metal ions, especially radioactive isotopes from various solutions (Fig. 3).

Nyanikoviy G.G. and several authors proposed to use chitin-containing substances and biosorbents based on *Bacillus Mucilaginosus* bacteria as an eco-rehabilitation additive in soil. Pestova O.V. determined that *B. Mucilaginosus* exopolysaccharide acquires sorption properties in reaction with copper. Immobilization of bacteria on chitin sorbents allows creating highly effective complex preparations for remediation and improvement of soil contaminated with heavy metals [1-3].

Chitin and chitin-containing sorbents are also of the particular importance for clarification of juice and wine material. Chitosan can be applied for clarification of table wine material both alone and with the combined use of other clarifying agents (bentonite, gelatine, etc.).

Chitosan production is based on the cleavage reaction of chitin's structural unit - acetyl group. The de-

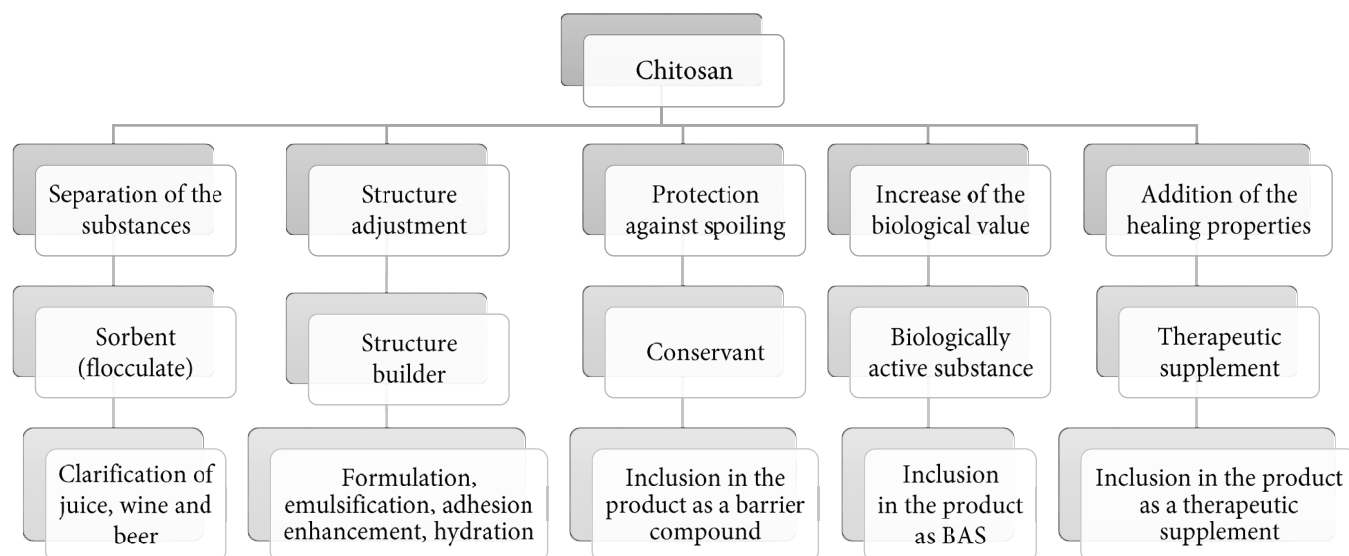
acetylation reaction can be accompanied by simultaneous breaking of glycosidic bonds of the polymer, which is based on the incompleteness of the de-acetylation reaction and breaking of the polymer chain. Molecular weight, de-acetylation and acetylation degrees should be considered while working with chitin and chitosan.

De-acetylation degree indicates relative molar amount of amine groups in the polymer, and acetylation indicates relative molar amount of N-acetyl groups. Chitosan is a de-acetylated product of chitin, and it is a polymer chain composed of glucosamine units (Fig. 2). Chitosan is the most widely used chitin derivative. Its chemical name is: poly (1 $\rightarrow$ 4) - 2 - amino - 2-deoxy -  $\beta$  - D - glucan.

Chitin is present in the exoskeleton of arthropods (crustaceans, insects), skeletal elements of marine zooplankton, and cell walls of fungi and yeasts [1, 4-7].

Currently, the main source for obtaining chitin and chitosan is crustaceans. The most accessible industrial raw materials for production of chitosan are processing wastes of armoured marine hydrobionts: crabs, lobsters, etc. The main feature of such raw materials is the absence of cultivation and cultivating costs [8, 9]. Crustacean shells contain the  $\alpha$  form of chitin, which consists of 19 molecular chains of about 0.3  $\mu$ m length each, forming nanofibrils with a diameter of 3 nm.

Chitin forms complexes with proteins (up to 50%) interacting with aspartic acid or histidine



**Fig. 3.** Application of chitosan in the food industry

**Рис. 3.** Применение хитозана в пищевой промышленности

residues, minerals (amorphous calcium carbonates and phosphates) and pigments (lutein,  $\beta$ -carotene, astaxanthin) that provide mechanical strength and flexibility [10].

It is known that negatively charged active groups also prevail on the surface of bentonite. However, their charge is balanced by the positive charge of alkali and alkaline earth metal cations located in the interlayer area of minerals. Gelatine is a protein-based sorbent with a positive charge, whose value depends on the pH of the medium. All gelatine particles in aqueous suspension are positively charged.

Chitosan is an anion exchanger, since its molecule is positively charged, due to this the sorption of negative particles - anions - occurs.

Processing of wine material with gelatine was carried out both individually and together with other clarifying agents. Gelatine removes small odour, flavor and colour defects in wine. Dark, discolored or darkened wines can be restored with the help of gelatine. It also removes the slight wood flavor, yeast or musty odours and some other defects. Maximum dose of gelatine should not exceed 500 mg/dm<sup>3</sup> [11, 12].

Maximum allowed dose of bentonite based on dry matter should not exceed 3 g/dm<sup>3</sup> for processing of juice and wine materials. The optimal dosage of bentonite for juice processing is chosen according to its transparency, and the nature and volume of formed sediment.

The effect of complex processing with chitosan and bentonite, chitosan and gelatine on clarification dynamics of white and red table wines was studied during the research. The same wine material treated only with chitosan in different doses was taken as a control sample. Changes in the optical density during clarification process were determined.

Chitin is similar to cellulose in terms of physical and chemical properties. At the same time, the presence of acetamide groups in the chitin molecule gives it the properties of practical importance. Chitin becomes a white to light brown solid that is insoluble in water, dilute acids, dilute and concentrated alkalis, alcohol, and other organic solvents after standard purification methods. It is dissolved by heating in concentrated chloride solutions, sulfuric and formic acids, as well as in some salt solutions. Dissolved chitin is noticeably depolymerized.

Chitosan is the most popular and widespread derivative of chitin. Unlike chitin, which is experimentally insoluble, chitosan is soluble in acidic solutions.

Chitosan is from white to creamy, in most cases with a yellowish, grayish or pink shade, odourless flakes with a size of not less than 10 mm or powder of various thicknesses. Other properties of dry chitosan include an electrification or astringent flavour. Chitosan belongs to the class 4 for its toxicity level and it is considered safe.

The uniqueness of chitosan as a derivative of chitin, being a natural biopolymer, is the fact that it has practically valuable complex properties due to the presence of various charged reactive amine, acetamide, hydroxyl and other functional groups in its molecules.

It is easily modified, and interacts with biologically active substances, ensuring long-term activity of these substances and serving as a carrier matrix. It realizes its immune and growth-stimulating effect, forms a complex from water, wine, and soil with heavy metals and radionuclides because of its ampholytic properties, sorbs harmful mixtures, and possesses an antiviral, antibacterial and fungicidal effect.

We noted that two main sources of chitin are known – these are crustaceans and fungi. Some authors believe that chitins from hydrobionts and fungi don't differ practically in their chemical properties [13]. Nevertheless, many researchers have mentioned that sorption properties of fungal chitin are significantly different from the sorption properties of crustacean chitin. Also, although insignificant, differences are observed within each of these groups. Comparative studies of the sorption capacity of chitosan obtained from crabs, crustaceans, and squid in relation to a number of metals have shown that it is substantially independent of the source of chitosan [14]. While studying the kinetics of sorption of metals from aqueous solutions, it was found that the limiting stage of the process is the diffusion of metal ions into the sorbent. In this case, the sorption equilibrium is reached in about an hour and depends very little on the pH of the medium.

Interaction processes of most metal ions with chitin and its derivatives depending on the physicochemical conditions are still not deeply understood. Probably, one of the reasons for this is a lack of well-purified and certified samples of the main sorbents – chitin and chitosan – until recently. Another problem is related to the multifunctionality of the analyzed sorbents and variety of chemical elements with which chitin and its derivatives interact. During sorption of elements of the first group, it should be noted that chitin and chitosan sorb only transition metal ions with electrons in their structure.

The second subgroup (zinc, cadmium, mercury) consists of representatives of transition metals of d – electron carriers and differs for high sorption capacity on chitin and its derivatives. Sorption of Mg, Ca, Sr, chitin and its derivatives by alkaline earth elements is relatively poorly studied. This is due to the fact that elements of this subgroup, as well as alkali metals, are very weakly sorbed or not sorbed by chitin and chitosan.

The characteristics of zinc and cadmium sorption on chitin and chitosan sorbents under different physical and chemical conditions have been studied in details. It was found that chitin and chitosan usually sorb zinc and cadmium worse than mercury under the same conditions. The sorption effect of these metals can be increased by increasing the pH [15, 16].

Chitosan is a sorbent that has been applied for processing of table wines almost recently. At the same time, its advantages as the presence of active centres, therefore electrostatic charging of the surface and internal zeolite channels indicate the possibility of using chitosan for clarification and stabilization of winemaking products. The molecule of chitosan has

numerous free amine groups, which allows it to combine hydrogen ions and acquire an excess positive charge. This is the reason of good cationic property of chitosan [17, 18].

**The purpose of research**

The purpose of research is to study dynamics of application of chitin-containing sorbents in clarification of table wine materials together with other clarifying agents by studying chitin-containing sorbents, their acquisition and sorption properties.

**Object and methods of research**

Along with chitosan, bentonite suspension and gelatine solution were also used for the experiments. Chitosan (manufacturer: Giftlover Natural Herbal), a chitin-containing sorbent, was soaked in distilled water (sorbent: water ratio 1:10, respectively) for 24 hours. It was then compressed using technical nylon. The moisture content of sorbents was determined by the gravimetric method. The activation of sorbents was carried out with 20% sodium chloride solution at 50-55°C for 3 hours and with 96% ethanol at 20°C for 24 hours. Optical density was determined by spectrophotometry.

**Results and their discussion**

Conducted researches (Table 1) showed that after 12 hours of treatment of white wine material with chitosan, optical density became less important and the best transparency of the wine material was achieved.

A similar degree of clarification was obtained during processing of wine material with 1.0-2.0 g/dm<sup>3</sup> bentonite suspension. At the same time, volume of sediment was twice less during treatment with chitosan compared to treatment with bentonite. This confirms effectiveness of using chitosan in white table wine material clarification technology.

Observation of clarification dynamics showed that large amount of clarified fraction layer was formed in wine material treated with chitosan in 2 hours of interaction, after which rapid clarification of the entire wine volume was observed. Densification of sediments continued at the same rate regardless of the dose of chitosan, but differences were observed in the volume of sediments. The largest sediment was determined in the wine material treated with 100 mg/dm<sup>3</sup> chitosan. Comparison of the results presented in Table 1 shows that chitosan can be used as an independent sorbent,

**Table 1.** Dynamics of optical density changes during processing of white table wine material

**Таблица 1.** Динамика изменения оптической плотности в процессе переработки белого столового виноматериала

Initial turbidity NTU	Dose			Duration of clarification, hours			
	Chitosan, mg/dm <sup>3</sup>	Bentonite, g/dm <sup>3</sup>	Chitosan + gelatine, mg/dm <sup>3</sup>	2	4	6	12
4.1	25	-	-	1.368	1.234	1.101	1.073
	50	-	-	1.311	1.287	1.221	1.058
	100	-	-	1.333	1.320	1.131	1.138
	200	-	-	1.543	1.437	1.119	1.073
	-	0.5	-	0.121	0.085	0.080	0.070
	-	1.0	-	0.091	0.072	0.063	0.057
	-	1.5	-	0.097	0.075	0.069	0.054
	-	2.0	-	0.090	0.087	0.079	0.058
	-	-	300:5	0.080	0.072	0.063	0.053
	-	-	200:10	0.197	0.108	0.088	0.053
	-	-	100:25	0.197	0.137	0.120	0.088

**Table 2.** Dynamics of optical density changes during processing of red table wine material

**Таблица 2.** Динамика изменения оптической плотности в процессе переработки красного столового виноматериала

Initial turbidity NTU	Dose			Duration of clarification, hours			
	Chitosan, mg/dm <sup>3</sup>	Bentonite, g/dm <sup>3</sup>	Chitosan + gelatine, mg/dm <sup>3</sup>	2	4	6	12
7.2	25	-	-	1.436	1.424	1.301	1.234
	50	-	-	1.555	1.434	1.331	1.138
	100	-	-	1.333	1.134	1.131	1.131
	200	-	-	1.543	1.437	1.199	1.073
	-	0.5	-	1.321	1.301	1.270	1.268
	-	1.0	-	1.510	1.347	1.267	1.107
	-	1.5	-	1.357	1.332	1.270	1.138
	-	2.0	-	1.510	1.432	1.270	1.073
	-	-	300:5	1.054	1.016	1.006	1.002
	-	-	200:10	1.254	1.205	1.111	1.054
	-	-	100:25	1.255	1.245	1.111	1.109

and the results obtained are equal to the results with the use of bentonite. However, combined use of chitosan and gelatine provided high-quality clarification with minimum 5 mg/dm<sup>3</sup> gelatine, which allowed to avoid the phenomenon of sticky wine materials. Similar experiments were carried out on red table wine material as well (Table 2).

