

ISSN 2309-9305
2024•26•2

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, доцент, 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 специальностям:

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

Статьи для публикации подаются на сайте: magarach-journal.ru

Дата выхода в свет 19.06.2024 г.

Формат А4. Объем 13 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: priemnaa@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» ФГБУ 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 ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия);

Гутучкина Т.И., д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. научного центра «Виноделие» ФГБУ 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. олы, 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 А.П., д-р биол. наук, проф. кафедры виноградарства ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина» (Россия);

Файла 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., Assistant Professor, 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.

Executive Secretary:

Burtseva T.R., Head of the Information and Publishing Dept., FSBSI Magarach

Editorial address:

31, Kirova str., 298600, Yalta, Republic of Crimea, Russia, Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS.
tel.: +7 (3654) 26-21-91
e-mail: edi_magarach@mail.ru

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

Address of the publisher and printing house:

31, Kirova str., 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. Gorbатов 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. Gorbатов 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);

Pashtetskiy 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

- 110 Наследуемость некоторых хозяйственно ценных признаков у сеянцев винограда в популяции Талисман х Экзотик

Лиховской В.В., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А., Андросова М.А., Гончаренко В.А.

САДОВОДСТВО и
ВИНОГРАДАРСТВО _____

Оригинальное исследование

- 117 Влияние влагообеспеченности территории природных зон Крымского полуострова на качество урожая технических сортов винограда

Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ерхова А.С.

Оригинальное исследование

- 125 Базы данных и цифровизация Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко

Наумова Л.Г., Ганич В.А.

Оригинальное исследование

- 133 Воздействие соленой воды, обработанной электромагнитными волнами, на виноградное растение

Салимов В.С., Новрузов С.Р., Зулбалаев И.А., Асадуллаев Р.А., Сулейманова Л.Р.

ПЛОДОВОДСТВО _____

Оригинальное исследование

- 141 Засухоустойчивость перспективных сортов и форм яблони селекции Никитского ботанического сада

Челебиев Э.Ф., Халилов Э.С., Усков М.К.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ _____

Оригинальное исследование

- 146 Препараты природного происхождения в органической системе защиты винограда в условиях Южного берега Крыма

Странишевская Е.П., Волков Я.А., Волкова М.В., Матвейкина Е.А., Шадура Н.И., Володин В.А.

ВИНОДЕЛИЕ.
ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ _____

Оригинальное исследование

- 154 Оценка физико-химических показателей селекционных и аборигенных сортов винограда для производства красных игристых вин

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

Оригинальное исследование

- 160 Влияние природных микробиомов дрожжей и *Lachancea thermotolerans* на качество красных сухих виноматериалов

Пескова И.В., Остроухова Е.В., Тампей И.К., Сластья Е.А.

Аналитический обзор

- 167 Теоретические и практические аспекты применения диоксида серы в виноделии

Тимофеев Р.Г., Вьюгина М.А.

Оригинальное исследование

- 176 Селекция перспективных штаммов дрожжей для производства терруарных вин

Луткова Н.Ю., Шаламитский М.Ю., Семенова К.А., Загоруйко В.И.

Оригинальное исследование

- 183 Совместная ферментация дрожжей *Lachancea thermotolerans* и *Saccharomyces cerevisiae* – влияние на образование компонентов, формирующих качество вин

Магомедова Е.С., Абдуллабекова Д.А., Аливердиева Д.А., Магомедов Г.Г., Шелудько О.Н., Якуба Ю.Ф., Митрофанова Е.А.

Оригинальное исследование

- 190 Влияние района возделывания винограда на минеральный состав виноматериалов

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

Оригинальное исследование

- 195 Оценка периода выдержки коньячных дистиллятов на основе их многомерного анализа

Чурсина О.А., Легашева Л.А., Погорелов Д.Ю.

Оригинальное исследование

- 202 Масло виноградных семян: технологии экстракции, состав и антиоксидантные свойства

Черноусова И.В., Зайцев Г.П.

MAGARACH. VITICULTURE AND WINEMAKING C O N T E N T · 2024·26·2

SELECTION and NURSERY _____

ORIGINAL RESEARCH

- 110 Inheritance of some economically valuable traits in grape seedlings in the population 'Talisman x Exotic'
Likhovskoi V.V., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Androsova M.A., Goncharenko V.A.

GARDENING and VITICULTURE _____

ORIGINAL RESEARCH

- 117 The effect of moisture supply in the territory of natural zones of the Crimean Peninsula on crop quality of wine grape varieties
Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S.

ORIGINAL RESEARCH

- 125 Databases and digitalization of the Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko
Naumova L.G., Ganich V.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 133 The effect of salt water treated with electromagnetic waves on a grape plant
Salimov V.S., Novruzov S.R., Zulbalayev I.A., Asadullayev R.A., Suleymanova L.R.

FRUIT GROWING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 141 Drought resistance of promising varieties and forms of apple trees of the Nikitsky Botanical Garden breeding
Chelebiev E.F., Khalilov E.S., Uskov M.K.

PLANT PROTECTION _____

ORIGINAL RESEARCH

- 146 Preparations of natural origin in the organic grape protection system in the conditions of the South Coast of Crimea
Stranishvskaya E.P., Volkov Ya.A., Volkova M.V., Matveikina E.A., Shadura N.I., Volodin V.A.

WINEMAKING. FOOD SYSTEMS _____

ORIGINAL RESEARCH

- 154 Assessment of physicochemical indicators of selected and aboriginal grape varieties for the production of red sparkling wines
Shmigelskaia N.A., Makarov A.S., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 160 The effect of natural microbiomes of yeasts and *Lachancea thermotolerans* on the quality of dry red wines
Peskova I.V., Ostroukhova E.V., Tampey I.K., Slastya E.A.

REVIEW

- 167 Theoretical and practical aspects of the use of sulfur dioxide in winemaking
Timofeev R.G., Vyugina M.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 176 Selection of promising yeast strains for the production of terroir wines
Lutkova N.Yu., Shalamitskiy M.Yu., Semenova K.A., Zagoruiko V.I.

ORIGINAL RESEARCH

- 183 Joint fermentation of yeasts *Lachancea thermotolerans* and *Saccharomyces cerevisiae* – the effect on creating the components responsible for the quality of wines
Magomedova E.S., Abdullabekova D.A., Aliverdieva D.A., Magomedov G.G., Shelud'ko O.N., Yakuba Yu.F., Mitrofanova E.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 190 The effect of grape growing area on the mineral composition of wines
Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Vesytova A.V., Cherviak S.N., Slastya E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 195 Estimation of the aging period of brandy distillates based on their multivariate analysis
Chursina O.A., Legasheva L.A., Pogorelov D.Yu.

ORIGINAL RESEARCH

- 202 Grape seed oil: extraction technologies, composition and antioxidant properties
Chernousova I.V., Zaitsev G.P.

Дорогие читатели!

Начну с того, что для нас особенно важно, важно для престижа «Магарача». Позволю себе представить краткий отчет о становлении нашей производственной базы. Лаборатория экспериментального виноделия и коллекционных вин в пос. Ливадия произвела пробный розлив вин в 2023 году. Следующий должен стартовать через считанные дни. Возрождение опытной базы виноделия института после 12-летнего перерыва, на новом месте, с новым оборудованием и в новом правовом поле стало возможным лишь благодаря пониманию и поддержке со стороны Минобрнауки и самоотверженному труду наших ученых-виноделов. В нынешнем году наша производственная деятельность набирает обороты: в продажу поступят свыше 22 200 бутылок вина марки «Ркацителы Магарач» и 9250 бутылок марки «Алиготе Магарач». Сегодня в лаборатории экспериментального виноделия готовят к розливу также красные сухие вина: «Каберне Магарач», «Бастардо магарачский» - вина с именем, с историей. В институте планируют увеличить количество технологических емкостей для переработки винограда – пока их недостает. Мы намерены расширить ассортимент продукции, возродить все известные истинным любителям виноделия марки магарачских вин.

Нам удалось сохранить до настоящего времени наше наследие - отдельные партии вин со значительной выдержкой. Это такие марки, как «Мускат белый Магарач» урожая 1998-го и 2008-го гг., «Херес сухой» урожая 2005 г., «Юбилей Магарача» 2011 г. Все эти коллекционные вина прошли микробиологический и теххимический контроль, их высокие качества подтверждены дегустационной комиссией. Мы будем знакомить посетителей с этими шедеврами в собственном дегустационном зале, сохраняя таким образом память о мастерстве предыдущих поколений виноделов и лучшие традиции крымского и российского классического виноделия.

Теперь о науке. В настоящем номере журнала представлены результаты текущих работ ученых «Магарача» и наших коллег из Института им. Я.И. Потопенко, из Дагестана и Азербайджана. Селекционеры рассматривают наследуемость хозяйственно ценных признаков у семян винограда в популяции Талисман х Экзотик. Такое направление, как виноградарство представлено исследованием влияния влагообеспеченности территории природных зон Крымского полуострова на качество урожая технических сортов; рассматривается также влияние соленой воды, обработанной электромагнитными волнами, на виноградное растение. Знакомим читателей с созданием базы данных в Донской ампелографической коллекции. Органическое виноградарство представлено статьей о препаратах природного происхождения в системе защиты винограда на Южном берегу Крыма.

Продолжаем изучать физико-химические показатели новых и аборигенных сортов винограда, перспективных для выпуска красных игристых вин. Три исследования посвящены микробиологическим аспектам виноделия. Рассматривается в теоретическом и практическом плане такой традиционный материал, как



диоксид серы. Изучено влияние района возделывания винограда на минеральный состав виноматериалов. Произведена оценка периода выдержки коньячных дистиллятов на основе их многомерного анализа. Ресурсосберегающие технологии представлены исследованием, посвященным различным технологиям экстракции, составу и антиоксидантным свойствам масла виноградных семян.

В Институте «Магарач» 9–13 сентября состоится Международная научно-практическая конференция MTSITVW 2024 «Современные тенденции науки. Инновационные технологии в виноградарстве и виноделии» под эгидой Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, Российской академии наук, Министерства сельского хозяйства Республики Крым, при участии ведущих российских научных центров. К обсуждению намечены направления, которые стоят сегодня особенно остро: природные и генетические ресурсы, геномика, ампелоценоз, экология, защита растений, органическое земледелие, технологии вин с географическим статусом, создание новых функциональных продуктов питания, цифровизация виноградарства и виноделия, IT-технологии, искусственный интеллект и другие.

Следуя нашей традиции сохранения исторического наследия «Магарача» и его научных школ, мы посвящаем этот форум памяти наших ученых – Германа Георгиевича Валуйко, внесшего заметный вклад в технологию красных вин, основателя и бессменного президента Союза виноделов Крыма, и Василия Ивановича Зинченко – известного специалиста в области стабилизации вин. В нынешнем году мы отмечаем их 100-летний юбилей. На конференции будет работать Школа молодых ученых, в основной программе выступят, в том числе, ученики и последователи наших корифеев. Готовимся сами, приглашаем всех заинтересованных лиц, особенно ждем крымских производителей!

*Главный редактор
Владимир Лиховской*

УДК 634.8
EDN BESDRS

О Р И Г И Н А Л Ь Н О Е И С С Л Е Д О В А Н И Е

Наследуемость некоторых хозяйственно ценных признаков у сеянцев винограда в популяции Талисман х Экзотик

Лиховской В.В.¹, Студенникова Н.Л.^{1,✉}, Котоловец З.В.¹, Рыбаченко Н.А.¹, Андросова М.А.¹, Гончаренко В.А.²

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

²Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия

✉select@magarach-institut.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований 2022–2023 гг. по оценке хозяйственно ценных свойств и выделению гетерозисных сеянцев в популяции Талисман х Экзотик. В селекции при выведении новых сортов винограда большое внимание уделяется сортам с крупной гроздью, к которым относится сорт Талисман как донор признаков раннеспелости, крупного размера ягод, устойчивости к милдью, серой гнили и к морозу. Объектом изучения служили гибридные сеянцы в объеме 59 штук и исходные формы, у которых проведены агробиологические учеты по 12 признакам. Исследования выполнены на селекционном участке п. Партеит (Южный берег Крыма). Схема посадки кустов винограда 3 × 1,5 м, форма куста одноплечий Гюйо, участок без орошения. Цель работы – изучение наследования хозяйственно ценных признаков ягод винограда в популяции Талисман х Экзотик и выделение гетерозисных форм. В популяции определены характер наследования и показатели гетерозиса по признакам масса грозди, коэффициент плодоношения, продуктивность побега по сырой массе грозди, массовая концентрация сахаров. В популяции Талисман х Экзотик установлен промежуточный характер наследования признака масса грозди с эффектом отрицательного доминирования отцовской формы Экзотик. В изучаемой семье по признаку массовая концентрация сахаров установлен истинный гетерозис с эффектом +28,0 %. Отмечено соответствие признака коэффициента плодоношения исходных форм и потомства. Выщепились 8,5 % сеянцев № 33-11-5-13, № 33-11-5-15, № 33-11-5-22, № 33-11-5-24, № 33-11-5-27, гетерозисных по данному признаку (эффект гетерозиса составил от +9,8 до 32,02 %). Показатель степени доминирования по признаку продуктивность побега по сырой массе грозди свидетельствует о гибридной депрессии. В результате расчета эффекта гетерозиса в элиту выделена столовая форма средне-позднего срока созревания № 33-11-5-22 с обоеполым типом цветка.

Ключевые слова: гибридизация; виноград; ягода; сорт; гроздь; популяция; агробиологические показатели; гетерозис.

Для цитирования: Лиховской В.В., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А., Андросова М.А., Гончаренко В.А. Наследуемость некоторых хозяйственно ценных признаков у сеянцев винограда в популяции Талисман х Экзотик // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):110-116. EDN BESDRS.

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

Inheritance of some economically valuable traits in grape seedlings in the population ‘Talisman x Exotic’

Likhovskoi V.V.¹, Studennikova N.L.¹, Kotolovets Z.V.¹, Rybachenko N.A.¹, Androsova M.A.¹, Goncharenko V.A.²

¹All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia;

²Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia

✉select@magarach-institut.ru

Abstract. The article presents the results of studies for 2022–2023 to assess economically valuable traits, and isolate heterotic seedlings in the population ‘Talisman x Exotic’. In selection, when breeding new grape varieties, much attention is paid to the varieties with large bunches, which include the variety ‘Talisman’ as a donor of early ripening, large berry size, resistance to mildew, gray rot and frost. The object of the study was hybrid seedlings in the amount of 59 pcs and original forms, in which agrobiological surveys were carried out by 12 characteristics. The research was carried out on the breeding plot of Partenit village (South Coast of Crimea). Planting scheme for grape bushes was 3 × 1.5 m, one-armed Guyot bush shape, non-irrigated. The purpose of the work was to study the inheritance of economically valuable traits of grape berries in the population ‘Talisman x Exotic’, and to isolate the heterotic forms. The nature of inheritance and indicators of heterosis were determined in the population by the traits of bunch weight, fruiting coefficient, shoot productivity in accordance with the raw bunch weight, mass concentration of sugars. In the population ‘Talisman x Exotic’, an intermediate pattern of inheritance of the bunch weight trait was established with the effect of negative dominance of ‘Exotic’ paternal form. In the family under study, based on the mass concentration of sugars, true heterosis was established with an effect of +28.0 %. Correspondence between the fruiting coefficient of original forms and progeny was observed. About 8.5 % of seedlings No. 33-11-5-13, No. 33-11-5-15, No. 33-11-5-22, No. 33-11-5-24, No. 33-11-5-27, heterotic by this trait (the effect of heterosis ranged from +9.8 to 32.02 %), were deviated. The indicator of dominance degree by the trait of shoot productivity in accordance with the raw bunch weight indicates hybrid depression. As a result of calculating the effect of heterosis, the medium-late ripening table form No. 33-11-5-22 with a bisexual type of flower was selected as the elite.

Key words: hybridization; grapes; berry; variety; bunch; population; agrobiological indicators; heterosis.

For citation: Likhovskoi V.V., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Androsova M.A., Goncharenko V.A. Inheritance of some economically valuable traits in grape seedlings in the population ‘Talisman x Exotic’. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):110-116. EDN BESDRS (in Russian).

Введение

На сегодняшний день метод генеративной гибридизации остается самым востребованным и перспективным. Этим методом создано большинство зарегистрированных сортов винограда во всем мире. При выведении новых сортов особое внимание уделяется изучению закономерностей наследования признаков в потомстве, а затем уже проводится целенаправленный подбор пар для скрещивания. Постановка селекционного задания предполагает создание экологически пластичных сортов винограда, отвечающих современным требованиям как условий возделывания этих сортов с одной стороны, так и запроса потребителя на конечную продукцию винограда с другой стороны [1].

Рентабельность возделывания столовых сортов винограда прежде всего зависит от потребительского спроса, который в значительной мере обусловлен сроками созревания и поставки винограда на рынок, качеством и себестоимостью продукции. Наибольшим спросом пользуются сорта с нарядной гроздью, с крупной (или средней) ягодой красивого розового, янтарного или черного цвета, с интенсивным пруиновым налетом, хрустящей мякотью и небольшими семенами или бессемянными. Вкус во многом определяется содержанием и гармоничным соотношением сахаров и кислот в сочетании с мускатным или сортовым ароматом [2–4].

У виноградного растения проявление гетерозиса может наблюдаться по нескольким или даже по одному положительному признаку. Эффект гетерозиса наиболее сильно проявляется только у гибридов первого поколения; в последующих же поколениях это явление ослабевает. При вегетативном способе размножения признак гетерозиса закрепляется. У некоторых семян винограда, полученных путём гибридизации сортов различного происхождения, гетерозис достигается в увеличении силы роста куста, количества и размера ягод, улучшении физиологических и биохимических показателей и т. д. В конечном же итоге эффект гетерозиса отмечается в формировании биологической специфичности виноградного растения, увеличении количества и качества урожая, повышении устойчивости к биотическим и абиотическим стрессовым факторам окружающей среды [5, 6].

В мировой селекционной практике часто совмещают основной метод гибридизации с методом полиплоидизации. Для увеличения размеров ягод столовых сортов винограда используют два основных подхода, направленных на усиление биологической изменчивости – воздействие на генеративные органы растения биологически активными веществами (фенотипическая изменчивость) и селекционный путь (генетическая изменчивость) [7–15]. В Институте «Магарач» проводятся исследования генофонда винограда, произрастающего на селекционных участках, расположенных в Южнобережном районе Крыма (п. Отрадное, пгт. Партенит) с целью выделения в элиту высококачественных семян. В селекционной работе при выведении новых сортов винограда боль-

шое внимание уделяется сорту Талисман, который высоко ценится как донор признаков раннеспелости, крупного размера ягод, устойчивости к милдью, серой гнили и к морозу. Особенностью сорта является низкая прочность прикрепления ягод к плодоножкам – легкое сотрясение приводит к их осыпанию. Гибридизацию проводили на обработанной колхицином материнской форме Талисман с сортами столового направления использования (Экзотик, Асма, Маркиза и др.) [16].

Цель работы – изучение наследования хозяйственно ценных признаков ягод винограда в популяции Талисман х Экзотик и выделение гетерозисных форм.

Материалы и методы исследования

Лабораторные и полевые эксперименты проводились в лаборатории генеративной и клоновой селекции в 2022–2023 гг. Объектом исследования является популяция в объеме 59 семян и исходные формы Талисман и Экзотик. Скрещивание, направленное на создание столовых сортов винограда, характеризующихся крупной ягодой, нарядной, крупной гроздью, осуществлялось в 2011 г.

Талисман – столовый сорт винограда среднераннего срока созревания, получен от скрещивания сортов Фрумоаса Албэ и Восторг. Цветок функционально женский. Грозди – крупные, средней плотности, реже – рыхлые. Ягоды очень крупные, белые, гармоничного вкуса, при полном созревании появляется мускатный аромат. Кожица тонкая, прочная. Мякоть сочная. Рост кустов сильный. Вызревание побегов хорошее. Устойчив к милдью, серой гнили и морозу (-25 °С) [17].

Экзотик – столовый сорт винограда. Селекционный номер G 8-30. Сорт среднеранний (130–135 дней), кусты рослые, мощные. Гроздь от средней до крупной, цилиндро-коническая, с плечами. Ягода черная, округлая, крупная, кожица тонкая, но прочная. Вкус очень гармоничный. Продуктивность куста высокая. Сорт восприимчив к грибным заболеваниям, морозоустойчивость -17 °С [18].

Исследования выполнены на селекционном участке в п. Партенит. Схема посадки кустов винограда – 3 × 1,5 м, форма куста – одноплечий Гюйо, участок без орошения.

Агробиологические показатели изучали с использованием классических методик [19]. Для определения массовой концентрации сахаров в винограде использовали ГОСТ 27198-87 «Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров». Первичный материал обрабатывали методами математической статистики [20].

Результаты и их обсуждение

С целью изучения проявления гетерозиса и наследования хозяйственно ценных признаков в гибридном потомстве подобрана популяция с участием сортов винограда столового направления использования Талисман х Экзотик (59 шт.), в которой были изучены агробиологические показатели по 12 признакам за 2022–2023 гг. (табл. 1).

Таблица 1. Агробиологические показатели сеянцев в популяции Талисман x Экзотик, средние за 2022–2023 гг.
Table 1. Agrobiological indicators of grape seedlings in the population "Talisman x Exotic", average for 2022-2023

№	Талисман x Экзотик	Глазки, шт.	Развив- шиеся побеги, шт.	Плодо- носные побеги, шт.	Соцвет- ия, шт.	Развив- шиеся побеги, %	Коэффициент		Масса гроз- ди, г	Количе- ство гроз- дей, шт.	Урожай с куста, кг	Массовая концен- трация сахаров, г/дм ³	Продуктив- ность побега по сырой массе грозди, г/побег
							плодо- ноше- ния (K ₁)	плодо- носно- сти (K ₂)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	33-11-6-12	18,5	14,0	9,5	11,5	75,3	0,79	1,15	230,0	9	2,05	198,0	179,6
2	33-11-6-13	21,5	17,5	9,5	9,5	81,9	0,54	1,0	177,5	6	1,07	206,0	96,7
3	33-11-6-15	25,5	22,0	13,5	15	85,8	0,68	1,14	205,0	9,5	1,94	193,0	140,4
4	33-11-6-17	17,5	15,0	8,5	11,5	85,4	0,76	1,21	270,0	6,5	1,71	204,0	206,7
5	33-11-6-18	14,5	12,5	6,5	8,5	89,4	0,68	1,32	425,0	4,5	1,9	185,0	291,5
6	33-11-6-19	13,5	16,0	8,0	10,5	89,1	0,66	1,28	215,0	6,5	1,28	197,0	132,0
7	33-11-6-20	11,0	9,0	3,5	4,0	82,5	0,49	1,12	360,0	3,5	1,25	189,0	147,7
8	33-11-6-21	18,5	14,5	7,0	8,5	78,8	0,58	1,21	170,0	5,5	0,93	220,0	99,4
9	33-11-6-25	23,5	19,0	7,0	7,0	79,2	0,35	1,0	255,0	5,0	1,25	219,0	88,0
10	33-11-6-31	18,0	14,5	7,0	10,5	81,4	0,74	1,56	175,0	5,5	0,91	234,0	123,2
11	33-11-6-37	8,5	7,5	3,5	3,5	90,0	0,46	1,0	275,0	3,5	0,95	204,0	127,3
12	33-11-6-39	16,5	14,5	8,0	10,5	88,9	0,72	1,31	145,0	7,5	1,06	234,0	103,9
13	33-11-6-40	8,5	8,5	3,5	3,5	80,0	0,53	1,0	330,0	3,0	1,0	202,0	176,9
14	32-11-5-11	14,0	13,0	9,0	9,5	94,1	0,74	1,06	230,0	4,5	1,02	199,0	172,6
15	32-11-5-13	19,0	16,0	11,0	15,0	88,4	0,95	1,31	170,0	6,5	1,06	215,0	163,0
16	32-11-5-14	19,5	18,0	11,0	12,0	92,0	0,66	1,08	240,0	7,5	1,71	188,0	157,5
17	32-11-5-15	20,0	17,0	15,0	17,0	85,3	1,01	1,13	175,0	8,0	1,32	203,0	177,6
18	32-11-5-16	23,5	19,5	11,0	13,0	85,7	0,67	1,18	195,0	6,5	1,24	202,0	129,6
19	32-11-5-17	26,0	17,5	10,5	13,0	65,6	0,74	1,0	320,0	5,0	1,58	199,0	238,5
20	32-11-5-18	24,0	16,5	11,0	13,0	68,4	0,77	1,16	270,0	7,0	1,88	211,0	201,5
21	32-11-5-19	24,0	19,0	11,0	12,0	76,7	0,68	1,12	325,0	6,5	2,05	198,0	224,7
22	32-11-5-21	23,0	19,5	13,0	15,5	84,8	0,79	1,2	385,0	7,5	2,85	228,0	305,4
23	32-11-5-22	14,0	11,0	9,0	10,5	77,5	0,99	1,18	235,0	7,0	1,59	211,0	222,9
24	32-11-5-23	22,0	18,0	12,5	14,5	80,3	0,81	1,14	187,5	7,5	1,41	227,0	151,8
25	32-11-5-24	23,0	18,0	13,5	15,5	80,1	0,84	1,11	190,0	8,5	1,64	224,0	161,7
26	32-11-5-25	17,5	14,5	9,0	11,0	82,2	0,77	1,22	345,0	5,5	1,86	199,0	267,1
27	32-11-5-26	21,0	17,5	10,5	11,5	82,95	0,66	1,08	250,0	7,0	1,73	222,0	166,5
28	32-11-5-27	28,5	24,0	18,0	20,0	83,9	0,83	1,11	165,0	10,5	1,71	228,0	138,1
29	32-11-5-28	17,0	14,0	9,5	11,5	81,3	0,86	1,21	190,0	6,0	1,15	223,0	162,0
30	32-11-5-29	19,0	15,0	9,5	11,5	82,6	0,76	1,04	240,0	4,5	1,1	226,0	182,2
31	32-11-5-30	26,0	22,0	15,5	16,0	84,7	0,72	1,14	235,0	8,5	1,96	214,0	170,3
32	32-11-5-31	14,0	12,0	8,5	9,5	88,9	0,80	1,4	240,0	5,0	1,17	214,0	195,1
33	32-11-5-32	10,5	9,0	6,0	8,0	86,1	0,91	1,2	315,0	4,5	1,40	190,0	281,4
34	32-11-5-33	10,0	8,5	4,5	5,5	86,3	0,65	1,1	390,0	2,5	0,97	198,0	253,3
35	32-11-5-34	16,5	11,5	8,5	9,5	70,9	0,76	1,15	315,0	6,0	1,82	238,0	238,7
36	32-11-5-35	20,5	17,0	10,5	12,0	82,95	0,72	1,0	260,0	6,5	1,68	211,0	185,8
37	32-11-5-36	16,0	14,0	10,0	11,0	87,3	0,58	1,08	280,0	5,5	1,51	239,0	165,5
38	32-11-5-37	17,5	16,0	10,5	11,5	91,6	0,71	1,09	200,0	5,5	1,11	195,0	143,1
39	32-11-5-38	13,5	10,5	7,5	9,5	78,4	0,91	1,30	355,0	4,0	1,42	218,0	326,1
40	32-11-5-39	15,0	12,0	7,0	7,5	80,5	0,62	1,1	215,0	4,0	0,87	222,0	133,6
41	32-11-5-40	21,0	19,0	13,5	13,5	90,8	0,71	1,0	195,0	8,0	1,57	214,0	139,0
42	32-11-5-41	19,0	15,0	9,5	10,0	79,8	0,66	1,05	290,0	4,0	1,16	218,0	191,4
43	32-11-5-42	25,5	22,0	14,5	16,0	86,2	0,70	1,11	240,0	8,5	1,99	221,0	166,0

Окончание таблицы 1
End of Table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
44	32-11-5-43	26,0	21,5	16,0	17,0	82,6	0,79	1,07	235,0	8,5	1,97	199,0	185,8
45	32-11-5-44	14,0	11,5	7,5	8,5	81,8	0,73	1,13	265,0	5,0	1,29	200,0	192,4
46	32-11-5-45	13,5	9,0	5,5	6,5	66,7	0,73	1,18	365,0	3,5	1,28	199,0	270,3
47	32-11-5-46	15,0	15,0	8,0	9,0	100	0,59	1,11	340,0	4,0	1,34	211,0	200,4
48	32-11-5-47	17,0	14,5	8,5	9,0	82,9	0,63	1,1	345,0	5,0	1,53	209,0	219,3
49	32-11-5-48	23,5	18,5	11,0	11,0	78,5	0,60	1,0	195,0	5,0	0,97	208,0	116,8
50	32-11-5-49	14,5	12,5	8,0	8,0	85,0	0,64	1,0	330,0	4,0	1,29	221,0	211,5
51	32-11-5-50	12,0	10,0	5,5	6,5	85,7	0,65	1,18	275,0	2,5	0,67	221,0	180,0
52	32-11-5-51	18,5	15,0	8,5	9,0	79,15	0,57	1,04	385,0	1,5	0,56	213,0	224,0
53	32-11-5-52	11,5	10,5	4,5	5,0	92,3	0,47	1,12	285,0	2,5	0,72	206,0	135,7
54	32-11-5-53	11,0	9,0	6,0	6,5	82,9	0,72	1,1	270,0	2,0	0,54	207,0	196,0
55	32-11-5-54	11,0	9,0	5,0	5,0	81,6	0,55	1,0	315,0	2,0	0,63	209,0	172,5
56	32-11-5-55	11,0	8,5	4,0	5,0	76,6	0,59	1,26	340,0	2,0	0,66	202,0	198,6
57	32-11-5-56	10,0	9,0	4,0	4,5	91,6	0,52	1,12	380,0	1,5	0,57	194,0	195,7
58	32-11-5-57	14,5	12,0	7,5	8,0	82,8	0,69	1,07	320,0	4,5	1,43	208,0	221,5
59	32-11-5-58	14,5	12,0	7,5	9,0	82,8	0,76	1,22	325,0	4,0	1,25	213,0	247,4
Среднее значение		17,5	14,5	9,02	10,3	83,2	0,70	1,14	268,6	5,4	1,35	210,3	184,6
Коэффициент вариации		29,2	28,2	36,8	35,8	7,6	18,4	9,7	26,03	39,3	34,2	6,1	28,6
Ошибка средней		0,67	0,5	0,4	0,5	0,8	0,02	0,014	9,1	0,28	0,06	1,67	6,86
Талисман		22	18,5	10,5	13,5	83,7	0,73	1,29	465,0	3,5	1,63	188,0	339,1
Среднее значение		22	18,5	10,5	13,5	83,7	0,73	1,29	465,0	3,5	1,63	188,0	339,1
Коэффициент вариации		12,8	19,1	20,2	15,7	6,3	3,88	4,4	4,56	20,2	24,6	1,5	0,69
Ошибка средней		2	2,5	1,5	1,5	3,7	0,02	0,04	15	0,5	0,28	0,2	1,65
Экзотик		21	17	9	13	80,9	0,77	1,45	390,0	6	2,33	191,0	298,2
Среднее значение		21	17	9	13	80,9	0,76	1,45	390,0	6	2,33	191,0	298,2
Коэффициент вариации		6,7	8,3	15,7	10,9	1,6	6,7	2,8	4,8	3,63	23,6	20,03	1,5
Ошибка средней		1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	2,5	0,01	0,05	10,0	1,0	0,33	2,0

Проведены агробиологические учеты у 59 семян и исходных родительских сортов (вычислены средние значения по популяции, определены показатели продуктивности и степень их изменчивости, табл. 1).

Коэффициент плодородия у родительских форм составляет 0,73-0,77, превышая этот показатель у гибридов. У семян он варьирует от 0,35 до 1,01, составляя в среднем (0,70±0,02). У 15,2 % растений он определяется как «низкий» (0,35-0,55), у 76,3 % – как «средний» (0,58–0,89), у 8,5 % кустов – как «высокий» (0,90–1,01). Показатель средняя масса грозди у исходных форм составляет 390,0–465,0 г, превосходя среднепопуляционное значение. У гибридных семян он варьирует от 145,0 до 425,0 г, достигая в среднем (268,6±9,1) г. У 23,7 % семян этот признак составляет до 200,0 г, у 22,0 % кустов – 201,0–250,0 г, у 18,7 % кустов – 251,0–300,0 г, при этом растения, имеющие среднюю массу грозди свыше 300,0 г, составляют 35,6 %. Показатель массо-

вая концентрация сахаров у родительских форм достигает 188,0 г/дм³, уступая среднепопуляционному значению в 1,1 раз. Этот признак в изучаемой семье варьирует от 185,0 до 239,0 г/дм³, составляя в среднем (210,3±1,67) г/дм³. Доля семян с массовой концентрацией сахаров до 190,0 г/дм³ составляет 5,1 %, с 190,0 по 210,0 г/дм³ – 45,8 %, с 211,0–220,0 г/дм³ – 23,7 % и свыше 220,0 г/дм³ – 25,4 %.

Показатель продуктивность побега по сырой массе грозди у родительских сортов равен 298,2–339,1 г/побег, превосходя среднепопуляционное значение в 1,6–1,8 раз. В популяции этот признак варьирует от 88,0 до 326,1 г/побег, составляя в среднем (184,6±6,86) г/побег. У 23,7 % семян данный признак определяется как «низкий» (75,0–150,0 г/побег), у 57,6 % – как «средний» (151,0–225,0 г/побег), у 15,3 % кустов – как «высокий» (226,0–300,0 г/побег), у 3,4 % – как «очень высокий» (более 300,0 г/побег).

Согласно проведенным агробиологическим ис-

Таблица 2. Проявление гетерозиса и степени доминирования в популяции Талисман х Экзотик по признакам: масса грозди, коэффициент плодоношения, продуктивность побега по сырой массе грозди, массовая концентрация сахаров

Table 2. Manifestation of heterosis and dominance degree in the population 'Talisman X Exotic' based on the bunch weight, fruiting coefficient, shoot productivity in accordance with the raw bunch weight, mass concentration of sugars

Родительские формы		Признак в % по баллам										Средний балл по популяции	Степень доминирования	Гетерозис, % (истинный)	Селекционная ценность, %	
♀	♂	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19					
масса грозди, г																
		до 200		201–250		251–300		301–350		более 350						
9	7	14	23,7 %	13	22 %	11	18,7 %	11	18,7 %	10	16,9 %	4,66	-3,34	-48,2	16,9	
коэффициент плодоношения																
		менее 0,2		0,3–0,5		0,6–0,89		0,9–1,1		1,2 и более						
5	5	0	0 %	13	22 %	41	69,5 %	5	8,5 %	0	0 %	4,73	0	0	8,5	
продуктивность побега по сырой массе грозди, г/побег																
		до 75		76-150		151-225		226-300		301-375						
9	7	0	0 %	16	27,1 %	33	55,9 %	8	13,6 %	2	3,4 %	4,86	-3,14	-46,0	3,4	
массовая концентрация сахаров, г/дм³																
		до 160		161–190		191–210		211–220		более 220						
3	5	0	0 %	3	5,1 %	27	45,8 %	14	23,7 %	15	25,4 %	6,4	+2,4	+28,0	49,1	

следованиям (табл. 1) выделены формы, превышающие среднепопуляционное значение по показателям: масса грозди – 42,4 % (25 семян), варьируя от 270 до 425,0 г; продуктивность побега по сырой массе грозди – 40,7 % (24 семени), варьируя от 185,8 до 326,1 г/побег; массовая концентрация сахаров – 49,2 % (29 семян), варьируя от 211,0 до 239,0 г/дм³, в том числе по этому признаку выделена в элиту столовая форма средне-позднего срока созревания № 33-11-5-22 с обоеполым типом цветка.

В популяции были определены характер наследования и показатели гетерозиса по признакам масса грозди, коэффициент плодоношения, продуктивность побега по сырой массе грозди, массовая концентрация сахаров; средний балл по популяции, степень доминирования (СД) отражает вклад родительских компонентов в изменчивость признака, характерным для обоих родителей признаком; истинный гетерозис (Ги) – превосходство гибрида по какому-либо признаку над лучшим из родителей, селекционная ценность популяции [21].

В изучаемой популяции доля растений с массой грозди, составляющей более 350,0 г, достигает 16,9 % (табл. 2). В целом по признаку масса грозди отмечен отрицательный гетерозис (-48,2 %), что указывает на промежуточный характер наследования признаков с эффектом отрицательного доминирования отцовской формы Экзотик.

В семье доля семян (оценка 7–9 баллов), превосходящих лучшего родителя Экзотик по признаку высокого накопления сахаров, составляет 49,1 %. В изучаемой популяции по данному признаку наблюдается истинный гетерозис с +28,0 % (табл. 2).

Показатель степени доминирования признака

коэффициент плодоношения указывает на его соответствие у исходных форм и потомства. Селекционная ценность популяции составляет 8,5 % (табл. 2), по данному признаку выщепились семени, превосходящие лучшую исходную форму с эффектом гетерозиса от +9,8 до +32,02 % (№ 33-11-5-13, № 33-11-5-15, № 33-11-5-22, № 33-11-5-24, № 33-11-5-27).

В популяции Талисман х Экзотик по признаку продуктивность побега по сырой массе грозди значение степени доминирования равно -3,14, что указывает на гибридную депрессию (табл. 2). Показатель истинного гетерозиса по данному признаку имеет отрицательное значение, т.е. продуктивность побега у гибридов меньше, чем у лучшей формы Экзотик.

На основе проведения агробиологических учетов и расчета эффекта гетерозиса по показателям коэффициент плодоношения (+29,41 %) и массовая концентрация сахаров (+10,5 %) выделена в элиту форма № 33-11-5-22 с обоеполым типом цветка.

Гетерозис определяли по формуле:

$$\Gamma = \frac{F1 - HF}{HF} \times 100\%,$$

где F1 – признак семени; HF – признак лучшей родительской формы.

Коэффициент плодоношения формы № 32-11-5-22:

$$\Gamma = \frac{0,99 - 0,765}{0,765} \times 100\% = +29,41 \%$$

Массовая концентрация сахаров формы № 32-11-5-22:

$$\Gamma = \frac{211,0 - 191,0}{191,0} \times 100\% = +10,5 \%$$

Выводы

В популяции Талисман х Экзотик установлен промежуточный характер наследования признака масса грозди с эффектом отрицательного доминирования отцовской формы Экзотик. В изучаемой семье по признаку массовая концентрация сахаров установлен истинный гетерозис с эффектом +28,0 %. Отмечено соответствие признака коэффициента плодоношения исходных форм и потомства. Выщепились 8,5 % сеянцев № 33-11-5-13 (+24,18 %), № 33-11-5-15 (+32,02 %), № 33-11-5-22 (+29,41 %), № 33-11-5-24 (+9,8 %), № 33-11-5-27 (+9,8 %), гетерозисные по данному признаку (эффект гетерозиса составил от +9,8 до 32,02 %). Показатель степени доминирования признака продуктивность побега по сырой массе грозди свидетельствует о гибридной депрессии. В результате расчета эффекта гетерозиса в элиту выделена столовая форма средне-позднего срока созревания № 33-11-5-22 с обоеполым типом цветка.

Источник финансирования

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

Financing source

The work was conducted under public assignment No. RTD: 121071900108-4.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Волюнкин В.А., Данылейченко В.А. Эффективность скрещиваемости при гибридизации сортов винограда различного происхождения // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2005;1:4-7.
2. Иванченко В.И., Олейников Н.П., Лиховской В.В. Анализ и совершенствование промышленного конвейера столовых сортов винограда в Украине // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов. 2012;42:18-22.
3. Урденко Н.А., Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Экономическое обоснование продуктивности клона VCR – 3 сорта Мускат белый при новой технологии его возделывания // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов. 2020;49:185-188.
4. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. <https://docs.cntd.ru/document/902361843> (дата обращения: 15.02.2024).
5. Салимов В.С., Гусейнов М.А., Насибов Х.Н., Джафарова Г.А., Шукюров А.С. Изучение изменчивости и наследования признаков в некоторых гибридных популяциях винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(3):47-49.
6. Панахов Т.М., Салимов В.С., Асадуллаев Р.А. Изучение наследования хозяйственно ценных признаков в некоторых гибридных популяциях винограда // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015;4(245):112-119.
7. Заманиди П.К., Трошин Л.П., Пасхалидис Х.Д. Новейший ранний комплексноустойчивый столовый бессемянный белоягодный сорт винограда Саввас // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017;3:18-22.
8. Магомедова А.Г., Караев М.К. Продуктивность интродуцированных сортов столового винограда в условиях При-

морской зоны Дагестана // Овощи России. 2020;6:89-93. DOI 10.18619/2072-9146-2020-6-89-93.

9. Тастанбекова Г.Р., Даулетова Л.Т., Мендибаев Б.Ш. Продуктивность кустов у интродуцированных кишмишных сортов винограда в условиях сероземных почв Юга Казахстана // Актуальные научные исследования в современном мире. 2020;10-7(66):126-130.
10. Slegers A., Ouellet E., Truchon T., Pedneault K., Angers P. Volatile compounds from grape skin, juice and wine from five interspecific hybrid grape cultivars grown in Quebec (Canada) for wine production. *Molecules*. 2015;20(6):10980-11016. DOI 10.3390/molecules200610980.
11. Goncalves E., Martins A. Genetic gains of selection in ancient grapevine cultivars. *Acta Horticulturae*. 2019;1248:47-54. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1248.7.
12. Viteri-Díaz P., Vásquez-Castillo W., Sangotuña M., Villota A., Caiza K., Viera W. El ácido giberélico mejora el peso del racimo y el número de bayas de uva (*Vitis vinifera* L.), cv. Marroo Seedless, cultivado en los Valles interandinos del Ecuador. *Scientia Agropecuaria*. 2020;11(4):591-598. DOI 10.17268/sci.agropecu.2020.04.15.
13. Kara Z., Yazar K. Effects of shoot tip colchicine applications on some grape cultivars. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*. 2021;5(1):78-84. DOI 10.31015/iaefs.2021.1.11.
14. Kara Z., Sabir A., Kevser Y., Dogan J., Şit M.M. Effects of colchicine treatments on some grape rootstock and grape varieties at cotyledon stage. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*. 2018;32(3):424-429. DOI 10.15316/SJAFS.2018.117.
15. Зленко В.А., Лиховской В.В., Волюнкин В.А., Васылык И.А., Долгов С.В. Оптимизация методологии получения плоидных растений из почек в культуре тканей in vitro // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017;1:3-5.
16. Лиховской В.В., Васылык И.А., Рыбаченко Н.А. Изменчивость биологических признаков генотипов в популяции от скрещивания сортов Талисман х Асма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(3):218-225. DOI 10.35547/IM.2021.84.35.002.
17. Сорт винограда Талисман. <https://vinograd.info/sorta/stolovye/talisman.html> (дата обращения: 12.02.2024).
18. Сорт винограда Экзотик. <https://vinograd.info/sorta/stolovye/ekzotik.html> (дата обращения: 12.02.2024).
19. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2021:1-147.
20. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
21. Клименко В.П. Методические рекомендации по количественной генетике винограда. Ялта: ИВиВ «Магарач». 1998:1-24.

References

1. Volynkin V.A., Danileichenko V.A. The effectiveness of crossbreeding in hybridization of grape varieties of various origins. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2005;1:4-7 (in Russian).
2. Ivanchenko V.I., Oleinikov N.P., Likhovskoi V.V. Analysis and improvement of the commercial conveyor of table grape varieties in Ukraine. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers*. 2012;42:18-22 (in Russian).
3. Urdenko N.A., Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Buival R.A. Economic assessment of productivity of VCR-3 clone of variety 'Muscat Blanc' using new technology of its cultivation.

- Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers. 2020;49:185-188 (in Russian).
- The State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Agricultural Products, Raw Materials and Food Markets. Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/902361843> (access date: 15.05.2023) (in Russian).
 - Salimov V.S., Huseynov M.A., Nasibov H.N., Jafarova H.A., Shukurov A.S. The study of variability and inheritance of characteristics in some hybrid populations of grapes. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;20(3):47-49 (in Russian).
 - Panakhov T.M., Salimov V.S., Asadullayev R.A. Study of economic traits heredity in certain hybrid grape populations. *Siberian Herald of Agricultural Science*. 2015;4(245):112-119 (in Russian).
 - Zamanidi P.K., Troshin L.P., Paschalidis Ch.D. The newest early ripening multifactor resistant table seedless white berry grape cultivar 'Savvas'. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017;3:18-22 (in Russian).
 - Magomedova A.G., Karaev M.K. Productivity of early table grape varieties in conditions of the seaside zone of Dagestan. *Vegetables of Russia*. 2020;6:89-93. DOI 10.18619/2072-9146-2020-6-89-93 (in Russian).
 - Tastanbekova G.R., Dauletova L.T., Mendibaev B.Sh. Productivity of bushes in introduced kishmish grape varieties in conditions of gray soils in South Kazakhstan. *Actual Scientific Research in the Modern World*. 2020;10-7(66):126-130 (in Russian).
 - Slegers A., Ouellet E., Truchon T., Pedneault K., Angers P. Volatile compounds from grape skin, juice and wine from five interspecific hybrid grape cultivars grown in Quebec (Canada) for wine production. *Molecules*. 2015;20(6):10980-11016. DOI 10.3390/molecules200610980.
 - Goncalves E., Martins A. Genetic gains of selection in ancient grapevine cultivars. *Acta Horticulturae*. 2019;1248:47-54. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1248.7.
 - Viteri-Díaz P., Vásquez-Castillo W., Sangotuña M., Villota A., Caiza K., Viera W. Gibberellic acid improves bunch weight and number of grape berries (*Vitis vinifera* L.), cv. Marroo Seedless, grown in the Andean valleys of Ecuador. *Scientia Agropecuaria*. 2020;11(4):591-598. DOI 10.17268/sci.agropecu.2020.04.15 (in Spanish).
 - Kara Z., Yazar K. Effects of shoot tip colchicine applications on some grape cultivars. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*. 2021;5(1):78-84. DOI 10.31015/jaefs.2021.1.11.
 - Kara Z., Sabir A., Kevser Y., Dogan J., Şit M.M. Effects of colchicine treatments on some grape rootstock and grape varieties at cotyledon stage. *Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences*. 2018;32(3):424-429. DOI 10.15316/SJAFS.2018.117.
 - Zlenko V.A., Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Vasylyk I.A., Dolgov S.V. Methodology optimization for obtaining polyploid grape plants from buds in tissue culture *in vitro*. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017;1:3-5 (in Russian).
 - Likhovskoi V.V., Vasylyk I.A., Rybachenko N.A. Variability of biological traits of genotypes in the 'Talisman x Asma' crossing population. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;23(3):218-225. DOI 10.35547/IM.2021.84.35.002 (in Russian).
 - Grape variety 'Talisman'. <https://vinograd.info/sorta/stolovye/talisman.html> (access date: 12.02.2024) (in Russian).
 - Grape variety 'Exotic'. <https://vinograd.info/sorta/stolovye/ekzotik.html> (access date: 12.02.2024) (in Russian).
 - Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A. Research methods in viticulture. Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW. 2021:1-147 (in Russian).
 - Dospekhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. M.: Allinace. 2014:1-352 (in Russian).
 - Klimenko V.P. Guidelines for the quantitative genetics of grapes. Yalta: IV&W Magarach. 1998:1-24 (in Russian).

Информация об авторах

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

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

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

Наталья Анатольевна Рыбаченко, науч. сотр. лаборатории генеративной и клоновой селекции; e-мэйл: natalia.natikro@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5976-3756>;

Мария Анатольевна Андросова, вед. инженер лаборатории генеративной и клоновой селекции; e-мэйл: mariyamagarach@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-8878-4850>;

Владимир Александрович Гончаренко, руководитель отдела агротехники и питомниководства декоративных и субтропических культур, науч. сотр. лаборатории питомниководства декоративных и субтропических культур; e-мэйл: vg_krim@mail.ru.

Information about authors

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

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

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

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

Maria A. Androsova, Leading Engineer, Laboratory of Generative and Clonal Selection; e-mail: mariyamagarach@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-8878-4850>;

Vladimir A. Goncharenko, Head of the Department of Agrotechnology and Nursery Growing of Ornamental and Subtropical Crops, Staff Scientist, Laboratory of Nursery Growing of Ornamental and Subtropical Crops; e-mail: vg_krim@mail.ru.

Статья поступила в редакцию 15.02.2024, одобрена после рецензии 12.04.2024, принята к публикации 20.05.2024.

Влияние влагообеспеченности территории природных зон Крымского полуострова на качество урожая технических сортов винограда

Рыбалко Е.А.[✉], Баранова Н.В., Ерхова А.С.

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

[✉]agroeco@magarach-institut.ru

Аннотация. Для изучения влияния агроклиматических параметров, характеризующих влагообеспеченность территории природных зон Крымского полуострова на качественный потенциал урожая технических сортов винограда проведен сбор и систематизация архивных данных по содержанию сахаров и титруемых кислот в винограде с виноградников Крыма. Данные включали многолетний материал, собранный из трех зон Крымского полуострова: Степной – за 10 лет по восьми сортам; Предгорной – за 3 года по одному сорту; Югобережной – за 6 лет по четырем сортам. Путем сбора и нелинейной интерполяции многолетних наблюдений по метеостанциям Крыма с использованием методов геоинформационного и математического моделирования для каждого отобранного виноградника рассчитаны величины агроклиматических факторов на даты замеров качественных показателей винограда в процессе его созревания в точках расположения виноградников. В качестве основных оценочных показателей влагообеспеченности виноградников были отобраны четыре агроклиматических показателя: сумма осадков за год (с начала календарного года до даты сбора урожая), сумма осадков за вегетационный период, гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК), сумма осадков за предшествующий месяц до даты сбора урожая. В результате исследований изучено формирование качественных характеристик технических сортов винограда в природных зонах Крымского полуострова на фоне влияния агроклиматических параметров, характеризующих влагообеспеченность территории, применяемых для выделения терруаров. В дальнейшем полученные данные будут положены в основу информационной базы данных по качественным показателям технических сортов винограда в различных природно-климатических зонах Крымского полуострова.

Ключевые слова: климатические факторы; зоны Крымского полуострова; геоинформационное моделирование; показатели влагообеспеченности; массовая концентрация сахаров; массовая концентрация титруемых кислот.

Для цитирования: Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ерхова А.С. Влияние влагообеспеченности территории природных зон Крымского полуострова на качество урожая технических сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):117-124. EDN EVEXBG.

ORIGINAL RESEARCH

The effect of moisture supply in the territory of natural zones of the Crimean Peninsula on crop quality of wine grape varieties

Rybalko E.A.[✉], Baranova N.V., Erkhova A.S.

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

[✉]agroeco@magarach-institut.ru

Abstract. In order to study the effect of agroclimatic parameters characterizing the moisture supply in the territory of natural zones of the Crimean Peninsula on crop quality potential of wine grape varieties, the archival data on the content of sugars and titratable acids in grapes from the vineyards of Crimea was collected and systematized. These entries included long-term material, collected from three zones of the Crimean Peninsula: Steppe zone - for 10 years by 8 varieties; Piedmont zone - for 3 years by 1 variety; South Coastal zone - for 6 years by 4 varieties. By collecting and nonlinear interpolating of long-term observations from Crimean weather stations using geoinformation and mathematical modeling methods, the values of agroclimatic factors were calculated for each selected vineyard on the dates of measuring the quality indicators of grapes during their ripening at the location points of the vineyards. Four agroclimatic indicators were selected as the main assessment indicators of moisture supply for vineyards: precipitation amount during the year (from the calendar year beginning until the harvest date), precipitation amount during the growing season, Selyaninov's hydrothermal coefficient (HTC), precipitation amount during the previous month before the harvest date. As a result of the research, the formation of quality characteristics of wine grape varieties in the natural zones of the Crimean Peninsula was studied against the background of the effect of agroclimatic parameters characterizing the moisture supply of the territory, and used to distinguish the terroirs. In the future, the data obtained will be taken as a basis of informational database by quality indicators of wine grape varieties in different natural and climatic zones of the Crimean Peninsula.

Key words: climatic factors; zones of the Crimean Peninsula; geoinformation modeling; moisture supply indicators; mass concentration of sugars; mass concentration of titratable acids.

For citation: Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S. The effect of moisture supply in the territory of natural zones of the Crimean Peninsula on crop quality of wine grape varieties. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):117-124. EDN EVEXBG (in Russian).

Введение

Климатические факторы, характеризующие зону произрастания культуры, имеют основополагающее значение для определения виноградарского потенциала района и оказывают непосредственное влияние на

развитие виноградной лозы, созревание, урожайность и качественные показатели виноградного растения и продуктов его переработки [1–9].

Одними из основных таких факторов являются показатели влагообеспеченности территории, предназначенной для выращивания винограда.

Для характеристики условий влагообеспеченности виноградного растения используют гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК), который представляет собой отношение осадков к испаряемости [10].

Изучением закономерностей пространственного варьирования гидротермического коэффициента за вегетационный период в условиях Крымского полуострова занимались в ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Была проведена ампелоэкологическая классификация исследуемой территории по величине ГТК согласно принятым диапазонам, характеризующим зоны увлажнения по следующей классификации: влажная (1,6–1,3); слабозасушливая (1,3–1,0); засушливая (1,0–0,7); очень засушливая (0,7–0,4); сухая (<0,4) [11]. На основании полученных результатов разработана цифровая крупномасштабная картографическая модель пространственного распределения величины ГТК за вегетационный период на территории Крымского полуострова. Данная модель в сочетании с современными геоинформационными технологиями даёт возможность автоматизировать анализ степени пригодности территории для возделывания винограда.

При изучении закономерностей многолетней и сезонной динамики содержания сахаров и титруемых кислот в ягодах винограда в условиях Нижнего Придонья в последние десятилетие наблюдается рост суммы активных температур, снижение осадков и ГТК. Регрессионный анализ показал, что снижение ГТК способствует росту сахаристости и снижению кислотности. Анализ сезонной динамики выявил, что в среднем скорость роста сахаристости составила 0,080 (г/100 см³)/сут, снижения кислотности – 0,043 (г/дм³)/сут. Скорость роста сахаристости увеличивалась в годы с более коротким периодом от начала созревания до полной зрелости ягод [12].

Количество и распределение осадков определяют наличие влаги в почве и, следовательно, водный статус растения. Высокая доступность воды во время созревания способствует более активному вегетативному росту и снижению содержания сахара, изменению цвета, вкуса и концентрации фенолов в ягодах [13]. С другой стороны, острая нехватка воды может оказать негативное влияние на рост виноградной лозы и развитие плодов, негативно влияя на правильное созревание [14]. При размещении технических сортов винограда наряду с традиционными критериями оценки пригодности территории, такими как сумма активных температур за вегетационный период, минимальные температуры в зимний период и сумма осадков, необходимо учитывать и их временное распределение в течение года. Преимущество имеют тер-

ритории с высокими суммами активных температур в июле-сентябре и низкими в марте-апреле, с большим количеством осадков в январе и малым в мае, а также с наименьшей повторяемостью выпадения осадков суммой более 1 мм в период окончания созревания ягод винограда [15].

Выявлением агроклиматических факторов, определяющих формирование хозяйственно ценных признаков винограда в условиях изменений климата в северной зоне промышленного виноградарства занимались Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г. В результате их исследований с помощью комплекса регрессионных моделей выявлены семь агроклиматических факторов, определяющих продолжительность продукционного периода, урожай с куста, качество урожая и эффективность перезимовки винограда в условиях северной зоны промышленного возделывания: сумма активных температур выше 20 °С, сумма эффективных температур выше 20 °С предыдущего года, минимальная среднесуточная температура зимы, количество осадков в июле, ГТК за период с температурами выше 15 °С, продолжительность периодов весны-начала лета с температурами 10–15 °С и 10–20 °С. Эти факторы являются лимитирующими в условиях северной зоны промышленного виноградарства [16].

Выявление закономерностей пространственной изменчивости содержания сахара в винограде в региональном масштабе в условиях умеренно-континентального климата винодельческого региона провинции Нуşi (Румыния) так же показало, что содержание сахара в винограде имеет значительную корреляцию с климатическими переменными, характерными для виноградников, и с пригодностью климата для производства вина. Обусловленность сахаристости винограда климатическими факторами анализировали на основе моделей регрессии (коэффициент корреляции Пирсона, коэффициент детерминации, линейная регрессия), в состав которых входили значения девяти климатических переменных (в том числе и многолетние значения осадков), характеризующих климатическую пригодность для различных видов виноделия в условиях умеренно-континентального климата. Знание этих корреляций позволяет выявить закономерности, определяющие пространственное распределение содержания сахара в винограде. Было установлено, что фактическая продолжительность солнечного сияния является наиболее влияющей на содержание сахара в винограде [17].

Управление водными ресурсами в виноградарстве становится все более важным для качества и урожайности винограда. Орошение позволяет достичь этих целей за счет оптимизации использования воды. В настоящее время существует модель, разработанная для конкретного участка, способная оценить водный стресс виноградника и его изменчивость на различных фенологических стадиях [18]. Учеными из Испании был проведен эксперимент по капельному орошению на винограднике на примере черного сорта винограда Бобаль/161-49 в различные стадии его

развития, посаженного в 1983 г. в Рекене (Валенсия, Испания). Орошение увеличило урожайность в оба сезона главным образом за счет увеличения массы ягод. Однако концентрация антоцианов, общее количество фенольных соединений и интенсивность цвета как красных, так и розовых вин уменьшались с увеличением количества воды в зависимости от размера ягод (эффект разбавления) [19].

Так же в очень засушливых районах юго-востока Испании изучено влияние умеренного орошения на состав ягод при созревании винограда сорта Монастрель и качество вин, произведенных из этого винограда. Были проанализированы две обработки капельного орошения и контроль без орошения, начиная с 15 апреля и заканчивая 31 октября: неорошаемые виноградные лозы, дополнительная вода не подавалась; дополнительный полив на 1073 м³/га в год; дополнительный полив на 1622 м³/га в год. Результаты показали, что орошаемый виноград достиг большего веса, но это не повлияло на накопление сахара. Орошение незначительно влияло на титруемую кислотность и рН. Титруемая кислотность была выше только в течение одного года у наиболее орошаемых сортов винограда в конце созревания в основном из-за более высокого содержания яблочной кислоты. Содержание антоцианов в сусле было несколько ниже в орошаемом винограде [20].

Анализ имеющегося массива литературных данных позволяет сделать вывод о том, что большое количество современных исследований направлено на изучение влияния климатических факторов и, в частности, показателей влагообеспеченности территории на показатели качества винограда, что свидетельствует об актуальности данных вопросов. Особое значение приобретают углубленные исследования и поиск новых знаний о динамике изменения качественных показателей винограда в процессе его созревания в зависимости от сорта и региона выращивания. Поэтому решение данной задачи остается актуальной.

Цель исследования – изучить влияние агроклиматических параметров, характеризующих влагообеспеченность территории на качественные характеристики технических сортов винограда в природных зонах Крымского полуострова.

Объекты и методы исследования

Работа выполнена на базе ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Объектами исследований служили агроклиматические ресурсы Степной, Предгорной и Южнобережной зон Крыма, параметры качества винограда, полученного в сельскохозяйственных предприятиях Крыма [21].

Для визуализации пространственного распределения агроэкологических ресурсов, анализа влияния морфометрических особенностей местности на агроклиматические условия, а также целей

агроэкологического моделирования использованы географические информационные системы.

Методика исследований предусматривала: выбор контрольных виноградников, расположенных в разных природных зонах и природно-виноградарских районах Крыма; определение географических координат, орографических и гидрологических параметров контрольных виноградников; определение ближайших к ним стационарных метеостанций; расчет параметров климатических ресурсов в точке расположения виноградников; сбор и систематизацию архивных данных по содержанию сахаров и титруемых кислот в винограде с виноградников Крыма. В работе использовали классификацию территории Крымского полуострова на природно-виноградарские районы [22].

Расчет величины каждого из анализируемых климатических факторов в точке расположения контрольного виноградника осуществлялся методом геоинформационного моделирования с использованием многолетних данных сети стационарных метеостанций Крымского полуострова за 1985–2023 гг., цифровых моделей рельефа SRTM-3 и ASTER GDEM, глобальной климатической модели Worldclim ver. 2.0 и разработанных в ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» математических моделей, описывающих закономерности пространственного варьирования климатических показателей под влиянием орографических, гидрологических и географических параметров анализируемой территории.

Результаты и их обсуждение

В процессе работы проведены сбор и систематизация архивных данных по содержанию сахаров и титруемых кислот в винограде с виноградников Крыма. Архивные данные включали многолетний материал, собранный из трех зон Крымского полуострова: Степной, Предгорной и Южнобережной. При этом для возможности дальнейшего выявления взаимосвязей качественных показателей винограда и агроэкологических условий местности в каждой зоне были выбраны территории с определенными участками и конкретными сортами винограда. Критерием их выбора являлись известная дата и место сбора урожая (географические координаты), а также наличие метеоданных для этой даты и места. В результате в каждой зоне Крымского полуострова отобраны следующие данные, представленные в таблице 1.

Для каждого контрольного виноградника были

Таблица 1. Исследуемые сорта винограда из природных зон Крыма
Table 1. Grape varieties under study from natural zones of Crimea

Природная зона	Сорта винограда	Анализируемый период, гг.
Степная	Фетяска белая, Совиньон зеленый, Траминер розовый, Ркацителли, Рислинг, Бастардо магарачский, Мерло, Рубиновый Магарача	1985–1988, 1995, 1998–2001, 2003
Предгорная	Шабаш	2010–2012
Южнобережная	Мускат белый, Рислинг, Серсиаль, Мускат розовый	2006–2011

определены географические координаты, морфометрические особенности рельефа (абсолютная высота над уровнем моря, крутизна и экспозиция склона, относительное превышение над тальвегом) и характеристики почвенного покрова. Расположение контрольных виноградников представлено на рисунке.

Путем сбора и нелинейной интерполяции многолетних наблюдений по метеостанциям Крыма с использованием методов геоинформационного и математического моделирования были рассчитаны величины агроклиматических факторов на даты замеров качественных показателей винограда в процессе его созревания в точках расположения виноградников. В качестве основных оценочных показателей влагообеспеченности виноградников были отобраны сумма осадков за год (с начала календарного года до даты сбора урожая), сумма осадков за вегетационный период, ГТК. Также сумма осадков была рассчитана за предшествующий месяц до даты сбора урожая.

В таблице 2 представлены рассчитанные путем геоинформационного моделирования пространственного распределения агроэкологических ресурсов диапазоны варьирования основных климатических факторов на даты сбора урожая винограда различных сортов в пределах Южнобережной зоны. Созревание и сбор урожая у отобранных сортов происходили в различные периоды, начиная с 16 сентября и заканчивая 21 октября.

Значения показателей ГТК находятся на уровне от 0,32 до 0,72.

Наибольшие суммы осадков за год на конкретную дату сбора урожая наблюдались для трех исследуемых сортов винограда, таких как Мускат белый, Мускат розовый и Рислинг (554 мм). Немного ниже значения данного показателя для сорта Серсиаль (494 мм). Минимальные значения суммы осадков за вегетационный период у отобранных сортов находятся на уровне от 116 до 177 мм. Максимальные значения этого показателя составляют 248–277 мм.

Сумма осадков за месяц до сбора урожая составляла 4–112 мм. Максимальных значений она достигала для сортов винограда Мускат белый, Мускат розовый и Рислинг.

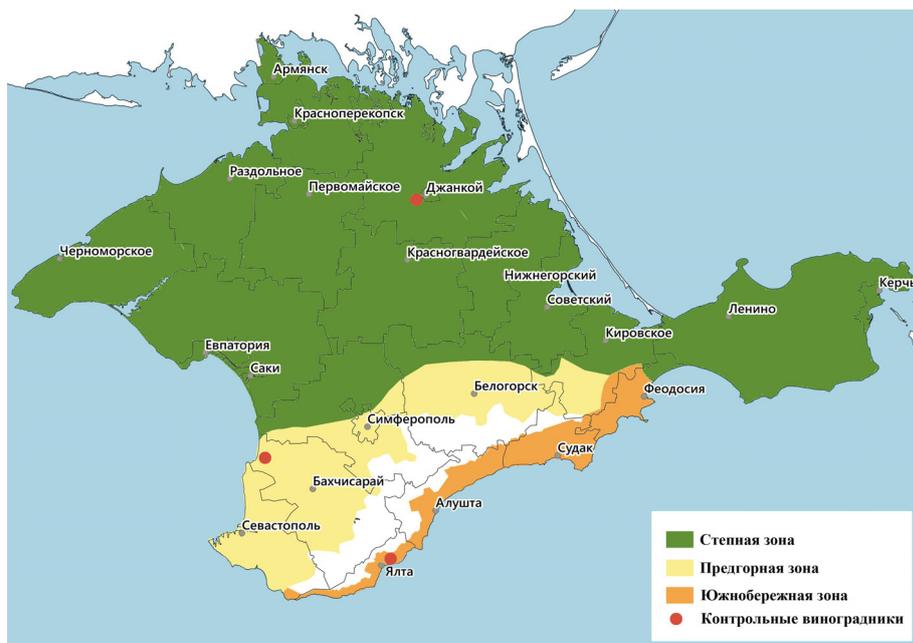


Рис. Расположение контрольных виноградников на территории Крымского полуострова

Fig. Location of control vineyards in the territory of the Crimean Peninsula

Таблица 2. Расчётные показатели влагообеспеченности Южнобережной зоны Крыма по данным геоинформационного моделирования на даты замеров качественных показателей урожая с контрольных виноградников (2006–2011 гг.)

Table 2. Calculated indicators of moisture supply in the South Coastal zone of Crimea according to the geoinformation modeling data for the measuring dates of crop quality indicators from control vineyards (2006–2011)

Сорт	Показатели влагообеспеченности			
	Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК)	Сумма осадков за год, мм	Сумма осадков за вегетационный период, мм	Сумма осадков за месяц до даты сбора урожая, мм
Мускат белый	0,32-0,66 0,48	245-554 399	116-248 184	4-112 38
Мускат розовый	0,33-0,69 0,47	247-554 405	118-277 178	4-112 44
Рислинг	0,47-0,65 0,54	496-554 501	177-275 218	27-112 62
Серсиаль	0,35-0,72 0,45	279-494 328	128-274 169	6-57 23

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе – среднее значение показателя.