The analysis of presented indicators shows that the best results were obtained by complex processing of wine material with gelatine and chitosan. Using of bentonite and chitosan allowed to obtain similar results. However, the volume of sediments was different, it was 5% for chitosan and 7-10% - for bentonite. This was due to the

fact that sediments become more dense when chitosan is used.

It should be noted that clarification dynamics of red wine material is characterized by the longer retention of high turbidity and formation of high fraction. Opalescence in the wine material remained for 6 hours after processing. However, clarification accelerated significantly and wine material was well clarified between the moment of processing and 12th hour.

### Conclusions

Among chitin-containing sorbents, chitosan was studied according to the previously set goals. It is determined that chitosan is the most widespread derivative of chitin. It was found that there are two main sources of chitin - crustaceans and fungi. It was also found that there are free amino groups in the molecular structure of chitosan, and it acquires a positive charge by connecting hydrogen to itself through these groups, and as a result, cationic properties arise from this.

Wine material was pre-processed alone using chitosan during the research. Later, it was processed with only bentonite and with a mixture of gelatine and chitosan during the third experiment. The same research was conducted on white and red wine materials. The dynamics of changes in optical densities were monitored after 2, 4, 6 and 12 hours, and according to the obtained sediments, it was determined that close results were obtained after processing with chitosan and bentonite, but the best result was obtained with the mixture of chitosan and gelatine.

Thus, presented results show that chitosan can be used both independently and in combination with other sorbents, while providing high-quality transparency.

### Источник финансирования

Не указан.

### Financing source

Not specified.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Курченко В.П., Буга С.В., Петрашкевич Н.В., Буткевич Т.В., Ветошкин А.А., Демченков Е.Л., Лодыгин А.Д., Зуева О.Ю., Варламов В.П., Бородин О.И. Технологические основы получения хитина и хитозана из насекомых // Труды Белорусского государственного университета. 2016;11(1):110-126.
2. Маметнабиев Т.Э. Деметаллизация вин хитинсодержащими сорбентами и биосорбентами на их основе: монография / Под ред. Маметнабиева Т.Э. Санкт-Петербург. 2005:1-115.
3. Mammadova H.N. Grape wines becoming turbid and elimination of metal turbidity with sorbents having chitin composition. Proceedings of Scientific-Research Institute of Viticulture and Winemaking. 2020;1:142-145.
4. Хитозан / Под ред. Скрябина К.Г., Михайлова С.Н., Варламова В.П. М.: Центр Биоинженерия РАН. 2013:1-596.
5. Ахымбетова Г.Д., Карлыбаева Б.П., Карева Н.Д., Югай С.М., Рашидова С.Ш. Структурные исследования хитинов и хитозанов из разных источников // Universum: химия и биология. 2022;12(102):46-53. DOI 10.32743/UniChem.2022.102.12.14520.
6. Ашууров Н.Ш., Югай С.М., Шахобутдинов С.Ш., Кулумбетов А.С., Атаханов А.А. Физико-химические исследования структуры наночастиц хитозана и аскорбат хитозан // Российский химический вестник. 2022;71: 227-231. DOI. org/10.1007/s11172-022-3401-x.
7. Курченко В.П., Буга С.В., Петрашкевич Н.В., Буткевич Т.В., Ветошкин А.А., Демченков С.Л., Лодыгин А.Д., Зуева О.Ю., Варламов В.П., Бородин О.И. Технологические основы получения хитина и хитозана из насекомых // Сб. науч. тр. Белорусского государственного университета. 2016;11(1):110-126.
8. Строкова Н.Г., Подкорытова А.В. Современные способы переработки хитин содержащего сырья // Труды ВНИРО. 2018;170:124-152.
9. Сергеева И.Ю. Применение хитозана для стабилизации коллоидной системы напитков // Техника и технология пищевых производств. 2014;1:84-89.
10. Зильберглейт М.А., Мархель В.П., Лобан Т.А., Маевская О.И., Масленников В.В., Жданович О.Н. Хитозан - успехи и проблемы коммерциализации // Полимерные материалы и технологии. 2019;5(1):6-15. DOI 10.32864/polymmattech-2019-5-1-6-15.
11. Абдель Рахман С.Т., Марченко Т.М., Долганова Н.В. Изучение влияния добавок комплекса хитозан - аскорбиновая кислота на изменение качественного состояния рыбных колбас в процессе холодильного хранения / Актуальные проблемы потребительского рынка товаров и услуг: материалы межрегиональной научно-практической конференции. 2009:5-6.
12. Насибов Х.Н., Гусейнов М.А. Исследование некоторых факторов осветления виноматериалов // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018;18:176-179.
13. Waśko A., Bulak P., Polak-Berecka M., Nowak K., Polakowski C., Bieganski A. The first report of the physicochemical structure of chitin isolated from *Hermetia illucens*. International Journal of Biological Macromolecules. 2016;92:316-320. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2016.07.038.
14. Miot-Sertier C., Paulin M., Dutilh L., Ballestra P., Albertin W., Masneuf-Pomarède I., Coulon J., Moine V., Vallet-Courbin A., Maupeu J., Dols-Lafargue M. Assessment of chitosan antimicrobial effect on wine microbes. International Journal of Food Microbiology. 2022;381:109907. DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109907.
15. Cristóbal L.V. Chitosan and its applications in oenology. OENO One. 2023;57(1):121-132. DOI 10.20870/oenone.2023.57.1.7262.
16. Kahve H.I., Duran A. The use of chitosan as clarification agent. Collection of Articles Based on Materials of the International Conference on Engineering and Natural Sciences. 2016;10:2811-2814.
17. Панахов Т.М., Гусейнов М.А., Насибов Х.Н. Исследование качества вина, произведённого новыми сортами винограда в Азербайджане // АПК России. 2017;24(5):1223-1226.
18. Панахов Т.М. Технология продуктов виноделия, производимых в Азербайджане. Баку. 2015:1-546.

### References

1. Kurchenko V.P., Buga S.V., Petrashevich N.V., Butkevich T.V., Vetoshkin A.A., Demchenkov E.L., Lodygin A.D., Zueva O.Yu., Varlamov V.P., Borodin O.I. Technological background for producing chitine and chitodan from insects. Proceedings of the Belarusian State University. 2016;11(1):110-126 (in Russian).
2. Mаметнабиев Т.Э. Деметаллизация вин с хитинсодержащими сорбентами и биосорбентами на их основе: А

- monograph. Edited by Mametnabiev T.E. St. Petersburg. 2005:1–115 (*in Russian*).
3. Mammadova H.N. Grape wines becoming turbid and elimination of metal turbidity with sorbents having chitin composition. Proceedings of Scientific-Research Institute of Viticulture and Winemaking. 2020;1:142-145.
  4. Chitosan. Edited by Skryabin K.G., Mikhailov S.N., Varlamov V. P. M.: Center Bioengineering RAS. 2013:1-596 (*in Russian*).
  5. Akhymbetova G.D., Karlybaeva B.P., Kareva N.D., Yugay S.M., Rashidova S.Sh. Structural and physicochemical investigations of chitins and chitosans from different sources. Universum: Chemistry and Biology. 2022;12(102):46–53. DOI 10.32743/UniChem.2022.102.12.14520 (*in Russian*).
  6. Ashurov N.Sh., Yugai S.M., Shakhobutdinov S.Sh., Kulumbetov A.S., Atakhanov A.A. Physicochemical studies of the structure of chitosan and chitosan ascorbate nanoparticles. Russian Chemical Bulletin. 2022;71:227–231. DOI. org/10.1007/s11172-022-3401-x (*in Russian*).
  7. Kurchenko V.P., Buga S.V., Petrashkevich N.V., Butnevich T.V., Vetoshnin A.A., Demchenkov E.L., Lodygin A.D., Zueva O.Yu., Varlamov V.P., Borodin O.I. Technological background for producing chitine and chitozan from insects. Proceedings of the Belarusian State University. 2016;11(1):110–126 (*in Russian*).
  8. Strokova N.G., Podkorytova A.V. Modern ways for processing of chitin-containing raw materials. Trudy VNIRO. 2018;170:124–152 (*in Russian*).
  9. Sergeyeva I.Yu. Use of chitosan to stabilize colloidal system of beverages. Food Processing: Techniques and Technology. 2014;1:84–89 (*in Russian*).
  10. Zilbergleit M.A., Markhel V.P., Loban T.A., Maevskaya O.I., Maslennikov V.V., Zhdanovich O.N. Chitosan - successes and challenges of commercialization. Polymeric Materials and Technologies. 2019;5(1):6–15. DOI 10.32864/polymmattech-2019-5-1-6-15 (*in Russian*).
  11. Abdel Rakhman S.T., Marchenko T.M., Dolganova N.V. Study of the influence of chitosan-ascorbic acid complex additives on changes in the quality of fish sausages during refrigeration storage. Actual Problems of the Consumer Market of Goods and Services: Materials of the Interregional Scientific and Practical Conference. 2009:5–6 (*in Russian*).
  12. Nasibov H.N., Ghuseinov M.A. Study of some factors of wine clarification. Scientific Works of NCFSCHVW. 2018;18:176–179 (*in Russian*).
  13. Waśko A., Bulak P., Polak-Berecka M., Nowak K., Polakowski C., Bieganski A. The first report of the physicochemical structure of chitin isolated from *Hermetia illucens*. International Journal of Biological Macromolecules. 2016;92:316–320. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2016.07.038.
  14. Miot-Sertier C., Paulin M., Dutilh L., Ballestra P., Albertin W., Masneuf-Pomarède I., Coulon J., Moine V., Vallet-Courbin A., Maupéu J., Dols-Lafargue M. Assessment of chitosan antimicrobial effect on wine microbes. International Journal of Food Microbiology. 2022;381:109907. DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109907.
  15. Cristóbal L.V. Chitosan and its applications in oenology. OENO One. 2023;57(1):121–132. DOI 10.20870/oenone.2023.57.1.7262.
  16. Kahve H.I., Duran A. The use of chitosan as clarification agent. Collection of Articles Based on Materials of the International Conference on Engineering and Natural Sciences. 2016;10:2811–2814.
  17. Panakhov T.M., Huseynov M.A., Nasibov H.N. Studying the quality of wine produced by new varieties of grapes in Azerbaijan. APK of Russia. 2017;24(5):1223–1226 (*in Russian*).
  18. Panakhov T.M. Technology of winemaking products made in Azerbaijan. Baku. 2015:1–546 (*in Russian*).

### Информация об авторе

Халила Наджафгулу кызы Мамедова, докторант; e-майл: halila.mammadova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-7986-0262>.

### Information about author

Halila N. Mammadova, Doctoral Candidate; e-mail: halila.mammadova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0000-7986-0262>.

Статья поступила в редакцию 01.10.2023, одобрена после рецензии 23.08.2024, принята к публикации 27.08.2024.

УДК 663.241:663.253.34  
EDN UXUVUM

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

## Динамика показателей физико-химического состава сортовых коньячных дистиллятов при выдержке в контакте с древесиной дуба

Чурсина О.А.<sup>✉</sup>, Погорелов Д.Ю., Удод Е.Л., Зайцев Г.П.

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

<sup>✉</sup>chursina@magarach-institut.ru

**Аннотация.** Работа посвящена изучению динамики показателей физико-химического состава сортовых коньячных дистиллятов при выдержке в контакте с древесиной дуба. Выявлена тенденция изменения основных физико-химических, оптических и органолептических показателей сортовых коньячных дистиллятов в процессе их выдержки в течение 3 лет. Показано, что уже на 1-2 году выдержки экстрагируется основное количество компонентов фенольной природы, а также продуктов распада лигнина (ароматических альдегидов и кислот), интенсифицируются окислительно-восстановительные процессы и коньячный дистиллят приобретает свои типичные свойства. Установлено, что выдержка повышает качество коньячных дистиллятов пропорционально уровню качества закладываемых на выдержку молодых коньячных дистиллятов. Отмечено, что выдержанные коньячные дистилляты из европейских сортов винограда характеризовались более высокими органолептическими показателями по сравнению с образцами из межвидовых сортов винограда. Полученные результаты свидетельствуют о значительной роли сортового фактора в формировании качества коньячных дистиллятов при минимально разрешенных сроках выдержки.

**Ключевые слова:** выдержка; древесина дуба; ароматобразующий состав; летучие примеси; органолептическая оценка; фенольные вещества; высшие спирты; средние эфиры.

**Для цитирования:** Чурсина О.А., Погорелов Д.Ю., Удод Е.Л., Зайцев Г.П. Динамика показателей физико-химического состава сортовых коньячных дистиллятов при выдержке в контакте с древесиной дуба // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):302-307. EDN UXUVUM.

ORIGINAL RESEARCH

## Dynamics of physicochemical composition indicators of varietal brandy distillates when aged in contact with oak wood

Chursina O.A.<sup>✉</sup>, Pogorelov D.Yu., Udod E.L., Zaitsev G.P.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

<sup>✉</sup>chursina@magarach-institut.ru

**Abstract.** The work is devoted to studying the dynamics of physicochemical composition of varietal brandy distillates when aged in contact with oak wood. A tendency for changes in basic physicochemical, optical and organoleptic indicators of varietal brandy distillates during their aging for 3 years is revealed. It is shown that already in the 1st-2nd year of aging, the main amount of phenolic components, as well as lignin degradation products (aromatic aldehydes and acids), are extracted, redox processes are intensified, and brandy distillate acquires its typical properties. It is established that aging improves the quality of brandy distillates in proportion to the quality level of young brandy distillates placed for aging. Aged brandy distillates from European grape varieties are characterized by higher organoleptic indicators compared to samples from interspecific grape varieties. The obtained results indicate a significant role of varietal factor in the formation of quality of brandy distillates with the minimum permitted aging periods.