Показатели качества различных сортов винограда, произрастающего на территории Южнобережной зоны Крыма, представлены в таблице 3.

Из обработанного массива данных по массовой концентрации сахаров можно выделить сорта винограда Мускат белый и Рислинг. Значения данного показателя у приведенных сортов было максимальным и находилось в диапазоне от 23,0 до 36,8 г/100 см³. Массовая концентрация титруемых кислот у сортов винограда Мускат белый и Серсиаль находилась в

пределах от 7,6 до 8,4 г/л. Для сортов Мускат розовый и Рислинг данные по этому показателю отсутствуют.

Рассчитанные величины агроклиматических факторов Предгорной зоны Крыма на даты сбора урожая сорта Шабаш в точках расположения виноградника, полученные с использованием методов геоинформационного и математического моделирования, представлены в таблице 4.

Такой показатель, характеризующий влагообеспеченность территории, как гидротермический коэффициент Селянинова, находится в диапазоне 0,46–0,81. Годовая сумма осадков находится в пределах от 261 до 349 мм. Значения, полученные по сумме осадков за вегетационный период на отобранном участке, составляют 144–226 мм. Показатели, суммы осадков за месяц до даты сбора урожая, рассчитанные на момент сбора урожая, находятся на уровне от 17 до 63 мм.

В таблице 5 представлены показатели качества винограда сорта Шабаш произрастающего в Предгорной зоне Крыма.

На момент сбора урожая массовая концентрация сахаров в ягодах составляла от 13,3 до 19,7 г/100 см³. Массовая концентрация титруемых кислот находилась на уровне от 3,6 до 8,7 г/л.

Расчётные агроклиматические показатели Степной зоны Крыма по данным геоинформационного моделирования на даты замеров качественных показателей урожая с контрольных виноградников приведены в таблице 6.

Значения показателей гидротермического коэффициента Селянинова находятся на уровне от 0,24 до 0,93. Наименьшая сумма осадков за год на дату сбора урожая наблюдается для трех исследуемых сортов винограда: Фетяска белая, Совиньон зеленый и Ркацителли (200, 205, 207 мм соответственно). Немного выше значения данного показателя для остальных сортов винограда – 211–221 мм. Максимальные значения суммы осадков за год для отобранных сортов находятся на уровне от 271 до 419 мм. Сумма осадков за вегетационный период для исследуемых сортов винограда находилась в широком диапазоне от 69 до 302 мм.

Количество осадков за месяц до сбора урожая составляло 0–104 мм. Максимальное значение показателя

Таблица 3. Показатели качества винограда с контрольных виноградников из Южнобережной зоны Крыма

Table 3. Quality indicators of grapes from control vineyards in the South Coastal zone of Crimea

Сорт	Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	Массовая концентрация титруемых кислот, г/л
Мускат белый	$\frac{23,0-36,8}{29,4}$	$\frac{7,6-8,4}{8,02}$
Мускат розовый	$\frac{27,0-31,9}{28,3}$	-
Рислинг	$\frac{27,4-36,8}{32,6}$	-
Серсиаль	$\frac{22,0-26,0}{24,2}$	$\frac{7,6-7,6}{7,6}$

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе – среднее значение показателя.

Таблица 4. Расчётные показатели влагообеспеченности Предгорной зоны Крыма по данным геоинформационного моделирования на даты замеров качественных показателей урожая с контрольных виноградников (2010–2012 гг.)

Table 4. Calculated indicators of moisture supply in the Piedmont zone of Crimea according to the geoinformation modeling data for the measuring dates of crop quality indicators from control vineyards (2010–2012)

Сорт	Показатели влагообеспеченности			
	Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК)	Сумма осадков за год, мм	Сумма осадков за вегетационный период, мм	Сумма осадков за месяц до даты сбора урожая, мм
Шабаш	$\frac{0,46-0,81}{0,63}$	$\frac{261-349}{302}$	$\frac{144-226}{197}$	$\frac{17-63}{35}$

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе – среднее значение показателя.

Таблица 5. Показатели качества винограда с контрольных виноградников из Предгорной зоны Крыма

Table 5. Quality indicators of grapes from control vineyards in the Piedmont zone of Crimea

Сорт	Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	Массовая концентрация титруемых кислот, г/л
Шабаш	$\frac{13,3-19,7}{16,9}$	$\frac{3,6-8,7}{4,7}$

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе – среднее значение показателя.

теля отмечено для сорта винограда Бастардо магарачский.

Данные по качественным показателям различных сортов с контрольных виноградников из Степной зоны Крыма представлены в таблице 7.

На момент сбора урожая массовая концентрация сахаров в ягодах винограда отобранных сортов составляла от 14,5 до 24,6 г/100 см³.

Минимальное значение данного показателя (14,5 г/100 см³) наблюдалось у сорта Фетяска белая. Максимального значения массовая концентрация сахаров достигла у сорта Бастардо магарачский (24,6 г/100 см³). Массовая концентрация титруемых

кислот находилась на уровне от 6,7 г/л белая до 13,5 г/л у сорта Фетяска.

Проанализирована динамика изменения качественных показателей винограда в процессе его созревания в зависимости от сорта и региона выращивания. Установлено, что наиболее высокое сахаронакопление наблюдается в Южнобережной зоне, наиболее низкое – в Предгорной. Как следует из данных таблиц 3, 5, 7, параметры качества винограда варьируют в широких пределах, что является неперемным условием выявления их зависимости от агроэкологических факторов.

Выводы

Для изучения влияния агроклиматических параметров, характеризующих влагообеспеченность территории природных зон Крымского полуострова на качественный потенциал урожая технических сортов винограда, проведены сбор и систематизация архивных данных по содержанию сахаров и титруемых кислот в винограде с виноградников Крыма. Отобраны данные по восьми сортам из Степной зоны за 10 лет, одному сорту из Предгорной зоны за 3 года и четырём сортам из Южнобережной зоны за 6 лет. Путем сбора и нелинейной интерполяции многолетних наблюдений по метеостанциям Крыма с использованием методов геоинформационного и математического моделирования для каждого отобранного виноградника рассчитаны величины агроклиматических факторов на даты замеров качественных показателей винограда в процессе его созревания в точках расположения виноградников. Для этого отобрано четыре агроклиматических показателя, характеризующих влагообеспеченность территории. В результате исследований изучено формирование качественных характеристик технических сортов винограда в природных зонах Крымского полуострова на фоне влияния агроклиматических параметров, характеризующих влагообеспеченность территории, применяемых для выделения терруаров. В дальнейшем полученные данные будут положены в основу информа-

Таблица 6. Расчётные показатели влагообеспеченности Степной зоны Крыма по данным геоинформационного моделирования на даты замеров качественных показателей урожая с контрольных виноградников (1985–2003 гг.)

Table 6. Calculated indicators of moisture supply in the Steppe zone of Crimea according to the geoinformation modeling data for the measuring dates of crop quality indicators from control vineyards (1985–2003)

Сорт	Показатели влагообеспеченности			
	Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК)	Сумма осадков (за год), мм	Сумма осадков (за вегетационный период), мм	Сумма осадков (за месяц до даты сбора урожая), мм
Фетяска белая	<u>0,40-0,93</u> 0,59	<u>200-412</u> 274	<u>95-282</u> 172	<u>0-46</u> 19
Совиньон зеленый	<u>0,24-0,93</u> 0,71	<u>205-410</u> 322	<u>69-296</u> 217	<u>5-96</u> 32
Траминер розовый	<u>0,40-0,92</u> 0,59	<u>211-340</u> 281	<u>106-273</u> 170	<u>7-43</u> 20
Ркацители	<u>0,40-0,91</u> 0,67	<u>207-417</u> 301	<u>102-300</u> 205	<u>3-79</u> 23
Рислинг	<u>0,43-0,65</u> 0,51	<u>221-271</u> 241	<u>116-186</u> 142	<u>18-36</u> 25
Бастардо магарачский	<u>0,40-0,93</u> 0,70	<u>212-409</u> 321	<u>107-294</u> 222	<u>7-104</u> 39
Мерло	<u>0,41-0,88</u> 0,68	<u>217-419</u> 309	<u>112-302</u> 216	<u>10-80</u> 26
Рубиновый Магарача	<u>0,42-0,88</u> 0,69	<u>220-341</u> 296	<u>115-275</u> 210	<u>18-72</u> 38

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе – среднее значение показателя.

Таблица 7. Показатели качества винограда контрольных виноградников из Степной зоны Крыма

Table 7. Quality indicators of grapes from control vineyards in the Steppe zone of Crimea

Сорт	Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	Массовая концентрация титруемых кислот, г/л
Фетяска белая	<u>14,5-21,1</u> 18,3	<u>6,7-13,5</u> 9,3
Совиньон зеленый	<u>16,0-21,8</u> 18,4	<u>6,9-9,6</u> 7,9
Траминер розовый	<u>16,7-23,7</u> 19,9	<u>7,0-7,1</u> 7,0
Ркацители	<u>14,7-20,4</u> 18,0	<u>7,2-9,6</u> 8,4
Рислинг	<u>17,0-23,7</u> 19,1	-
Бастардо магарачский	<u>15,7-24,6</u> 19,1	<u>7,0-9,3</u> 7,9
Мерло	<u>15,2-23,0</u> 19,5	<u>7,1-8,6</u> 7,9
Рубиновый Магарача	<u>17,0-20,9</u> 18,1	-

Примечание: в числителе – диапазон варьирования, в знаменателе – среднее значение показателя.

ционной базы данных по качественным показателям технических сортов винограда в различных природно-климатических зонах Крымского полуострова.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0002.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0002.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Разработка перспективных картографических моделей прогноза пространственного распределения агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;57(03):82-94. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-82-94.
2. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Мarmorштейн А.А. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2020:1-138.
3. Ганич В.А., Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Анализ влияния агротехники и климата на интродуцированные сорта винограда на донской ампелографической коллекции // Вестник КрасГАУ. 2023;10(199):70-81. DOI 10.36718/1819-4036-2023-10-70-81.
4. Маркосов В.А., Агеева Н.М., Ничвидюк О.В., Даниелян А.Ю., Тургенев В.В. Изменение концентрации фенольных соединений в винограде Пино нуар и приготовленных из него виноматериалах // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):260-265. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.015.
5. Дергачев Д.В., Ларькина М.Д., Петров В.С., Панкин М.И. Особенности вегетации интродуцированного сорта винограда Кёхо в стрессовых погодных условиях умеренно континентального климата юга России // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):223-228. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.007.
6. Петров В.С., Мarmorштейн А.А., Лукьянова А.А., Коваленко А.Г. Зависимость продолжительности фаз вегетации *Vitis vinifera* L. от погодных условий Западного Предкавказья // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(2):125-129. DOI 10.35547/IM.2020.40.10.008.
7. Comte V., Zufferey V., Rösti J., Calanca P., Rebetez M. Adaptation strategies of a cold climate vineyard to climate change, the case of the Neuchâtel region in Switzerland. Book of abstracts of 42nd Congress of Vine and Wine, 17th General Assembly of the OIV. 15th-19th of July 2019. CICG. Geneva, Switzerland. 2019:45-47.
8. Yoncheva T., Dimitrov D., Iliev A. Influence of climatic conditions on ripening and the phenolic content of grapes from Cabernet Sauvignon, Gamza and Rubin red vine varieties. Agricultural Sciences. 2023;15(36):46-59. DOI 10.22620/agrisci.2023.36.004.
9. Gonzalez P., Bavaresco L., Neethling E. Role of natural attributes terroir in grape productivity Barbera vines and grape quality region of Piedmont (Italy). E3S Web conferences. 2018;50(2):02004. DOI 10.1051/e3sconf/20185002004.
10. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В., Трошин Л.П. Виноградарство. М.: ФГБНУ «Росин-«Магарач». Виноградарство и виноделие 2024:26-2
- формагротех». 2017:1-500.
11. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Закономерности пространственного варьирования гидротермического коэффициента Селянинова в условиях Крымского полуострова // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(4):320-325. DOI 10.35547/IM.2020.42.64.006.
12. Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г., Ганич В.А. Сезонная динамика сахаристости и кислотности ягод донского аборигенного сорта винограда Варюшкин // Вестник КрасГАУ. 2023;5(194):57-63. DOI 10.36718/1819-4036-2023-5-57-63.
13. Storchi P., Costantini E., Bucelli P. The influence of climate and soil on viticultural and oenological parameters of Sangiovese grapevine under nonirrigated conditions. Acta Horticulturae. 2005;689:333-340.
14. Lakso A., Pool R. Drought stress effects on vine growth, function, ripening and implications for wine quality. In Proceedings of the 29th Annual New York Wine Industry Workshop. 2000:86-90.
15. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ткаченко О.В., Твардовская Л.Б. Влияние агроэкологических условий на урожайность и качество винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;4:23-24.
16. Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г. Выделение агроклиматических факторов, лимитирующих продвижение на север культуры винограда, методом регрессионного моделирования // Научное обеспечение устойчивого развития плодородства и декоративного садоводства. Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию ВНИИЦиСК и 85-летию Ботанического сада «Дерево Дружбы». Сочи. 2019:288-293.
17. Irimia L.M., Patriche C.V., Bucur G.M., Quérol H., Cotea V.V. Spatial distribution of grapes sugar content and its correlations with climate characteristics and climate suitability in the Huși (Romania) wine growing region. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2015;43(1):250-258. DOI 10.15835/nbha4319673.
18. Bianchi D., Modina D., Cavallaro L., Spadaccini R., Carnevali P., Brancadoro L. Vineyard water stress evaluation using a multispectral index: A case study in the Chianti Area. Acta Horticulturae. 2021;1314:39-46. DOI 10.17660/ActaHortic.2021.1314.6.
19. Salón J.L., Chirivella C., Castel J.R. Irrigation and wine quality of *Vitis Vinifera* cv. Bobal in Requena, Spain. Acta Horticulturae. 2004;646:167-174. DOI 10.17660/ActaHortic.2004.646.21.
20. De M.L., Orts L.H., Martínez-Cutillas A., López-Roca J.M., Gómez-Plaza E. Effect of moderate irrigation on grape composition during ripening. Spanish Journal of Agricultural Research. 2005;3(3):352-361. DOI 10.5424/sjar/2005033-158.
21. Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым // ФГБУ «КРЫМСКОЕ УГМС». Симферополь. 2023:1-180.
22. Дикань А.П., Вильчинский В.Ф., Верновский Э.А., Замета О.Г. Виноградарство Крыма. Симферополь: Бизнес-Информ. 2020:1-424.

References

1. Rybalko E.A., Baranova N.V. Development of promising mapping models to estimate spatial distribution of agroecological resources on the territory of Crimean Peninsula. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2019;57(03):82-94. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-82-94 (in Russian).
2. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A. Agroecological zoning of the territory to optimize the placement of varieties, sustainable viticulture and quality winemaking. Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW. 2020:1-138

- (in Russian).
3. Ganich V.A., Naumova L.G., Novikova L.Yu. Analysis of the influence of agricultural technology and climate on introduced grape varieties in the Don ampelographic collection. Bulletin of KrasSAU. 2023;10(199):70-81. DOI 10.36718/1819-4036-2023-10-70-81 (in Russian).
 4. Markosov V.A., Ageeva N.M., Nichvidyuk O.V., Danielyan A.Yu., Turgenev V.V. Changes in the concentration of phenolic compounds of 'Pinot Noir' grapes and base wines prepared from it. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(3):260-265. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.015 (in Russian).
 5. Dergachev D.V., Larkina M.D., Petrov V.S., Pankin M.I. Vegetation characteristics of introduced grapevine cultivar 'Këho' under the effect of stress weather conditions of the moderate continental climate of the South of Russia. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;21(3):223-228. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.007 (in Russian).
 6. Petrov V.S., Marmorshtein A.A., Lukyanova A.A., Kovalenko A.G. Dependence of the duration of vegetation phases of *Vitis vinifera* L. on weather conditions of the Western Fore-Caucasus. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(2):125-129. DOI 10.35547/IM.2020.40.10.008 (in Russian).
 7. Comte V., Zufferey V., Rösti J., Calanca P., Rebetez M. Adaptation strategies of a cold climate vineyard to climate change, the case of the Neuchâtel region in Switzerland. Book of abstracts of 42nd Congress of Vine and Wine, 17th General Assembly of the OIV. 15th-19th of July 2019. CIGC. Geneva, Switzerland. 2019:45-47.
 8. Yoncheva T., Dimitrov D., Iliev A. Influence of climatic conditions on ripening and the phenolic content of grapes from Cabernet Sauvignon, Gamza and Rubin red vine varieties. Agricultural Sciences. 2023;15(36):46-59. DOI 10.22620/agrisci.2023.36.004.
 9. Gonzalez P., Bavaresco L., Neethling E. Role of natural attributes terroir in grape productivity Barbera vines and grape quality region of Piedmont (Italy). E3S Web of Conferences. 2018;50(2):02004. DOI 10.1051/e3sconf/20185002004.
 10. Smirnov K.V., Maltabar L.M., Radzhabov A.K., Matuzok N.V., Troshin L.P. Viticulture. M.: FSBSI "Rosinformagrotech". 2017:1-500 (in Russian).
 11. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Spatial variation regularities of hydrothermal coefficient of Selyaninov in the Crimean Peninsula conditions. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(4):320-325. DOI 10.35547/IM.2020.42.64.006 (in Russian).
 12. Novikova L.Yu., Naumova L.G., Ganich V.A. Seasonal dynamics of sugar content and acidity in berries of the Don native grape variety Varyushkin. Bulletin of KrasGAU. 2023;5(194):57-63. DOI 10.36718/1819-4036-2023-5-57-63 (in Russian).
 13. Storchi P., Costantini E., Bucelli P. The influence of climate and soil on viticultural and oenological parameters of Sangiovese grapevine under nonirrigated conditions. Acta Horticulturae. 2005;689:333-340.
 14. Lakso A., Pool R. Drought stress effects on vine growth, function, ripening and implications for wine quality. In Proceedings of the 29th Annual New York Wine Industry Workshop. 2000:86-90.
 15. Rybalko E.A., Baranova N.V., Tkachenko O.V., Tvardovskaya L.B. Influence of agroecological conditions on yield and quality of grapes. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;4:23-24 (in Russian).
 16. Novikova L.Yu., Naumova L.G. The selection of agro-climatic factors limiting the northward advance of grapevine culture by regression modeling. Scientific support for the sustainable development of fruit growing and ornamental horticulture. Materials of the International Scientific and Practical Conference Dedicated to the 125th Anniversary of VNIITSSK and the 85th Anniversary of the Botanical Garden "Tree of Friendship". 2019:288-293 (in Russian).
 17. Irimia L.M., Patriche C.V., Bucur G.M., Quérol H., Cotea V.V. Spatial distribution of grapes sugar content and its correlations with climate characteristics and climate suitability in the Huși (Romania) wine growing region. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 2015;43(1):250-258. DOI 10.15835/nbha4319673.
 18. Bianchi D., Modena D., Cavallaro L., Spadaccini R., Carnevali P., Brancadoro L. Vineyard water stress evaluation using a multispectral index: A case study in the Chianti Area. Acta Horticulturae. 2021;1314:39-46. DOI 10.17660/ActaHortic.2021.1314.6.
 19. Salón J.L., Chirivella C., Castel J.R. Irrigation and wine quality of *Vitis Vinifera* cv. Bobal in Requena, Spain. Acta Horticulturae. 2004;646:167-174. DOI 10.17660/ActaHortic.2004.646.21.
 20. De M.L., Orts L.H., Martínez-Cutillas A., López-Roca J.M., Gómez-Plaza E. Effect of moderate irrigation on grape composition during ripening. Spanish Journal of Agricultural Research. 2005;3(3):352-361. DOI 10.5424/sjar/2005033-158.
 21. Agrometeorological bulletins on the territory of the Republic of Crimea. FSBI "Crimean UGMS". Simferopol. 2023:1-180 (in Russian).
 22. Dikan A.P., Vilchinsky V.F., Vernovsky E.A., Zameta O.G. Viticulture of Crimea. Simferopol: Business-Inform. 2020:1-424 (in Russian).

Информация об авторах

Евгений Александрович Рыбалко, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. сектора агроэкологии; e-mail: agroeco@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>;

Наталья Валентиновна Баранова, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. сектора агроэкологии; e-mail: natali.v.0468@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>;

Алина Сергеевна Ерхова, мл. науч. сотр. сектора агроэкологии; e-mail: alina_meotida@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6920-471X>.

Information about authors

Evgeniy A. Rybalko, Cand. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Agroecology Sector; e-mail: agroeco@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>;

Natalia V. Baranova, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Agroecology Sector; e-mail: natali.v.0468@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2588-360X>;

Alina S. Erkhova, Junior Staff Scientist, Agroecology Sector; e-mail: alina_meotida@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6920-471X>.

Статья поступила в редакцию 05.04.2024, одобрена после рецензии 16.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.

Базы данных и цифровизация Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко

Наумова Л.Г.[✉], Ганич В.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко – филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», г. Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

[✉]LGnaumova@yandex.ru

Аннотация. Для работы с генетическими ресурсами растений разрабатываются и внедряются современные цифровые информационные системы, которые обеспечивают оперативный сбор, хранение и анализ данных о генофонде растений, инвентаризацию, использование, обмен, долгосрочное прогнозирование и моделирование состояния *ex-situ* сохраняемых генетических ресурсов. Актуальность цифровой трансформации для виноградарской отрасли предполагает разработку и внедрение инструментов сбора, анализа и визуализации данных в России и за рубежом. Цель исследований – создание баз данных, содержащих информацию о сортах винограда, произрастающих на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко. Изучение сортов и форм винограда проводили по общепринятым в виноградарстве методикам и ГОСТам. По результатам проведенной работы созданы 4 базы данных, на 3 из которых (паспортная, оценочная и метеорологическая) получены свидетельства о регистрации баз данных. Паспортная база данных содержит совокупность сведений о 880 коллекционных сортообразцах (11 полей), оценочная – о 540 сортах и гибридных формах (32 поля), метеорологическая – сведения за 20 лет (с 1 января 2003 по 31 декабря 2022 г.) по 14 ежедневным метеорологическим показателям. Полученное информационное обеспечение имеет большое практическое значение и может быть эффективно применено при создании и имплементации цифровых технологий в области виноградарства и виноделия.

Ключевые слова: цифровизация; база данных; генетические ресурсы; виноград; сорт.

Для цитирования: Наумова Л.Г., Ганич В.А. Базы данных и цифровизация Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):125-132. EDN HBMQWO.

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

Databases and digitalization of the Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko

Naumova L.G.[✉], Ganich V.A.

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

[✉]LGnaumova@yandex.ru

Abstract. For the work with plant genetic resources, modern digital informational systems are being developed and introduced. They provide operational collection, storage and data analysis of the plant gene pool, stock control, use, exchange, long-term forecasting and modeling of *ex-situ* condition of conservable genetic resources. The relevance of digital transformation for viticulture involves the development and implementation of tools for collecting, analyzing and visualizing the data in Russia and abroad. The purpose of the research is to create databases containing information about grape varieties growing in the Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko. The study of the varieties and forms of grapes was carried out according to generally accepted in viticulture methods and GOST standards. Based on the results of the work, 4 databases were created, 3 of which (passport, assessment and meteorological) received certificates of database registration. The passport database contains a set of information about 880 collection samples of varieties (11 fields), the assessment database - about 540 varieties and hybrid forms (32 fields), the meteorological database - information for 20 years (from January 1, 2003 to December 31, 2022) according to 14 daily meteorological indicators. The obtained information support is of great practical importance and can be effectively used in the creation and implementation of digital technologies in the field of viticulture and winemaking.

Key words: digitalization; database; genetic resources; grapes; variety.

For citation: Naumova L.G., Ganich V.A. Databases and digitalization of the Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):125-132. EDN HBMQWO (in Russian).

Введение

В 2017 г. в нашей стране была утверждена Государственная программа «Цифровая экономика Российской Федерации». Мировыми лидерами по внедрению цифровых технологий являются ИТ-компании, медиа, финансы и страхование. Главный сдерживающий фактор цифровизации АПК – особенности ведения агропроизводства. Сельскохозяйственное производство является самым уязвимым бизнесом, поскольку зависит от погоды и природных явлений. В отличие от традиционного производства, в сельском

хозяйстве нельзя заранее структурировать все бизнес-процессы [1–2].

«Продовольственная безопасность является одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности страны в долгосрочном периоде, фактором сохранения ее государственности и суверенитета, важнейшей составляющей социально-экономической политики ...» – написано в п. 6 Доктрины продовольственной безопасности РФ [3].

Генетические ресурсы растений (ГРР) для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства составляют биологическую основу для сельскохозяйственного производства и всемирной продовольственной безопасности. Необходимость сохра-

нения и рационального использования всего многообразия мировых генетических ресурсов в условиях глобального потепления и изменения климата, сокращения земельных угодий и водных ресурсов, деградации окружающей среды стала, как никогда ранее, насущной и угрожает продовольственной безопасности и экономическому развитию живущих и будущих поколений [4].

Для работы с генетическими ресурсами растений разрабатываются и внедряются современные цифровые информационные системы (ИС), которые обеспечивают оперативный сбор, хранение и анализ данных о генофонде растений, инвентаризацию, использование, обмен, долгосрочное прогнозирование и моделирование состояния *ex situ* сохраняемых генетических ресурсов [5–7].

Актуальность цифровой трансформации для виноградарской отрасли предполагает разработку и внедрение инструментов сбора, анализа и визуализации данных в России и за рубежом. Суть цифровой трансформации заключается в изучении и управлении виноградными насаждениями на основе цифровых инструментов и современных информационных технологий для повышения эффективности и точности сбора данных [8].

Цифровизация в системе мониторинга виноградных насаждений позволяет решать разнообразные задачи: ампелографический учет, сбор данных при почвенных исследованиях для микрорегулирования участков виноградопригодных полей, проведение инвентаризации виноградных насаждений, оценка погодных условий по данным автоматизированных метеостанций, ведение календаря агротехнических работ, использование данных дистанционного зондирования земли для анализа терруарных свойств и др. [9].

Сортимент винограда представлен большим количеством сортов, поэтому перед научно-исследовательскими учреждениями в области виноградарства стоит задача не только сохранить существующий генофонд, а также систематизировать имеющиеся ампелографические знания. Создание глобальной информационной системы ампелоресурсов, содержащей максимально полную информацию о наличии ценных биологических и хозяйственных признаков у существующих сортов и диких форм винограда, является важной задачей для сортоизучения, интродукции и селекционной работы. Обычно изучение генофонда винограда осуществляется визуально, путем словесного описания фенотипа растения (коронка молодого побега, лист, гроздь, ягода, урожай, сила роста куста, направление использования и т.д.). Создание банка данных, непрерывно накапливаемых по единой методике, имеет большое значение в селекционной практике и интродукции винограда.

В национальной стратегии сохранения биоразнообразия России важная роль отводится созданию информационной системы по генетическим ресурсам. В статье 17 Международного договора о растительных генетических ресурсах для производства продоволь-

ствия и ведения сельского хозяйства декларируется создание глобальной системы информации о генетических ресурсах растений, основанной на существующих информационных системах, для облегчения обмена информацией по научным, техническим и экологическим вопросам, связанным с генетическими ресурсами растений [10].

С 2008 г. осуществляется проект Genesys – всемирный информационный центр генетических ресурсов сельскохозяйственных растений. Цель проекта – создание эффективной глобальной системы сохранения и использования генетических ресурсов растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства [11].

Европейский поисковый каталог по генетическим ресурсам растений (EURISCO) предоставляет информацию об образцах культурных растений и их диких сородичей, которые *ex situ* сохранились [12]. В целях инвентаризации генетических ресурсов винограда, имеющихся в коллекциях по всему миру, в институте селекции винограда Geilweilerhof (Германия) создан Международный каталог сортов *Vitis* (VIVC), который является энциклопедической базой данных примерно 23000 сортов, селекционных форм и видов *Vitis* L. [5].

В мировом информационном пространстве реализуются множество агрегаторов баз данных генетических ресурсов растений. Крупными международными агрегаторами являются проекты GRIN-Global, Genesys, Global Biodiversity Information Facility, на европейском уровне – проект EURISCO. Во Всероссийском институте генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (ВИР) создана паспортная база данных (сохраняемой в ВИРе) мировой коллекции культурных растений, что позволило представить ее в мировых базах, в частности в EURISCO [13].

Первая паспортная база генетических ресурсов растений ВИР была собрана и размещена в открытом доступе в 2003–2006 гг. В 2012 г. был разработан сайт с возможностью редактирования паспортной информации online. В настоящее время паспортная база ГРП ВИР содержит информацию о 243 829 образцах основного каталога. База построена в соответствии с международным единым паспортным дескриптором растений для совместимости с международными базами, но имеет несколько расширенную систему словарей и справочников. Кроме актуализации и модернизации паспортных баз, в ВИР развиваются методы анализа плохо структурированных описательных и оценочных баз данных. Разработана информационно-поисковая система (ИПС) Гербарий ВИР, компьютерная программа для сбора оценочных данных ГРП VTS, при активном участии ВИР был создан ресурс Агроатлас, содержащий карты ареалов экономически значимых растений, их болезней, вредителей и сорных растений [13].

В настоящее время ВИР им. Н.И. Вавилова как держатель крупнейшей в России коллекции культурных растений, выполняет функции координатора по сохранению и использованию ГРП в нашей стране. В Указе Президента РФ от 08.02.2022 г. № 44 «О наци-

ональном центре генетических ресурсов растений» одной из функций Национального центра, образованного на базе ВИР, является создание и развитие центра хранения и обработки информации о генетических ресурсах растений [13].

В Институте «Магарач» создана «Цифровая паспортная база данных генетических ресурсов винограда института «Магарач» которая содержит паспортные данные 3357 сортообразцов ампелографической коллекции: название образца; инвентарный номер института; ботанический вид; внутривидовой таксон; синонимы; характеристика по происхождению – местный или селекционный сорт; для селекционных сортов указаны родительские формы, учреждение оригинатор, авторы сорта; страна и регион происхождения; год посадки в коллекцию. База данных предназначена для накопления, хранения, анализа и оперативного поиска информации с целью оптимизации состава и объема коллекции, целенаправленного привлечения, сохранения и эффективного использования ценного генофонда винограда в селекционных и научных программах (Волюнкин В.А., Полулях А.А., Чижова А.М. Цифровая паспортная база данных генетических ресурсов винограда института «Магарач». Свидетельство о регистрации базы данных № 2021620774, дата публикации 19.04.2021).

Ранее Институт «Магарач» и Кубанский государственный аграрный университет при научно-техническом сотрудничестве с Критским университетом (Греция) выполнили проект «Создание мультимедийной web-backed генетической базы данных Украинской, Молдавской и Российской зародышевой плазмы *Vitis vinifera*», в рамках которого изучали генетические ресурсы *Vitis vinifera* L., а также представление их в виде генетической базы данных на европейском уровне через Интернет. Сорта, включенные в базу данных, являются наиболее древними автохтонными сортами. Основные компоненты базы данных – информационная, включающая сведения о сортах (название, синонимы, родословные, краткая характеристика сорта и др.); ампелографическая (база данных молодого побега, взрослых листьев и гроздей); база данных ядерных микросателлитных профилей (база данных генетической идентичности) [14].

В 2010 г. ученые СКЗНИИСиВ завершили работы по созданию базы данных сортов винограда ампелографической коллекции в Краснодарском крае (г. Анапа). Она содержит информацию об ампелографических признаках, фенологии, агробиологии, происхождении, адаптивности, а также фотографии 479 сортов винограда. База данных работает в двух режимах: список сортов и поиск по базе. Наличие широкого спектра ампелографических характеристик: коронки молодого побега, листа, грозди и ягоды позволяют использовать базу данных в качестве определителя сортов винограда, а также при подборе признаков для апробации насаждений. Биологические и хозяйственно ценные признаки в базе данных представлены за каждый год отдельно и в среднем за период наблюдений, что дает возможность проследить по-

ведение сортов винограда в онтогенезе, сопоставить с погодно-климатическими условиями и сравнить со среднемноголетними показателями [15].

В 2018 г. была зарегистрирована «База данных сортов винограда Анапской ампелографической коллекции», которая содержит ампелографические и производственные описания сортов винограда, произрастающих на коллекции, информацию об их устойчивости к ряду биотических и абиотических стрессовых факторов, а также результаты многолетних (10 лет) данных полевых агробиологических и фенологических наблюдений на исследуемых сортах. База предназначена для накопления, оперативного поиска, хранения и анализа информации по сортам винограда, для подбора сорто-подвойных комбинаций, максимально соответствующих почвенно-климатическим условиям места закладки виноградных насаждений и отвечающих целям и задачам производства (Большаков В.А., Панкин М.И., Петров В.С., Талаш А.И., Ильницкая Е.Т., Ильяшенко О.М., Коваленко А.Г., Лукьянов А.А., Никулушкина Г.Е., Сундырева М.А., Носульчак В.А. База данных сортов винограда Анапской ампелографической коллекции. Свидетельство о регистрации базы данных № 2018620901, дата публикации 22.06.2018).

Основными центрами сбора, хранения и изучения генетических ресурсов винограда в России являются: Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия – филиал Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия (г. Анапа), Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» (г. Ялта), Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия – филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр» (г. Новочеркасск), кафедра виноградарства Кубанского государственного аграрного университета (г. Краснодар), Крымская опытно-селекционная станция (г. Крымск), Дагестанская селекционная опытная станция виноградарства и овощеводства (г. Дербент) и др. [16].

В настоящее время в России на портале Биоресурсных коллекций (БРК) (www.biores.cytogen.ru) зарегистрированы 4 крупные ампелографические коллекции: Анапская ампелографическая коллекция, Ампелографическая коллекция «Магарач», Донская ампелографическая коллекция им. Я.И. Потапенко (рис. 1), Ампелографическая коллекция ДСОСВиО [17].

Цель исследования – создание баз данных, содержащих информацию о сортах винограда, произрастающих на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко, возделываемых в условиях северной зоны промышленного виноградарства, для более эффективного использования накопленного цифрового материала для практической селекции и оптимизации сортимента в меняющихся социально-экономических и природно-климатических условиях Нижнего Придонья.

Ценность и важность создания электронных баз

данных генетических ресурсов растений давно и в полной мере понята международным научным сообществом. В современном мире деятельность по генетическим ресурсам растений невозможна без наличия компьютерных баз данных. Особенно важно иметь согласованную базу данных для координации на региональном и глобальном уровнях.

Область применения полученных результатов – использование в практической селекции, ампелографии и как информационный ресурс.

Материалы и методы исследования

Работа выполнена на Донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко (Ростовская обл., г. Новочеркасск). В процессе разработки и обсуждения модели ампелографической базы данных были исследованы принципы систематизации сортов винограда, ряд их биологических и хозяйственных характеристик. Разработана методология создания электронной базы данных генетических ресурсов винограда, включающая следующие категории: паспортные данные, описательные, оценочные, местные традиционные знания (рис. 2). Базы созданы на основе офисных приложений MS Excel и MS Access. Разработана реляционная модель базы данных. На основе опыта ВИР им. Н.И. Вавилова были использованы единые паспортные дескрипторы растений, разработанные в EURISCO, и трансформированные для GRIN-Global (переведенные на русский язык).

Объектами исследований являлись многолетние данные (фенологических наблюдений, агробиологических учетов, урожайности, увологические характеристики (кондиции урожая, промеры гроздей и ягод, дегустационные оценки свежего винограда и вина) по сортам и гибридным формам винограда, которые выращивались на ампелографической коллекции в условиях г. Новочеркаска (Ростовской области).

Изучение сортов и форм винограда проводили по общепринятым в виноградарстве методикам и ГОСТам (фенологические наблюдения, агроучеты и урожайность – по методике М.А. Лазаревского [18]; промеры гроздей и ягод – по методике Н.Н. Простосердова [19]; определение сахаристости сока ягод – по ГОСТ 27198-87; титруемой кислотности – ГОСТ 32114-2013; образцы вин готовили в условиях



Рис. 1. Донская ампелографическая коллекция им. Я.И. Потапенко на портале БРК

Fig. 1. Don Ampelographic Collection named after Ya.I. Potapenko on the Bioresource Collections portal



Рис. 2. Схема электронной базы данных генетических ресурсов винограда

Fig. 2. Scheme of the electronic database of grape genetic resources

микровиноделия по классической технологии приготовления сухих и ликерных вин. Оценка образцов вин осуществлялась дегустационной комиссией института по 10-балльной шкале согласно ГОСТ 32051-2013). В оценочной базе данных все показатели внесены по сортам и гибридным формам за период их изучения с 1981 по 2022 гг.

Для метеорологической базы данных объектами исследований являлись многолетние климатические данные метеопоста института, расположенного рядом с ампелографической коллекцией. Эта база данных может быть использована научными, образо-

вательными, производственными организациями для оперативного поиска, накопления, хранения и анализа информации по метеорологическим условиям в г. Новочеркасск, Ростовской обл., т.к. ближайшие метеостанции расположены в г. Шахты и г. Ростов-на-Дону на расстоянии 38 и 48 км соответственно.

В связи с изменением климата, демографическими проблемами, необходимостью не только снизить уровень дефицита продовольствия и сельскохозяйственной продукции, но и качественно улучшить питание населения, а также изыскать возможности получения альтернативных возобновляемых источников энергоресурсов, особо актуальной стала задача сбора, сохранения, изучения и рационального использования генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей.

Результаты и их обсуждение

Базы данных генофонда винограда – собранная и сосредоточенная информация о наличии ценных биологических и хозяйственных признаков у существующих сортов и диких форм винограда, необходимая для сортоизучения, интродукции и селекционной работы.

Для систематизации и анализа полученных данных за годы ампелографических исследований, во ВНИИВиВ – филиале ФГБНУ ФРАНЦ ведется работа по созданию и заполнению электронных баз данных генетических ресурсов винограда. Базы созданы на основе офисных приложений MS Excel и MS Access, и имели следующие категории: паспортные данные, описательные, оценочные.

Создана и зарегистрирована в 2022 г. «База данных сортов винограда Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко на основе паспортных данных» (Наумова Л.Г., Ганич В.А., Чернявский Н.Г. База данных сортов винограда Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко на основе паспортных данных. Свидетельство о регистрации базы данных № 2022622053, дата публикации 15.08.2022). Эта база содержит совокупность самостоятельных сведений о 880 коллекционных сортаобразцах, имеются 11 полей: наименование образца, синонимы, номер образца в коллекции, таксономия, место происхождения, биологический статус образца, родословная на русском языке, родословная на английском языке, место нахождения страховых дуплетов, тип хранения, генетический паспорт сорта (рис. 3).

Создана и зарегистрирована в 2023 г. «База данных сортов винограда Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко на основе оценочных данных» (Наумова Л.Г., Ганич В.А., Чернявский Н.Г. База данных сортов винограда Донской ампелографи-

Наименование образца	Синонимы	№	Таксономия	Место происхождения	Биологический статус	Регистрация по дате публикации	Регистрация по-русски	Мет.	Тип
Августа		0002	Vitis L. Interseptic cross	Россия	сеleccionный сорт	SV 12-309 x Kazanka	Ростовская обл. - Ростов	АЭС01	2020
Августовский	Плевенский 0003	0004	Vitis L. Interseptic cross	Болгария	сеleccionный сорт	Pleven sv 12-375	Плевен x СВ 12-375	АЭС01	2020
Аз-милора	Астраханский 0005	0006	Vitis vinifera L. cuneata forma	Молдавия	сеleccionный сорт	SV 18-315 x Zhemchug Saba	СВ 18-315 x Жемчуг Саба	АЭС01	2020
Аз-милос	Астраханский 0006	0007	Vitis vinifera L. Orientalis Ant.	Джаргата	сорт народной селекции				
Аз-чармак	Чармак белый 0007	0008	Vitis vinifera L. Orientalis Cas	Джаргата	сорт народной селекции				
Азгана (Азган)		0008	Vitis L. Interseptic cross	США	сеleccionный сорт	Karter x Muskat gambuzhgi	Картер x Мушкат гамбузский	АЭС01	2020
Азгана	Дербентский 0009	0010	Vitis vinifera L. Orientalis Ant.	Джаргата	сорт народной селекции				
Азгт донской		0010	Vitis L. Interseptic cross	Россия	сеleccionный сорт	(Zarya Severa x Dolores) x Rus (Zarya Severa x Долорес) x Ростов		АЭС01	2020
Азгт гаровский		0011	Vitis L. Interseptic cross	Украина	сеleccionный сорт	Elhatafa x Peresvet	Эхатафа x Пересвет		
Азгана максет		0012	Vitis vinifera L. Occidentalis 1	Россия	сорт народной селекции				
Азгана		0013	Vitis vinifera L. Orientalis Cas	Армения	сорт народной селекции				
Алмариба в Куртине	Шалас степи 0014	0015	Vitis vinifera L. Orientalis Ant.	Франция	сорт народной селекции				
Алрели шапелли		0015	Vitis vinifera L. Pontica Negr.	Грузия	сорт народной селекции				
Алрели шапелли		0016	Vitis vinifera L. Pontica Negr.	Грузия	сорт народной селекции				
Алрели шапелли		0017	Vitis vinifera L. Orientalis Cas	Россия	сорт народной селекции				
Алва		0018	Vitis L. Interseptic cross	Украина	сеleccionный сорт	Molova x Kardinal	Молдова x Кардинал	АЭС01	2020
Ал широкос	Ал широкос 1 0019	0020	Vitis vinifera L. Orientalis Neg	Турция	сорт народной селекции				
Ал-Роман	Язюм, Язюм 0020	0021	Vitis vinifera L. Orientalis Ant.	Узбекистан	сорт народной селекции				
Албабул	Албабул	0021	Vitis vinifera L. Pontica Negr.	Абхазия	сорт народной селекции				
Алва желтый		0022	Vitis vinifera L. Occidentalis 1	Молдавия	сорт народной селекции				
Алва-Лун		0023	Vitis L. Vitis vinifera L.	Россия	гибридная форма	Katta Kurgan x Tafi rezovyi	Катта Курган x Тафи розовый	АЭС01	2020
Алва		0024	Vitis L. Vitis vinifera L.	Россия	сеleccionный сорт	Ильва x Оврей	Ильва x Оврей	АЭС01	2020
Александровский		0025	Vitis vinifera L. Pontica Negr.	Грузия	сорт народной селекции				
Алва-Лун	Алва	0026	Vitis vinifera L. Occidentalis 1	Россия	сорт народной селекции				
Александровский		0027	Vitis vinifera L.	Россия	сеleccionный сорт				
Алва-Лун		0028	Vitis vinifera L. Orientalis Ne	Россия	сорт народной селекции	Madlen Andreiev x a mixture of Madlen Andreiev x смесь пшавы		АЭС01	2020
Алва-Лун	Мурашки 0029	0030	Vitis L. Vitis vinifera L.	Франция	сорт народной селекции				
Алва-Алрели шапелли		0030	Vitis vinifera L.	Казахстан	сеleccionный сорт	free pollination of a variety Madl свободное опыление сорта Мадлен		АЭС01	2020
Алва-Лун	Алва шапелли 0031	0031	Vitis vinifera L. Pontica negr.	Россия	сорт народной селекции				
Алва-Лун		0032	Vitis vinifera L. Orientalis Ant.	Узбекистан	сорт народной селекции				
Алва-Лун	Цулузский 0032	0033	Vitis L. Vitis vinifera L.	Испания	сорт народной селекции				
Алва-Лун		0033	Vitis vinifera L. Pontica Negr.	Молдавия	сорт народной селекции				
Алва (Almond)		0034	Vitis L. Interseptic cross	США	сеleccionный сорт	Adona x Freedom (Vitis vinifera Almond x Freedom (Vitis vinifera x		АЭС01	2020
Алва		0035	Vitis L. Interseptic cross	США	сеleccionный сорт	Ontario x Gro Kulan	Онтарио x Гро Кулан	АЭС01	2020
Алва		0036	Vitis L. Interseptic cross	США	сеleccionный сорт	Vitis vinifera x Vitis riparia	Vitis vinifera x Vitis riparia	АЭС01	2020
Алва		0037	Vitis L. Vitis vinifera L.	Россия	сеleccionный сорт	Muskat timberlygi x Pobeda	Мушкат тимберльгский x Победа	АЭС01	2020

Рис. 3. Фрагмент паспортной части базы данных

Fig. 3. Fragment of the passport part of the database

ческой коллекции им. Я.И. Потапенко на основе оценочных данных. Свидетельство о регистрации базы данных № 2023622603, дата публикации 28.07.2023). Эта база содержит совокупность сведений о 540 коллекционных сортах винограда (32 поля): название сорта, годы исследований, дата начала распускания почек, дата начала цветения, дата начала созревания ягод, дата полной зрелости ягод, количество дней от начала распускания почек до полной зрелости ягод, сумма активных температур от начала распускания почек до полной зрелости ягод, процент распутившихся глазков, количество нормально развитых побегов (шт.), коэффициент плодоношения, коэффициент плодоносности, процент плодоносных побегов, средняя масса грозди, продуктивность побега, урожай (кг/куст), урожайность (т/га), длина грозди (см), ширина грозди (см), средняя масса ягоды (г), длина ягоды (мм), ширина ягоды (мм), диаметр ягоды (мм), дата хим.анализа, сахаристость сока ягод (г/100 см³), титруемая кислотность (г/дм³), глюкоацетиметрический показатель (ГАП), дата дегустации свежего винограда, дегустационная оценка свежего винограда (балл), дата переработки винограда на вино, тип вина, дегустационная оценка вина (балл) (рис. 4).

Создана и зарегистрирована в 2023 г. «База данных метеорологических показателей условий произрастания винограда Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко» которая содержит информацию по сведениям метеопоста института (расположенного рядом с коллекцией) за 20 лет (с 1 января 2003 по 31 декабря 2022 г.) по 14 ежедневным метеорологическим показателям: температура воздуха (среднесуточная, максимальная и минимальная); количество атмосферных осадков; температура поверхности почвы (среднесуточная, максимальная и минимальная); температура почвы на глубинах (20, 40 и 80 см); относительная влажность воздуха (максимальная и минимальная); преобладающее направление ветра и его скорость (рис. 5). (Ганич В.А., Манацков А.Г., Наумова Л.Г., Чернявский Н.Г. База данных метеорологических показателей условий произраста-

ния винограда Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко. Свидетельство о регистрации базы данных № 2023622936, дата публикации 24.08.2023).

Создана описательная часть базы данных (рис. 6), в которой содержатся сведения по 100 сортам (в основном это сорта селекции ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ, автохтонные донские и сорта, включенные в Реестр, допущенных к использованию, среди них такие сорта винограда как: Августа, Аг изюм, Агадаи, Александровли, Алиготе, Алы терский, Асыл кара, Бархатный, Бастардо магарачский, Белобуланный, Белорозовый, Богатырский, Бурый, Варюшкин, Восторг, Выдвиженец, Галан, Грушевский белый и др.). При описании сортов в базе представлены следующие данные: комбинация скрещивания, фамилии авторов сорта, название института (учреждение-оригинатор), страна происхождения, направление использования, срок созревания, описание коронки молодого побега, описание листа, типа цветка, размер грозди, размер ягоды, а так же её вкус и цвет, кондиции урожая (массовая концентрация сахаров и титруемых кислот), сила роста кустов, коэффициент плодоношения, морозостойкость, устойчивость к милдью и оидиуму, при использовании для целей виноделия указывается тип вина и дегустационная оценка вина, амелоснимок грозди и фото коронки молодого побега.

Выводы

По результатам проведенной работы созданы 4 базы данных, на 3 из которых (паспортная, оценочная и метеорологическая) получены свидетельства о регистрации баз данных. В настоящее время продолжается работа по заполнению баз данных сортов винограда, произрастающих на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко. Работа проведена с целью внедрения цифровых технологий в виноградарство и в рамках выполнения государственного задания по тематике НИР № FSMF-2019-0029. Область применения полученных результатов – использование в практической селекции, ампелографии и как информационный ресурс. Данное направление работы соответствует «Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642, пункт 20 подпункт «а» (переход к

Рис. 4. Данные по сорту Красностоп золотовский в оценочной части базы данных

Fig. 4. Data on the 'Krasnostop Zolotovskiy' variety in the assessment part of the database

Рис. 5. Фрагмент базы метеоданных

Fig. 5. Fragment of the meteorological database

БЕЛОБУЛАННЫЙ

В первом томе Ампелографии СССР (малораспространенные сорта винограда) основным названием сорта принят Буланный белый. Но на Дону он известен под оригинальным названием: Белобуланный, что свидетельствует о том, что кроме окраски ягод этот сорт различается по ряду других признаков. Белобуланный считается селимом сорта Буланный.

Относиться к эколого-географической группе восточных винных сортов. Лист крупный, округлый, воронковидный, со слабо-оттобавленным кизу краями, преимущественно средне-рассеченный, пятилопастный. Сверху сетчато-морщинистый, снизу голый. Верхние вырезки преимущественно средней глубины, чаще закрытые с явственным просветом и округлым или слабо заостренным краем. Нижние вырезки мелкие, с почти параллельными сторонами или в виде входящих углов. Черешок: листа равен средней жилке. Черешковая выемка обычно закрытая; сильно налегающими; лопастями без просвета или небольшими злпщическими просветом. Дно углублено в черешок и создает впечатление окаймления; два жилками (характерный признак). Зубцы на кончике лопастей и краевые почти одинаковых размеров, невысокие, со слабовыпуклыми сторонами и широкими основаниями.

Цветок: обоеполый. Гроздь: средних размеров (длина 12-15 см), шпигироконочская или коническая, нерельефно; обычно средней плотности, но встречается плотная и рыхлая. Ягода небольшая (средняя масса около 2 г; длина и ширина 15-17 мм); округлая, светло-зеленая с беловатым оттенком. Кожина средней толщины; довольно прочная, мякоть мякиссто-сочная. Вкус простой, но довольно приятный.



Рис. 6. Сорт Белобуланный в описательной части базы данных

Fig. 6. The variety 'Belobulanyi' in the database descriptive part

цифровым технологиям). Одним из ключевых аспектов решения таких задач является наличие необходимого информационного обеспечения, содержащего сведения о различных сортах винограда, произрастающих в анализируемых регионах. Полученное информационное обеспечение имеет большое практическое значение и может быть эффективно применено при создании и имплементации цифровых технологий в области виноградарства и виноделия.

Ценность и важность создания электронных баз данных генетических ресурсов растений давно и в полной мере понята международным научным сообществом. В национальной стратегии сохранения биоразнообразия России важная роль отводится созданию информационной системы по генетическим ресурсам.

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. Наумова Л.Г., Ганич В.А., Новикова Л.Ю. Цифровые технологии на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019;24:41-46. DOI 10.30679/2587-9847-2019-24-41-46.
2. Международный независимый институт аграрной политики. Тренды цифровых технологий в АПК. <https://xn--80aplem.xn--p1ai/repository/analytics/396/document.pdf> (дата обращения: 02.02.2024).
3. Доктрина продовольственной безопасности РФ. <https://docs.cntd.ru/document/564161398> (дата обращения: 10.02.2024).
4. Второй глобальный план действий по генетическим ресурсам растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства (принят советом ФАО 29 ноября 2011 г. в Риме). Рим. 2012:1-110.
5. Vitis International Variety Catalogue. <http://www.vivc.de/> (дата обращения: 30.01.2024).
6. Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г., Рябчун И.О. Информационные системы генетических ресурсов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016;40(4):1-13.
7. Лиховской В.В., Волынкин В.А., Полулях А.А. Формирование цифровой признаковой коллекции генетических ресурсов винограда института «Магарач» // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019;24:19-27. DOI 10.30679/2587-9847-2019-24-19-24.
8. Орлов В.А., Лукьянов А.А. Цифровая трансформация полевых исследований в Анапской ампелографической коллекции // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022;101:140-148. DOI 10.21515/1999-1703-101-140-148.
9. Орлов В.А., Лукьянов А.А., Михайловский С.С. Цифровизация в системе мониторинга виноградных насаждений // Русский виноград. 2023;25:116-124. DOI

10.32904/2712-8245-2023-25-116-124.

10. Международный договор о генетических ресурсах растений для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. <https://www.fao.org/plant-treaty/overview/texts-treaty/ru/> (дата обращения: 05.02.2024).
11. Genesys – он-лайн платформа о генетических ресурсах растений. <https://www.genesys-pgr.org/> (дата обращения: 30.03.2024).
12. EURISCO Catalogue. <https://www.ecpgr.cgiar.org/resources/germplasm-databases/eurisco-catalogue> (дата обращения: 23.02.2024).
13. Новикова Л.Ю. Базы данных генетических ресурсов растений и их анализ в отделе автоматизированных информационных систем ВИР // Генетические ресурсы растений для генетических технологий: к 100-летию Пушкинских лабораторий ВИР. 2022:219-220. DOI 10.30901/978-5-907145-84-9.
14. Гориславец С.М., Рисованная В.И., Лефорт Ф., Трошин Л.П. Использование новых информационных технологий в виноградарстве // Новации и эффективность производственных процессов в виноградарстве и виноделии. 2005;1:64-68.
15. Петров В.С., Сундырева М.А., Ильяшенко О.М., Большаков В.А. Информационное обеспечение Российской генетической коллекции винограда // Виноделие и виноградарство. 2012;6:8-9.
16. Ильина И.А., Петров В.С., Попова Д.В., Соколова В.В. Разработка электронной базы данных для оценки экологического потенциала сортов винограда и применения в селекции // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;69(3):1-19. DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-1-19.
17. Лашин С.А., Афонников Д.А., Генаев М.А., Казанцев Ф.В., Комышев Е.Г., Ощепкова Е.А., Петров А.В., Рассказов Д.А., Смирнова А.А., Колчанов Н.А. Информационная система по биоресурсным коллекциям институтов ФАНО России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(3):386-393. DOI 10.18699/VJ18.360.
18. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та. 1963:1-149.
19. Простосердов Н.Н. Изучение винограда для определения его использования (Увология). М.: Пищепромиздат. 1963:1-63.

References

1. Naumova L.G., Ganich V.A., Novikova L.Yu. Digital technology at the Don Ampelographic Collection. ME AND. Potapenko. Scientific Works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2019;24:41-46. DOI 10.30679/2587-9847-2019-24-41-46 (in Russian).
2. International Independent Institute of Agrarian Policy. Trends in digital technologies in the agro-industrial complex. Access mode: <https://xn--80aplem.xn--p1ai/repository/analytics/396/document.pdf> (access date: 02.02.2024) (in Russian).
3. Doctrine of food security of the Russian Federation. Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/564161398> (access date: 10.02.2024) (in Russian).
4. Second global plan of action on plant genetic resources for food and agriculture (adopted by the FAO Council on 29 November 2011 in Rome). Rome. 2012:1-110.
5. Vitis International Variety Catalogue. <http://www.vivc.de/> (access date: 30.01.2024).
6. Novikova L.Yu., Naumova L.G., Ryabchun I.O. Information systems of grapes genetic resources. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2016;40(4):1-13 (in Russian).
7. Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Polulyakh A.A. Formation of

- a digital characteristic collection of genetic resources of grapes of the institute "Magarach". Scientific Works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2019;24:19-27. DOI 10.30679/2587-9847-2019-24-19-24 (*in Russian*).
8. Orlov V.A., Luk'yanov A.A. Digital transformation of field research in the Anapa Ampelographic Collection. Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2022;101:140-148. DOI 10.215/1999-1703-101-140-148 (*in Russian*).
 9. Orlov V.A., Lukyanov A.A., Mikhailovsky S.S. Digitalization in vineyards' monitoring. Russian grapes. 2023;25:116-124. DOI 10.32904/2712-8245-2023-25-116-124 (*in Russian*).
 10. International treaty on plant genetic resources for food and agriculture. <https://www.fao.org/plant-treaty/overview/texts-treaty/ru/> (access date: 02.05.2024) (*in Russian*).
 11. Genesys – online platform about plant genetic resources (access date: 03.30.2024).
 12. EURISCO Catalogue. Access mode: <https://www.ecpgr.cgiar.org/resources/germplasm-databases/euroisco-catalogue> (access date: 02.23.2024).
 13. Novikova L.Yu. PGR databases and their analysis at the department of automated information systems of VIR. Plant genetic resources for genetic technologies: to the 100th anniversary of Pushkin laboratories of VIR. 2022:219-220. DOI 10.30901/978-5-907145-84-9 (*in Russian*).
 14. Gorislavets S.M., Risovannaya V.I., Lefort F., Troshin L.P. The use of new information technologies in viticulture. Innovations and Efficiency of Production Processes in Viticulture and Winemaking. 2005;1:64-68 (*in Russian*).
 15. Petrov V.S., Sundyreva M.A., Ilyashenko O.M., Bolshakov V.A. Information support of the Russian genetic collection of grapes. Winemaking and Viticulture. 2012;6:8-9 (*in Russian*).
 16. Ilina I.A., Petrov V.S., Popova D.V., Sokolova V.V. Development of an electronic database for assessing the ecological potential of grape varieties and their use in breeding. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2021;69(3):1-19. DOI 10.30679/2219-5335-2021-3-69-1-19 (*in Russian*).
 17. Lashin S.A., Afonnikov D.A., Genaev M.A., Kazantsev F.V., Komyshev E.G., Oschepkova E.A., Petrov A.V., Rasskazov D.A., Smirnova A.A., Kolchanov N.A. An integrated information system on bioresource collections of the FASO of Russia. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(3):386-393. DOI 10.18699/VJ18.360 (*in Russian*).
 18. Lazarevsky M.A. The study of grape varieties. Rostov-on-Don: Rostov University Publ. 1963:1-149 (*in Russian*).
 19. Prostoserdiv N.N. The study of grapes to determine their use (Uvology). M.: Pischepromizdat. 1963:1-63 (*in Russian*).

Информация об авторах

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>;

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>.

Information about authors

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

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

Статья поступила в редакцию 28.02.2024, одобрена после рецензии 08.04.2024, принята к публикации 20.05.2024.

Воздействие соленой воды, обработанной электромагнитными волнами, на виноградное растение

Салимов В.С.¹, Новрузов С.Р.², Зулбалаев И.А.², Асадуллаев Р.А.¹, Сулейманова Л.Р.¹

¹Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, пос. Мехдибад, Апшеронский район, Азербайджанская Республика;

²Министерство сельского хозяйства, г. Баку, Азербайджанская Республика

✉vugar_salimov@yahoo.com

Аннотация. Вода различной электропроводности пропускалась через устройство AQUA4D – систему, решающую проблему засоленности при помощи электромагнитных волн, и в дальнейшем использовалась для полива кустов винограда. Концентрация солей и, соответственно, электропроводность воды увеличивалась через каждые 10 дней и постепенно была доведена с 2,4 до 14,6 мкСм/см. Для получения требуемых значений электропроводности использовался хлорид натрия (NaCl). Для наблюдений было отобрано 60 горшков с высаженными в них виноградными кустами, из которых 48 поливались водой, прошедшей через AQUA4D, а 12 служили контролем, т. е. поливались водой, не прошедшей через вышеупомянутое устройство. Полив продолжался 8–10 дней с нормой расхода 2,0–2,5 л воды на каждый горшок. Было выявлено, что к концу эксперимента средняя длина растений, поливаемых прошедшей через AQUA4D водой, составила 92,2 см, а в контроле – 54,9 см, со среднесуточным ростом 1,31 и 0,80 см соответственно. Первые 20 дней не наблюдалось заметных различий по вариантам опыта, однако после указанного срока различия стали четко проявляться. Таким образом, наблюдения, проведенные 30.07 (через три недели), показали возникновение некрозов в контрольных растениях, в то время как у поливаемых водой растений, прошедшей через AQUA4D, высыхания не наблюдалось. Через 10 дней разница стала еще более ощутимой, листья в контрольном варианте высохли еще больше. Состояние листьев, поливаемых прошедшей через AQUA4D водой, на период от 20.08 до 10.09 оставалось стабильным и было оценено 7 баллами (усыхание нескольких листьев). За этот же период листья контрольных кустов высохли значительно сильнее, их состояние было оценено в 3 балла. К концу наблюдений все листья в контроле высохли и осыпались.

Ключевые слова: соленая вода; электропроводность; растение винограда; устойчивость; виноградный лист; пожелтение; некроз.

Для цитирования: Салимов В.С., Новрузов С.Р., Зулбалаев И.А., Асадуллаев Р.А., Сулейманова Л.Р. Воздействие соленой воды, обработанной электромагнитными волнами, на виноградное растение // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):133-140. EDN JOQACI.

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

The effect of salt water treated with electromagnetic waves on a grape plant

Salimov V.S.¹, Novruzov S.R.², Zulfalayev I.A.², Asadullayev R.A.¹, Suleymanova L.R.¹

¹Scientific-Research Institute of Viticulture and Winemaking, Mehdiabad settl., Apsheron distr., Republic of Azerbaijan;

²Ministry of Agriculture of the Republic of Azerbaijan, Baku, Republic of Azerbaijan

✉vugar_salimov@yahoo.com

Abstract. Water of varying electrical conductivity (EC) was passed through the AQUA4D device, a system that solves the problem of salinity using electromagnetic waves, and this water was subsequently used to water grape plants. The salt density, and electrical conductivity of the water used during the vegetation season was increased every 10 days, and gradually raised from 2.4 to 14.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sodium chloride (NaCl) was used to obtain the required electrical conductivity values. For observations, 60 pots with grape bushes planted in them were selected, 48 of which were watered with water that passed through the AQUA4D system, and 12 served as a control, i.e. were watered with water that did not pass through the above-mentioned device. For all options, watering lasted 8-10 days, with a consumption rate of 2.0-2.5 liters of water per each pot. It was found that by the end of experiment, the average length of plants irrigated with water passed through AQUA4D was 92.2 cm, and in the control - 54.9 cm, with an average daily growth of 1.31 and 0.80 cm, respectively. During the first 20 days, there were no noticeable differences between the experimental variants. However, after this period, the differences began to clearly appear. Thus, observations carried out on July 30 (in three weeks) showed the occurrence of necrosis in control plants, while in those watered with water passed through AQUA4D, drying was not observed. After 10 days, the difference became even more noticeable. The leaves in the control dried out even more. The condition of leaves watered using AQUA4D remained stable for the period from August 20 to September 10 and was rated 7 points (drying of several leaves). During the same period, the leaves of control plants dried out significantly more; their condition was rated 3 points. By the end of observations, all leaves in the control dried out and fell off.

Key words: salt water; electrical conductivity; grape plant; resistance; grape leaf; yellowing; necrosis.

For citation: Salimov V.S., Novruzov S.R., Zulfalayev I.A., Asadullayev R.A., Suleymanova L.R. The effect of salt water treated with electromagnetic waves on a grape plant. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):133-140. EDN JOQACI (in Russian).

Введение

Резкое повышение потребности в питьевой и оросительной воде в мире создает необходимость искать новые источники воды, а также очищать и пускать в оборот воду, не пригодную для потребления. Вопрос

очищения соленых вод и приведения их в пригодное состояние, т. е. опреснения, изучается уже десятки лет. В этом направлении проведено немало научных исследований, в результате которых разработано множество различных по эффективности способов. Воду, содержащую небольшое количество солей, можно очистить путем отстаивания (осаждения), дистилляции, замораживания с последующим оттай-

ванием, фильтрования, кипячения и некоторыми другими способами. Воды океанов и морей, а также соленую воду, добываемую из недр земли, очищают более сложными промышленными способами: от крупных частиц размером от 5 мкм – методом механической очистки, от мелких частиц – при помощи различных фильтров, химических реагентов, таких как смола, известь и сульфуголь, а также методом электродеионизации с применением ионообменного материала.

Электродеионизация – это метод глубокой очистки воды. В качестве источника энергии используется постоянный электрический ток. Принцип работы электродеионизатора основан на одновременном протекании следующих процессов.

Электродиализ. Под действием постоянного электрического поля ионы металлов и кислотных остатков движутся к встречно заряженным электродам и выводятся в зону концентрата через ионселективную мембрану.

Ионный обмен. Межмембранное пространство заполнено смесью катионов и анионов. Ионы растворенных в воде солей поглощаются ионообменной смолой, т. е. замещаются гидроксильными анионами и катионами водорода.

Регенерация. Под воздействием электрического тока восстанавливается обменная способность диссоциированных водных смол.

Обратный осмос. Это специальный мембранный метод очистки солей. Во время обратноосмотического процесса водный раствор проходит через микроскопические капилляры мембраны. Молекулы проходят сквозь них беспрепятственно, а другие микрочастицы задерживаются. Показатель качества очистки воды от солей и металлов близок к 100 % [1–8].

При выборе метода и оборудования для очистки воды от солей учитываются производственные цели, сила вхождения потока, давление и другие факторы.

Любой стресс, в том числе засоление (химический стресс), вызывает изменения в растениях, происходящие в процессе обмена веществ. В отличие от животных, реакция на стресс у растений проявляется не в активации обмена веществ, а в снижении функциональной активности. Выращивание растений в условиях повышенного содержания солей приводит к изменению ряда физиологических и биохимических показателей, что в конечном итоге выражается в ослаблении развития растений и нарушении водного баланса в их клетках. В зависимости от концентрации соли, стресс вызывает гибель растений или задержку их роста и снижение урожайности. Солевой стресс отрицательно влияет на биомассу растений (корни и побеги), физиологические показатели (относительное количество воды и общее количество хлорофилла) и содержание минеральных веществ в листьях, существенно снижая их.

Ответная реакция на солевой стресс варьирует в зависимости от сорта винограда. При изучении влияния вредных солей почвы на развитие растений большое теоретическое и практическое значение имеет исследование стрессовых реакций растений.