**Key words:** aging; oak wood; aroma-producing composition; volatile impurities; organoleptic assessment; phenolic substances; higher alcohols; medium esters.

**For citation:** Chursina O.A., Pogorelov D.Yu., Udod E.L., Zaitsev G.P. Dynamics of physicochemical composition indicators of varietal brandy distillates when aged in contact with oak wood. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):302-307. EDN UXUVUM (in Russian).

### Введение

Высокое качество винодельческой продукции является определяющим условием ее конкурентоспособности на внутреннем и мировом рынке. В формировании типичных свойств коньячной продукции участвует сложный комплекс летучих ароматобразующих соединений, переходящих из винограда, образующихся при спиртовом брожении и дистилляции, а также в процессе дальнейшей выдержки в контакте с древесиной дуба. Их состав и соотношение существенно зависят от сорта винограда, режимов и параметров его переработки, осветления сусла и способа

брожения, применяемых штаммов дрожжей, конструктивных особенностей перегонных установок, химического состава древесины дуба, условий выдержки и т.д. [1-6].

В коньячном производстве традиционно используют европейские сорта винограда, а в последнее время все более востребованы сорта сложной межвидовой селекции, вовлечение которых в промышленную переработку позволяет эффективно решать критическую проблему сырьевого дефицита и импортозамещения [7-9]. При этом свойственные разным видам и сортам винограда особенности метаболических процессов белкового и углеводного обмена, обусловленные их адаптацией к биотическим и абиотическим

стресс-факторам, приводят к различию уровня ферментной активности сока ягод, содержания углеводов, органических кислот и полифенолов и соответственно состава и качества полученной коньячной продукции [10-12].

Выдержка коньячных дистиллятов в контакте с древесиной дуба является ключевым этапом технологии коньяка. Химические преобразования, протекающие в этот период (экстракция танинов, деструкция лигнина, окисление, этерификация, ацетализация и т. д.) приводят к значительным изменениям их состава, способствуя развитию органолептических характеристик [13-24].

Наиболее частой причиной низкого качества коньячных дистиллятов с выдержкой 3-5 лет, которые составляют основную долю в общем объеме производства (80 %), является незавершенность процессов созревания в установленные сроки, что вызывает несбалансированность их качественного и количественного состава летучих и экстрактивных компонентов. Другим их недостатком является высокое содержание высших спиртов амиловой группы ( $C_3-C_5$ ), обладающих резким запахом. Их уровень в коньячном дистилляте определяется как генетическими особенностями сорта винограда, так и параметрами технологических процессов [25, 26].

Вследствие глубокой переработки винограда в букете и вкусе выдержанных коньячных дистиллятов отсутствуют явные признаки сорта, что снижает его значимость в формировании их качества, выдвигая на первое место вклад компонентов древесины дуба. Таким образом, исследования, направленные на изучение состава и качества сортовых коньячных дистиллятов при выдержке, являются актуальными.

Целью работы явилось изучение динамики показателей физико-химического состава сортовых коньячных дистиллятов при выдержке в контакте с древесиной дуба.

### Материалы и методы исследований

Материалами исследований являлись коньячные дистилляты из европейских белых сортов винограда вида *Vitis vinifera* L. (Ркацители, Алиготе, Совиньон белый, Уньи блан, Коломбар и др.), межвидовой селекции института «Магарач» (Первенец Магарача, Рислинг Магарача, Подарок Магарача, Спартанец и др.), произрастающих в Республике Крым, 2015–2023 гг. урожая, молодые и выдержанные в контакте с древесиной дуба в течение 3 лет. В работе было исследовано 18 сортов винограда, выработано по 380 образцов молодых коньячных дистиллятов, 290 образцов выдержанных коньячных дистиллятов.

Массовую концентрацию компонентов ароматобразующего комплекса коньячных вино-материалов и дистиллятов проводили методом газовой хроматографии с помощью хроматографа Agilent Technology (модель 6890N), оснащенного плазменно-ионизационным детектором (колонка кварцевая капиллярная с активным покрытием нитротерефталевой кислоты, газ-

носитель – водород).

Определение массовых концентраций компонентов выдержки коньячных дистиллятов (ароматические альдегиды и кислоты, фенольные кислоты) осуществляли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием хроматографической системы Agilent Technology (модель 1100) с диодно-матричным детектором. Разделение пробы на компоненты осуществляли на колонке Zorbax Eclipse XDB-C18 длиной 150 мм и диаметром 2,1 мм на основе октадецилсилильного сорбента зернением 3,5 мкм при скорости потока 0,25 мл/мин.

Массовую концентрацию суммы фенольных веществ, их мономерных и полимерных форм определяли колориметрическим методом с использованием реактива Фолина-Чокальтеу [27]. Степень окисленности фенольных веществ оценивали по показателю окисляемости ( $W$ ), определяемого методом потенциометрического титрования [27].

Оптические характеристики образцов определяли спектрофотометрическим методом с помощью спектрофотометра UNICO 1200 [27].

Качество коньячных дистиллятов оценивали методами органолептического анализа по ГОСТ 32051 с привлечением дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН».

Результаты проведенных исследований систематизировали и обрабатывали методами математической статистики с использованием программ MS Excel и пакета Statistica.

### Результаты и их обсуждение

Проведенный нами анализ сортовых молодых коньячных дистиллятов перед закладкой на выдержку показал варьирование в широком диапазоне компонентов ароматобразующего комплекса в зависимости от происхождения сорта винограда, степени его зрелости, географического района выращивания и климатических условий года [12, 25]. В зависимости от происхождения сорта винограда комплекс летучих компонентов молодых коньячных дистиллятов значительно отличался (рис. 1). В составе летучих компонентов

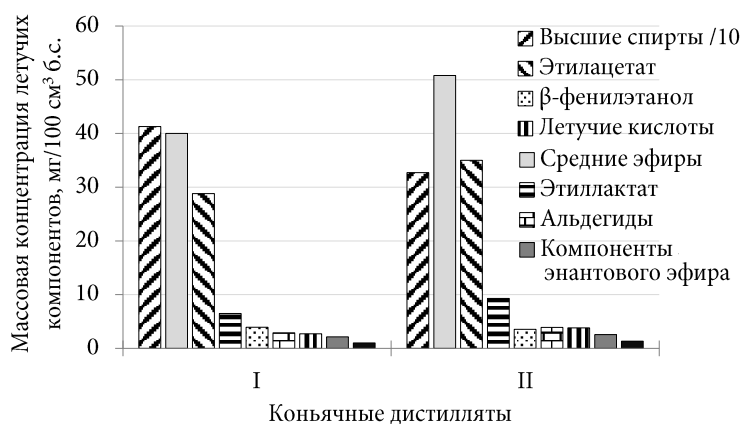


Рис. 1. Содержание летучих компонентов в коньячных дистиллятах из винограда разного происхождения: I – межвидовые гибриды; II – европейские сорта

Fig. 1. The content of volatile components in brandy distillates from grapes of different origin: I – interspecific hybrids; II – European varieties



коньячных дистиллятов, полученных из межвидовых сортов винограда, отмечена более высокая по сравнению с образцами из европейских сортов винограда доля высших спиртов и низкое содержание средних эфиров, что оказывало негативное влияние на баланс дескрипторов букета и снижало их качество. Показатель отношения средних эфиров к высшим спиртам в коньячных дистиллятах из межвидовых сортов винограда в среднем составил 0,10, в то время как для образцов из европейских сортов – 0,17.

Мониторинг физико-химических, органолептических и оптических показателей сортовых коньячных дистиллятов при выдержке в контакте с древесиной дуба в течение 3 лет позволил установить общие закономерности изменения их состава.

Выявлено, что уже на первом году выдержки в коньячные дистилляты поступает основное количество фенольных веществ (до 78 % от уровня 3-х лет выдержки) (рис. 2). В сумме фенольных веществ преобладали их мономерные формы, содержание которых возрастало с 68 % до 93 % к концу 3-го года выдержки, что свидетельствует об интенсивности протекающих экстракционных процессов. Установлена прямая зависимость между массовой концентрацией фенольных веществ в выдержанных коньячных дистиллятах и содержанием высших спиртов ( $r=0,60$ ).

С участием фенольных веществ в коньячных дистиллятах активизировались окислительно-восстановительные процессы, которые обусловили возрастание массовой концентрации полимерных форм фенольных веществ в 3 раза (по сравнению с полугодовым их содержанием), а также снижение показателя окисляемости (W) в 2 раза

Кроме того, в процессе выдержки в коньячных дистиллятах возрастало содержание эллаговой и галловой кислот (на 21 % и 53 % соответственно), образующихся при гидролизе танинов дубовой древесины (галлотанина и эллаготанина). Отмечено также снижение величины pH коньячных дистиллятов на 0,4–0,8 ед. к концу выдержки.

Вследствие процессов этанолиза лигнина в образцах увеличивалось содержание продуктов его деструкции (ароматических альдегидов и кислот): ванилина, кониферилового, синапового и сиреневого альдегидов, сиреновой и синаповой кислот. В наибольшей степени возросла массовая концентрация сиреневого альдегида (в среднем на 35 %). Следует отметить, что основное количество ароматических компонентов экстрагировалось в коньячный дистиллят уже на 1-2 году выдержки и в дальнейшем, на 3-ем году изменилось незначительно (рис. 3). Корреляционный анализ показал возможность существования зависимости между содержанием ароматических компонентов, экстрагируемых из древесины дуба, и содержанием летучих примесей коньячного дистиллята, доказательство которой вызывает необходимость дополнительных исследований.

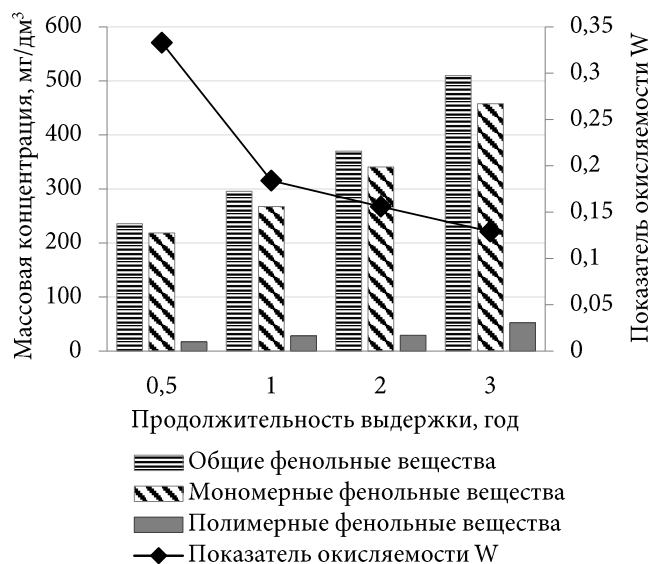


Рис. 2. Динамика массовой концентрации фенольных веществ и показателя окисляемости в сортах коньячных дистиллятах при выдержке

Fig. 2. Dynamics of mass concentration of phenolic substances and oxidation indicator in varietal brandy distillates during aging

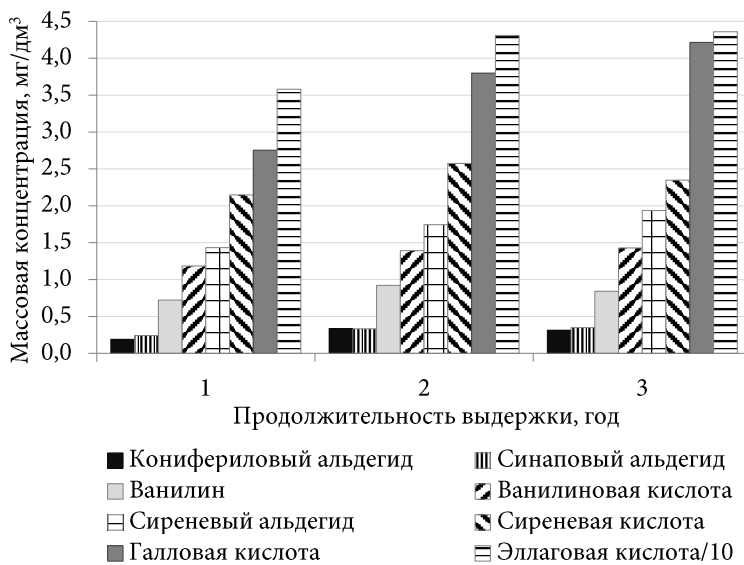
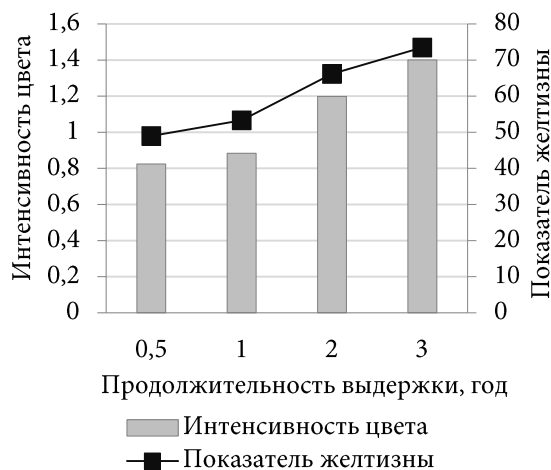


Рис. 3. Динамика массовой концентрации ароматических веществ, альдегидов, галловой и эллаговой кислот при выдержке коньячных дистиллятов

Fig. 3. Dynamics of mass concentration of aromatic substances, aldehydes, gallic and ellagic acids during aging of brandy distillates

Увеличение при выдержке содержания компонентов фенольной природы и их продуктов окисления привело к изменению бесцветной окраски коньячных дистиллятов в светло-янтарный и янтарный цвет, который они приобретали уже на 1-2-ом году выдержки. Установлена тесная корреляция показателей желтизны и интенсивности окраски с содержанием фенольных веществ ( $r=0,87$ ) (рис. 4).