Наличие более 0,4 % солей в почве (от сухой массы почвы) вызывает ослабление виноградных кустов и резкое снижение урожайности. Засоленность почвы оказывает сильное влияние на физиологические и биохимические процессы в организме растений (азотистый и углеводный обмен, активность ферментов, фотосинтез, транспирация и др.), а также на анатомо-морфологическое строение тканей. Отрицательное влияние солей на развитие растений обусловлено непосредственным токсическим действием солей, а накоплением в тканях токсичных продуктов обмена. Одной из защитно-адаптационных реакций растений на вредоносное влияние солей является связывание ионов органическими веществами. Поскольку поглощенные лозой соли накапливаются в листьях, другие органы растения не подвергаются вредному воздействию солей. За счет массовой потери насыщенных солью листьев предотвращается высыхание всего организма [3, 9–20].

Засоленность почвы и воды отрицательно влияет на качество винограда и получаемого из него вина. Вследствие климатических изменений это влияние все больше усиливается. По этой причине при закладке виноградников предпочтение отдается солеустойчивым подвоям. Но это не может полностью решить проблему. Эффект ингибирования от солевого стресса вызывает ряд морфологических и физиологических изменений, что приводит к ослаблению как подвоя, так и привоя у привитых саженцев. Вредное воздействие соли на виноградный куст в конечном итоге выражается в обламывании кончиков основных и пазушных побегов, засыхании и опадении усиков, пожелтении листьев и потере эластичности листовых пластинок. По имеющимся данным, в условиях избыточного засоления изменяется интенсивность некоторых биохимических процессов в ягодах винограда, а именно: увеличивается темп сахаронакопления. Сахаристость повышается в основном за счет фруктозы и сахарозы. Это является своеобразной защитно-адаптационной реакцией виноградного растения на вредное воздействие солей [15, 16, 19, 20].

Как и во всем мире, в ряде сельскохозяйственных районов Азербайджана в результате неграмотного проведения мелиоративных, агрохимических и фитопатологических мероприятий, в том числе неправильной обработки почвы, происходят процессы загрязнения, засоления и эрозии почв. Ограниченное количество поливной воды, пригодной для орошения сельскохозяйственных угодий, и использование для полива воды, содержащей высокие концентрации солей, еще больше усугубляют проблемы.

Концентрация солей, растворенных в почве и воде, определяется электропроводностью (ЕС). По мере увеличения концентрации солей увеличивается и электропроводность. По электропроводности почвы объединены в 5 групп. Почвы с ЕС 0–2 относятся к незасоленным, с ЕС 2–4 – к слабозасоленным, с ЕС 4–8 – к средnezасоленным, с ЕС 8–16 – к сильнозасоленным, с ЕС выше 16 – к чрезвычайно засоленным. На почвах первого типа можно выращивать все

сельскохозяйственные культуры без исключения. На почвах второго типа у чувствительных растений может отмечаться слабое развитие и низкая урожайность. На почвах третьего типа можно выращивать солеустойчивые растения. На почвах четвертого типа наблюдается резкое снижение развития и продуктивности неустойчивых к засолению растений и даже гибель некоторых из них. На почвах пятого типа лишь немногие растения могут произрастать и давать небольшие урожаи [1, 11, 12].

В таких условиях применение технологий, направленных на снижение степени засоленности и жесткости воды, а также выявление сортов растений, устойчивых к этим факторам, в настоящее время обретает особую актуальность.

Целью данной работы было изучение целесообразности использования воды, прошедшей очистку посредством электромагнитных волн на устройстве AQUA4D, для полива виноградных растений.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2015–2022 гг.

Материал исследования составили однолетние растения винограда, выращиваемые в Азербайджанском НИИ виноградарства и виноделия. Кусты были высажены в пятикилограммовые пластиковые горшки с торфом (лесной почвой) в количестве 60 штук. 48 из них орошалось водой, пропускаемой через работающее на основе электромагнитных волн устройство AQUA4D, которое улучшает качество воды и очищает ее от солей, а 12 поливалось обычной, не обработанной водой (контроль). Разница в числе опытных и контрольных растений объясняется нашим стремлением получить более полную картину реакции растений на полив очищенной от солей водой. Полив продолжался около 8–10 дней. В каждый горшок подавалось по 2,0–2,5 л воды.

По результатам проведенного анализа рН почвы в горшках составил 6,12, а ЕС – 0,07.

Количество общего азота во взятых на исследование листьях

Таблица 1. Динамика роста побегов у исследуемых кустов винограда, см
Table 1. Dynamics of shoot development in the studied grape plants, cm

Порядковый номер саженцев	Даты наблюдений							
	20.07	30.07	10.08	20.08	30.08	10.09	20.09	30.09
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Растения, поливаемые водой, пропускаемой через AQUA4D								
Длина побега, см								
1	22	36	44	54	62	70	78	84
2	26	42	62	80	109	123	134	141
3	11	25	36	56	78	90	98	105
4	4	7	17	30	38	45	52	57
5	7	18	37	50	63	78	89	96
6	10	24	38	50	60	67	72	77
7	21	44	64	82	100	114	130	136
8	14	29	36	42	50	54	59	64
9	2	5	12	24	34	44	52	58
10	35	59	78	89	98	110	122	130
11	8	21	32	43	53	61	66	68
12	18	41	64	82	98	110	114	116
13	17	40	54	65	75	81	89	94
14	13	30	44	58	70	78	81	85
15	16	40	56	70	82	91	97	102
16	13	30	44	58	70	80	88	96
17	9	24	38	50	60	67	77	83
18	7	17	35	51	64	78	80	82
19	16	40	56	71	83	91	78	81
20	14	41	56	70	84	93	100	107
21	4	7	17	30	38	48	53	56
22	9	22	36	55	78	86	97	106
23	17	40	54	65	75	80	96	106
24	7	20	34	46	54	60	68	74
25	11	25	41	50	56	60	72	78
26	32	52	67	80	91	100	113	119
27	38	60	81	100	116	134	140	149
28	13	29	45	58	70	74	82	89
29	8	29	40	59	68	76	88	98
30	12	30	46	58	70	78	86	97
31	15	41	58	72	83	90	114	122
32	8	30	52	70	81	90	112	119
33	21	36	44	54	63	70	78	86
34	23	47	60	80	96	110	123	131
35	9	31	53	71	94	102	114	123
36	3	9	24	45	58	70	80	6
37	6	12	20	25	31	36	40	43
38	11	25	41	50	56	60	79	84
39	9	40	63	80	91	97	106	111
40	5	12	30	43	58	66	72	78
41	4	11	28	41	56	65	72	75
42	7	17	35	51	64	74	81	86
43	18	40	62	82	95	102	114	119
44	17	40	54	65	75	80	88	93
45	12	24	31	39	45	49	52	55
46	5	15	29	40	52	60	67	70

винограда определяли методом Кьельдаля, а содержание микро-элементов Fe, Mn, B, Mo, Cu – прибором ICP-OES, методом оптико-эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Для определения ЕС воды использовался прибор «WTW MULTI 3410».

Устойчивость виноградных растений к соли (хлоридам) оценивали по ампелодескриптору Международной Организации Винограда и Вина OIV 402. Согласно данному ампелодескриптору, по солеустойчивости виноград может оцениваться как: 1 – очень нестойкий, 3 – нестойкий, 5 – умеренно стойкий, 7 – стойкий, 9 – очень стойкий. Здесь: 1 – края листовых пластинок полностью подверглись некрозу и все листья опали, 3 – края листовых пластинок полностью подверглись некрозу и часть листьев опала, 5 – окончания жилок на листьях подверглись некрозу, 7 – у части листьев на концах жилок обнаружен некроз, 9 – листья полностью зеленые [1, 17].

Результаты и их обсуждение

Результаты изучения влияния поливной воды с различным уровнем содержания соли на развитие побегов винограда представлены в таблице 1. Обобщенные итоги данных по изучению влияния воды, обработанной электромагнитными волнами, на динамику роста побегов, представлены на рисунке 1. Анализируя данные таблицы 1 и рисунка 1, можно убедиться, что динамика роста и общая длина побегов у кустов винограда, орошаемых водой, проходящей через AQUA4D, значительно выше, чем у контрольных растений. Так, если прирост растений, поливаемых водой, обработанной электромагнитными волнами, составил 92,2 см, то в контроле – 54,9 см. Суточный прирост побегов у растений, поливаемых обработанной водой, составил 1,31 см, а у контрольных – 0,80 см.

Динамику развития кустов, поливаемых водой, проходящей через AQUA4D, и контрольных кустов, отслеживали через каждые 10 дней (рис. 2). Из рисунка 2 видно, что, в соответствии с особенностями вегетативного развития, сила роста растений в июле была выше, чем в другие месяцы.

Окончание таблицы 1
End of Table 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
47	6	14	32	44	59	68	74	79
48	8	16	53	79	91	98	105	110
Средний показатель	12,9	28,8	44,4	58,5	70,7	79,3	88,0	92,2
Десятидневный прирост, см	12,9	15,9	15,6	14,1	12,2	8,6	8,7	4,2
Контрольные растения								
Длина побега, см								
1	7	16	24	31	39	43	46	48
2	6	15	28	36	47	55	59	62
3	8	22	36	48	58	65	71	75
4	7	17	27	35	42	47	52	55
5	8	14	22	27	33	38	39	40
6	3	10	18	24	30	34	36	38
7	24	36	44	50	56	62	66	69
8	7	12	20	27	33	40	43	45
9	6	14	22	28	35	42	42	43
10	7	16	23	30	36	40	45	48
11	10	28	47	60	72	78	84	88
12	6	17	26	32	39	44	45	48
Средний показатель	8,3	18,1	28,1	35,7	43,3	49,0	52,3	54,9
Десятидневный прирост, см	8,3	9,8	10,0	7,6	7,6	5,7	3,3	2,6

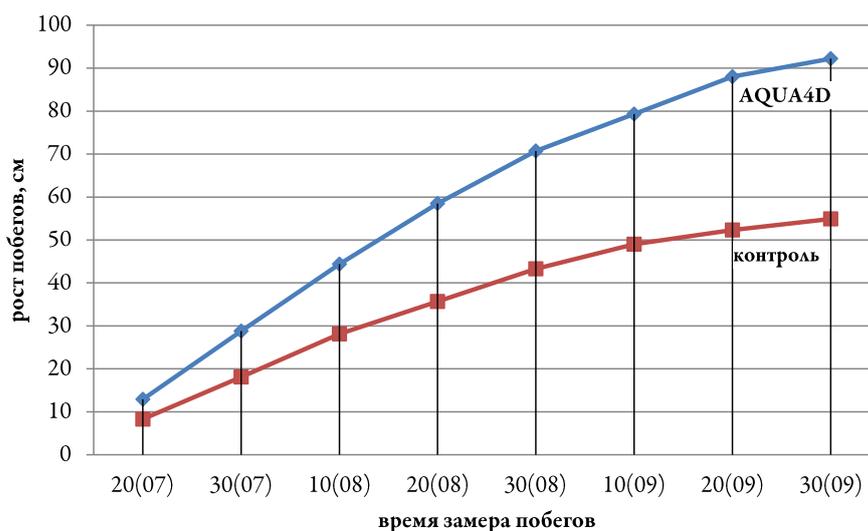


Рис. 1. Динамика развития исследуемых растений на различных этапах наблюдения

Fig. 1. Dynamics of development of the studied plants at various stages of study

В августе и сентябре в обоих вариантах темпы развития растений закономерно снизились. Развитие растений, поливаемых водой, обработанной электромагнитными волнами, значительно превзошло разви-

Таблица 2. Степень устойчивости исследуемых растений в зависимости от ЕС воды**Table 2.** The degree of resistance of the studied plants depending on EC of water

	Дата	10–20.07	30.07	10.08	20.08	30.08	10.09	20.09	30.09
	ЕС, мкСм/см	2,4	4,2	6,0	8,4	10,0	11,6	13,2	14,6
Состояние листьев	Растения, поливаемые через AQUA4D	9	9	9	7	7	7	5	5
	Контрольные растения	9	7	5	5	3	3	3	1

Примечание:

9 – усыхания (некроза) листьев не наблюдается;

7 – усыхание отмечено у некоторой части листьев;

5 – большая часть листьев засохла;

3 – кончики листьев и побегов высохшие, некротические поражения очень большие;

1 – большая часть листьев засохла и опала.

тие контрольных растений. Так, в период с 20.07 по 30.09 прирост у исследуемых растений через каждые 10 дней соответственно составил 12,9, 15,9, 15,6, 14,1, 12,2, 8,6, 8,7 и 4,2 см. В контроле прирост составил 8,3, 9,8, 10,0, 7,6, 7,6, 5,7, 3,3 и 2,6 см. Как видим, темпы роста растений, поливаемых водой, пропускаемой через AQUA4D, выше. Это доказывает эффективность данного устройства.

В ходе исследования уровень засоленности оросительной воды менялся от 2,4 до 14,6 (ЕС 2,4; ЕС 4,2; ЕС 6,0; ЕС 8,4; ЕС 10,0; ЕС 11,6; ЕС 13,2; ЕС 14,6). Результаты, полученные при исследовании влияния уровня электропроводности воды на состояние листьев винограда, приведены в таблице 2.

Как показали результаты анализа почвы в горшках с кустами, проведенного в конце июля, резкой разницы между вариантами опыта не наблюдалось. Так, рН почвы в горшках, поливаемых водой, проходящей через AQUA4D, составил 7,7, а ЕС – 2,04. В почве контрольных горшков эти показатели соответственно составили 7,8 и 2,05.

По данным таблицы 2 видно, что разница между растениями, орошенными водой, пропускаемой через AQUA4D, и контрольными растениями обнаружилась через 20 дней. Так, при наблюдениях, проведенных 30 июля, у контрольных растений наблюдалось усыхание некоторой части листьев, оцененное в 7 баллов, а у растений, поливаемых водой, проходящей через AQUA4D, некроз не наблюдался (9 баллов). 10 августа разница увеличилась и составила 5 и 9 баллов соответственно. Состояние листьев у растений, орошаемых водой, пропускаемой через AQUA4D, с 20.08 по 10.09 оставалось относительно стабильным и было оценено в 7 баллов. За этот же период у контрольных растений засохла гораздо больше листьев и их состояние было оценено в 3 балла. К концу наблюдений у контрольных растений высохли и осыпались все листья. У растений, орошаемых водой, пропускаемой через AQUA4D, засохла и опало более 50 % листьев (рис. 2, 3).

В процессе исследования нами также изучалось содержание макро- и микроэлементов в листьях исследуемых растений (табл. 3).



Рис. 2. Растения, орошаемые водой, пропускаемой через AQUA4D

Fig. 2. Plants watered through the AQUA4D system

Было установлено, что количество общего азота в листьях растений, поливаемых через AQUA4D, выше контроля – 0,693 %. Количество марганца было заметно выше в контроле – 0,0079 мг/кг. По остальным показателям, т. е. по содержанию бора, молибдена и меди, большой разницы между вариантами нет. Железо не обнаружено ни в одном варианте.

Полученные результаты позволяют сделать выводы о том, что негативное влияние солевого стресса на

виноград проявляется в комплексе морфологических и биохимических изменений, сопровождающихся ослаблением растений. Главным образом, существенно снижается динамика роста побегов и меняются параметры минерального состава листьев. Наши эксперименты подтвердили, что полив виноградных кустов водой, прошедшей через очистительную систему AQUA4D, которая улучшает качество воды и в том числе снижает содержание солей в ней, дает хорошие результаты.

Выводы

Исследования выявили, что показатель электропроводности воды оказывает значительное влияние на динамику роста побегов куста, общую длину побегов, развитие растений, высыхание листьев или развитие на них некрозов.

По результатам наблюдений, к концу исследований (30 сентября) все контрольные растения были подвержены сильному воздействию хлоридов, замедлились рост и развитие, основная часть листьев высохла. За этот же период у растений, которые поливались водой, пропускаемой через AQUA4D, хотя и отмечалось высыхание и опадание более половины листьев, общее состояние было значительно лучше, чем в контроле.

При увеличении электропроводности воды за два месяца (10 июля – 10 сентября) с 2,4 до 11,6, за указанный период у растений, поливаемых водой, пропускаемой через AQUA4D, засохшие листья отсутствовали (9 баллов), или же наблюдалось высыхание нескольких листьев (7 баллов). За тот же период у контрольных растений у основной части листьев отмечено засыхание (5 баллов), или же листья и кончики побегов полностью высохли, размер некротических высыханий был очень большим (3 балла).

Из вышесказанного можно сделать вывод о целесообразности полива кустов винограда водой различной электропроводности, очищенной посредством электромагнитных волн на устройстве AQUA4D.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.



Рис. 3. Контрольные растения

Fig. 3. Control plants

Таблица 3. Содержание макро- и микроэлементов в листьях исследуемых растений

Table 3. Content of macro- and microelements in the leaves of the studied seedlings

Объект анализа	Единица измерения	Примененные методы	Результаты анализов
Образец 1. Лист винограда – контроль			
Общий N	%	Метод Кьельдаля	0,576
Fe	мг/кг		0
Mn	мг/кг		0,077
B	мг/кг	ICP-OES прибор	0,001
Mo	мг/кг		2,562
Cu	мг/кг		0,395
Образец 2. Лист винограда – полив водой, пропускаемой через AQUA4D			
Общий N	%	Метод Кьельдаля	0,693
Fe	мг/кг		0
Mn	мг/кг		0,0079
B	мг/кг	ICP-OES прибор	0,001
Mo	мг/кг		2,320
Cu	мг/кг		0,397

Список литературы

- Babalık Z., Baydar N.G. Asmalarda kuraklık ve tuz stresi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi. 2021;21:358-368. DOI 10.31590/ejosat.784997.
- Грушевенко Е.А., Баженов С.Д., Василевский В.П., Новицкий Э.Г., Волков А.В. Исследование двухступенчатой электродиализной очистки моноэтаноламина от термостабильных солей // Журнал прикладной химии. 2018;91(4):533-541.
- Рыфф И.И., Березовская С.П. Ответная реакция корнесобственных сортов винограда на солевой стресс in vivo и in vitro // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Биология и экология. 2020;1(57):199-209. DOI 10.26456/vtbio141.
- Salinas-Rodriguez S., Schippers J. Introduction to desalination. Seawater reverse osmosis desalination: Assessment and pre-treatment of fouling and scaling. 2021:1-27. DOI 10.2166/9781780409863_0001.

5. Aimani S.E. Modeling of reverse osmosis water desalination powered by photovoltaic solar energy. *Green Energy and Environmental Technology*. 2023;2:1-19. DOI 10.5772/GEET.15.
6. Salinas-Rodríguez S.G., Schippers J.C., Amy G.L., Kim I.S., Kennedy M.D. Seawater reverse osmosis desalination: Assessment and pre-treatment of fouling and scaling. IWA Publishing. 2021:1-276. DOI 10.2166/9781780409863.
7. Vo N.X.Q., Doan V.T., Nguyen N.H., Vo L.P. Design and performance of small-scale reverse osmosis desalination for brackish water powered by photovoltaic units: A review. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2021;652(1):012024. DOI 10.1088/1755-1315/652/1/012024.
8. Aladwani S.H., Al-Obaidi M.A., Mujtaba I.M. Performance of reverse osmosis based desalination process using spiral wound membrane: Sensitivity study of operating parameters under variable seawater conditions. *Cleaner Engineering and Technology*. 2021;5(9):100284. DOI 10.1016/j.clet.2021.100284.
9. Owais S.J. Morphological and physiological responses of six grape genotypes to NaCl salt stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2015;18(5):240-246. DOI 10.3923/pjbs.2015.240.246.
10. Upadhyay A., Gaonkar T., Upadhyay A.K., Jogaiah S., Shinde M.P., Kadoo N.Y., Gupta V.S. Global transcriptome analysis of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves under salt stress reveals differential response at early and late stages of stress in table grape cv. Thompson Seedless. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018;129:168-179. DOI 10.1016/j.plaphy.2018.05.032.
11. Arslan M., Çetin S., Erdurmuş C. Tuz stresinin bitki gelişimindeki olumsuz etkileri ve bazı yem bitkilerinin tuzluluk toleransları. *Ziraat Mühendisliği*. 2013;360:32-39.
12. Karaoğlu M., Yalçın A.M. Toprak tuzluluğu ve Iğdir ovası örneği. *Journal of Agriculture*. 2018;1(1):27-41.
13. Леонтьева А.И., Субочева М.Ю., Мотсеотата К.Б. Пути совершенствования процесса удаления водорастворимых солей из паст органических пигментов // Актуальные исследования. 2022;7(86):8-10.
14. Мамедова К.К., Казахмедов Р.Э., Юсуфов А.Г. Влияние засоления субстратов на физиологическое состояние листьев сортов винограда // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2016;18(5-2):335-339.
15. Попова В.П., Черников Е.А. Влияние состава солей и глубины их залегания в почве на продуктивность винограда сорта Пино нуар // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2019;23:159-164. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-159-164.
16. Рыфф И.И., Березовская С.П. Влияние абиотического стресса на виноград // Современные технологии в изучении биоразнообразия и интродукции растений. 2017:266-267.
17. Lu X., Ma L., Zhang C., Yan H., Bao J., Gong M., Wang W., Li S., Ma S., Chen B. Grapevine (*Vitis vinifera*) responses to salt stress and alkali stress: transcriptional and metabolic profiling. *BMC Plant Biology*. 2022;528:1-22. DOI 10.1186/s12870-022-03907-z.
18. Zhou-Tsang A., Wu Y., Henderson S.W., Walker A.R., Borneman A.R., Walker R.R., Gilliam M. Grapevine salt tolerance. *ASVO - Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2021;27(2):149-168. DOI 10.1111/ajgw.12487.
19. Sinclair C., Hoffmann A.A. Monitoring salt stress in grapevines: are measures of plant trait variability useful? *Journal of Applied Ecology*. 2003;40:928-937. DOI 10.1046/j.1365-2664.2003.00843.x.
20. Desouky I.M., Shaltout A.D., Haggag L.F., Shahin M.F.M., El-Hady E.S. Salinity tolerance of some grapevine cultivars as affected by salt creek and freedom rootstocks. *Middle East Journal of Agriculture Research*. 2015;4:112-122.
21. Səlimov V. Üzümün ampeloqrafik skriningi. Bakı: Müəllim. 2019:1-319 (на азербайджанском языке).
22. Second edition of the OIV descriptor list for grape varieties and *Vitis* species. Paris: Office International de la Vigne et du Vin (O.I.V.). 2013:1-56.

References

1. Babalık Z., Baydar N.G. Drought and salt stress in grapevines. *European Journal of Science and Technology*. 2021;21:358-368. DOI 10.31590/ejosat.784997 (in Turkish).
2. Grushevenko Y.A., Bazhenov S.D., Vasilevskiy V.P., Novitskiy E.G., Volkov A.V. Study of two-stage electro dialysis cleaning of monoethanolamine from the thermostable salts. *Journal of Applied Chemistry*. 2018;91(4):533-541 (in Russian).
3. Ryff I.I., Berezovskaya S.P. Responses of own-rooted grape cultivars to salt stress in vivo and in vitro. *Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology*. 2020;1(57):199-209. DOI 10.26456/vtbio141 (in Russian).
4. Salinas-Rodríguez S., Schippers J. Introduction to desalination. Seawater reverse osmosis desalination: Assessment and pre-treatment of fouling and scaling. 2021:1-27. DOI 10.2166/9781780409863_0001.
5. Aimani S.E. Modeling of reverse osmosis water desalination powered by photovoltaic solar energy. *Green Energy and Environmental Technology*. 2023;2:1-19. DOI 10.5772/GEET.15.
6. Salinas-Rodríguez S.G., Schippers J.C., Amy G.L., Kim I.S., Kennedy M.D. Seawater reverse osmosis desalination: Assessment and pre-treatment of fouling and scaling. IWA Publishing. 2021:1-276. DOI 10.2166/9781780409863.
7. Vo N.X.Q., Doan V.T., Nguyen N.H., Vo L.P. Design and performance of small-scale reverse osmosis desalination for brackish water powered by photovoltaic units: A review. *IOP Conference Series Earth and Environmental Science*. 2021;652(1):012024. DOI 10.1088/1755-1315/652/1/012024.
8. Aladwani S.H., Al-Obaidi M.A., Mujtaba I.M. Performance of reverse osmosis based desalination process using spiral wound membrane: Sensitivity study of operating parameters under variable seawater conditions. *Cleaner Engineering and Technology*. 2021;5(9):100284. DOI 10.1016/j.clet.2021.100284.
9. Owais S.J. Morphological and physiological responses of six grape genotypes to NaCl salt stress. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 2015;18(5):240-246. DOI 10.3923/pjbs.2015.240.246.
10. Upadhyay A., Gaonkar T., Upadhyay A.K., Jogaiah S., Shinde M.P., Kadoo N.Y., Gupta V.S. Global transcriptome analysis of grapevine (*Vitis vinifera* L.) leaves under salt stress reveals differential response at early and late stages of stress in table grape cv. Thompson Seedless. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2018;129:168-179. DOI 10.1016/j.plaphy.2018.05.032.
11. Mehmet Arslan, Songul Cetin, Cingiz Erdurmush. Negative effects of salt stress on development and salt tolerance of some forage plants. Institute of Agricultural Researches of the Western Mediterranean. Akdeniz Gazipasa University. Agricultural Technologies. Antalya. 2013:1-360 (in Turkish).
12. Mujahid Karaoglu, Ali Murat Yalcin. Soil salinity and the example of Iğdır plain. *Journal of Agriculture*. 2018;1(1):27-41 (in Turkish).
13. Leontieva A.I., Subocheva M.Yu., Motseothata K.B. Ways to improve the process of removing water-soluble salts from

- organic pigment pastes. Actual Researches. 2022;7(86):8-10 (in Russian).
14. Mamedova K.K., Kazahmedov R.E., Yusufov A.G. Effect of salinity substrate on the physiological state of grape varieties leaves. Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2016;18(5-2):335-339 (in Russian).
 15. Popova V.P., Chernikov E.A. Influence of salt composition and the depth of their occurrence in the soil on productivity of Pinot Noir grapes. Scientific Works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2019;23:159-164. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-159-164 (in Russian).
 16. Ryff I.I., Berezovskaya S.P. Influence of abiotic stress on grapes. Modern technologies of study of biodiversity and plant introduction. Digest of Proceedings of International Scientific Conference. 2017:266-267 (in Russian).
 17. Lu X., Ma L., Zhang C., Yan H., Bao J., Gong M., Wang W., Li S., Ma S., Chen B. Grapevine (*Vitis vinifera*) responses to salt stress and alkali stress: transcriptional and metabolic profiling. BMC Plant Biology. 2022;528:1-22. DOI 10.1186/s12870-022-03907-z.
 18. Zhou-Tsang A., Wu Y., Henderson S.W., Walker A.R., Borneman A.R., Walker R.R., Gilliam M. Grapevine salt tolerance. ASVO – Australian Journal of Grape and Wine Research. 2021;27(2):149-168. DOI 10.1111/ajgw.12487.
 19. Sinclair C., Hoffmann A.A. Monitoring salt stress in grapevines: are measures of plant trait variability useful? Journal of Applied Ecology. 2003;40:928-937. DOI 10.1046/j.1365-2664.2003.00843.x.
 20. Desouky I.M., Shaltout A.D., Haggag L.F., Shahin M.F.M., El-Hady E.S. Salinity tolerance of some grapevine cultivars as affected by salt creek and freedom rootstocks. Middle East Journal of Agriculture Research. 2015;4:112-122.
 21. Salimov V.S. Ampelographic screening of grapes. Baku: Muallim. 2019:1-319 (in Azerbaijanian).
 22. Second edition of the OIV descriptor list for grape varieties and Vitis species. Paris: Office International de la Vigne et du Vin (O.I.V.). 2013:1-56.

Информация об авторах

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

Сурхай Расулович Новрузов, зав. отделом плодородства и овощеводства; e-мэйл: s.novruzov@agro.gov.az; <https://orcid.org/0009-0007-8649-5401>;

Ибрагим Асимович Зулбалаев, вед. сотр. отдела плодородства и овощеводства; e-мэйл: ibrahim.zulbalayev@agro.gov.az; <https://orcid.org/0009-0006-7546-8451>;

Рауф Айдынович Асадуллаев, зам. директора, канд. с.-х. наук, доцент; e-мэйл: asadullayevrauf@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2854-8962>;

Лала Рафиговна Сулейманова, мл. науч. сотр. отдела агротехники винограда; e-мэйл: lalesuleymanova561@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0006-9795-6739>.

Information about authors

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

Surkhay R. Novruzov, Head of the Horticulture and Vegetable Growing Department; e-mail: s.novruzov@agro.gov.az; <https://orcid.org/0009-0007-8649-5401>;

Ibrahim A. Zulbalayev, Leading Employee of the Horticulture and Vegetable Growing Department; e-mail: ibrahim.zulbalayev@agro.gov.az; <https://orcid.org/0009-0006-7546-8451>;

Rauf A. Asadullayev, Deputy Director of the Institute, Cand. Agric. Sci., Assistant Prof.; e-mail: asadullayevrauf@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2854-8962>;

Lale R. Suleymanova, Junior Staff Scientist, Department of Grape Agrotechnology; e-mail: lalesuleymanova561@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0006-9795-6739>.

Статья поступила в редакцию 26.02.2024, одобрена после рецензии 02.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.

Засухоустойчивость перспективных сортов и форм яблони селекции Никитского ботанического сада

Челебиев Э.Ф., Халилов Э.С., Усков М.К.✉

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия
✉m0992497215@yandex.ru

Аннотация. В статье представлены результаты изучения засухоустойчивости новых для Крыма сортов и селекционных форм яблони отечественного и зарубежного происхождения. Приведены результаты изучения особенностей водного режима сортов и селекционных форм яблони, которые предварительно выделены по качеству плодов из коллекции отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБНУ «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». В качестве контроля использован районированный в Крыму сорт колонновидной яблони Фаворит. Опыт выполнен методом обезвоживания листьев в лабораторных контролируемых условиях. С целью выделения наиболее перспективных сортов и форм яблони по степени засухоустойчивости проведен анализ 10 образцов. В результате было выявлено, что высокой водоудерживающей способностью отличились сорт Валюта (35,19 %) и форма 12-14-78 (34,40 %). Лучшую способность восстанавливать тургор (тургесцентность) показала селекционная форма 2-5-25-80, наиболее высокий уровень водоудерживающей способности – селекционная форма 12-14-78. Выделенные сорта и селекционные формы представляют интерес для включения в селекционный процесс по признаку засухоустойчивости, а также рекомендуются для внедрения в производство в засушливых условиях предгорной зоны Крыма. Самая низкая засухоустойчивость по комплексу признаков обнаружена у селекционной формы колонновидной яблони 69-2-08. Важно отметить, что такие исследования необходимы в каждой агроклиматической зоне нашей страны для нормирования поливов, что позволит программировать урожай плодов яблони и достигнуть стабильных ежегодных высоких урожаев качественных плодов яблони с хорошей транспортабельностью и отличной способностью к хранению.

Ключевые слова: яблоня; сорт; селекционная форма; тургесцентность; засухоустойчивость; оводненность.

Для цитирования: Челебиев Э.Ф., Халилов Э.С., Усков М.К. Засухоустойчивость перспективных сортов и форм яблони селекции Никитского ботанического сада // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):141-145. EDN LAETMI.

Drought resistance of promising varieties and forms of apple trees of the Nikitsky Botanical Garden breeding

Chelebiev E.F., Khalilov E.S., Uskov M.K.✉

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Republic of Crimea, Russia
✉m0992497215@yandex.ru

Abstract. The article presents the results of studying the drought resistance of new for Crimea varieties and breeding forms of apple trees of domestic and foreign origin. Study results of water regime peculiarities of apple tree varieties and breeding forms, pre-selected by fruit quality, from the Crimean Experimental Horticulture Station Collection of the FSBSI Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, are presented. The columnar apple variety 'Favorit', zoned in the Crimea, was used as a control. The experiment was carried out by the method of dehydrating leaves under laboratory controlled conditions. In order to identify the most promising varieties and forms of apple trees according to the degree of drought resistance, 10 samples were analyzed. As a result, it was revealed that the variety 'Valyuta' (35.19 %) and the form 12-14-78 (34.40 %) were distinguished by high water-retention ability. The best ability to recover turgor (turgescence) was shown by the breeding form 2-5-25-80, the highest level of water-retention ability was shown by the breeding form 12-14-78. The selected varieties and breeding forms are promising to be involved in the process of breeding the trait of drought resistance. They are also recommended to be introduced into production in the arid conditions of Piedmont zone of Crimea. According to the set of characteristics, the lowest drought resistance was observed in the breeding form of the columnar apple tree 69-2-08. It is important to note that such studies are necessary for each agro-climatic zone of our country to ration the irrigation, which will allow programming the harvest of apple fruits, and achieving stable annual good yields of high-quality apple fruits with excellent shipping and storage ability.

Key words: apple tree; variety; breeding form; turgescence; drought resistance; water content.

For citation: Chelebiev E.F., Khalilov E.S., Uskov M.K. Drought resistance of promising varieties and forms of apple trees of the Nikitsky Botanical Garden breeding. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):141-145. EDN LAETMI (in Russian).