Среди компонентов легколетучей фракции в процессе выдержки коньячных дистиллятов отмечено незначительное увеличение содержания летучих кислот, прежде всего уксусной, являющейся продуктом окисления этанола. Массовая концентрация



**Рис. 4.** Динамика показателей интенсивности цвета и желтизны коньячных дистиллятов при выдержке

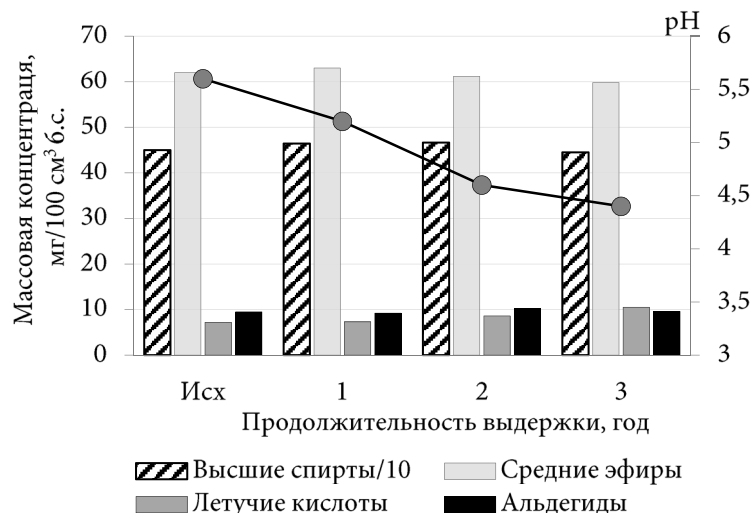
**Fig. 4.** Dynamics of color intensity and yellowness of brandy distillates during aging

других соединений (альдегидов, средних эфиров и высших спиртов) практически не изменилась (рис. 5).

В целом процессы, происходящие при выдержке, оказали благоприятное влияние на качественные показатели коньячных дистиллятов. При этом выявлено, что образцы, получившие перед закладкой на выдержку более высокий дегустационный балл, характеризовались также более высокими значениями органолептической оценки после ее окончания ( $r = 0,65$ ) (рис. 6). Обоснованным результатом явилось то, что выдержанные коньячные дистилляты из европейских сортов винограда (Алиготе, Коломбар, Шабаш, Ркацители, Уньи блан и др.) характеризовались более высокими органолептическими показателями по сравнению с образцами из межвидовых сортов винограда (Первенец Магарача, Рислинг Магарача, Подарок Магарача и др.). Очевидно, что изменения химического состава коньячных дистиллятов при выдержке явились недостаточными для нивелирования особенностей их ароматобразующего комплекса, определяемого сортовыми свойствами винограда.

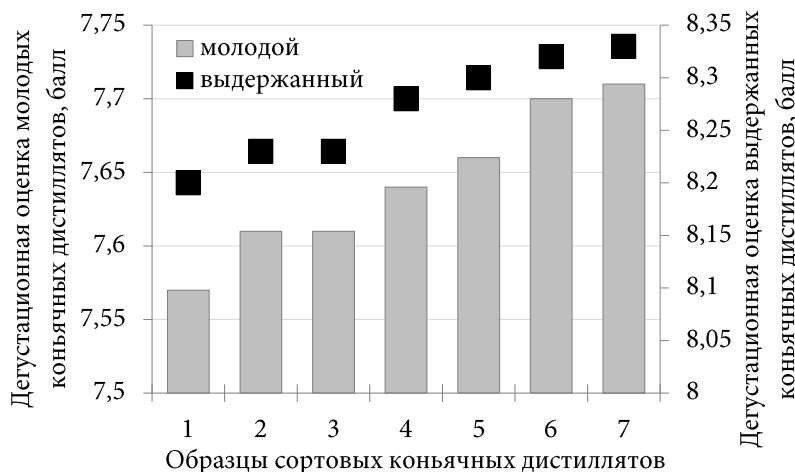
#### Выводы

Проведены исследования физико-химических, органолептических и оптических показателей сортовых коньячных дистиллятов, выдержанных в контакте с древесиной дуба в течение 3 лет. Выявлено, что основное количество компонентов фенольной природы, а также продуктов распада лигнина (ароматических альдегидов и кислот), экстрагируется на 1-2 году выдержки. Установлено, что выдержка повышает качество коньячных дистиллятов пропорционально уровню качества закладываемых на выдержку молодых коньячных дистиллятов. Отмечено, что выдержанные коньячные дистилляты из европейских со-



**Рис. 5.** Динамика массовой концентрации летучих компонентов и величины pH коньячных дистиллятов при выдержке

**Fig. 5.** Dynamics of mass concentration of volatile components and pH value of brandy distillates during aging



**Рис. 6.** Оценка качества молодых и выдержанных коньячных дистиллятов из разных сортов винограда: 1 – Аврора Магарача; 2 – Первенец Магарача; 3 – Рислинг Магарача; 4 – Алиготе; 5 – Ркацители; 6 – Шабаш; 7 – Коломбар

**Fig. 6.** Quality evaluation of young and aged brandy distillates from different grape varieties: 1 – ‘Avrora Magaracha’; 2 – ‘Pervenets Magaracha’; 3 – ‘Riesling Magaracha’; 4 – ‘Aligote’; 5 – ‘Rkatsiteli’; 6 – ‘Shabash’; 7 – ‘Colombard’

ртов винограда характеризовались более высокими органолептическими показателями по сравнению с образцами из межвидовых сортов винограда.

Полученные результаты свидетельствуют о значительной роли сортового фактора в формировании качества коньячных дистиллятов при минимально разрешенных сроках выдержки.

Исследования в этом направлении будут продолжены.

#### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FEUU-2019-0012.

#### Financing source

The study was conducted under public assignment No. FEUU-2019-0012.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

## Conflict of interests

Not declared.

## Список литературы

1. Dhiman A.K. Production of brandy. Handbook of Enology: Principles, Practices and Recent Innovations. Volume III, 1st edition, Chapter: Production of Brandies. New Delhi: Asiatech Publisher INC. 2010:1-60.
2. Tsakiris A., Kallithrakab S., Kourkoutas Yi. Grape brandy production, composition and sensory evaluation. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2014;94(3):404-414. DOI 10.1002/jsfa.6377.
3. Хибахов Т.С. Основы технологии коньячного производства России. Новочеркасск. 2001:1-160.
4. Moreno J., Peinado R. Enological chemistry. London: Academic Press. 2012:1-442. DOI 10.1016/C2011-0-69661-9.
5. Lurton L., Ferrari G., Snackers G. Cognac: production and aromatic characteristics. Alcoholic beverages: sensory evaluation and consumer research. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd. 2011:242-266. DOI 10.1016/B978-0-85709-051-5.50011-0.
6. Courregelongue M., Shinkaruk S., Prida A., Darriet P., Pons A. Identification and distribution of new impact aldehydes in toasted oak wood (*Quercus petraea*). Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2022;70(37):11667-11677. DOI 10.1021/acs.jafc.2c01828
7. Miličević B., Banović M., Ganić K.K., Gracin L. Impact of grape varieties on wine distillates flavor. Food Technology and Biotechnology. 2002;40(3):227-232.
8. Montaigne E., Coelho A., Khefifi L. Economic issues and perspectives on innovation in new resistant grapevine varieties in France. Wine Economics and Policy. 2016;5(2):73-77.
9. Шелудько О.Н., Агеева Н.М., Гугучкина Т.И., Бурцев Б.В., Антоненко М.В., Бирюкова С.А., Якуба Ю.Ф. Характеристика качественных коньячных дистиллятов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;68(2):232-241. DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-232-241.
10. Оселедцева И.В., Кирпичева Л.С. Оценка степени влияния сортового фактора на варьирование параметров состава легколетучей фракции коньячных виноматериалов и молодых коньячных дистиллятов // Вестник АПК Ставрополя. 2015;1(17):246-252.
11. Оселедцева И.В. Теоретические и практические аспекты контроля качества коньячных дистиллятов и коньяков. Краснодар. 2016:1-295.
12. Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Легашева Л.А., Соловьева Л.М., Удод Е.Л., Соловьев А.Е., Мартыновская А.В. Взаимосвязь физико-химических и биохимических показателей винограда с составом ароматобразующих компонентов коньячных виноматериалов и дистиллятов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(1):63-72. DOI 10.35547/iM.2020.22.1.013.
13. Piggott J.R., Conner J.M., Clyne J., Paterson A. The influence of non-volatile constituents on the extraction of ethyl esters from brandies. J. Sci. Food Agric. 1992;59(4):477-482. DOI 10.1002/jsfa.2740590409.
14. Caldeira I., Santos R., Ricardo-da-Silva J.M., Anjos O., Mira H., Belchior A.P., Canas S. Kinetics of odorant compounds in wine brandies aged in different systems. Food Chemistry. 2016;211:937-946. DOI 10.1016/j.foodchem.2016.05.129.
15. Schwarz M., Rodríguez-Dodero M.C., Jurado M.S., Puertas B., Barroso C.G., Guillén D.A. Analytical characterization and sensory analysis of distillates of different varieties of grapes aged by an accelerated method. Foods. 2020;9(277):1-20. DOI 10.3390/foods9030277.
16. Caldeira I., Anjos O., Belchior A. P., Canas S. Sensory impact of alternative ageing technology for the production of wine brandies. Ciência e Técnica Vitivinícola. 2017;32(1):12-22. DOI 10.1051/ctv/20173201012.
17. Chen K., Li S., Yang H., Zou J., Yang L., Li J., Ma L. Feasibility of using gas chromatography-ion mobility spectrometry to identify characteristic volatile compounds related to brandy aging. Journal of Food Composition and Analysis. 2021;98:103812. DOI 10.1016/j.jfca.2021.103812.
18. Canas S., Silva V., Belchior A.P. Wood related chemical markers of aged wine brandies. Ciência e Técnica Vitivinícola. 2008;23(1):45-52.
19. Caldeira I., Belchior A.P., Clímaco M.C., de Sousa R.B. Aroma profile of Portuguese brandies aged in chestnut and oak woods. Analytica Chimica Acta. 2002;458(1):55-62. DOI 10.1016/S0003-2670(01)01522-7.
20. Canas S. Phenolic composition and related properties of aged wine spirits: influence of barrel characteristics. A review. Beverages. 2017;3(4):55-76. DOI 10.3390/beverages3040055.
21. Canas S., Caldeira I., Anjos O., Lino J., Soares A., Belchior A. P. Physicochemical and sensory evaluation of wine brandies aged using oak and chestnut wood simultaneously in wooden barrels and in stainless steel tanks with staves. International Journal of Food Science and Technology. 2016;51(12):2537-2545. DOI 10.1111/ijfs.13235.
22. Canas S., Caldeira I., Anjos O., Pedro Belchior A. Phenolic profile and color acquired by the wine spirit in the beginning of ageing: alternative technology using micro-oxygenation vs traditional technology. LWT - Food Science and Technology. 2019;111:260-269. DOI 10.1016/j.lwt.2019.05.018.
23. Cernișev S. Analysis of lignin-derived phenolic compounds and their transformations in aged wine distillates. Food Control. 2017;73:281-290. DOI 10.1016/j.foodcont.2016.08.015.
24. Delgado-González M.J., García-Moreno M.V., Sánchez-Guillén M.M., García-Barroso C., Guillén-Sánchez D.A. Color evolution kinetics study of spirits in their ageing process in wood casks. Food Control. 2020;119(5):107468. DOI 10.1016/j.foodcont.2020.107468.
25. Чурсина О.А. Роль сорта винограда в формировании качества коньячных виноматериалов и дистиллятов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(4):362-367. DOI 10.35547/iM.2020.31.1.013.
26. Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Легашева Л.А., Погорелов Д.Ю., Мартыновская А.В., Удод Е.Л., Соловьев А.Е. Оптимизация технологии молодых коньячных дистиллятов из межвидовых сортов винограда // «Магарач. Виноградарство и виноделие. 2022;24(4):370-375. DOI 10.34919/iM.2022.51.58.010.
27. Методы технического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида. 2009:1-304.

## References

1. Dhiman A.K. Production of brandy. Handbook of Enology: Principles, Practices and Recent Innovations. Volume III, 1st edition, Chapter: Production of Brandies. New Delhi: Asiatech Publisher INC. 2010:1-60.
2. Tsakiris A., Kallithrakab S., Kourkoutas Yi. Grape brandy production, composition and sensory evaluation. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2014;94(3):404-414. DOI 10.1002/jsfa.6377.
3. Khiabakhov T.S. Fundamentals of the technology of brandy production in Russia. Novocherkassk. 2001:1-160 (in Russian).
4. Moreno J., Peinado R. Enological chemistry. London: Academic Press. 2012:1-442. DOI 10.1016/C2011-0-69661-9.
5. Lurton L., Ferrari G., Snackers G. Cognac: production and aromatic characteristics. Alcoholic beverages: sensory evaluation and consumer research. Cambridge:

- Woodhead Publishing Ltd. 2011:242–266. DOI 10.1016/B978-0-85709-051-5.50011-0.
6. Courregelongue M., Shinkaruk S., Prida A., Darriet P., Pons A. Identification and distribution of new impact aldehydes in toasted oak wood (*Quercus petraea*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2022;70(37):11667–11677. DOI 10.1021/acs.jafc.2c01828
  7. Miličević B., Banović M., Ganić K.K., Gracin L. Impact of grape varieties on wine distillates flavor. *Food Technology and Biotechnology*. 2002;40(3):227–232.
  8. Moutaigne E., Coelho A., Khefifi L. Economic issues and perspectives on innovation in new resistant grapevine varieties in France. *Wine Economics and Policy*. 2016;5(2):73–77.
  9. Shelud'ko O.N., Ageeva N.M., Guguchkina T.I., Burtsev B.V., Antonenko M.V., Biryukova S.A., Yakuba Yu.F. Characteristics of quality brandy distillates. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2021;68(2):232–241 (in Russian).
  10. Oseledzeva I.V., Kirpicheva L.S. Assessment of the influence of long factor on variation of parameters of the volatile fractions of cognac wine materials and young brandy distillate. *Vestnik of the AIC of Stavropolye*. 2015;1(17):246–252 (in Russian).
  11. Oseledtseva I.V. Theoretical and practical aspects of quality control of brandy distillates and cognacs. *Krasnodar*. 2016:1–295 (in Russian).
  12. Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Solovyova L.M., Udod E.L., Soloviev A.E., Martynovskaya A.V. Relationship of physical-chemical and biochemical parameters of grapes with the composition of aroma-producing components of brandy wine materials and distillates. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 2020;22(1):63–72. DOI 10.35547/iM.2020.22.1.013 (in Russian).
  13. Piggott J.R., Conner J.M., Clyne J., Paterson A. The influence of non-volatile constituents on the extraction of ethyl esters from brandies. *J. Sci. Food Agric*. 1992;59(4):477–482. DOI 10.1002/jsfa.2740590409.
  14. Caldeira I., Santos R., Ricardo-da-Silva J.M., Anjos O., Mira H., Belchior A.P., Canas S. Kinetics of odorant compounds in wine brandies aged in different systems. *Food Chemistry*. 2016;211:937–946. DOI 10.1016/j.foodchem.2016.05.129.
  15. Schwarz M., Rodríguez-Dodero M.C., Jurado M.S., Puertas B., Barroso C.G., Guillén D.A. Analytical characterization and sensory analysis of distillates of different varieties of grapes aged by an accelerated method. *Foods*. 2020;9(277):1–20. DOI 10.3390/foods9030277.
  16. Caldeira I., Anjos O., Belchior A. P., Canas S. Sensory impact of alternative ageing technology for the production of wine brandies. *Ciência e Técnica Vitivinícola*. 2017;32(1):12–22. DOI 10.1051/ctv/20173201012.
  17. Chen K., Li S., Yang H., Zou J., Yang L., Li J., Ma L. Feasibility of using gas chromatography-ion mobility spectrometry to identify characteristic volatile compounds related to brandy aging. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2021;98:103812. DOI 10.1016/j.jfca.2021.103812.
  18. Canas S., Silva V., Belchior A.P. Wood related chemical markers of aged wine brandies. *Ciência e Técnica Vitivinícola*. 2008;23(1):45–52.
  19. Caldeira I., Belchior A.P., Clímaco M.C., de Sousa R.B. Aroma profile of Portuguese brandies aged in chestnut and oak woods. *Analytica Chimica Acta*. 2002;458(1):55–62. DOI 10.1016/S0003-2670(01)01522-7.
  20. Canas S. Phenolic composition and related properties of aged wine spirits: influence of barrel characteristics. A review. *Beverages*. 2017;3(4):55–76. DOI 10.3390/beverages3040055.
  21. Canas S., Caldeira I., Anjos O., Lino J., Soares A., Belchior A. P. Physicochemical and sensory evaluation of wine brandies aged using oak and chestnut wood simultaneously in wooden barrels and in stainless steel tanks with staves. *International Journal of Food Science and Technology*. 2016;51(12):2537–2545. DOI 10.1111/ijfs.13235.
  22. Canas S., Caldeira I., Anjos O., Pedro Belchior A. Phenolic profile and color acquired by the wine spirit in the beginning of ageing: alternative technology using micro-oxygenation vs traditional technology. *LWT - Food Science and Technology*. 2019;111:260–269. DOI 10.1016/j.lwt.2019.05.018.
  23. Cernișev S. Analysis of lignin-derived phenolic compounds and their transformations in aged wine distillates. *Food Control*. 2017;73:281–290. DOI 10.1016/j.foodcont.2016.08.015.
  24. Delgado-González M.J., García-Moreno M.V., Sánchez-Guillén M.M., García-Barroso C., Guillén-Sánchez D.A. Color evolution kinetics study of spirits in their ageing process in wood casks. *Food Control*. 2020;119(5):107468. DOI 10.1016/j.foodcont.2020.107468.
  25. Chursina O.A. The role of grape variety in the quality formation of brandy base wines and distillates. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(4):362–367. DOI 10.35547/iM.2020.31.1.013 (in Russian).
  26. Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Pogorelov D.Yu., Martynovskaya A.V., Udod E.L., Soloviev A.E. Optimization of the technology of young brandy distillates from interspecific grape varieties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2022;24(4):370–375. DOI 10.34919/iM.2022.51.58.010 (in Russian).
  27. *Methods of technochemical control in winemaking*. Edited by Gerzhikova V.G. 2-nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1–304 (in Russian).

### Информация об авторах

**Ольга Алексеевна Чурсина**, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., гл. науч. сотр. лаборатории коньяка; e-мaйл: chursina@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4976-0871>;

**Дмитрий Юрьевич Погорелов**, науч. сотр. лаборатории коньяка; e-мaйл: pogdmi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6388-9706>;

**Елена Леонидовна Удод**, науч. сотр. лаборатории коньяка;

**Зайцев Георгий Павлович**, канд. техн. наук, зав. лаб. аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий; e-мaйл: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>.

### Information about authors

**Olga A. Chursina**, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Chief Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail:chursina@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4976-0871>;

**Dmitry Yu. Pogorelov**, Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: pogdmi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6388-9706>;

**Elena L. Udod**, Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy;

**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>.

Статья поступила в редакцию 01.08.2024, одобрена после рецензии 09.08.2024, принята к публикации 27.08.2024.

## Способ подготовки виноградной лозы для эффективного экстрагирования стильбеновых соединений

Черноусова И.В.<sup>✉</sup>, Зайцев Г.П., Жилиякова Т.А., Соловьева Л.М., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е.

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

<sup>✉</sup>cherninnal@mail.ru

**Аннотация.** Виноградная лоза является источником стильбеновых соединений, в том числе транс-ресвератрола, обладающих кардиопротекторной, гиполипидемической, анти-канцерогенной активностями. Работа посвящена установлению оптимального способа подготовки лозы винограда к наиболее эффективному экстрагированию стильбеновых соединений. Исследована динамика содержания суммарных полифенолов, стильбеновых соединений, транс-ресвератрола в лозе винограда сорта Каберне Совиньон при хранении, при различных способах механической обработки. Полифенолы определяли методами ВЭЖХ и колориметрическим методом в равновесных водно-спиртовых экстрактах вино-градной лозы. Показано, что повреждение побегов винограда перед хранением путем нарезки лозы на черенки длиной не более 50 см и нанесением на них надразов, расстояние между которыми составляет не более 5 см, а также предварительная нарезка побегов на бруски длиной не более 1,5 см, и снижение влажности побегов до уровня не ниже 15 % в течение 4-х недель хранения, способствует эффективному накоплению стильбеновых соединений, в том числе транс-ресвератрола. Одностадийную экстракцию подготовленных побегов винограда методом настаивания следует проводить с использованием водно-спиртового экстрагента с объемной долей этилового спирта не менее 90 % при соотношении «твердая фаза: жидкость» 1:3.

**Ключевые слова:** полифенолы; транс-ресвератрол; высокоэффективная жидкостная хроматография; механическая обработка; водно-спиртовой экстракт.

**Для цитирования:** Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жилиякова Т.А., Соловьева Л.М., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е. Способ подготовки виноградной лозы для эффективного экстрагирования стильбеновых соединений // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):308-315. EDN WVWRBQ.

ORIGINAL RESEARCH

## Method to prepare grapevine canes for effective extraction of stilbene compounds

Chernousova I.V.<sup>✉</sup>, Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Solovyova L.M., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

<sup>✉</sup>cherninnal@mail.ru

**Abstract.** Grapevine cane is a source of stilbene compounds, including trans-resveratrol, which have cardioprotective, lipid-lowering, and anti-carcinogenic activities. The work is devoted to the establishment of an optimal method to prepare grapevine canes for the most effective extraction of stilbene compounds. The dynamics in the content of total polyphenols, stilbene compounds, trans-resveratrol in the canes of 'Cabernet Sauvignon' grapes during storage, when using various methods of mechanical processing, was studied. Polyphenols were determined using HPLC and colorimetric methods in equilibration water-alcohol extracts of grapevine cane. It was shown that injury of grapevine canes before storage by cutting into grafts no more than 50 cm long, and making incisions with an interval of no more than 5 cm, as well as pre-cutting of shoots into pieces no more than 1.5 cm long, and reducing humidity of shoots to the level of at least 15 % during 4 weeks of storage, promoted the effective accumulation of stilbene compounds, including trans-resveratrol. One-stage extraction of prepared grape shoots by infusion should be carried out using a water-alcohol extractant with a volume fraction of ethyl alcohol of at least 90 % at a ratio of solid phase: liquid – 1:3.

**Key words:** polyphenols; trans-resveratrol; high-performance liquid chromatography; mechanical processing; water-alcohol extract.

**For citation:** Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Solovyova L.M., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E. Method to prepare grapevine canes for effective extraction of stilbene compounds. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):308-315. EDN WVWRBQ (in Russian).

### Введение

На сегодняшний день широко применяются биологически активные вещества и лекарственные препараты на основе растительного сырья. Особый интерес вызывают полифенольные вещества, представленные такими группами соединений, как стильбеноиды, лигнаны, фенолкислоты, фенолоспирты, флавоноиды [1, 2]. В институте «Магарач» разработана технология производства пищевого продукта функциональной направленности на основе применения в

качестве сырья одревесневших безлиственных однолетних побегов винограда (далее – лоза). На основе разработанной технологии впервые получен безалкогольный экспериментальный образец концентрата полифенолов лозы винограда безалкогольный пищевой с нормируемым содержанием полифенолов не менее 9,0 г/дм<sup>3</sup>, в том числе 0,7 г/дм<sup>3</sup> транс-ресвератрола. На сегодняшний день в РФ не существует аналогов пищевых концентратов полифенолов лозы винограда в наиболее усваиваемой жидкой форме, с содержанием транс-ресвератрола в количестве 0,7 г/дм<sup>3</sup>. Результаты НИР ориентированы на решение вопро-

са получения пищевой продукции функциональной направленности с вовлечением в промышленную переработку неиспользуемого отхода виноградарства – одревесневших безлиственных однолетних побегов винограда, образующихся в результате ежегодной обрезки виноградного куста в количестве до 2 т с 1 га виноградника. Агротехнический прием по удалению части побегов производится в осенне-зимний период с целью придания кусту необходимой формы и для установления оптимальной нагрузки побегами (ГОСТ Р 52681). Побеги, полученные в ходе обрезки виноградного куста, относятся к пятому безопасному классу (V классу) по степени негативного воздействия на окружающую среду, согласно Федеральному классификационному каталогу отходов; код вида отхода – 731300001205 [3].

Анализ литературных источников показал, что в лозе винограда содержится большое количество полифенолов различных групп, в том числе и стильбеновых соединений, обладающих мощными антиоксидантными свойствами [4-12]. Стильбены в лозе винограда представлены преимущественно транс-изомерами ресвератрола и  $\epsilon$ -виниферина, суммарная концентрация которых изменяется от 23,6 до 88,5 мг/кг сухой массы с преобладанием  $\epsilon$ -виниферина (70 % от общего содержания стильбенов). Содержание  $\epsilon$ -виниферина находится в диапазоне концентраций 0,1–100,0 мг/кг сухой массы [4-7].

По нашим данным [13] в составе комплекса полифенолов, выделенных из лозы винограда различных сортов, содержатся транс-ресвератрол,  $\epsilon$ -виниферин, транс-пицеид, транс-пикаетаннол. Содержание стильбеноидов в этанольных экстрактах лозы винограда составило от 9,2 до 47,2 % от суммы всех фенольных веществ. Низкая растворимость полифенолов винограда, в том числе и стильбеноидов, в водной среде ограничивает их использование при получении пищевых продуктов функциональной направленности. С учетом важного значения виноградных стильбеновых полифенолов как природных антиоксидантов, обладающих кардиопротекторной, гиполлипидемической, выраженной антиканцерогенной активностью [14-19], представляется актуальной задачей получение более подробной экспериментальной информации о способах эффективного извлечения стильбеновых соединений из лозы винограда.

В течение многих лет широко используются традиционные методы извлечения фенольных соединений из растительного сырья для их идентификации и дальнейшего применения [20-22]. Твердожидкостная экстракция фенольных соединений из лозы винограда получила широкое

признание простоты и эффективности использования. Перед экстракцией материал предварительно обрабатывается путем помола, измельчения, сушки и гомогенизации. Ранее было установлено, что подсушивание лозы в междурядьях в течение недели приводит к снижению концентрации флавонолов и полимерных процианидинов соответственно в 1,2 и 1,6 раза, что необходимо учитывать при заготовке сырья для экстрагирования фенольных веществ, а стильбеноиды, идентифицированные в структурных элементах растений, не обнаруживаются в здоровом растении, а синтезируются в ответ на инфицирование фитопатогеном, УФ-облучение, механическое повреждение [23-25].