Введение

Климатические условия предгорной зоны Крыма не всегда складываются благоприятно для плодовых и ягодных культур. Высокая температура и низкая относительная влажность воздуха, характерные для летнего периода в регионе, оказывают негативное влияние на рост и развитие растений. Несоответствие между потребностью растений во влаге и ее

поступлением из почвы в результате недостаточного количества осадков приводит к снижению урожая. Излишняя потеря воды растением во время засухи вызывает нарушение водного режима и ослабление физиологических процессов. У засухоустойчивых растений происходит меньшая потеря воды, чем у не-засухоустойчивых.

Важную роль в регулировании процесса водообмена играет влагоудерживающая способность клеточек, которая связана с содержанием в них осмотически активных и коллоидных веществ. Водоудержива-

ющая способность зависит от реакции дыхательного аппарата на воздействие экстремальных факторов окружающей среды. Известно, что листья устойчивых к засухе растений отдадут во время завядания меньше воды, чем листья менее устойчивых растений [1, 2]. Свободная вода участвует в обмене веществ, а связанная обеспечивает водоудерживающую способность клеток листьев. При недостатке воды нарушается белковый и углеводный обмен [3, 4]. Однако некоторые авторы считают, что только по потере воды не всегда можно судить о засухоустойчивости, важно учитывать также процесс восстановления тургора листовой пластинки [5].

Ведущей плодовой культурой в Крыму является яблоня, широкое распространение которой объясняется ее высокими биологическими и хозяйственными показателями: приспособляемостью к различным почвенно-климатическим условиям, высокой урожайностью и качествами плодов. Они имеют привлекательный внешний вид, хороший вкус, пользуются большим спросом у потребителей. Перспективным направлением повышения эффективности садоводства является внедрение в производство высокопродуктивных сортов этой культуры, устойчивых к неблагоприятным факторам внешней среды [6]. Исследование засухоустойчивости яблони связано в первую очередь с изучением водного режима, который определяет физиологические показатели (оводненность листьев, потеря воды листьями, восстановление оводненности) и дает возможность оценить устойчивость сорта к недостатку влаги [7].

Способность засухоустойчивых сортов яблони переносить длительный недостаток воды является одним из главных условий успешного возделывания этих культур в Крыму.

Целью исследований являлось изучение засухоустойчивости перспективных сортов и форм яблони на основе показателей их водного режима.

Материалы и методы исследований

Географическое положение Крыма обеспечивает большое количество тепла летом и зимой. Продолжительность солнечного сияния составляет до 2500 часов в год. В среднем солнце светит 5–7 часов в сутки. Безморозный период в среднем длится 170 дней. Количество дней с морозом в степной и предгорной части составляет 110–120 дней [8–11].

Климат сухостепной, с мягкой малоснежной зимой и жарким, продолжительным летом. Средняя температура воздуха наиболее теплого периода по наблюдениям метеопоста отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБНУ «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» приходится на июль–август (20,5–21,3 °С), наиболее холодного – на январь (2,4 °С). Средние многолетние минимумы температуры января не превышают минус 14,9 °С, максимальные (июль) – до +35,5 °С. В это время восточные ветры приносят сушеи, атмосферные засухи. Среднегодовой уровень осадков – 453 мм.

В годы исследований (2017–2019 гг.) среднемесячные температуры июля–августа были в пределах

+20,9...+22,9 °С, относительная влажность – 69–76 %, сумма осадков за летний период – 196,6–206,6 мм, в том числе в июле–августе – 26,8–113 мм. Данный период характеризовался очень засушливыми условиями, растения подвергались воздействию атмосферной засухи.

Для определения степени засухоустойчивости было проведено изучение 10 образцов перспективных сортов и форм яблони: Фаворит (контроль), Арбат, 1-32-87, Валюта, 3-6, 2-5-25-80, 2-7-2-80, 2-11-7-80, 12-14-78, 69-2-08.

Засухоустойчивость анализировали, отбирая образцы (листья) в критические по влагообеспечению периоды (июль–август). Листья отбирали в утренние часы. Изучение засухоустойчивости яблони проводили методом искусственного завядания листьев.

Учеты и наблюдения проводили с использованием Программ и методик сортоизучения и селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур [12, 13]. Засухоустойчивость определяли по методическим рекомендациям Еремеева Г.Н. [14]. Статистическая обработка результатов проведена по методике полевого опыта Доспехова Б.А. [15] с применением программ Статистика-10 и Microsoft Office [16].

Результаты и их обсуждение

Абиотические и биотические стрессы, включая засуху и болезни, угрожают производству яблок во всем мире. Засуха часто приводит к снижению фотосинтезирующей способности (уменьшая размер устьичных отверстий, что ограничивает поглощение CO₂, а также уменьшая фотосинтетическую активность тканей, имеющих в своем составе хлорофилл), и транспорта растворенных веществ, потере тургесцентности, перекисному окислению липидов мембран и другим проблемам у яблони. Перекисное окисление липидов мембран при стрессе засухи всегда приводит к вторичному окислительному стрессу. Повышение уровня активных форм кислорода (АФК), таких как перекись водорода (H₂O₂), является наиболее прямым показателем окислительного стресса, а малоновый диальдегид (МДА) является продуктом перекисного окисления липидов мембран [17–20].

С целью выделения наиболее перспективных сортов и форм яблони по степени засухоустойчивости проведен анализ 10 образцов. В результате было выявлено, что высокой водоудерживающей способностью отличились сорт Валюта (35,19 %) и форма 12-14-78 (34,40 %) (таб.). В меньшей степени водоудерживающая способность проявилась у форм 2-11-7-80 и 2-5-25-80 (41,56–42,43 %). У контрольного сорта Фаворит она составила 58,45 %.

При анализе способности восстанавливать тургор после завядания установлено, что у всех образцов она разная и обусловлена генотипически. Высокий показатель получен у сортов 3-6 и 1-32-87 (90,2–95,7 % листовой поверхности).

Контрольный сорт Фаворит обладал низкой тургесцентностью (63,8 %). Образец 2-5-25-80 показал как высокую водоудерживающую способность, так и высокую тургесцентность (96,12 %). На основании полученных данных можно сделать вывод, что данный

Таблица. Засухоустойчивость перспективных для Крыма сортов и форм яблони, 2017–2019 гг.
Table. Drought resistance of promising for Crimea varieties and forms of apple trees, 2017–2019

№	Сорт, форма	Общая оводненность, %	Потеря воды листьями в процессе завядания (%) (водоудерживающая способность)			Восстановление тургора, %
			2 ч.	4 ч.	8 ч.	
1	Фаворит* (контроль)	61,93±0,27	28,41±0,85	33,65±0,41	58,45±0,52	63,86±0,04
2	Арбат*	56,20±0,1	54,17±0,63	83,33±0,24	95,83±1,1	86,67±0,02
3	1-32-87	61,77±0,14	39,52±0,77	51,34±0,33	58,33±0,84	95,7±1,1
4	Валюта*	61,87±0,23	6,09±0,54	12,04±0,84	35,19±0,63	78,24±0,03
5	3-6	57,63±0,17	54,95±0,66	72,16±0,25	75,23±0,55	90,21±0,98
6	2-5-25-80	70,37±0,32	4,59±0,48	26,61±0,39	42,43±0,74	96,12±0,75
7	2-7-2-80	60,73±0,12	0,68±0,96	26,05±0,51	57,78±0,81	73,35±0,14
8	2-11-7-80	60,43±0,87	15,5±0,55	26,4±0,34	41,56±1,73	85,0±0,95
9	12-14-78	57,30±2,07	14,8±0,85	20,35±1,1	34,4±1,5	81,3±0,35
10	69-2-08*	32,41±0,10	48,84±0,47	67,44±0,14	82,56±1,2	66,86±0,04
НСР ₀₅		15,46				17,64

Примечание: *колоновидная форма

сорт обладает высокой засухоустойчивостью, водоудерживающей способностью и быстрым восстановлением тургора.

Результаты исследований были использованы в кластерном анализе сортов и форм, которые разделились на группы. Первая – высокая водоудерживающая способность и высокая тургесцентность (12-14-78, 2-5-25-80, 2-11-7-80, Валюта). Вторая – средние значения по этим показателям (2-7-2-80, Фаворит). Третья группа – низкая водоудерживающая способность с высокой тургесцентностью (Арбат, 3-6). Четвертая – средняя водоудерживающая способность с высокой тургесцентностью (1-32-87). Пятая группа – низкая водоудерживающая способность со средней тургесцентностью (69-2-08) (рис.).

Данные кластеры можно объединить в две большие группы. Первая – засухоустойчивые сорта и формы, в которую входят образцы Валюта, 2-5-25-80, 2-7-2-80, 2-11-7-80, 12-14-78; вторая – сорта и формы относительно засухоустойчивые, такие как Арбат, 3-6, 1-32-87. Сорта из первой группы проявляют себя как засухоустойчивые по двум компонентам (водоудерживающая способность и тургесцентность). Сорта из второй группы обладают средней способностью удерживать влагу и неплохой способностью восстанавливать тургор после насыщения. В третью группу была определена форма 69-2-08 со слабой засухоустойчивой способностью.

Выводы

В результате исследований выделена группа пер-

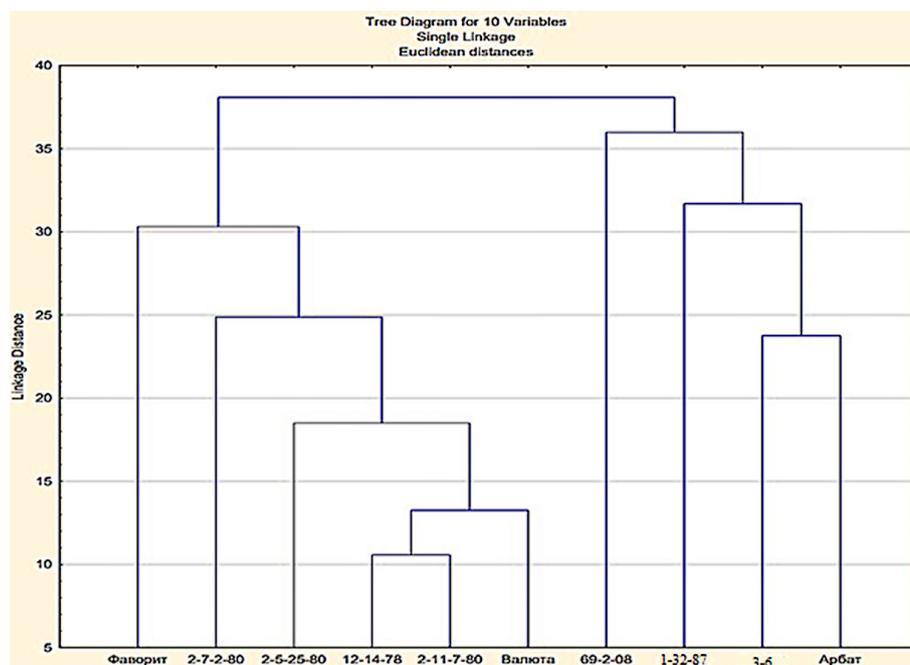


Рис. Кластерный анализ засухоустойчивости сортов и форм яблони

Fig. Cluster analysis of drought resistance of apple tree varieties and forms

спективных сортов и форм яблони, у которых отмечена высокая водоудерживающая способность и тургесцентность листьев, а именно формы 12-14-78, 2-5-25-80, 2-11-7-80 и сорт Валюта. Данные генотипы представляют большой интерес для производства и внедрения в селекцию, а также для включения в селекционные программы по признаку засухоустойчивости.

Низкая засухоустойчивость (повреждено 33 % поверхности листа), характерна для формы яблони 69-2-08. Некоторые различия по засухоустойчивости сортов можно объяснить разными механизмами обеспечения устойчивости растений к недостатку воды.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0829-2019-0026.

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Еремеев Г.Н. Методы оценки устойчивости плодовых культур // Методы оценки устойчивости растений к неблагоприятным условиям среды. Ленинград: Колос. 1976:101-115.
2. Рындин А.В., Белоус О.Г., Маляровская В.И., Питула З.В., Абиляфазова Ю.С., Кожевникова А.М. Использование физиолого-биохимических методов для выявления механизмов адаптации субтропических, южных плодовых и декоративных культур в условиях субтропиков России // Сельскохозяйственная биология. 2014;49(3):40-48.
3. Киселева Г.К., Ненько Н.И., Ульяновская Е.В. Формирование адаптационной устойчивости к летней засухе сортов яблони различной плоидности // Фундаментальные и прикладные аспекты современных эколого-биологических и медико-технологических исследований. 2016:83-108.
4. Zhao S., Gao H., Jia X., Wang H., Mao K., Ma F. The HD-Zip I transcription factor MdHB-7 regulates drought tolerance in transgenic apple (*Malus domestica*). *Environmental and Experimental Botany*. 2020;180:104246. DOI 10.1016/j.envexpbot.2020.104246.
5. Власенко А.С., Попович С.Ю. Заповідні дендрозооекзоти Степу України. Київ: «ЦП «Компринт». 2016:1-140.
6. Красова Н.Г. Исходный материал для создания высококачественных сортов яблони // Садоводство и виноградарство. 2016;3:18-22. DOI 10.18454/VSTISP.2016.3.1924.
7. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Изучение засухоустойчивости летних сортов яблони // Достижения науки и техники АПК. 2019;33(2):31-33. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10208.
8. Опанасенко Н.Е. Скелетные почвы Крыма и плодовые культуры. Херсон: Савченко А.В. 2014:1-336.
9. Копылов В.И., Балыкина Е.Б., Беренштейн И.Б., Бурлак В.А., Валева Н.Г., Корниенко Н.Я., Опанасенко Н.Е., Потанин Д.В., Пичугин А.М., Рябов В.А., Скляр С.И., Сторчоус В.Н., Стрюкова Н.М., Сычевский М.Е. Система садоводства Республики Крым. Симферополь: Ариал. 2016:1-288.
10. Опанасенко Н.Е., Костенко И.В., Евтушенко А.П. Агрэкологические ресурсы и районирование степного и предгорного Крыма под плодовые культуры. Симферополь: Научный мир. 2015:1-216.
11. Плугатарь Ю.В., Бабина Р.Д., Супрун И.И., Науменко Т.С., Алексеев Я.И. Оценка сортов груши, выделенных из генофондовой коллекции Никитского ботанического сада по комплексу хозяйственно ценных признаков, с помощью микросателлитных маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2018;22(1):60-68. DOI 10.18699/VJ18.332.
12. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск: ВНИИС. 1973:1-496.
13. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
14. Еремеев Г.Н., Лищук А.И. Методические указания по отбору засухоустойчивых сортов и подвоев плодовых растений. Ялта. 1974:1-18.
15. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
16. Кузовлев А.Н., Ядгаров М.Я., Берикашвили Л.Б., Рябова Е.В., Гончарова Д.Д., Переходов С.Н., Лихванцев В.В. Выбор метода статистического анализа // Анестезиология и реаниматология. 2021;3:88-93. DOI 10.17116/anaesthesiology202103188.
17. Geng D., Shen X., Xie Y., Yang Y., Bian R., Gao Y., Li P., Sun L., Feng H., Ma F., Guan Q. Regulation of phenylpropanoid biosynthesis by MdMYB88 and MdMYB124 contributes to pathogen and drought resistance in apple. *Horticulture Research*. 2020;7(1):102. DOI 10.1038/s41438-020-0324-2.
18. Parmar N., Singh K.H., Sharma D., Singh L., Kumar P., Nanjunda J., Khan Y.J., Chauhan D.K., Thakur A.K. Genetic engineering strategies for biotic and abiotic stress tolerance and quality enhancement in horticultural crops: a comprehensive review. *3 Biotech*. 2017;7(4):239. DOI 10.1007/s13205-017-0870-y.
19. Kwiecien S., Jasnos K., Magierowski M., Sliwowski Z., Pajdo R., Brzozowski B., Mach T., Wojcik D., Brzozowski T. Lipid peroxidation, reactive oxygen species and antioxidative factors in the pathogenesis of gastric mucosal lesions and mechanism of protection against oxidative stress-induced gastric injury. *Journal of Physiology and Pharmacology*. 2014;65(5):613-622.
20. Юшков А.Н. Селекция плодовых растений на устойчивость к абиотическим стрессорам. Мичуринск: Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина. 2019:1-332.

References

1. Yermeev G.N. Methods for assessing the stability of fruit crops. Methods for assessing plant resistance to adverse environmental conditions. Leningrad: Kolos. 1976:101-115 (*in Russian*).
2. Ryndin A.V., Belous O.G., Malyarovskaya V.I., Pritula Z.V., Abilfazova Yu.S., Kozhevnikova A.M. Physiological and biochemical approaches in studying adaptation mechanisms of subtropical, fruit and ornamental crops grown in Russian subtropics. *Agricultural Biology*. 2014;49(3):40-48 (*in Russian*).
3. Kiseleva G.K., Nenko N.I., Ulyanovskaya E.V. Formation of adaptive resistance to summer drought of apple varieties of various ploidy. *Fundamental and applied aspects of modern ecological-biological and medical-technological research*. 2016:83-108 (*in Russian*).
4. Zhao S., Gao H., Jia X., Wang H., Mao K., Ma F. The HD-Zip I transcription factor MdHB-7 regulates drought tolerance in transgenic apple (*Malus domestica*). *Environmental and Experimental Botany*. 2020;180:104246. DOI 10.1016/j.envexpbot.2020.104246.
5. Vlasenko A.S., Popovich S.Yu. Protected dendrosoexots of Ukrainian Step. K.: CP Komprint. 2016:1-140 (*in Ukrainian*).
6. Krasova N.G. The initial material for the creation of apple varieties of high quality. *Horticulture and Viticulture*. 2016;3:18-22. DOI 10.18454/VSTISP.2016.3.1924 (*in Russian*).
7. Ozherel'eva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Investigation of drought tolerance of summer apple tree cultivars. *Achievements of Science and Technology of the Agro-Industrial Complex*. 2019;33(2):31-33. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10208 (*in Russian*).
8. Opanasenko N.E. Skeleton soils in the Crimea and fruits crops. Kherson: Savchenko A.V. 2014:1-336 (*in Russian*).

9. Kopylov V.I., Balykina E.B., Berenstein I.B., Burlak V.A., Valeeva N.G., Kornienko N.Ya., Opanasenko N.E., Potanin D.V., Pichugin A.M., Ryabov V.A., Sklyar S.I., Storchous V.N., Stryukova N.M., Sychevskiy M.E. Horticulture system of the Republic of Crimea. Simferopol: Arial. 2016:1-288 (in Russian).
10. Opanasenko N.E., Kostenko I.V., Evtushenko A.P. Agroecological resources and districting of steppe and pre-mountain Crimea for fruit cultures. Simferopol: Scientific World. 2015:1-216 (in Russian).
11. Plugatar Yu.V., Babina R.D., Suprun I.I., Naumenko T.S., Alekseev Ya.I. Microsatellites-based evaluation of the pear cultivars selected from Nikitsky Botanical Garden's germplasm by their economically valuable characteristics. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2018;22(1):60-68. DOI 10.18699/VJ18.332 (in Russian).
12. Program and methodology of varietal study of fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of G.A. Lobanov. Michurinsk: VNIIS. 1973:1-496 (in Russian).
13. 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).
14. Yermeev G.N., Lischuk A.I. Methodological guidelines for the selection of drought-resistant varieties and rootstocks of fruit plants. Yalta. 1974:1-16 (in Russian).
15. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).
16. Kuzovlev A.N., Yadgarov M.Ya., Berikashvili L.B., Ryabova E.V., Goncharova D.D., Perehodov S.N., Likhvantsev V.V. Choosing the right statistical test. Russian Journal of Anesthesiology and Reanimatology. 2021;3:88-93. DOI 10.17116/anaesthesiology202103188 (in Russian).
17. Geng D., Shen X., Xie Y., Yang Y., Bian R., Gao Y., Li P., Sun L., Feng H., Ma F., Guan Q. Regulation of phenylpropanoid biosynthesis by MdMYB88 and MdMYB124 contributes to pathogen and drought resistance in apple. Horticulture Research. 2020;7(1):102. DOI 10.1038/s41438-020-0324-2.
18. Parmar N., Singh K.H., Sharma D., Singh L., Kumar P., Nanjunda J., Khan Y.J., Chauhan D.K., Thakur A.K. Genetic engineering strategies for biotic and abiotic stress tolerance and quality enhancement in horticultural crops: a comprehensive review. 3 Biotech. 2017;7(4):239. DOI 10.1007/s13205-017-0870-y.
19. Kwiecien S., Jasnos K., Magierowski M., Sliwowski Z., Pajdo R., Brzozowski B., Mach T., Wojcik D., Brzozowski T. Lipid peroxidation, reactive oxygen species and antioxidative factors in the pathogenesis of gastric mucosal lesions and mechanism of protection against oxidative stress-induced gastric injury. Journal of Physiology and Pharmacology. 2014;65(5):613-622.
20. Yushkov A.N. Breeding of fruit plants on sustainability to abiotic stressors. Michurinsk: Federal Scientific Center named after I.V. Michurin. 2019:1-332 (in Russian).

Информация об авторах

Эдем Фахриевич Челебиев, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения отдела плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мэйл: edem_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

Эрфан Сиранович Халилов, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения отдела плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мэйл: dgerf.um@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5749-9736>;

Максим Константинович Усков, мл. науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения отдела плодовых культур отделения «Крымская опытная станция садоводства»; e-мэйл: m0992497215@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6228-4094>.

Information about authors

Edem F. Chelebiev, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study, Fruit Crops Department, Crimean Experimental Horticulture Station Branch; e-mail: edem_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

Erfan S. Khalilov, Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study, Fruit Crops Department, Crimean Experimental Horticulture Station Branch; e-mail: dgerf.um@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5749-9736>;

Maksim K. Uskov, Junior Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study, Fruit Crops Department, Crimean Experimental Horticulture Station Branch; e-mail: m0992497215@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6228-4094>.

Статья поступила в редакцию 19.02.2024, одобрена после рецензии 04.03.2024, принята к публикации 20.05.2024.

УДК 634.8:632.9(470.75)
EDN LTRELI

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Препараты природного происхождения в органической системе защиты винограда в условиях Южного берега Крыма

Странишевская Е.П., Волков Я.А., Волкова М.В., Матвейкина Е.А.✉, Шадура Н.И., Володин В.А.

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

✉holen-19@mail.ru

Аннотация. Современной тенденцией в мировом агропромышленном производстве остается развитие экологических технологий, в том числе органического земледелия, что связано с растущим интересом к потреблению экологически чистых, натуральных продуктов, а также стремлением снизить негативное антропогенное влияние на экосистему. Вступивший в силу в 2020 г. Закон «Об органической продукции...», предполагает активное развитие органического виноградарства в Российской Федерации. На сегодняшний день в Крыму сертифицировано около 80 га органических виноградников и запланирована посадка 100–150 га насаждений. В 2019–2021 гг. в условиях Южного берега Крыма на техническом сорте винограда Бастардо магарачский проведена комплексная оценка биологической эффективности органической системы защиты от оидиума и паутинных клещей, включающей препараты природного происхождения – хитозансодержащий стимулятор роста растений «СЛОКС-эко-Артемия» и удобрение с инсектицидными свойствами «СЛОКС-Эко». Эффективность органической защиты от оидиума составила 63,9 % при среднем уровне развития болезни (2019 г.) и 30,7–61,6 % на фоне эпифитотии (2020–2021 гг.); от паутинных клещей – 47,9–66,7 %. Проведена сравнительная количественная оценка биоразнообразия артроподокомплексов винограда на фоне органической, традиционной систем защиты и на варианте без применения средств защиты (контроль).

Ключевые слова: органическое виноградарство; хитозан; растительные компоненты; оидиум; паутинные клещи; артроподокомплекс; биоразнообразие; биологическая эффективность.

Для цитирования: Странишевская Е.П., Волков Я.А., Волкова М.В., Матвейкина Е.А., Шадура Н.И., Володин В.А. Препараты природного происхождения в органической системе защиты винограда в условиях Южного берега Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):146-153. EDN LTRELI.

ORIGINAL RESEARCH

Preparations of natural origin in the organic grape protection system in the conditions of the South Coast of Crimea

Stranishevskaya E.P., Volkov Ya.A., Volkova M.V., Matveikina E.A.✉, Shadura N.I., Volodin V.A.

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

✉holen-19@mail.ru

Abstract. The development of environmental technologies, including organic farming, associated with a growing interest in the consumption of environmentally friendly, natural products, as well as the tendency to reduce negative anthropogenic impact on ecosystem, remains the current trend of global agricultural production. The Law "On Organic Products...", entered into force in 2020, expects active development of organic viticulture in the Russian Federation. To date, about 80 hectares of organic vineyards are certified in Crimea, and 100–150 hectares more are scheduled for planting. In 2019–2021 in the conditions of the South Coast of Crimea, a comprehensive biological effectiveness assessment of organic system of protection from oidium and spider mites was carried out on wine grape variety 'Bastardo Magarachskiy'. It included the preparations of natural origin - chitosan-containing plant growth stimulator "SLOX-Eco-Artemia" and fertilizer with insecticidal properties "SLOX-Eco". The effectiveness of organic protection from oidium was 63.9 % at an average level of disease development (2019), and 30.7–61.6 % against the background of epiphytotics (2020–2021); from spider mites – 47.9–66.7 %. A comparative quantitative assessment of biodiversity of grape arthropod complexes was carried out against the background of organic, traditional protection systems and in a variant without the use of protection products (control).

Key words: organic viticulture; chitosan; herbal ingredients; oidium; spider mites; arthropod complex; biodiversity; biological effectiveness.

For citation: Stranishevskaya E.P., Volkov Ya.A., Volkova M.V., Matveikina E.A., Shadura N.I., Volodin V.A. Preparations of natural origin in the organic grape protection system in the conditions of the South Coast of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):146-153. EDN LTRELI (in Russian).

Введение

Современной тенденцией в мировом агропромышленном производстве остается развитие экологических технологий, в том числе органического земледелия, что связано с растущим интересом к потреблению экологически чистых, натуральных продуктов, а также стремлением снизить негативное ан-

тропогенное влияние на экосистему [1, 2]. Сегодня органические земли в России составляют 0,2 % общей площади сельскохозяйственных земель [3, 4].

Среди современных направлений в развитии виноградарства и виноделия в мире и в России можно отметить внедрение принципов органического земледелия и производство органических вин [5, 6]. По стандартам органического виноградарства в России сегодня сертифицировано более 117 га земель, около 500 га виноградников находятся на этапе конверсии

© Странишевская Е.П., Волков Я.А., Волкова М.В., Матвейкина Е.А., Шадура Н.И., Володин В.А., 2024

– перехода в статус органических [3]. Вступивший в силу в 2020 г. Закон «Об органической продукции...» предполагает активное развитие отечественного органического виноградарства в Российской Федерации [7, 8].

Органическое виноградарство особенно актуально для территорий Юга России, где применение пестицидов для защиты виноградников от вредителей и болезней ограничивается близостью к морю и статусом курортной зоны [9]. На Южном берегу Крыма (ЮБК) 11,5 % площади составляют сельскохозяйственные земли, их значительная часть занята виноградниками (до 4 тыс. га) [10], большинство которых находятся вблизи рекреационной зоны, в связи с чем органическое виноградарство должно стать актуальным направлением в регионе и в целом в Крыму.

В Республике Крым органическое виноградарство имеет важное социальное, экономические и экологическое значение (развитие экотуризма, сельских территорий, премиального сегмента сельскохозяйственного производства, создание новых рабочих мест, улучшение здравоохранения, рекреации). На сегодняшний день в Крыму сертифицировано около 80 га органических виноградников и запланирована посадка еще 100–150 га [3].

Органическое сельское хозяйство представляет собой целостную систему управления производством, которая содействует развитию и укреплению здоровья агроэкосистемы, включая биоразнообразие и биологическую активность почвы [1, 2, 11]. Базовыми принципами органического сельского хозяйства являются запрет химического метода защиты винограда против вредителей и болезней и применения синтетических удобрений, акцентирование внимания на использование природных ресурсов (минеральных продуктов и продуктов растительного происхождения). Ограничение численности вредителя на экономически неощутимом уровне, а не полное уничтожение вида, позволяющее развиваться полезной хищной и паразитической фауне и создавать сбалансированные отношения между организмами, является основой устойчивого земледелия и «разумного сельского хозяйства» («agriculture raisonnée») [12–16]. В связи с этим биоценологические исследования, включающие комплексную оценку действия выбираемой системы защиты на целевые и нецелевые виды, являются важным элементом органической технологии.

По результатам многолетнего фитосанитарного мониторинга на виноградниках ЮБК отмечаются фактически ежегодные эпифитотии оидиума, возбудитель *Erysiphe necator* Schwein. [17]. Резкое изменение климатических условий (уменьшение количества осадков в летний период, ливневые осадки при аномально высоких температурах воздуха) вызывает стресс у виноградного растения, что приводит к интенсивному развитию вредных организмов [18, 19]. В таких стрессовых для растения климатических условиях поиск эффективных и допустимых для органического виноградарства препаратов является еще

более актуальным направлением.

В рамках стандартов органического сельского хозяйства для защиты и питания растений разрешается применение препаратов растительного и животного происхождения, в том числе растительных масел, подстилочного навоза, хитина (полисахарида, полученного из панцирей ракообразных) и др. [20]. Активное применение хитозана из хитина ракообразных в сельском хозяйстве обусловлено его биоразлагаемостью в почве, низкой токсичностью для живых организмов, доступностью сырья и наличием биологической, антибактериальной и противогрибковой активности [21–24]. Хитозан представляет особый интерес в качестве элиситора и биостимулятора роста виноградного растения, средства для снижения негативного последствия выщелачивания питательных веществ из почвы и увеличивающего стрессоустойчивость растений [25].

Проведенные ранее исследования на виноградных насаждениях показали, что эффективность применения хитозана для защиты от милдью на устойчивом сорте при среднем уровне развития болезни составляла 68,3 % в условиях Предгорного Крыма [26]. Включение в органическую систему защиты в условиях ЮБК биоинсектицида «СЛОКС-Эко» наряду с препаратами Экстрасол, Ж, Псевдобактерин-2, Ж, BioSleep BW и Тиовит Джет, ВДГ позволило контролировать развитие оидиума с эффективностью 78,2 %, а также исключало вспышки массового развития садового паутинного клеща и гроздовой листовертки. Предварительные результаты эколого-фаунистической оценки показателей биоразнообразия на фоне традиционной и органической системы защиты показали более высокий индекс видового разнообразия Шеннона (H) в комплексе клещей и насекомых на фоне применения органической технологии [27].

Обзор современных публикаций свидетельствует об актуальности проведения исследований, направленных на оценку биологической эффективности препаратов природного происхождения «СЛОКС-эко-Артемия» и «СЛОКС-Эко» для комплексной защиты винограда, выращиваемого в системе органического земледелия в условиях ЮБК, что и является **целью нашей работы**.

Материалы и методы исследования

Полевые испытания проводились в 2019–2021 гг. в IV почвенно-климатической зоне (ЮБК) [28] на техническом сорте винограда Бастардо магарачский 1989 г. посадки (филиал «Ливадия» АО «ПАО «Массандра», пгт. Ливадия). Схема посадки винограда – 3 х 1,5 м. Формировка кустов – двуплечий кордон. Виноградник не поливной.

Исследуемые препараты в органической системе защиты хитозансодержащий стимулятор роста растений «СЛОКС-эко-Артемия», 0,1 %-ный раствор (аминополисахариды хитина из панцирей жаброногого рачка *Artemia sp.*) и удобрение с инсектицидными свойствами «СЛОКС-Эко», 3 %-ный раствор (вытяжка конского навоза, масло пихты, экстракт полыни горькой, экстракт хвоща полевого) – вещества,

Таблица 1. Система защиты винограда по органической технологии, филиал «Ливадия» – АО «ПАО «Массандра», 2019–2021 гг.**Table 1.** System of grape protection using organic technology, Livadiya branch – FSUE PJSC Massandra, 2019–2021

Препарат	Срок применения	Целевой вид	Норма применения
2019 г.			
«СЛОКС-Эко-Артемия», 0,1 %-ный раствор (9-кратно)	с начала фазы «5–7 лист распустился» (по шкале ВВСН 15–17) каждые 7–10 дней до «размягчение ягод» (по шкале ВВСН 85)	оидиум	0,4 л/га
«СЛОКС-Эко», 3 %-ный раствор (6-кратно)	с начала фазы «5–7 лист распустился» (по шкале ВВСН 15–17) каждые 7–10 дней до «начало смыкания ягод в грозди» (по шкале ВВСН 77)	паутинные клещи	12,0 л/га
2020 г.			
«СЛОКС-Эко-Артемия», 0,1 %-ный раствор (9-кратно)	с начала фазы «5–7 лист распустился» (по шкале ВВСН 15–17) каждые 7–10 дней до «размягчение ягод» (по шкале ВВСН 85)	оидиум	0,4 л/га
«СЛОКС-Эко», 3 %-ный раствор (6-кратно)	с начала фазы «5–7 лист распустился» (по шкале ВВСН 15–17) каждые 7–10 дней до «начало смыкания ягод в грозди» (по шкале ВВСН 77)	паутинные клещи	12,0 л/га
2021 г.			
«СЛОКС-Эко-Артемия», 0,1 %-ный раствор (9-кратно)	с начала фазы «5–7 лист распустился» (по шкале ВВСН 15–17) каждые 7–10 дней до «размягчение ягод» (по шкале ВВСН 85)	оидиум, паутинные клещи	0,4 л/га
Тиовит Джет, ВДГ (5-кратно)	в фазы «ягоды размером с горошину» (по шкале ВВСН 75); «начало смыкания ягод в грозди» (по шкале ВВСН 77); «окрашивание ягод» (2 обработки) (по шкале ВВСН 81–83); «размягчение ягод» (по шкале ВВСН 85)	оидиум, паутинные клещи	6,0 кг/га

разрешенные регламентом органического земледелия [20]. Данные препараты не внесены в «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных на территории РФ» и их испытание осуществлялось в научно-исследовательских целях.

Опыт включал три варианта: I – контроль (без обработок); II – органическая система защиты, включающая препараты природного происхождения (хитозансодержащий стимулятор роста растений «СЛОКС-эко-Артемия» и удобрение с инсектицидными свойствами «СЛОКС-Эко») в комбинировании с коллоидной серой Тиовит Джет, ВДГ (табл. 1); III – традиционная для зоны проведения исследования система защиты на основе химических акарицидов и фунгицидов. Акарициды применяли однократно при достижении численности вредителя экономического порога вредоносности ЭПВ (4–5 экз./учетный лист): Ниссоран, СК, 0,25 л/га в 2019 г. и Вертимек, КЭ, 1,0 л/га в 2020–2021 гг.

Кратность обработок фунгицидами в вариантах II и III – 9 (каждые 7–10 суток, начиная со стадии развития «5–7 лист распустился» (по шкале ВВСН 15–17 [29]) до «размягчение ягод» (по шкале ВВСН 85)). В органической системе защиты внесение препарата «СЛОКС-Эко» для защиты от паутинных клещей было превентивным, 6-кратно, каждые 7–10 суток начиная со стадии развития «5–7 лист распустился» (по шкале ВВСН 15–17) до «начало смыкания ягод в грозди» (по шкале ВВСН 77).

В результате исследования проведена комплексная оценка биологической эффективности применения органической системы защиты, включающей указанные препараты, на целевые виды: оидиум (возбудитель *Erysiphe necator*) и паутинные клещи семей-

ства Tetranychidae (*Schizotetranychus pruni* Oudemans, 1931 и *Tetranychus turkestani* Ugarov & Nikolskii, 1937). Также проведена оценка влияния органической системы защиты на нецелевые виды артроподокомплекса (растительноядные и хищные виды клещей и насекомых), непосредственно связанные с виноградным растением, по сравнению с контролем и традиционной системой защиты.

Биологическая эффективность системы защиты от оидиума оценивалась по интенсивности развития болезни на гроздях винограда в период сбора урожая (третья декада сентября); от паутинных клещей – по численности вредителей во второй половине августа. Расчеты проводили по формуле Аббота. Для эколого-фаунистической оценки действия различных систем защиты на артроподокомплекс и расчета индексов видового разнообразия проводили суммарный учет численности целевых и нецелевых видов на листьях винограда за период с конца мая до конца августа на вариантах опыта. Отбор листьев (30 в пробе) проводили регулярно, каждые 10–15 дней. Учет численности проводили в лабораторных условиях с помощью стереомикроскопа SZM-45T. Средняя численность клещей во время пика развития популяции рассчитана на 1 учетный лист.

При проведении исследований руководствовались методами, общепринятыми в виноградарстве, фитопатологии, энтомологии и акарологии [30–34]. Для описания видового разнообразия использовали фаунистические показатели: коэффициент Шеннона (H), индекс доминирования (D), видовое богатство (S), коэффициент Жаккара (K_j). Математическую обработку полученных экспериментальных данных проводили по общепринятым методикам [30, 31].

Метеорологические показатели в годы проведения исследований в целом были благоприятными для роста и развития виноградного растения. Весенние среднесуточные температуры воздуха были на уровне среднемноголетних показателей, летние температуры воздуха, а также в сентябре – на 0,2–4,4 °С выше среднемноголетних показателей. Максимальные отличия отмечены в июне и сентябре. По сравнению со среднемноголетними показателями в 2019 и 2021 гг. осадков выпало больше на 33,6 и 157,9 мм соответственно, при этом в июне отмечали ливневые осадки 117,9 и 185,8 мм за месяц соответственно. В 2020 г. выпало на 77,2 мм осадков меньше по сравнению со среднемноголетним показателем. Наименьшее количество осадков отмечали в июле – 6,4 мм. В 2020 и 2021 гг. погодные условия благоприятствовали эпифитотийному развитию оидиума на ЮБК, в 2021 г. – развитию двух пиков численности паутинных клещей.

Результаты и их обсуждение

В 2019 г. в контроле оидиум развивался в средней степени (интенсивность развития – 32,7 %), в 2020–2021 гг. – по типу эпифитотии (93,2 и 94,3 % соответственно) (рис. 1). На фоне традиционной системы защиты оидиум развивался в 2019 г. в слабой степени (4,5 %), в 2020–2021 гг. – в средней степени (17,1–27,3 %). На варианте органической системы защиты в 2019 г. оидиум развивался в средней степени (11,8 %), в 2020–2021 гг. отмечали высокое развитие болезни (64,6 и 36,2 %).

Эффективность органической системы защиты от оидиума в 2019 г. составила 63,9 % при среднем уровне развития болезни в контроле, традиционной системы защиты – 86,2 %. В 2020 г. на фоне эпифитотии эффективность органической системы защиты снизилась и составила 30,7 %, в то время как эффективность традиционной системы осталась примерно на том же уровне – 81,7 %. В 2021 г. на фоне эпифитотии оидиума в контроле добавление серы Тиовит Джет, ВДГ в качестве фунгицида с акарицидным эффектом в органическую систему защиты позволило увеличить эффективность защиты до 61,6 %, на варианте с применением традиционной системы эффективность составила 71,0 %.

На опытном участке среди вредителей доминировал комплекс паутинных клещей: садовый паутинный клещ *Schizotetranychus pruni* и туркестанский клещ *Tetranychus turkestanii*.

В таблице 2 указана средняя численность целевого объекта (паутинных клещей Tetranychidae) во время пика развития популяций. Количество пиков в развитии популяций паутинных клещей и даты об-

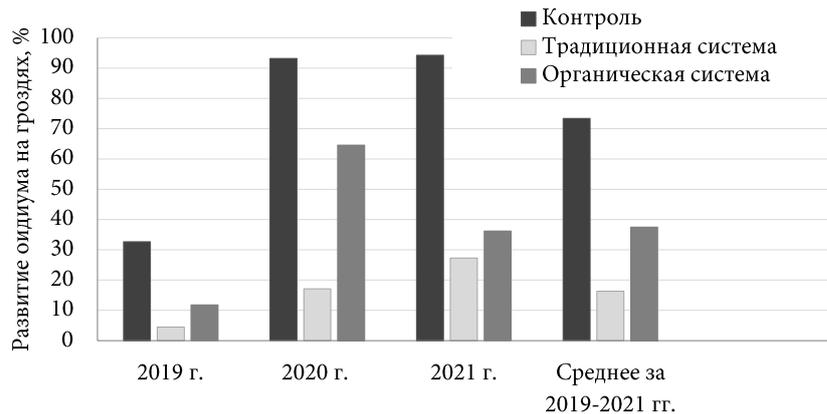


Рис. 1. Интенсивность развития оидиума на гроздях винограда сорта Бастардо магарачский, филиал Ливадия – АО «ПАО «Массандра», 2019–2021 гг.

Fig. 1. Intensity of oidium development on bunches of grape variety 'Bastardo Magarachskiy', Livadiya branch - FSUE PJSC Massandra, 2019–2021

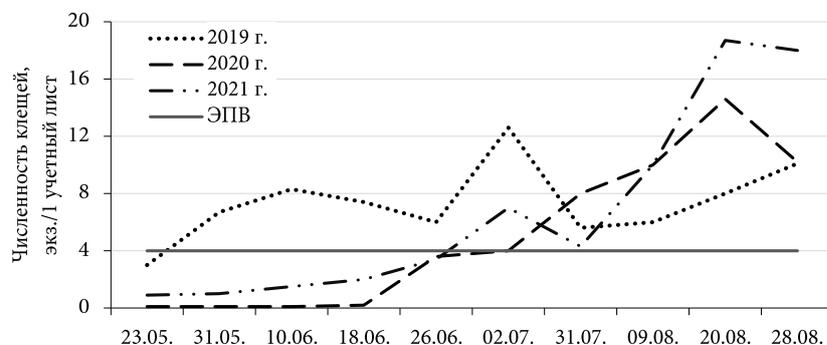


Рис. 2. Сезонная динамика численности паутинных клещей на ЮБК в контроле за период исследования, сорт Бастардо магарачский, 2019–2021 гг.

Fig. 2. Seasonal dynamics in the number of spider mites on the South Coast of Crimea in control variant during the study period, 'Bastardo Magarachskiy' variety, 2019–2021

условлены метеорологическими условиями сезона вегетации. В период исследования в контроле отмечали 1–2 пика численности вредителя в начале июля или в середине августа (рис. 2).

Эффективность исследуемой органической системы защиты от паутинных клещей составила 47,9, 66,7 и 64,3 % в 2019, 2020 и 2021 гг. соответственно. При этом исследуемые препараты «СЛОКС-Эко-Артемия», «СЛОКС-Эко» в комбинировании с серой Тиовит Джет, ВДГ (в 2021 г.) сдерживали численность целевого вида (паутинных клещей) на уровне ЭПВ в период проведения исследования. Среднее значение численности вредителя во время пика своего развития на фоне органической системы защиты, рассчитанное за период 2019–2021 гг., превышало ЭПВ в 2 раза (8,1 экз./учетный лист), в то время как в контроле – в 4 раза (16,3 экз./учетный лист) (табл. 2).

Включение серы Тиовит Джет, ВДГ, фунгицида с акарицидным эффектом, согласно характеристикам, заявленным производителем, в систему защиты в 2021 г. сдерживало численность клещей во время пика развития популяции на уровне порогового значения (не более 5 экз./учетный лист), значительно не

Таблица 2. Характеристика видовой разнообразия артроподокомплекса в различных условиях выращивания винограда, ЮБК, сорт Бастардо магарачский, филиал Ливадия – АО «ПАО «Массандра», 2019–2021 гг.**Table 2.** Characteristics of species diversity of arthropodocomplex in different grape growing conditions, South Coast of Crimea, 'Bastardo Magarachskiy' variety, Livadia branch - FSUE PJSC Massandra, 2019–2021

Схема защиты от паутинных клещей и оидиума	Средняя численность паутинных клещей во время пика развития в контроле (экз./учетный лист) / эффективность (%)*	Коэффициент видового разнообразия, H/видовое богатство, S	Индекс доминирования, D	Доля хищника (%)
2019 г.				
Органическая система защиты	12,4 / 47,9	1,6 / 15	0,5	8
Контроль	16,3 / -	1,7 / 14	0,3	14,2
Традиционная система защиты	3,0 / 42,9	1,3 / 12	0,6	11,7
2020 г.				
Органическая система защиты	7,0 / 66,7	2,0 / 14	0,2	36,7
Контроль	14,1 / -	1,7 / 12	0,3	20
Традиционная система защиты	1,7 / 93,6	1,8 / 10	0,2	27,4
2021 г.				
Органическая система защиты	5,0 / 64,3	1,6 / 12	0,3	33,1
Контроль	18,7 / -	1,4 / 10	0,4	22,0
Традиционная система защиты	2,1 / 97,9	0,9 / 8	0,5	20,1
Среднее значение за 2019–2021 гг.				
Органическая система защиты	8,1 / 59,6	1,7 / 13,7	0,3	26
Контроль	16,3 / -	1,6 / 12,0	0,3	18,7
Традиционная система защиты	2,3 / 78,1	1,3 / 10,3	0,3	19,7

Примечание: *биологическую эффективность рассчитывали по численности клещей во второй половине августа

снижая видовое разнообразие и долю хищников в артроподокомплексе.

По результатам исследования проведена эколого-фаунистическая оценка действия органической системы защиты с применением препаратов «СЛОКС-Эко» и «СЛОКС-Эко-Артемия» на паутинных клещей, а также на нецелевые виды в структуре артроподокомплекса, определяющие видовое разнообразие винограда, и сравнение с традиционной системой защиты и контролем.

За период проведения исследования идентифицировано 23 вида из 16 семейств, связанных с виноградным растением. Нецелевые виды представлены комплексом растительноядных и хищных видов клещей и насекомых, полифагов и монофагов, обитающих на винограде и связанных трофическими ассоциациями с виноградным растением или с прикрепленными к нему видами. Паутинные клещи являются доминирующими фитофагами и основным кормовым объектом для хищников, определяя облик артроподокомплекса. Известно, что чем выше видовое разнообразие, тем больше и разнообразнее пищевые связи и устойчивее экосистема [35]. По результатам проведенного исследования, на фоне применения органической системы защиты видовое богатство S (число видов), доля хищников и коэффициент видового разнообразия (H) в

среднем выше, чем в контроле или на эталонном варианте традиционной (химической) системы защиты (табл. 2). Ограничение численности целевого вида (паутинных клещей) на варианте с органической системой защиты снижает конкуренцию среди растительноядных видов, увеличивая их видовое разнообразие и, соответственно, разнообразие многоядных хищников. При сравнении между собой артроподокомплексов на органическом, варианте с традиционной системой защиты и в контроле коэффициент Жаккара (K_j), характеризующий степень сходства сообществ, составил 0,4, что свидетельствует о невысоком сходстве фаун. Индекс доминирования в среднем одинаков на всех вариантах (0,3), что свидетельствует о невысокой степени доминирования одного вида.

Доля хищных видов в структуре артроподокомплекса на фоне химической защиты колеблется в пределах 11,7–27,4 % и сопоставима с данными в контрольном варианте, что свидетельствует о селективном действии применяемых акарицидов.

Таким образом, превентивное применение исследуемых препаратов «СЛОКС-Эко», «СЛОКС-эко-Артемия», в т.ч. в комбинации с серой Тиовит Джет, ВДГ с начала сезона вегетации каждые 7–10 дней в органической системе защиты, существенно не влияя на эколого-фаунистические показатели, позволяет

сдерживать развитие паутиных клещей в течение сезона вегетации, сохранять полезную фауну и общее видовое разнообразие. Данная система может быть альтернативой традиционной системе защиты с применением химических средств, тем самым сокращая пестицидный фон на сельскохозяйственных землях, расположенных в курортном регионе страны, а также вблизи прибрежных водоохраных территорий.

Выводы

Экспериментально установлено, что в условиях ЮБК превентивное применение каждые 7–10 дней хитозансодержащего препарата «СЛОКС-эко-Артемия» и препарата растительного происхождения «СЛОКС-Эко» в органической системе защиты винограда на фоне среднего уровня развития оидиума в контроле снижает интенсивность развития болезни в 2,8 раза, биологическая эффективность – 63,9 %. При эпифитотии оидиума исследуемый препарат не обеспечивает высокую эффективность (30,7 %), но может быть применен в комбинации с серой. Так, включение серы Тиовит Джет, ВДГ, 6,0 кг/га, 5-кратно, в систему защиты позволяет снизить интенсивность развития оидиума в 2,6 раза по сравнению с контролем до 36,2 %, и повысить эффективность защиты до 61,6 %.

Превентивное применение исследуемых препаратов с начала сезона вегетации в органической системе защиты винограда позволяет сдерживать развитие паутиных клещей в течение сезона вегетации, сохранять полезную фауну и общее видовое разнообразие без существенного влияния на эколого-фаунистические показатели. Биологическая эффективность изучаемой системы защиты составила 47,9–66,7 %.

Препараты хитозана, как действующего вещества, являются перспективными для изучения и применения в органическом виноградарстве.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0022.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0022.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Раджабов А.К., Щеголихина Т.А., Мишунов Н.П., Волков Я.А., Коршунов С.А. Инновационные технологии производства продукции органического виноградарства и виноделия. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2023:1-84.
2. Кощаев А.Г., Дорошенко Т.Н., Петрик Г.Ф., Рязанова Л.Г., Странишевская Е.П., Волков Я.А., Асатурова А.М., Исмаилов В.Я., Балахнина И.В., Агасьева И.С., Воробьев В.Ф., Коршунов С.А., Любowedская А.А., Селиванов В.Г., Коноваленко Л.Ю. Развитие органического садоводства. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2020:1-64.
3. Коршунов С.А., Любowedская А.А., Асатурова А.М., Исмаилов В.Я., Коноваленко Л.Ю. Органическое сельское хозяйство: инновационные технологии, опыт, перспективы. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2019:1-92.
4. Перспективы рынка органической продукции (Organicfoods) в России. http://www.agroyug.ru/page/item/_id-5292/ (дата обращения: 09.02.2024)
5. Ермоленко В.П., Ермоленко О.Д., Богданова Р.М. Экологизация АПК России как основа эколого-экономической эффективности хозяйствования // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019;4(36):203-219. DOI 10.31774/2222-1816-2019-4-203-219.
6. Мироненко О.В. Органический рынок России: итоги и перспективы // Мясные технологии. 2017;8(176):38-43.
7. Аблаев Р.Р., Абрамова Л.С., Аблаев А.Р. Современные тенденции развития виноградарства и виноделия в агропромышленном комплексе Российской Федерации // Международный сельскохозяйственный журнал. 2023;66(2):748-765. DOI 10.55186/25876740_2023_7_2_20.
8. Павлов А.Ю., Кудрявцев А.А. Ключевые элементы региональных программ развития органического хозяйства // International Agricultural Journal. 2023;66(6):2298-2317. DOI 10.55186/25876740_2023_7_6_26.
9. Willer H., Lernoud J., Kemper L. The world of organic agriculture 2019: summary. FiBL & IFOAM – Organics International. 2019:1-351.
10. Учебное пособие по органическому сельскому хозяйству. Сост.: Гомес И., Тивант Л. Будапешт: ФАО. 2017:1-120.
11. Willer H., Trávníček J., Meier C., Schlatter B. The world of organic agriculture 2022. Latest statistics about organic agriculture worldwide. Frick: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). 2022:1-33.
12. Защита виноградной лозы от основных болезней и вредителей в экологическом виноградарстве: практическое руководство. Frick: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). 2012:1-20.
13. Шванская И.А. Проблемы и перспективы развития органического сельского хозяйства в России // Наука в центральной России. 2014;3(9):36-41.
14. French Phoebe. Global organic wine consumption to hit one billion bottles by 2023. <https://www.thedrinksbusiness.com/2019/12/global-organic-wine-consumption-to-hit-one-billion-bottles-by-2023/> (дата обращения: 12.12.2019).
15. Ehi-Eromosele C.O., Nwinyi O.C., Ajan O.O. Integrated pest management. Weed and Pest Control. 2013:105-115. DOI 10.5772/54476.
16. Балыкина Е.Б., Ягодинская Л.П. Динамика соотношения фитофагов и изменения таксономической структуры энтомоакарокомплекса яблоневых агроценозов Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2019;148:143-154. DOI 10.25684/NBG.scbok.148.2019.15.
17. Галкина Е.С., Алейникова Н.В., Шапоренко В.Н., Андреев В.В. Современные фунгициды в защите винограда от оидиума // Актуальные проблемы и перспективы интегрированной защиты плодовых, декоративных и лесных культур. 2020:38-42.
18. Петров В.С., Красильников А.А., Руссо Д.Э., Ненько Н.И. Ростовые и физиологические процессы, продуктивность и качество винограда при различных режимах минерального питания // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017;45(3):65-75.
19. Ghiglieno I., Carlin S., Cola G., Vrhovsek U., Valenti L., Garcia-Aloy M., Mattivi F. Impact of meteorological conditions, canopy shading and leaf removal on yield, must quality, and norisoprenoid compounds content in Franciacorta sparkling wine. Frontiers in Plant Science. 2023;14:1125560.
20. Перечень средств производства для применения в системе органического и биологизированного земледелия на основе международных стандартов органического сельского

- хозяйства. <https://soz.bio/wp-content/uploads/2021/01/perechen-5-redakciya-2023-compressed-2.pdf> (дата обращения: 08.02.2024).
21. Varlamov V.P., Il'ina A.V., Shagdarova B.T., Lunkov A.P., Mysyakina I.S. Chitin/chitosan and its derivatives: fundamental problems and practical approaches. M.: Biochemistry. 2020;85:154-176. DOI 10.1134/S0006297920140084.
 22. Баданова Е.Г., Давлетбаев И.М., Сироткин А.С. Препараты на основе хитозана для сельского хозяйства // Вестник Технологического университета. 2016;19(16):89-95.
 23. Fei Liu X., Lin Guan Y., Zhi Yang D., Li Z., De Yao K. Antibacterial action of chitosan and carboxymethylated chitosan. Journal Of Applied Polymer Science. 2001;79(7):1324-1335. DOI 10.1002/1097-4628(20010214)79:7<1324::AID-APP210>3.0.CO;2-L.
 24. Goy R.C., Britto D.D., Assis O.B. A review of the antimicrobial activity of chitosan. Polímeros. 2009;19:241-247. DOI 10.1590/S0104-14282009000300013.
 25. Soares B., Barbosa C., Oliveira M.J. Chitosan application towards the improvement of grape vine performance and wine quality. Ciência e Técnica Vitivinícola. 2023;38(1):43-59. DOI 10.1051/ctv/ctv20233801043.
 26. Volkov Ya., Stranishvskaya E., Volkova M., Matveikina E. Experience of the organic vineyard protection system in Piedmont Crimea. AIP Conference Proceedings. 2023:020051-1-020051-5. DOI 10.1063/5.0140732.
 27. Странишевская Е.П., Волков Я.А., Волкова М.В., Матвейкина Е.А., Шадура Н.И., Володин В.А. Система защиты и технологические аспекты производства органического винограда в условиях Южного берега Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(4):336-343. DOI 10.35547/IM.2020.97.47.009.
 28. Методические указания по регистрационным испытаниям пестицидов в части биологической эффективности. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2019:1-80.
 29. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BVCH Monograph. Edited by Uwe Meier. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. 2001:1-158.
 30. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. СПб. 2009:1-321.
 31. Дунаев Е.А. Методы эколого-энтомологических исследований. М: МосгорСЮН. 1997:1-44.
 32. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
 33. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБРАН. 2003:1-463.
 34. Долженко В.И., Сухорученко Г.И., Буркова Л.А., Лаптиев А.Б., Лысов А.К., Алейникова Н.В., Алехин В.Т., Асякин Б.П., Бабич Н.В., Балькина Е.Б., Белых Е.Б., Боровикова Н.А., Бугаева Л.Н., Васильева Т.И., Глазунова Н.Н., Дердиев И.Т., Долженко О.В., Долженко Т.В., Иванов С.Г., Иванова Г.П., Карпун Н.Н., Коренюк Е.Ф., Кудрявцев Н.А., Макаренко В.И., Мартынушкин А.Н., Мацюк Л.В., Намумович О.Н., Никулина Л.И., Новичков О.Ю., Переверзев Д.С., Подгорная М.Е., Прах С.В., Радионовская Я.Э., Силаев А.И., Старостин А.А., Филипчук О.Д., Фокша В.А., Хилевский В.А., Черкезова С.Р., Чурикова В.Г., Юрченко Е.Г., Яковлев А.А. Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, акарицидов, феромонов, моллюскоцидов и родентицидов в растениеводстве: информ. изд. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2022:1-508.
 35. Павлюшин В.А., Вилкова Н.А., Сухорученко Г.И., Нефедова Л.И. Функционирование агробиоценозов и типы их отклика на антропогенные воздействия // Вестник защиты растений. 2016;4(90):5-18.

References

1. Radzhabov A.K., Shchegolikhina T.A., Mishurov N.P., Volkov Ya.A., Korshunov S.A. Innovative technologies for the production of organic viticulture and winemaking products. M.: FSBSI Rosinformagrotekh. 2023:1-84 (in Russian).
2. Koshchayev A.G., Doroshenko T.N., Petrik G.F., Ryazanova L.G., Stranishvskaya E.P., Volkov Ya.A., Asaturova A.M., Ismailov V.Ya., Balakhnina I.V., Agas'eva I.S., Vorob'ev V.F., Korshunov S.A., Lyubovedskaya A.A., Selivanov V.G., Konovalenko L.Yu. The development of organic gardening. M.: FSBSI Rosinformagrotekh. 2020:1-64 (in Russian).
3. Korshunov S.A., Lyubovedskaya A.A., Asaturova A.M., Ismailov V.Ya., Konovalenko L.Yu. Organic agriculture: innovative technologies, experience, prospects. M.: FSBSI Rosinformagrotekh. 2019:1-92 (in Russian).
4. Prospects of the organic products market (Organicfoods) in Russia. http://www.agroyug.ru/page/item/_id-5292/ (date of access: 09.02.2024) (in Russian).
5. Ermolenko V.P., Ermolenko O.D., Bogdanova R.M. The greening of Russian agro-industrial complex as the basis for ecological and economic efficiency of farming. Scientific Journal of Russian SRI of Melioration Problems. 2019;4(36):203-219. DOI 10.31774/2222-1816-2019-4-203-219 (in Russian).
6. Mironenko O.V. The organic market of Russia: results and prospects. Meat technologies. 2017;8(176):38-43 (in Russian).
7. Ablaev R.R., Abramova L.S., Ablaev A.R. Modern trends in the development of viticulture and winemaking in the agro-industrial complex of the Russian Federation. International Agricultural Journal. 2023;66(2):748-765. DOI 10.55186/25876740_2023_7_2_20 (in Russian).
8. Pavlov A.Yu., Kudryavtsev A.A. Key elements of regional programs for the development of organic agriculture. International Agricultural Journal. 2023;66(6):2298-2317. DOI 10.55186/25876740_2023_7_6_26 (in Russian).
9. Willer H., Lernoud J., Kemper L. The world of organic agriculture 2019: summary. FiBL & IFOAM - Organics International. 2019:1-351.
10. A textbook on organic agriculture. Comp. by Ilka Gomez and Lisa Tivat. Budapest: FAO. 2017:1-120 (in Russian).
11. Willer H., Trávníček J., Meier C., Schlatter B. The world of organic agriculture 2022. Latest statistics about organic agriculture worldwide. Frick: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). 2022:1-33.
12. Protecting the vine from major diseases and pests in ecological viticulture: a practical guide. Frick: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL). 2012:1-20 (in Russian).
13. Shvanskaya I.A. Problems and prospects of organic agriculture development in Russia. Science in the Central Russia. 2014;3(9):36-41 (in Russian).
14. French Phoebe. Global organic wine consumption to hit one billion bottles by 2023. <https://www.thedrinksbusiness.com/2019/12/global-organic-wine-consumption-to-hit-one-billion-bottles-by-2023/> (date of access: 12.12.2019).
15. Ehi-Eromosele C.O., Nwinyi O.C., Ajan O.O. Integrated pest management. Weed and Pest Control. 2013:105-115. DOI 10.5772/54476.
16. Balykina E.B., Yagodinskaya L.P. Dynamics of the ratio of phytophagans and changes in the taxonomic structure of entomoacarocomplex of apple agrocenoses of the Crimea. Collection of scientific works of SNBG. 2019;148:143-154. DOI 10.25684/NBG.scbook.148.2019.15 (in Russian).

17. Galkina E.S., Aleynikova N.V., Shaporenko V.N., Andreev V.V. Modern fungicides in the protection of grapes from oidium. Actual Problems and Prospects of Integrated Protection of Fruit, Ornamental and Forest Crops. 2020:38-42 (*in Russian*).
18. Petrov V., Krasilnikov A., Russo D., Nenko N. Growth and physiological processes, efficiency and grapes quality in the various modes of mineral nutrition. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2017;45(3):65-75 (*in Russian*).
19. Ghiglieno I., Carlin S., Cola G., Vrhovsek U., Valenti L., Garcia-Aloy M., Mattivi F. Impact of meteorological conditions, canopy shading and leaf removal on yield, must quality, and norisoprenoid compounds content in Franciacorta sparkling wine. *Frontiers in Plant Science*. 2023;14:1125560.
20. The list of means of production for the use in the system of organic and biologized agriculture based on international standards of organic agriculture. <https://soz.bio/wp-content/uploads/2021/01/perechen-5-redakciya-2023-compressed-2.pdf> (date of access: 08.02.2024) (*in Russian*).
21. Varlamov V.P., Il'ina A.V., Shagdarova B.T., Lunkov A.P., Mysyakina I.S. Chitin/chitosan and its derivatives: fundamental problems and practical approaches. M.: Biochemistry. 2020;85:154-176. DOI 10.1134/S0006297920140084.
22. Badanova E.G., Davletbayev I.M., Sirotkin A.S. Chitosan-based preparations for agriculture. *Bulletin of the Technological University*. 2016;19(16):89-95 (*in Russian*).
23. Fei Liu X., Lin Guan Y., Zhi Yang D., Li Z., De Yao K. Antibacterial action of chitosan and carboxymethylated chitosan. *Journal Of Applied Polymer Science*. 2001;79(7):1324-1335. DOI 10.1002/1097-4628(20010214)79:7<1324::AID-APP210>3.0.CO;2-L.
24. Goy R.C., Britto D.D., Assis O.B. A review of the antimicrobial activity of chitosan. *Polímeros*. 2009;19:241-247. DOI 10.1590/S0104-14282009000300013.
25. Soares B., Barbosa C., Oliveira M.J. Chitosan application towards the improvement of grape vine performance and wine quality. *Ciência e Técnica Vitivinícola*. 2023;38(1):43-59. DOI 10.1051/ctv/ctv20233801043.
26. Volkov Ya., Stranishevskaya E., Volkova M., Matveikina E. Experience of the organic vineyard protection system in Piedmont Crimea. AIP Conference Proceedings. 2023:020051-1-020051-5. DOI 10.1063/5.0140732.
27. Stranishevskaya E.P., Volkov Ya.A., Volkova M.V., Matveikina E.A., Shadura N.I., Volodin V.A. System of protection and technological aspects of organic grape production in conditions of the South Coast of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(4):336-343. DOI 10.35547/IM.2020.97.47.009 (*in Russian*).
28. Guidelines for registration tests of pesticides in terms of biological efficacy. M.: FSBSI Rosinformagrotekh. 2019:1-80 (*in Russian*).
29. Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph. Edited by Uwe Meier. Federal Biological Research Centre for Agriculture and Forestry. 2001:1-158.
30. Guidelines for registration tests of fungicides in agriculture. St. Petersburg. 2009:1-321 (*in Russian*).
31. Dunayev E.A. Methods of ecological and entomological research. M.: MosgorSYuN. 1997:1-44 (*in Russian*).
32. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (*in Russian*).
33. Shitikov V.K., Rozenberg G.S., Zinchenko T.D. Quantitative hydroecology: methods of system identification. Tolyatti: IEV-BRAN. 2003:1-463 (*in Russian*).
34. Dolzhenko V.I., Sukhoruchenko G.I., Burkova L.A., Lap-tiev A.B., Lysov A.K., Aleinikova N.V., Alekhin V.T., Asyakin B.P., Babich N.V., Balykina E.B., Belykh E.B., Borovikova N.A., Bugayeva L.N., Vasil'eva T.I., Glazunova N.N., Deor-diev I.T., Dolzhenko O.V., Dolzhenko T.V., Ivanov S.G., Ivanova G.P., Karpun N.N., Korenyuk E.F., Kudryavtsev N.A., Makarenko V.I., Martynushkin A.N., Matsyuk L.V., Naumov-ich O.N., Nikulina L.I., Novichkov O.Yu., Pereverzev D.S., Podgornaya M.E., Prakh S.V., Radionovskaya Ya.E., Silayev A.I., Starostin A.A., Filipchuk O.D., Foksha V.A., Khilevskiy V.A., Cherkezova S.R., Churikova V.G., Yurchenko E.G., Ya-kovlev A.A. Guidelines for registration tests of insecticides, acaricides, pheromones, molluscicides and rodenticides in crop production. M.: FSBSI Rosinformagrotekh. 2022:1-508 (*in Russian*).
35. Pavlyushin V.A., Vilkovaly N.A., Sukhoruchenko G.I., Nefedova L.I. Functioning of agrobiocenoses and types of their response to anthropogenic impacts. *Plant Protection News*. 2016;4(90):5-18 (*in Russian*).

Информация об авторах

Елена Павловна Странишевская, д-р с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотр., зав. лабораторией органического виноградарства; e-мэйл: stranishevskayaelena@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2840-5638>;

Яков Александрович Волков, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории органического виноградарства; e-мэйл: troglobiont@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8976-4979>;

Марина Вячеславовна Волкова, канд. биол. наук, науч. сотр. лаборатории органического виноградарства; e-мэйл: frog_marisha@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9237-5410>;

Елена Алексеевна Матвейкина, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории органического виноградарства; e-мэйл: holen-19@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9109-7394>;

Надежда Ивановна Шадура, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории органического виноградарства; e-мэйл: shadura-82@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8365-0521>;

Виталий Александрович Володин, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории органического виноградарства; e-мэйл: vitaliivolodin1988@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2842-6092>.