Для успешного развития производства в pilotных или промышленных масштабах необходим ряд условий, одно из которых – наличие легко восполняемого сырья, поэтому есть необходимость в эффективности технологических приемов заготовки сырья, обеспечивающих его сохранность. Нашей задачей исследований явилось установление оптимального способа подготовки побегов винограда к наиболее эффективному экстрагированию стильбеноидов, в том числе транс-ресвератрола, включающий механическое повреждение лозы с дальнейшим ее хранением до относительной влажности не более 15 %.

Целью исследований явилось установление оптимального способа подготовки лозы винограда к наиболее эффективному экстрагированию стильбеновых соединений, в том числе транс-ресвератрола, включающему механическое повреждение побегов с последующим ее хранением.

#### Материалы и методы исследования

Предметом исследований являлись одревесневшие, безлиственные однолетние побеги винограда (лоза), собранные в междурядье после обломки куста винограда в осенне-зимний период 2023 года (п. Аутка г. Ялта, Республика Крым; с. Вилино, Бахчисарайский район, Республика Крым). В средней пробе собранной лозы определяли влажность по ГОСТ 16483. 7-71.

Образцы лозы винограда, заготовленные для исследования, представлены в таблице 1.

Для проведения эксперимента собранная лоза была разделена на 4 группы – контрольную и три опытных. Контрольная группа – лоза винограда без хранения. Опытная группа № 1 (опыт 1) – хранение

**Таблица 1.** Перечень и физические характеристики образцов лозы винограда сорта Каберне Совиньон, отобранной для исследования

**Table 1.** List and physical characteristics of chosen for research cane samples of 'Cabernet Sauvignon' grape variety

Наименование образца лозы винограда	Виноградо-винодельческий район РК	Дата сбора побегов	Длина побегов, м	Толщина побегов, м	Масса, кг	Влажность, %
Побеги винограда (п. Аутка)	Южный берег Крыма (ЮБК)	10.03.2023	1,5 ± 0,2	0,012 ± 0,03	40,6	39,0 ± 0,6
Побеги винограда (п. Вилино, Бахчисарайский район)	Крымский западно-приморский предгорный район (КЗПП)	04.03.2023	0,55 ± 0,05	0,006 ± 0,001	15,0	41,9 ± 0,6

лозы при комнатной температуре; опытная группа №2 (опыт 2) – хранение лозы с предварительной ее нарезкой на черенки длиной не более 50 см и нанесением насечек секатором глубиной не более 1 мм, через ≤ 5 см. Опытная группа № 3 (опыт 3) – хранение лозы с предварительной ее нарезкой на бруски длиной не более 1,5 см. Хранение лозы опытных групп лозы осуществляли в лабораторном помещении при комнатной температуре, влажности воздуха 60-65 %. Лозу контрольной группы отбирали из средней пробы в количестве 80 г, затем измельчали до размеров частиц 2-11 мм на измельчителе типа Bosch АХТ Rapid 2000 и закладывали на одностадийную экстракцию методом настаивания водно-спиртовым экстрагентом с объемной долей этилового спирта 90 % при соотношении «твердая фаза: жидкость» 1:3. Образцы лозы опытных групп отбирали каждые 2-е суток в количестве 80 г для проведения контроля влажности и закладывали на одностадийную экстракцию водно-спиртовым раствором с объемной долей этилового спирта 90 % методом настаивания. Образцы лозы опытных групп 1, 2 предварительно измельчали, как описано выше. Образцы брусков побегов 3-ой опытной группы закладывали на экстракцию, не измельчая. Настаивание образцов лозы контрольной и опытных групп проводили до момента достижения равновесной концентрации фенольных веществ в твердой и жидкой фазах спиртовых экстрактов. Суммарную концентрацию фенольных веществ в спиртовых экстрактах определяли методом Фолина-Чокальтеу. Качественный и количественный состав полифенолов, отобранных в спиртовых экстрактах контрольной и опытных групп определяли методом ВЭЖХ с использованием хроматографической системы Agilent Technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором. Для разделения веществ использовали хроматографическую колонку Zorbax SB-C18 размером 2,1×150 мм, заполненную силикагелем с привитой октадецилсилильной фазой с размером частиц сорбента 3,5 мкм. Хроматографирование проводили в гради-

ентном режиме. Состав элюента: А – метанол, В – 0,1 %-ный водный раствор ортофосфорной кислоты. Состав элюента в ходе хроматографирования изменялся по следующей схеме (по содержанию элюента А): 0-8 мин. – 10-30 %; 8-25 мин. – 30-80 %; 25-26 мин. – 80-100 %. Скорость потока элюента – 0,25 мл/мин. Объем вводимой пробы 1 мкл. Хроматограммы регистрировали при следующих длинах волн: 254 нм для эллаговой кислоты, 280 нм для галловой кислоты, (+)-D-катехина, (-)-эпикатехина и процианидинов, 306 нм для стильбенов и их производных, 350 нм для гликозидов кверцетина, 371 нм для кверцетина и кемпферола. Идентификацию веществ производили путем сравнения их спектральных характеристик и времени удерживания с аналогичными характеристиками стандартов. Спектральные характеристики отдельных веществ подтвердили с использованием данных литературы [26-28]. Расчет количественного содержания индивидуальных компонентов производили с использованием калибровочных графиков зависимости площади пика от концентрации вещества, построенных по растворам индивидуальных веществ. Содержание полимерных и олигомерных процианидинов вычисляли в пересчете на (+) – D-катехин. Все определения проводили в трех повторностях.

В качестве стандартов использовали галловую кислоту, (+)-D-катехин, кверцетин дигидрат, изокверцитрин (Fluka Chemie AG, Швейцария) и транс-ресвератрол, (-)-эпикатехин (Sigma-Aldrich, Швейцария).

**Результаты и их обсуждение**

Анализ данных показал (табл. 2), что хранение лозы винограда приводит к снижению в них относительной влажности, значения которой находятся в зависимости от длительности хранения и способа предварительной подготовки лозы.

В лозе винограда, нарезанной черенками без насечек из п. Аутка, влажность за 4 недели хранения снизилась на 36 %, в лозе, нарезанной в виде брусочков – на 44 %. Отмечено, что за равной временной промежуток хранения (4 недели) в лозе винограда

**Таблица 2.** Полифенольный состав спиртовых экстрактов лозы винограда сорта Каберне Совиньон (п. Аутка)  
**Table 2.** Polyphenolic composition of alcoholic extracts of ‘Cabernet Sauvignon’ grapevine canes (Autka village)

Показатели	Массовая концентрация, мг/ кг сухой массы										Корреляция с W
	кон-троль	длительность хранения лозы, недели									
		2			3			4			
1	2	опыт 1	опыт 2	опыт 3	опыт 1	опыт 2	опыт 3	м	1.2	1.3	12
Влажность (W), %	39,0±0,6	32,7±0,6	27,1±0,4	24,9±0,4	30,4±0,5	26,4±0,4	24,0±0,4	24,8±0,4	18,2±0,3	21,7±0,3	
Сумма фенольных ВЭЖХ, г/кг сухой массы	11,6±0,3	6,6±0,2	7,1±0,2	7,6±0,2	6,4±0,2	9,2±0,2	8,6±0,2	7,2±0,2	9,9±0,2	10,4±0,3	
Гидроксибензойные кислоты (галловая кислота)	25,3±0,6	11,5±0,3	9,2±0,2	8,5±0,2	12,8±0,3	8,9±0,2	8,1±0,2	7,0±0,2	5,5±0,1	-	0,90
Флаван-3-олы (сумма)	1364,7±34,1	1300,4±32,6	1057,2±26,4	830,5±20,8	1140,7±28,5	923,0±23,1	722,6±18,1	796,7±19,9	577,0±14,4	610,1±15,3	0,95
Флавоны, (сумма)	31,2±0,8	22,9±	21,0±0,5	24,3±0,6	16,4±0,4	17,7±0,4	26,6±0,7	13,9±0,3	16,2±0,4	17,4±0,4	0,59
Олигомерные проантоцианидины	834,5±20,9	676,5±16,8	541,9±13,5	518,7±13,0	591,1±14,8	656,6±16,4	560,9±14,0	495,5±12,4	553,5±13,8	529,4±13,2	0,83

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Полимерные проантоцианидины	4922,8±123,1	2341,7±51,6	1640,1±41,0	1078,4±27,0	1884,6±47,1	1468,7±36,7	642,2±16,1	2093,0±52,3	1828,9±45,7	1511,1±37,8	0,76
Сумма всех стильбенов	4415,4±110,4	2222,7±67,4	3822,4±95,6	5099,8±127,5	2754,6±68,9	6162,1±154,1	6661,8±166,5	3741,2±93,5	6910,8±172,8	7686,3±192,2	-0,66
Транс-ресвератрол	83,5±2,1	345,8±10,5	1855,6±46,4	2859,1±71,5	495,2±12,4	3179,9±79,5	3698,1±92,5	1345,3±33,6	4216,8±105,4	4664,8±116,6	-0,77
ε-виниферин	3664,8±91,6	1499,3±34,7	1327,5±33,2	1523,5±38,1	1866,8±46,7	2011,1±50,3	2061,9±51,5	1815,6±45,4	1750,3±43,8	2125,1±53,1	0,56
Транс-ресвератрол-4'-О-глюкозид	–	1,9±0,1	2,5±0,1	1,8±0,1	–	1,8±0,1	2,5±0,1	2,6±0,1	2,5±0,1	2,5±0,1	-0,77
Транс-пигеид	3,9±0,1	3,7±0,1	6,3±0,2	6,6±0,2	3,7±0,1	7,6±0,2	8,1±0,2	6,9±0,2	10,0±0,3	9,2±0,2	-0,91
Пикеатанол	38,7±1,0	73,1±1,8	289,6±7,2	330,5±8,3	116,6±2,9	487,0±12,2	388,3±9,7	143,5±3,6	318,9±8,0	351,0±8,8	-0,71
Не идентифицированные стильбены	624,5±15,6	298,8±8,7	341,0±8,5	378,3±9,5	272,2±6,8	474,7±11,9	502,9±12,6	427,3±10,7	612,4±15,3	533,7±13,3	-0,19

из п. Вилино, нарезанной черенками и с насечками, влажность достигла минимальных показателей 12 %.

Исследования качественного и количественного составов равновесных спиртовых экстрактов лозы винограда показали, что в лозе винограда сорта Каберне Совиньон присутствуют гидроксibenзойные кислоты (галловая), глюкозиды флавонов (кверцетин-3-О-глюкозид-7-О-глюкуронид, кверцетин-3-О-глюкозид), флавоно-3-олы (катехин, эпикатехин), стильбеновые вещества (транс-ресвератрол, ε-виниферин, транс-ресвератрол-4'-О-глюкозид, транс-пигеид, пикеатанол), олигомерные процианидины, полимерные процианидины. По мере снижения влажности лозы винограда из п. Аутка от 39,0 % до 32,7 %, 27,1 % и 24,9 % для опытов 1, 2 и 3 соответственно через 2 недели хранения суммарная концентрация полифенолов (по реактиву Фолина-Чокальтеу) в экстрактах снизилась по сравнению с контролем в 1,5 раза.

В экстрактах лозы винограда сорта Каберне Совиньон (п. Аутка), хранившейся без предварительного механического повреждения (опыт 1) в течение 4 недель при комнатной температуре, на фоне снижения ее влажности наблюдалось уменьшение общего содержания фенольных соединений на 17 %. При этом изменялся и количественный состав полифенолов. Так, концентрация флавонов снизилась на 42 %, флавоно-3-олов – на 55 %, концентрация олигомерных процианидинов и полимерных процианидинов – на 50 %. При хранении лозы винограда (п. Аутка) с предварительной нарезкой на черенки длиной не более 50 см с дальнейшим нанесением на черенки надразов (опыт 2) на-

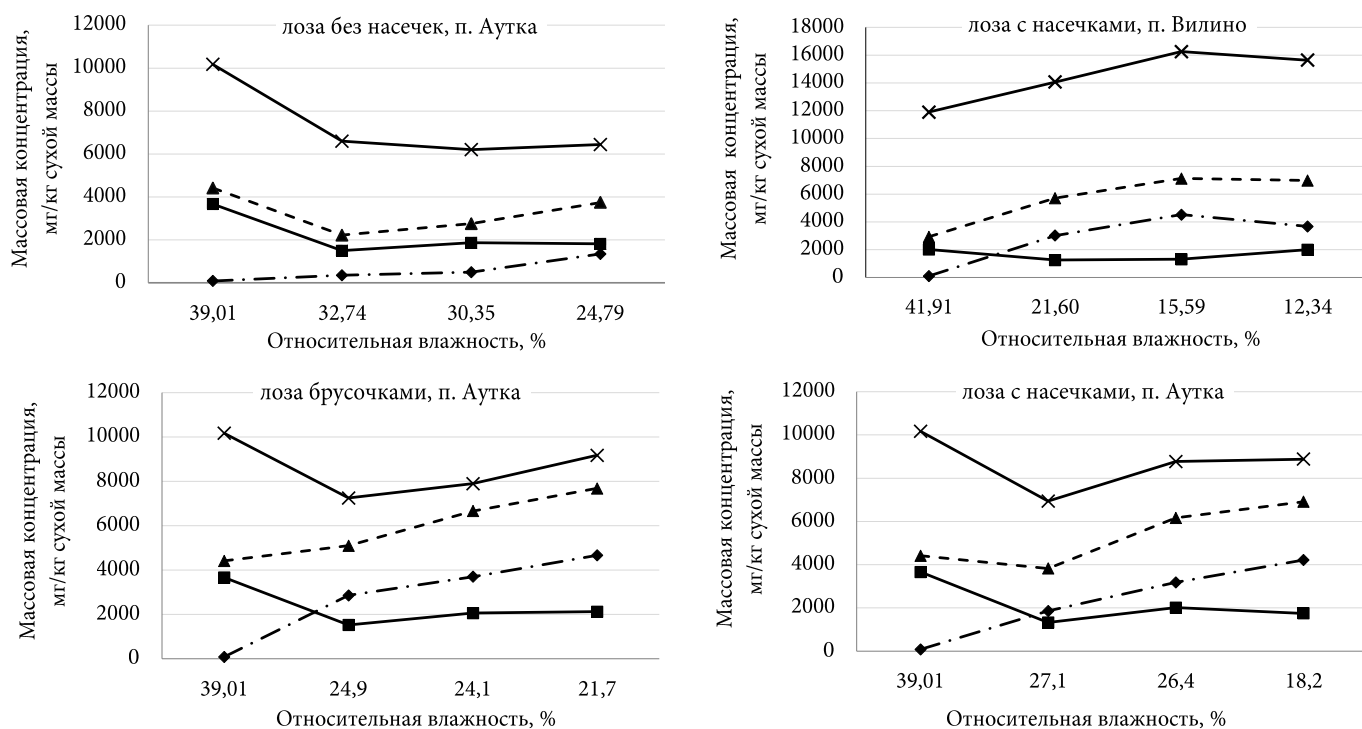
Таблица 3. Полифенольный состав спиртовых экстрактов лозы винограда сорта Каберне Совиньон (п. Вилино)

Table 3. Polyphenolic composition in alcoholic extracts of 'Cabernet Sauvignon' grapevine canes (Vilino village)

Показатели	Массовая концентрация, мг/кг сухой массы			
	контроль	длительность хранения побегов, недели		
		2	3	4
Влажность, %	41,9±0,6	21,6±0,3	15,6±0,2	12,3±0,2
Сумма фенольных ВЭЖХ, г/кг сухой массы	12,3±0,3	14,8±0,4	16,5±0,4	17,4±0,4
Гидроксibenзойные кислоты (галловая кислота)	29,8±0,7	19,1±0,5	21,4±0,5	24,7±0,6
Флаван-3-олы (сумма)	1104,4±27,6	1190,4±29,8	955,6±23,9	1233,8±30,8
(+)-D-Катехин	436,0±10,9	519,0±13,0	367,9±9,2	577,2±14,4
(-)-Эпикатехин	668,4±16,7	671,4±16,8	587,7±14,7	656,6±16,4
Флавоны (сумма)	13,2±0,3	11,1±0,3	9,1±0,2	27,2±0,7
Кверцетин-3-О-глюкозид	13,2±0,3	11,1±0,3	9,1±0,2	13,3±0,3
Кверцетин-3-О-глюкуронид		не обнаружено		13,9±0,3
Олигомерные процианидины	1158,0±29,0	1055,0±26,4	1119,5±28,0	1149,9±28,7
Полимерные процианидины	7026,4±175,7	6841,7±171,0	7249,6±181,2	7968,4±199,2
Сумма всех стильбенов	2931,1±73,3	5718,0±143,0	7128,6±178,2	6975,8±174,4
Транс-ресвератрол	105,5±2,6	3018,2±75,5	4526,0±113,2	3679,1±92,0
ε-виниферин	2013,4±50,3	1258,1±31,5	1314,9±32,9	1993,8±49,8
Транс-ресвератрол-4'-О-глюкозид	9,0±0,2	7,6±0,2	5,7±0,1	8,6±0,2
Транс-пигеид	9,1±0,2	14,9±0,4	15,9±0,4	22,6±0,6
Пикеатанол	81,5±2,0	680,4±17,0	486,6±12,2	420,4±10,5
Не идентифицированные стильбены	712,6±17,8	738,8±18,5	779,6±19,5	851,3±21,3

блюдалось снижение концентрации флавонов на 57%, флаван-3-олов – на 50 %. Аналогичная тенденция наблюдалась в спиртовых экстрактах лозы винограда, собранной в п. Вилино (опыт 2) (табл. 3).





**Рис. 1.** Динамика изменения концентрации стилбенов в лозе винограда сорта Каберне Совиньон при снижении относительной влажности в процессе хранения

**Fig. 1.** Dynamics of changes in the concentration of stilbenes in canes of 'Cabernet Sauvignon' variety with a decrease in relative humidity during storage

Математическая обработка экспериментальных данных выявила взаимосвязь между значениями относительной влажности лозы и концентрацией всех групп полифенолов, обнаруженных в спиртовых экстрактах (табл. 2). Высокие коэффициенты корреляции (при  $P < 0,05$ ,  $n=15$ ) при  $r = 0,90$  для галловой кислоты;  $r = 0,95$  для флаван-3-олов;  $r = 0,83$  для олигомерных процианидинов;  $r = 0,76$  для полимерных процианидинов;  $r = 0,56$  для  $\epsilon$ -виниферина подтверждают прямую зависимость влияния влажности побегов на концентрацию полифенолов в лозе винограда в ходе ее хранения. Коэффициенты корреляции для стилбеновых соединений составили  $r = -0,66$  для суммы стилбенов,  $r = -0,77$  для транс-ресвератрола,  $r = -0,91$  для транс-пигицеида, что подтверждает обратную зависимость влияния относительной влажности побегов при их хранении на процесс накопления стилбенов, в том числе транс-ресвератрола и его производных (транс-пигицеида, пикеатанола).

В процессе хранения лозы винограда с предварительной нарезкой ее на брусочки длиной не более 1,5 см (опыт 3) наблюдались изменения качественного и количественного компонентного состава полифенолов (рис. 1). Так, установлено снижение концентрации стилбенов в течение первых 2-х недель хранения в опытах 1 и 2 при достижении влажности 32 и 27 %, а также увеличение содержания стилбенов в опыте 3 при снижении влажности до 24 %. Дальнейшее снижение влажности в ходе хранения сопровождается увеличением содержания стилбеновых веществ в опытах 2 и 3 в 1,6 и 1,7 раз соответственно. Это происходит преимущественно за счет повышения кон-

центрации транс-ресвератрола, транс-пигицеида, пикеатанола (рис. 1). При этом содержание  $\epsilon$ -виниферина снижается в ходе хранения побегов по сравнению с исходными значениями в 1,5-2 раза при снижении относительной влажности до 12 % видимо за счет окислительных процессов, происходящих в лозе винограда в процессе ее хранения.

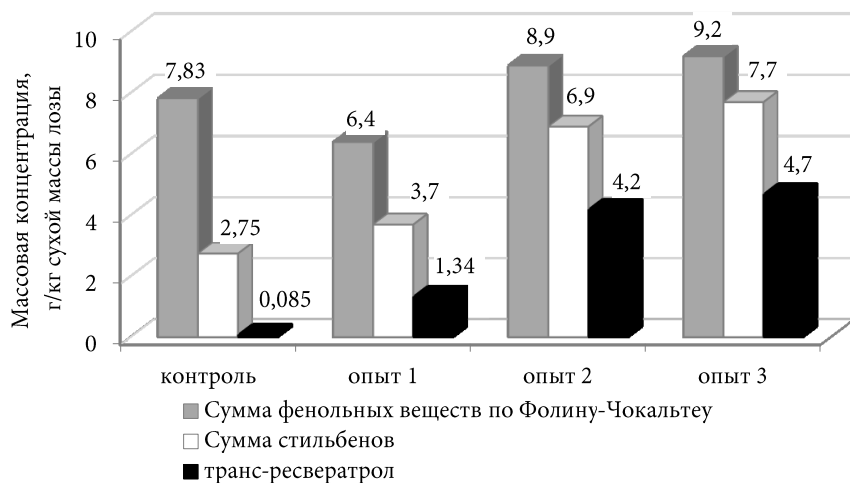
Таким образом, для накопления максимальной концентрации транс-ресвератрола не рекомендуется снижать влажность лозы при ее хранении до значения ниже 15 %, что приводит к снижению уровня стилбеновых соединений, в том числе транс-ресвератрола.

Сравнительный анализ результатов исследований показал, что механическое повреждение виноградных побегов способствует более полному накоплению стилбеновых соединений и, в первую очередь, транс-ресвератрола, на этапе хранения побегов (рис. 2). Полученные данные согласуются с результатами научных исследований, свидетельствующих об индукции синтеза транс-ресвератрола в растениях в ответ на механическое повреждение [2].

Таким образом, хранение лозы винограда в виде черенков с нанесенными предварительно насечками или в виде брусочков не более 1,5 см способствует более быстрому снижению влажности до оптимального уровня не ниже 15 %, что обеспечивает максимальное накопление стилбеновых соединений, в том числе транс-ресвератрола, в лозе винограда сорта Каберне Совиньон.

#### Выводы

На основании проведенных исследований установлено, что для эффективного извлечения стилбе-



**Рис. 2.** Влияние способа механической обработки побегов винограда в процессе их хранения в течение 4-х недель на количественный состав стильбеновых соединений

**Fig. 2.** The effect of the method of mechanical processing of grapevine canes during their storage for 4 weeks on the quantitative composition of stilbene compounds

новых соединений, в том числе транс-ресвератрола необходимо проводить предварительную подготовку виноградной лозы, включающую ее нарезку на черенки длиной до 50 см с дальнейшим нанесением на черенки насечек, расстояние между которыми не более 5 см или нарезку лозы на бруски длиной не более 1,5 см перед закладкой на хранение.

Хранение лозы винограда целесообразно проводить до остаточной влажности не ниже 15 %. Стрессовые факторы, создаваемые механическим повреждением и потерей тканями лозы влаги до значения не более 15 %, обеспечивают интенсификацию синтеза транс-ресвератрола и его максимальное накопление. Перед экстрагированием необходимо проводить деструкцию черенков лозы с насечками на измельчителе до размеров частиц 2–11 мм.

Экстракцию полифенолов подготовленной лозы винограда, приведенными выше способами, рекомендуется проводить с использованием водно-спиртового экстрагента с объемной долей этилового спирта не менее 90 % при соотношении «твердая фаза : жидкость» 1:3.

#### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0004.

#### Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0004.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

1. Тутельян В.А., Киселева Т.Л., Кочеткова А.А. Растительные источники фитонутриентов для специализированных пищевых продуктов антидиабетического действия. М.: Библио-Глобус. 2016:1-421.

2. Сокуренок М.С., Соловьева Н.Л., Бессонов В.В., Мазо В.К. Полифенольные соединения класса стильбеноиды: классификация, представители, содержание в растительном сырье, особенности структуры, использование в пищевой промышленности и фармации // Вопросы питания. 2019;88(1):17-25. DOI 10.24411/0042-8833-2019-10002.

3. Приказ от 22.05.2017 года № 242 Федеральной службы по надзору в сфере природопользования «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» [https://rpn.gov.ru/upload/iblock/e54/prikaz\\_rosprirodnadzora\\_ot\\_22\\_05\\_2017\\_n\\_242\\_ob\\_utverzhenii.pdf](https://rpn.gov.ru/upload/iblock/e54/prikaz_rosprirodnadzora_ot_22_05_2017_n_242_ob_utverzhenii.pdf). (дата обращения: 21.06.2024).

4. 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):1-398. DOI 10.3390/antiox9050398.

5. Lachman J., Kotíková Z., Hejtmánková A., Pivec V., Pšeničnája O., Šulc M., Strálková R., Dědina M. Resveratrol and piceid isomers concentrations in grapevine shoots, leaves, and tendrils. Hort. Sci. Prague. 2016;43(1):25-32. DOI 10.17221/258/2014-HORTSCI.

6. 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.

7. 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.

8. 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.

9. Модонкаева А.Э., Бойко В.А., Сластья Е.А., Аппазова Н.Н. Сортовые особенности качественного и количественного состава фенольных веществ основных вегетативных органов виноградного куста // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2012;2:11-14.

10. Chernousova I.V., Zaitsev G. P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V. Biologically active agents as part of extracts of grape leaves and vines and method of their extraction. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022;954:012016. DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012016.

11. Kiselev K.V., Aleynova O.A., Grigorochuk 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.

12. Панасюк А.Л., Кузьмина Е.И., Свиридов Д.А. Протекторные свойства сезонных вегетативных частей виноградного растения // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;3:33-35.

13. Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жилиякова Т.А., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М., Огай Ю.А. Полифенолы выжимки и лозы винограда, качественный и количественный состав // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2021;23(3):292-298. DOI 10.35547/1M.2021.91.54.014.

14. Залесский В.Н., Великая Н.В., Омельчук С.Т. Противовоспалительное питание в профилактике и лечении хронических неинфекционных (в том числе опухолевых) заболеваний человека. Молекулярные защитные механизмы

- биоактивных компонентов пищи. Винница: Нова книга. 2014:1-736.
15. Chedea V.S., Tomoiagă L.L., Macovei S.O., Măgureanu D.C., Ilescu 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.
  16. 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.
  17. 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.
  18. 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.
  19. Mojzer E.B., Hrnčič M.K., Škerget M., Knez Ž., Bren U. Polyphenols: extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules.* 2016;21(7):901. DOI 10.3390/molecules21070901.
  20. Абашкин И.А., Елеев Ю.А., Глухан Е.Н., Кучинский Е.В., Афанасьев В.В. Методы экстракции биологически активных веществ из растительного сырья (обзор) // Химия и технология органических веществ. 2021;2(18):43-59. DOI 10.54468/25876724\_2021\_2\_43.
  21. Stalikas C.D. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *J. Sep. Sci.* 2007;30(18):3268-3295. DOI 10.1002/jssc.200700261.
  22. Robards K. Strategies for the determination of bioactive phenols in plants, fruit and vegetables. *Journal of Chromatography A.* 2003;1000:657-691. DOI 10.1016/s0021-9673(03)00058-x.
  23. Барабой В.А. Фенольные соединения виноградной лозы: структура, антиоксидантная активность, применение // Биотехнология. 2009;2(2):67-75.
  24. Becker L., Carré V., Poutaraud A., Merdinoglu D., Chaimbault P. MALDI mass spectrometry imaging for the simultaneous location of resveratrol, pterostilbene and viniferins on grapevine leaves. *Molecules.* 2014;19(7):10587-10600. DOI 10.3390/molecules190710587.
  25. Wang W., Tang K., Yang H.-R., Wen P.-F., Zhang P., Wang H.-L., Huang W.D. Distribution of resveratrol and stilbene synthase in young grape plants (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon) and the effect of UV-C on its accumulation. *Plant Physiology and Biochemistry.* 2010;48(2-3):142-152. DOI 10.1016/j.plaphy.2009.12.002.
  26. Bagchi D., Bagchi M., Stohs S.J., Das D.K., Ray S.D., Kuszynski C.A., Joshi S.S., Pruess H.G. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology.* 2000;148(2-3):187-197. DOI 10.1016/s0300-483x(00)00210-9.
  27. Bagchi D., Sen C.K., Ray S.D., Das D.K., Bagchi M., Pruess H.G., Vinson J.A. Molecular mechanisms of cardioprotection by a novel grape seed proanthocyanidin extract. *Mutation Research.* 2003;523-524:87-97. DOI 10.1016/s0027-5107(02)00324-x.
  28. Woodring P.J., Edwards P.A., Chisholm M.G. HPLC determination of non-flavonoid phenols in Vidal Blanc wine using electrochemical detection. *J. Agric. Food Chem.* 1990;38(3):729-732. DOI 10.1021/jf00093a030.

## References

1. Tutelyan V.A., Kiseleva T.L., Kochetkova A.A. Plant sources of phytonutrients for specialized food products with antidiabetic action. *M.: Biblio-Globus.* 2016:1-421 (*in Russian*).
2. Sokurenko M.S., Solovieva N.L., Bessonov V.V., Mazo V.K. Polyphenolic compounds of the stilbenoid class: classification, representatives, content in plant raw materials, structural features, use in the food industry and pharmacy. *Problems of Nutrition.* 2019;88(1):17-25. DOI 10.24411/0042-8833-2019-10002 (*in Russian*).
3. Order No. 242 dd 22.05.2017 of the Federal Service for Supervision of Natural Resources "On approval of the federal classification catalog of wastes" [https://rpn.gov.ru/upload/iblock/e54/prikaz\\_rosprirodnadzora\\_ot\\_22\\_05\\_2017\\_n\\_242\\_ob\\_utverzhenii.pdf](https://rpn.gov.ru/upload/iblock/e54/prikaz_rosprirodnadzora_ot_22_05_2017_n_242_ob_utverzhenii.pdf) (date of access: 21.06.2024) (*in Russian*).
4. 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):1-398. DOI 10.3390/antiox9050398.
5. Lachman J., Kotíková Z., Hejtmánková A., Pivec V., Pšeničnája O., Šulc M., Stráalková R., Dědina M. Resveratrol and piceid isomers concentrations in grapevine shoots, leaves, and tendrils. *Hort. Sci. Prague.* 2016;43(1):25-32. DOI 10.17221/258/2014-HORTSCI.
6. 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.
7. 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*).
8. 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/oenone.2016.50.4.1068.
9. 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*).
10. Chernousova I.V., Zaitsev G. P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V. Biologically active agents as part of extracts of grape leaves and vines and method of their extraction. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2022;954:012016. DOI 10.1088/1755-1315/954/1/012016.
11. Kiselev K.V., Aleynova O.A., Grigorochuk 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.
12. 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*).
13. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.M., Ogai Yu.A. Polyphenols of grape pomace and vines, qualitative and quantitative composition. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2021;23(3):292-298. DOI 10.35547/1M.2021.91.54.014 (*in Russian*).
14. Zalesky V.N., Velikaya N.V., Omelchuk S.T. Anti-inflammatory nutrition in the prevention and treatment of chronic non-infectious (including tumor) human diseases. *Molecular protective mechanisms of bioactive food components.* Vinnitsa: Nova Knyga. 2014:1-736 (*in Russian*).
15. Chedea V.S., Tomoiagă L.L., Macovei S.O., Măgureanu D.C., Ilescu 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.
16. 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.
  17. 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.
  18. 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.
  19. Mojzer E.B., Hrnčić M.K., Škerget M., Knez Ž., Bren U. Polyphenols: extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules.* 2016;21(7):901. DOI 10.3390/molecules21070901.
  20. Abashkin I.A., Eleev Yu.A., Glukhan E.N., Kuchinsky E.V., Afanasyev V.V. Extraction methods for biologically active substances from plant materials (review). *Chemistry and Technology of Organic Substances.* 2021;2(18):43–59. DOI 10.54468/25876724\_2021\_2\_43 (in Russian).
  21. Stalikas C.D. Extraction, separation, and detection methods for phenolic acids and flavonoids. *J. Sep. Sci.* 2007;30(18):3268–3295. DOI 10.1002/jssc.200700261.
  22. Robards K. Strategies for the determination of bioactive phenols in plants, fruit and vegetables. *Journal of Chromatography A.* 2003;1000:657–691. DOI 10.1016/S0021-9673(03)00058-X.
  23. Baraboy V.A. Grape phenols: structure, antioxidant activity applications. *Biotechnology.* 2009;2(2):67–75 (in Russian).
  24. Becker L., Carré V., Poutaraud A., Merdinoglu D., Chaimbault P. MALDI mass spectrometry imaging for the simultaneous location of resveratrol, pterostilbene and viniferins on grapevine leaves. *Molecules.* 2014;19(7):10587–10600. DOI 10.3390/molecules190710587.
  25. Wang W., Tang K., Yang H.-R., Wen P.-F., Zhang P., Wang H.-L., Huang W.D. Distribution of resveratrol and stilbene synthase in young grape plants (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet Sauvignon) and the effect of UV-C on its accumulation. *Plant Physiology and Biochemistry.* 2010;48(2-3):142–152. DOI 10.1016/j.plaphy.2009.12.002.
  26. Bagchi D., Bagchi M., Stohs S.J., Das D.K., Ray S.D., Kuszynski C.A., Joshi S.S., Pruess H.G. Free radicals and grape seed proanthocyanidin extract: importance in human health and disease prevention. *Toxicology.* 2000;148(2-3):187–197. DOI 10.1016/S0300-483X(00)00210-9.
  27. Bagchi D., Sen C.K., Ray S.D., Das D.K., Bagchi M., Preuss H.G., Vinson J.A. Molecular mechanisms of cardioprotection by a novel grape seed proanthocyanidin extract. *Mutation Research.* 2003;523-524:87–97. DOI 10.1016/S0027-5107(02)00324-X.
  28. Woodring P.J., Edwards P.A., Chisholm M.G. HPLC determination of non-flavonoid phenols in Vidal Blanc wine using electrochemical detection. *J. Agric. Food Chem.* 1990;38(3):729–732. DOI 10.1021/jf00093a030.

## Информация об авторах

**Инна Владимировна Черноусова**, канд. тех. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мейл: cherninna1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

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

**Людмила Михайловна Соловьева**, канд. тех. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мейл: luda\_magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9038-4217>.

**Георгий Павлович Зайцев**, канд. техн. наук, зав. лабораторией аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий; e-мейл: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>;

**Юрий Владимирович Гришин**, канд. техн. наук, мл. науч. сотр. лабораторий аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий; e-мейл: grishin.iurij2010@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6267-4009>;

**Виктория Евгеньевна Мосолкова**, мл. науч. сотр. лабораторий функциональных продуктов переработки винограда; e-мейл: mosolkova@ukr.net; <https://orcid.org/00000002-7667-0145>.

## Information about authors

**Inna V. Chernousova**, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: cherninna1@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

**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>;

**Lyudmila 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>;

**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**, Cand. Techn. Sci., 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>.

Статья поступила в редакцию 15.05.2024, одобрена после рецензии 05.08.2024, принята к публикации 27.08.2024.

## Основные тенденции в мировом производстве и потреблении вина

В последнее десятилетие площадь виноградников, производство и потребление вина год от года постепенно снижается. Так, в 2023 г. площадь виноградников составила 7,2 млн га, что на 0,5 % меньше по сравнению с 2022 г., а в 2003 г. она составляла 7,8 млн га. В 2023 г. шесть стран обладали 56 % всех виноградников в мире, из них Евросоюз и страны Южного полушария соответственно 45 % и 12 %. Из них только Индия и Россия последовательно наращивают площади виноградников.

Экстремальные климатические условия и широкое распространение грибковых заболеваний затронули виноградники по всему миру, что привело к исторически низкому производству вина – 237,3 млн гкл, что на 10% ниже уровня 2022 г. и представляет собой самый слабый показатель с 1961 г. Наиболее резкое снижение производства зафиксировано в ЕС (-11 %) и в странах Южного полушария (-15 %).

Из основных винодельческих стран лишь Франция, США, Португалия, Румыния, Бразилия, Молдова и Швейцария нарастили производство вина. Самыми крупными производителями по-прежнему являются Франция – 20 % мирового объёма, Италия – 16 %, Испания – 12 %, США – 10 %, Аргентина – 5 %, Австралия, Чили и Южная Африка – по 4 %. Остальные страны дают только 25 %.

Мировое потребление вина в 2023 г. составило 221 млн гкл, что ниже на 2,6 % показателя предыдущего года. Издержки распределения, вызванные инфляционным давлением, привели к росту цен на вино, что вызвало снижение покупательной способности населения. Несмотря на эти проблемы, крупные рынки продемонстрировали свою устойчивость. Более двух третей мирового потребления сосредоточено на 10 крупнейших рынках, при этом на пять крупнейших стран-потребителей приходится 51 % мирового объёма, на долю ЕС – 4–48 %.

Из 21 крупнейшего потребителя только Испания, Россия, Бразилия, Япония и Румыния нарастили объёмы. Разница между производством и потреблением в 2023 г. составила только 16,1 млн гкл, то есть 54 % от дисбаланса 2022 г. Учитывая, что ежегодно от 25 до 35 млн гл вина направляется на промышленное использование (дистилляция, уксус, винные напитки), то ожидается, что это приведёт к равновесию на мировом рынке. Если говорить о потреблении вина на душу населения в пересчёте на лиц старше 15 лет, то картина представляется следующая. На первом месте идёт Португалия (л/душу населения) 61,7, Франция – 45,8, Италия – 42,1, Швейцария – 31,8, Австрия – 30,1, Германия – 26,6, Австралия – 25,5, Чехия – 24,4, Испания – 24,0, Нидерланды – 23,1, Великобритания – 23,0, Аргентина – 22,4, Румыния – 18,5, Канада – 14,9, США – 12,1, Южная Африка – 10,6, Россия – 7,2, Япония – 2,9, Бразилия – 2,4.

Мировая торговля вином в 2023 г. составила 99 млн гкл, что на 6,3 % ниже уровня 2022 г., упав при

этом до уровня 2010 г. На долю вин в бутылках вместимостью до 2 литров пришлось 53 % мирового объёма торговли и 67 % по стоимости. Средняя экспортная цена составила 4,7 евро за литр, что на 3 % больше предыдущего года. Отмечено снижение объёма торговли игристым вином на 4 % при увеличении стоимости на 1 % по сравнению с 2022 г. Эта категория составила 11% общего объёма экспорта и 25 % его стоимости. Средняя экспортная цена выросла до 8,2 евро за литр, что на 4 % больше предыдущего года.

Доля продаж вина в упаковке вместимостью от 2 до 10 литров составила 4% по объёму и 2 % от стоимости мирового экспорта при цене 1,9 евро за литр. Продажа вина наливом, вторая по величине категория по экспорту, сократилась на 45 % по объёму и на 10 % по стоимости. Примечательно, что в этой категории зафиксирована средняя цена 0,7 евро за литр, что ниже на 7 % по сравнению с 2022 г.

Главными экспортёрами как в натуральном, так и в ценовом выражении являются Италия, Испания, Франция, Чили, Австралия.

Что касается импортёров, то лидерами здесь в натуральном выражении являются Германия, Великобритания, США, Франция, Нидерланды, в ценовом – США, Великобритания, Германия, Канада и Япония.

В 2023 г. доля экспортируемых – импортируемых вин составила 45 % от общемирового производства против 48 % в 2022 г. Это незначительное уменьшение, поскольку в 2000 г. она составляла только 27 %.

Учитывая, что урожай винограда в Южном полушарии собирают в основном в марте, уже имеются ориентировочные данные по производству вин в основных странах производителей в 2024 г. После неудачного прошлого года в текущем году положение в секторе в ряде стран Южного полушария изменилось в лучшую сторону. В Австралии производство вина составит 11,7 млн гкл, что на 21 % больше по сравнению с 2023 г., однако все же ниже на 4 % по сравнению со средним уровнем последних семи лет. В Аргентине производство вина выросло на 27% и составило 11,2 млн гкл, что ниже семилетнего уровня на 6 %. В Чили производство вина снизилось до 9,8 млн гкл или на 10 % и на 17 % ниже среднего уровня последних лет. В Южной Африке произведено 9,9 млн гкл вина, то есть всего лишь на 1 % больше по отношению к предыдущему году. При этом данная величина на 6 % ниже среднего семилетнего уровня. В Бразилии объём производства снизился на 5 % и составил 3,4 млн гкл. Тем не менее, он выше на целых 18 % уровня последних лет. Новая Зеландия произвела ориентировочно 3,3 млн гкл вина, что немного ниже уровня 2023 г., но выше среднегодового производства семи предыдущих лет.

По информации Международной организации винограда и вина - OIV Press Conference, John Barker, OIV Director General «State of the Vine and Wine Sector», 25 April 2024 подготовили Оганесянц Л.А., д-р техн. наук, профессор; Панасюк А.Л., д-р техн. наук, профессор