Information about authors

Elena P. Stranishevskaya, Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Head of the Laboratory of Organic Viticulture; e-mail: stranishevskayaelena@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2840-5638>;

Yakov A. Volkov, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Organic Viticulture; e-mail: troglobiont@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8976-4979>;

Marina V. Volkova, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Organic Viticulture; e-mail: frog_marisha@list.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9237-5410>;

Elena A. Matveikina, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Organic Viticulture; e-mail: holen-19@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9109-7394>;

Nadezhda I. Shadura, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Organic Viticulture; e-mail: shadura-82@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8365-0521>;

Vitaliy A. Volodin, Cand. Agric. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Organic Viticulture; e-mail: vitaliivolodin1988@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2842-6092>.

Статья поступила в редакцию 13.03.2024, одобрена после рецензии 05.04.2024, принята к публикации 20.05.2024.

УДК 634.852:663.221/.223
EDN MOWEWH

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Оценка физико-химических показателей селекционных и аборигенных сортов винограда для производства красных игристых вин

Шмигельская Н.А.[✉], Макаров А.С., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А.

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

[✉]nata-ganaj@yandex.ru

Аннотация. Формирование отечественной сырьевой базы является одним из ключевых факторов производства высококачественной и конкурентоспособной винопродукции, в том числе и игристых вин. При производстве вин разных типов особое внимание отечественными и зарубежными учеными уделяется использованию устойчивых к биотическим и абиотическим факторам селекционных и аборигенных сортов винограда. При этом недостаточно сведений об отличительных технологических показателях данных сортов винограда, что затрудняет выпуск высококачественной винопродукции. В результате исследований установлены значимые показатели винограда (массовые концентрации титруемых кислот, белков, полисахаридов, содержание фенольных и красящих веществ в сусле без контакта с мезгой, содержание фенольных веществ в сусле после экстракции мезги в течение 4 ч, технологический запас фенольных веществ), дифференцирующие его по происхождению и характеризующие его технологический потенциал. Проведен сравнительный анализ аборигенных и селекционных сортов винограда с классическими сортами, традиционно применяемыми в производстве игристых вин. Определены отклонения критериальных технологических показателей аборигенных и селекционных сортов винограда, которые необходимо учитывать при подборе технологии их переработки, что позволит производить игристые вина высокого качества.

Ключевые слова: виноград; сусло; технологические показатели; углеводно-кислотный комплекс; фенольные вещества; игристые вина.

Для цитирования: Шмигельская Н.А., Макаров А.С., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А. Оценка физико-химических показателей селекционных и аборигенных сортов винограда для производства красных игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):154-159. EDN MOWEWH.

ORIGINAL RESEARCH

Assessment of physicochemical indicators of selected and aboriginal grape varieties for the production of red sparkling wines

Shmigelskaia N.A.[✉], Makarov A.S., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A.

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

[✉]nata-ganaj@yandex.ru

Abstract. The formation of a domestic base of raw materials is one of the key factors in high-quality and competitive wine production, including sparkling wines. In the production of different types of wines, special attention is paid by national and international scientists to the use of selected and aboriginal grape varieties that are resistant to biotic and abiotic factors. At the same time, there is insufficient information about distinctive technological indicators of these grape varieties, which makes it difficult to produce high-quality wines. As a result of the research, significant indicators of grapes were established (mass concentrations of titratable acids, proteins, polysaccharides, content of phenolic and coloring substances in the must without the contact with pulp, content of phenolic substances in the must after pulp extraction for 4 hours, technological reserve of phenolic substances), grading them by origin, and characterizing their technological potential. A comparative analysis of aboriginal and selected grape varieties with classical ones traditionally used in the production of sparkling wines was carried out. Deviations of the criterion technological indicators of aboriginal and selected grape varieties, which must be taken into account when selecting their processing technology, were determined, allowing the production of high-quality sparkling wines.

Key words: grapes; must; technological indicators; carbohydrate-acid complex; phenolic substances; sparkling wines.

For citation: Shmigelskaia N.A., Makarov A.S., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A. Assessment of physicochemical indicators of selected and aboriginal grape varieties for the production of red sparkling wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):154-159. EDN MOWEWH (in Russian).

Введение

Виноградарство и виноделие в России занимают особое место в агропромышленном комплексе, являются бюджетонаполняющими отраслями и имеют государственную поддержку в форме принятого в 2020 г. Федерального закона № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации»

и разработке в настоящее время Стратегии развития виноградарства и виноделия до 2050 г., основными задачами которых является развитие производства отечественной высококачественной продукции. Однако для производства конкурентоспособной винопродукции, в том числе и игристых вин, требуется формирование устойчивой сырьевой базы [1-3] с учетом почвенно-климатических условий произрастания винограда [4-6], что является одной из стратегических задач развития отрасли. В последние годы

© Шмигельская Н.А., Макаров А.С., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А., 2024

производители винопродукции при закладке собственных виноградников определенным интерес проявляют к селекционным сортам винограда (в связи с их высокой урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным факторам среды) и аборигенным сортам винограда (в связи с проявлением при их применении оригинальных органолептических характеристик в готовой продукции).

В направлении научного обоснования применения отдельных селекционных и аборигенных сортов винограда проведены исследования отечественными и зарубежными учеными, позволяющие выделить перспективные сорта для производства тихих вин [7-11], игристых вин [12-14], коньяков [15-16]. Однако использование более широкого перечня аборигенных и селекционных сортов винограда обуславливает проведение всесторонних исследований для определения возможности их применения в производстве разной винодельческой продукции.

Как отмечает ряд авторов [17-19], одной из особенностей аборигенных и селекционных сортов винограда, в сравнении с классическими сортами, является накопление в виноградной ягоде различных компонентов, выполняющих защитную роль и обеспечивающих их стрессоустойчивость к неблагоприятным факторам среды, при этом на качество продукции данный факт может отразиться как положительно, так и отрицательно. В связи с этим для каждого типа винопродукции проводится поиск значимых технологических показателей винограда данных сортов, позволяющих сформировать прогнозируемое качество готовой продукции [15, 20-22]. Однако фрагментарный характер и недостаток сведений об отличительных физико-химических показателях аборигенных и селекционных сортов винограда, используемых в производстве игристых вин, знание которых позволит направленно подбирать технологию переработки винограда для выработки высококачественной винопродукции, обуславливают актуальность проводимых исследований. В связи с этим **целью работы** являлось выявление отличительных технологических показателей аборигенных и селекционных красных сортов винограда, оценка которых будет проводиться при производстве высококачественных игристых вин.

Объектами исследований были красные сорта винограда (98 партий) урожая 2018-2023 гг.: классические (Каберне Совиньон, Каберне фран, Пино фран, Мерло), аборигенные (Кокур красный, Кокур дес черный, Кефесия, Эким кара, Джават кара, Крона, Варюшкин, Светолистный, Бурый, Краснянский, Плечистик, Старый горюн, Шилохвостый, Марагинский черный, Казак изюм, Алый поздний, Гок ала), селекционные (Ай-Петри, Антей магарачский, Бастардо магарачский). Виноград произрастал в разных районах Крыма: с. Вилино (Бахчисарайский район); с. Морское и с. Солнечная долина (г. Судак). Уборка винограда осуществлялась вручную в стадии его технологической зрелости.

Методы исследований

Использовались общепринятые в энохимии и модифицированные методы анализа физико-химических показателей объектов исследований согласно [23]. Виноград и сусло анализировали по методике [24].

Поэтапно изучали физико-химические и биохимические показатели винограда и сусла. Определяли следующие показатели: массовую концентрацию сахаров (Мс) – ареометрическим методом; массовую концентрацию титруемых кислот (ТК) – потенциометрическим методом; активную кислотность (рН) – потенциометрическим методом; технологический запас фенольных веществ (ТЗ ФВ) – колориметрическим методом; массовую концентрацию фенольных веществ в сусле без контакта с мезгой (ФВисх.) – колориметрическим методом; массовую концентрацию красящих веществ в сусле без контакта с мезгой (КВисх.) – колориметрическим методом; монофенолмонооксигеназную (МФМО) и пероксидазную (П-ок) активности сусла – колориметрическим методом; массовую концентрацию фенольных веществ в сусле после его окисления в течение 1 ч (ФВок.) – колориметрическим методом; экстрагирующую (мацерирующую) способность сусла винограда (ФВмац.) – способность накопления фенольных при настаивании мезги в течение 4 ч при температуре 20-22°C – колориметрическим методом; экстрагирующую (мацерирующую) способность сусла винограда (КВмац.) – способность накопления красящих веществ при настаивании мезги в течение 4 ч при температуре 20-22 °C – колориметрическим методом; массовую концентрацию белков (Б) – методом Лоури – колориметрическим методом; массовую концентрацию полисахаридов (П) – колориметрическим методом; глюкоацидометрический показатель (ГАП) – расчетным способом ($ГАП = Мс/ТК$); показатель технической зрелости (ПТЗ) – расчетным способом ($ПТЗ = Мс \times рН^2$).

Эксперименты проводили в 3-кратной повторности. При обработке полученных данных применяли методы математической статистики (уровень достоверности $p < 0,05$) с использованием пакета программ Microsoft Excel и Statistica.

Обсуждение результатов

Технологическая оценка аборигенных, селекционных и классических сортов винограда показала достаточно широкие пределы углеводно-кислотного, фенольного и биополимерного комплексов в нем (табл. 1).

На первом этапе исследования были направлены на поиск физико-химических показателей, отражающих происхождение винограда. Для этого с помощью математической обработки технологических показателей винограда и сусла (Мс, ТК, рН, ТЗ ФВ, ФВисх., ФВок., ФВмац., КВисх., КВмац., ТЗ КВ, МФМО, П-ок, ГАП, ПТЗ, Б, П) посредством кластерного анализа построена дендрограмма (рис. 1).

Результаты анализа показывают, что изучаемые образцы винограда проявляют индивидуальные осо-

бенности, объединяясь попарно между собой и в группы.

На следующем этапе исследований был применен дискриминантный анализ, позволяющий выделить значимые (критериальные) показатели из массива экспериментальных данных, совокупный учет которых позволит дифференцировать изучаемые сорта по происхождению/типовой принадлежности (классические, селекционные, аборигенные).

При выявлении критериальных показателей оценивались значения лямбды Уилкса как индивидуально для каждого показателя, так и в системе. Для установленной системы показателей значение лямбды Уилкса составляло 0,13 при точности классификации 85,26 %. Дифференциация изучаемых сортов винограда представлена с помощью диаграммы рассеяния канонических значений (рис. 2).

В результате дискриминантного анализа определены значимые (критериальные) показатели, формирующие каждую группу сортов: ТК, ФВисх., ФВмац., КВисх., ТЗ ФВ, Б, П. Установлено отклонение средних значений показателей критериальных показателей аборигенных и селекционных сортов винограда от классических, отражающееся соответственно в пониженном содержании титруемых кислот (на 15,4 %; 4,6 %) и белков (на 47,5 %; 41,5 %), в повышенном содержании фенольных веществ при переработке винограда по-белому (на 86,4 %; 28,7 %), в т.ч. красящих веществ (23,5 %; 41,2 %), технологическом запасе фенольных веществ (на 12,1 %; 22,0 %), экстрагирующей способности фенольных веществ (на 32,9 %; 17,1 %), повышенном содержании полисахаридов (62,3 % и 73,5 %) (рис. 3).

Выводы

В результате исследований получены новые данные о физико-химических показателях аборигенных и селекционных сортов винограда. Выявлены значимые показатели винограда (ТК, ФВисх., КВисх., ФВмац., ТЗ ФВ, Б, П), дифференцирующие их на группы (при ошибке классификации равной 14,7 %, что свидетельствует о высокой степени достоверности результатов), учитывающие сортовые особенности винограда и характеризующие их технологический потенциал.

Установлены отклонения от-

Таблица 1. Диапазон (числитель) и среднее значение (знаменатель) показателей винограда

Table. 1. Range (numerator) and mean value (denominator) of grape indicators

Наименование показателя	Группа сортов		
	классические	аборигенные	селекционные
Мс, г/дм ³	170-240	171-243	173-250
	205	198	204
ТК, г/дм ³	5,1-9,1	3,9-7,5	5,0-10,0
	6,5	5,5	6,2
ФВисх., мг/дм ³	95-514	274-928	180-801
	338	630	435
ФВок., мг/дм ³	142-730	287-977	230-855
	339	617	430
ФВмац., мг/дм ³	228-883	352-1050	380-1119
	492	654	576
КВисх., мг/дм ³	3-59	3-284	6-276
	34	42	58
КВмац., мг/дм ³	8-111	11-379	17-344
	72	59	97
ТЗ КВ, мг/дм ³	215-741	252-1558	379-1532
	571	532	847
ТЗ ФВ, мг/дм ³	923-2961	1118-3375	1326-3237
	1885	2113	2299
Б, мг/дм ³	6-167	17-88	5-102
	118	62	69
П, мг/дм ³	11-548	274-834	355-610
	321	521	557
Активная кислотность (рН), ед.	3,0-3,6	3,1-3,9	3,0-3,8
	3,5	3,5	3,5
Ферментативная активность МФМО, усл. ед. *10 ⁻²	0,6-8,9	0,9-13,9	0,6-5,4
	4,1	4,8	2,5
Ферментативная активность П-ок, усл. ед. *10 ⁻²	0,2-1,5	0,2-2,9	0,3-1,8
	0,6	0,4	0,6
ПТЗ	150-382	172-331	172-331
	261	243	243
ГАП	1,6-7,1	2,3-7,3	1,3-5,8
	3,5	3,8	3,5

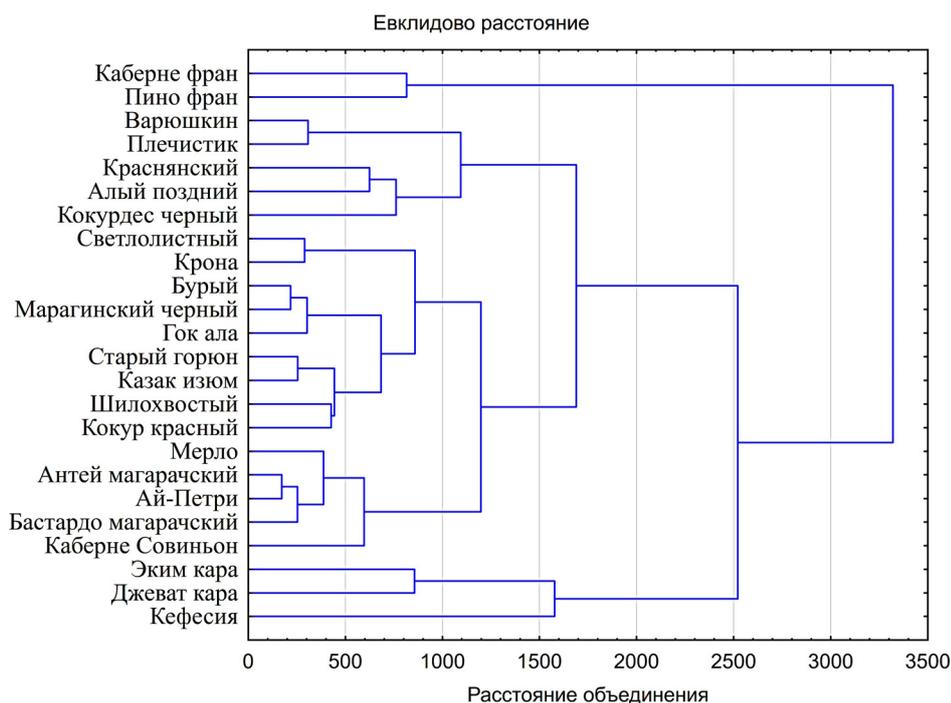


Рис. 1. Группировка сортов винограда по физико-химическим показателям
Fig. 1. Grouping of grape varieties according to physicochemical indicators

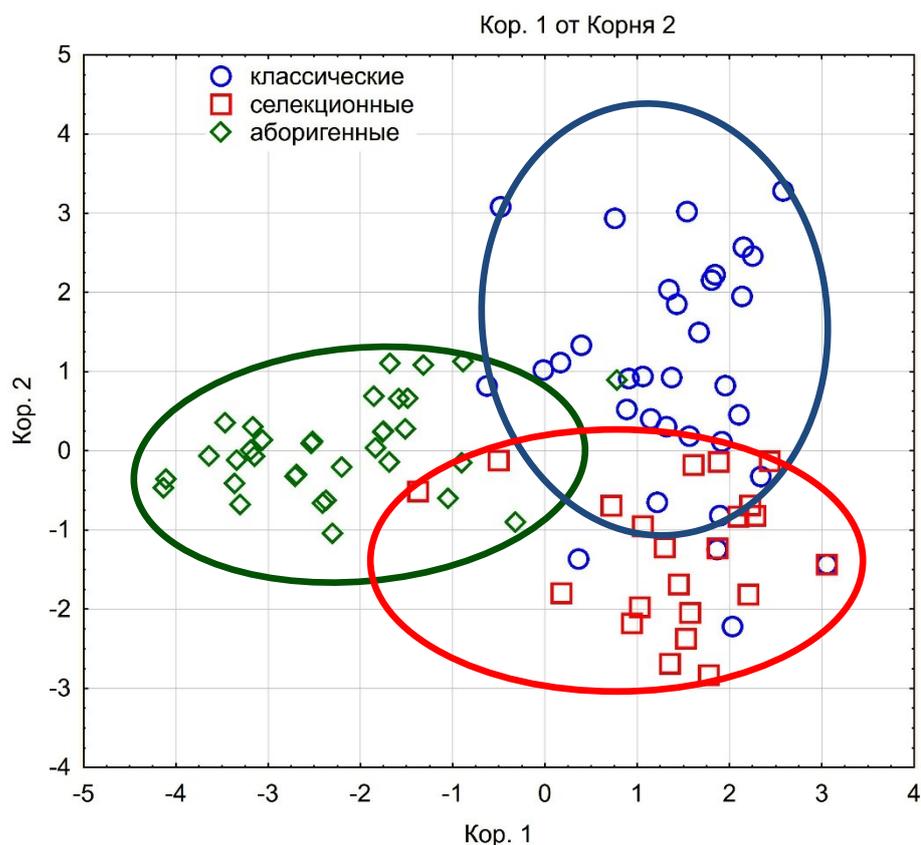


Рис. 2. Дифференцирование сортов винограда по показателям в зависимости от их типа

Fig. 2. Grading of grape varieties by indicators depending on their type



Рис. 3. Изменение показателей (в процентном выражении) аборигенных и селекционных сортов винограда в сравнении с классическими сортами

Fig. 3. Changes in the values of indicators (in percentage) of aboriginal and selected grape varieties in comparison with classical ones

личительных показателей аборигенных и селекционных сортов винограда в сравнении с классическими сортами, которые необходимо учитывать при подборе технологии их переработки, а также подборе приемов стабилизации против помутнений виноматериалов, в том числе используемых для производства игристых вин. Таким образом, системный подход к подбору сырья с учетом технологических особенностей сортов позволит производить игристые вина вы-

сокого качества.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FZNM-0022-0003.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FZNM-0022-0003.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Лиховской В.В., Чурсина О.А. Приоритетные задачи науки в области виноделия и пути их реализации // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2021;32:79-85. DOI 10.30679/2587-9847-2021-32-79-85.
2. Егоров Е.А., Шадрин Ж.А., Кочьян Г.А. Оценка состояния и перспективы развития виноградарства и питомниководства в Российской Федерации // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;61(1):1-15. DOI 10.30679/2219-5335-2020-1-61-1-15.
3. Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Слатья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А. Сравнительная характеристика красного винограда и виноматериалов из различных виноградо-винодельческих районов Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(1):60-65. DOI 10.34919/IM.2024.92.99.010.
4. Таран Н.Г., Пономарева И.Н. Влияние сорта винограда и зоны его произрастания на качество виноматериалов для белых игристых вин // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. 2013;4:241-249.
5. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю. Разработка системы показателей качества и технологических свойств в цепочке «виноград - сусло - виноматериал - вино», дифференцирующей вина Крыма по географическому происхождению // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;3(109):250-255. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.012.
6. Rodriguez-Muñiz G.M., Miranda M.A., Marin M.L. A time-resolved study on the reactivity of alcoholic drinks with the hydroxyl radical. *Molecules*. 2019;24(2),234. DOI 10.3390/molecules24020234.
7. Прах А.В., Трошин Л. П. Технологическая характеристика новейших селекционных сортов винограда КубГАУ // Виноделие и виноградарство. 2021;4:31-35.
8. 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;70:38-47. DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-38-47.
9. Frioni T., Romanini E., Pagani S., Del Zozzo F., Lambri M., Vercesi Al., 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;1-16. DOI 10.1155/2023/1482548.
 10. Kupe M., Ercisli S., Karatas N., Skrovankova S., Mlcek J., Ondrasova M., Snopek L. Some important food quality traits of autochthonous grape cultivars. *Journal of Food Quality*. 2021;1-8. DOI 10.1155/2021/9918529.
 11. Antolín M.C., Salinas E., Fernández A., Gogorcena Y., Pascual I., Irigoyen J.J., Goicoechea N. Prospecting the resilience of several Spanish ancient varieties of red grapes under climate change scenarios. *Plants*. 2022;11(21):2929. DOI 10.3390/plants11212929.
 12. Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В. Игристые вина из селекционных сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):269-277. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.011.
 13. Дроздова Т.А., Бирюков А.П. Исследование пенообразующей способности виноматериалов, произведенных из селекционных сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(1):53-56.
 14. 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.
 15. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Загоруйко В.А., Соловьева Л.М., Соловьев А.Е., Удод Е.Л., Мартыновская А.В., Ульяновцев С.О., Гаске З.И. Влияние сортовых особенностей винограда на качество и состав летучих веществ молодых коньячных дистиллятов. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(2):168-173. DOI 10.35547/IM.2019.21.2.018.
 16. Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Martynovskaya A.V., Prostack M.N. Evaluation of technological characteristics of Crimean native grape variety 'Shabash' for brandy production. *E3S Web of Conferences*. 2020;175:08007. DOI 10.1051/e3sconf/202017508007.
 17. Margaryan K., Töpfer R., Gasparyan B., Arakelyan A., Trapp O., Röckel F., Maul E. Wild grapes of Armenia: unexplored source of genetic diversity and disease resistance. *Frontiers in Plant Science*. 2023;14:1276764. DOI 10.3389/fpls.2023.1276764.
 18. Koufos G.C., Mavromatis T., Koundouras S., Fyllas N.M., Theocharis S., Jones G.V. Greek wine quality assessment and relationships with climate: trends, future projections and uncertainties. *Water*. 2022;14 (4):573. DOI 10.3390/w14040573.
 19. Агеева Н.М., Прах А.В., Аванесьянц Р.В. Исследование комплекса биополимеров в сусле и виноматериалах из белых и красных сортов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018;50(02):169-179. DOI 10.30679/2219-5335-2018-2-50-169-179.
 20. Fataliyev H., Lazgiyev Y., İmamgülyeva M., Haydarov E., Fataliyeva Sh., Huseynova Sh., Agayeva S., İsganderova S., Askarova A., Askarova İ. Comparative evaluation and studying of some indigenous and introduced red grape varieties. *Food Science and Technology*. 2023;17(2). DOI 10.15673/fst.v17i2.2595.
 21. Ostroukhova E., Levchenko S., Vasylyk I., Volynkin V., Lutkova N., Boyko V. Comparison of the phenolic complex of Crimean autochthonous and classic white-berry grape cultivars. *E3S Web of Conferences*. 2020;161(22):01059. DOI 10.1051/e3sconf/202016101059.
 22. Shmigelskaia N., Lutkov I., Maksimovskaia V., Sivochoub G., Timoshenko E. Special characteristics of technological indicators of white aboriginal grape varieties. *BIO Web of Conferences*. 2023;78:06005. DOI 10.1051/bioconf/20237806005.
 23. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. (2-е изд.). Симферополь: Таврида, 2009:1-304.
 24. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Гержикова В.Г., Загоруйко В.А. Новый подход к технологической оценке сортов винограда // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». Ялта. 2009;39:61-66.
- ### References
1. Likhovskoi V.V., Chursina O.A. Priority tasks of science in the field of winemaking and ways of their implementation. *Scientific Works of the North Caucasus Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking*. 2021;32:79-85. DOI 10.30679/2587-9847-2021-32-79-85 (in Russian).
 2. Egorov E.A., Shadrina Z.A., Kochyan G.A. Assessment of condition and development prospects of viticulture and nursery in the Russian Federation. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2020;61(1):1-15. DOI 10.30679/2219-5335-2020-1-61-1-15 (in Russian).
 3. Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Veslyutova A.V., Cherviak S.N., Slastyia E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A. Comparative characteristics of red grapes and base wines from various Crimean regions of viticulture and winemaking. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2024;26(1):60-65. DOI 10.34919/IM.2024.92.99.010 (in Russian).
 4. Taran N.G., Ponomariova I.N. Impact of grape varieties and the area of its growth on the quality of wine for white sparkling wines. *Scientific Works of the NCZSRIHV*. 2013;4:241-249 (in Russian).
 5. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu. Development of a system of indicators of quality and technological properties in the chain "grapes - must - wine material - wine" that differentiate Crimean wines by geographical origin. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(3):250-255. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.012 (in Russian).
 6. Rodriguez-Muñiz G.M., Miranda M.A., Marin M.L. A time-resolved study on the reactivity of alcoholic drinks with the hydroxyl radical. *Molecules*. 2019;24(2),234. DOI 10.3390/molecules24020234.
 7. Prakh A.V., Troshin L.P. Technological characteristics of the latest selection varieties of KubSAU grapes. *Winemaking and Viticulture*. 2021; 4:31-35 (in Russian).
 8. Initskaya 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).
 9. Frioni T., Romanini E., Pagani S., Del Zozzo F., Lambri M., Vercesi Al., 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;1-16. DOI 10.1155/2023/1482548.
 10. Kupe M., Ercisli S., Karatas N., Skrovankova S., Mlcek J., Ondrasova M., Snopek L. Some important food quality traits

- of autochthonous grape cultivars. *Journal of Food Quality*. 2021;1-8. DOI 10.1155/2021/9918529.
11. Antolín M.C., Salinas E., Fernández A., Gogorcena Y., Pascual I., Irigoyen J.J., Goicoechea N. Prospecting the resilience of several Spanish ancient varieties of red grapes under climate change scenarios. *Plants*. 2022;11(21):2929. DOI 10.3390/plants11212929.
 12. Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V. Sparkling wines from selection grape varieties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2022;24(3):269-277. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.011 (in Russian).
 13. Drozdova T.A., Biryukov A.P. A study of the foaming capacity of base wines produced from grapevine cultivars obtained by breeding. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(1):53-56 (in Russian).
 14. 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).
 15. Chursina O.A., Legasheva L.A., Zagorouiko V.A., Solovyova L.M., Solovyov A.E., Udod E.L., Martynovskaya A.V., Ulyantsev S.O., Gaske Z.I. The effect of grapevine varietal features on the quality and composition of volatile substances of young brandy distillates. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(2):168-173. DOI 10.35547/IM.2019.21.2.018 (in Russian).
 16. Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Martynovskaya A.V., Prostak M.N. Evaluation of technological characteristics of Crimean native grape variety 'Shabash' for brandy production. *E3S Web of Conferences*. 2020;175:08007. DOI 10.1051/e3sconf/202017508007.
 17. Margaryan K., Töpfer R., Gasparyan B., Arakelyan A., Trapp O., Röckel F., Maul E. Wild grapes of Armenia: unexplored source of genetic diversity and disease resistance. *Frontiers in Plant Science*. 2023;14:1276764. DOI 10.3389/fpls.2023.1276764.
 18. Koufos G.C., Mavromatis T., Koundouras S., Fyllas N.M., Theocharis S., Jones G.V. Greek wine quality assessment and relationships with climate: trends, future projections and uncertainties. *Water*. 2022;14 (4):573. DOI 10.3390/w14040573.
 19. Ageyeva N.M., Prakh A.V., Avanesyants R.V. Study of biopolymers complex in the must and winemaking materials from white and red grapes varieties. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2018;50:169-179. DOI: 10.30679 / 2219-5335-2018-2-50-169-179 (in Russian).
 20. Fataliyev H., Lazgiyev Y., İmamgülyeva M., Haydarov E., Fataliyeva Sh., Huseynova Sh., Agayeva S., İsgänderova S., Askarova A., Askarova İ. Comparative evaluation and studying of some indigenous and introduced red grape varieties. *Food Science and Technology*. 2023;17(2). DOI 10.15673/fst.v17i2.2595.
 21. Ostroukhova E., Levchenko S., Vasylyk I., Volynkin V., Lutkova N., Boyko V. Comparison of the phenolic complex of Crimean autochthonous and classic white-berry grape cultivars. *E3S Web of Conferences*. 2020;161(22):01059. DOI 10.1051/e3sconf/202016101059.
 22. Shmigelskaia N., Lutkov I., Maksimovskaia V., Sivochoub G., Timoshenko E. Special characteristics of technological indicators of white aboriginal grape varieties. *BIO Web of Conferences*. 2023;78:06005. DOI 10.1051/bioconf/20237806005.
 23. *Methods of technochemical control in winemaking*. Edited by Gerzhikova V.G. 2-nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
 24. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Gerzhikova V.G., Zagorouiko V.A. A new approach to the technological assessment of grape varieties. *Magarach. Collection of Scientific Works of the NIV&W*. 2009;39:61-66 (in Russian).

Информация об авторах

Наталья Александровна Шмигельская, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией игристых вин; e-мэйл: nata-ganaj@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>;

Александр Семёнович Макаров, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мэйл: makarov150@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>;

Игорь Павлович Лутков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории игристых вин, начальник отделения виноделия; e-мэйл: igorlutkov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>;

Виктория Алексеевна Максимовская, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мэйл: lazyrit@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2867-7510>;

Галина Владимировна Сивочуб, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мэйл: galina.sivochub@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5096-9520>;

Екатерина Александровна Тимошенко, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мэйл: catiuha2717@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7758-0478>.

Information about authors

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. Tech. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: makarov150@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>;

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>;

Viktoriya A. Maksimovskaia, Junior Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: lazyrit@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-2867-7510>;

Galina V. Sivochoub, Junior Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: galina.sivochub@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5096-9520>;

Ekaterina A. Timoshenko, Junior Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: catiuha2717@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-7758-0478>.

Статья поступила в редакцию 15.05.2024, одобрена после рецензии 20.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.

УДК 663.125
EDN ODZAPZ

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Влияние природных микробиомов дрожжей и *Lachancea thermotolerans* на качество красных сухих виноматериалов

Пескова И.В.[✉], Остроухова Е.В., Тампей И.К., Слатья Е.А.

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

[✉]bioxim2012@mail.ru

Аннотация. В последние годы актуализировались исследования по биогеографии вина – изучению географического распределения микроорганизмов виноградников и факторов, влияющих на состав микробиома. Идея микробного терруара заключается в том, что микроорганизмы виноградника уникальны, адаптированы к определенному сорту винограда, условиям его произрастания и способствуют формированию уникальных характеристик вин, вырабатываемых в определенной местности. Целью настоящей работы являлось изучение влияния природного консорциума микроорганизмов как самостоятельно, так и совместно с дрожжами *L. thermotolerans* на формирование химического состава красных сухих виноматериалов. Использовали природные консорциумы дрожжей, полученные с 2-х виноградников Каберне Совиньон; в качестве культуры сравнения принят штамм I-652 из ЦКП КМВ «Магарач». Органические кислоты определяли методом ВЭЖХ, анализ химического состава осуществляли с использованием методов, принятых в энологической практике. Выявлено, что использование последовательной инокуляции мезги дрожжами *L. thermotolerans* и природного консорциума микроорганизмов способствовало увеличению концентрации титруемых кислот в 2,9-4,8 раза, молочной (в 2,2-2,8 раза) и янтарной (в 1,2 раза) кислот, сложных эфиров (в 2,3-2,9 раза), снижению значений pH на 0,18-0,28 в сравнении с контролем. Количество образующей молочной кислоты и сложных эфиров в виноматериалах зависело от используемого штамма *L. thermotolerans* и от места произрастания винограда. Результаты органолептического анализа показали благоприятное влияние данных микроорганизмов на качество виноматериалов, дегустационная оценка которых составляла 7,7-7,8 балла. Полученные результаты показывают перспективность дальнейших исследований по использованию природных консорциумов микроорганизмов, в том числе совместно с *Saccharomyces*, в производстве вина.

Ключевые слова: *Lachancea thermotolerans*; Pied de cuve; органические кислоты; сложные эфиры; глицерин; альдегиды.

Для цитирования: Пескова И.В., Остроухова Е.В., Тампей И.К., Слатья Е.А. Влияние природных микробиомов дрожжей и *Lachancea thermotolerans* на качество красных сухих виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):160-166. EDN ODZAPZ

ORIGINAL RESEARCH

The effect of natural microbiomes of yeasts and *Lachancea thermotolerans* on the quality of dry red wines

Peskova I.V.[✉], Ostroukhova E.V., Tampey I.K., Slastya E.A.

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

[✉]bioxim2012@mail.ru

Abstract. In recent years, the research on biogeography of wine - the study of geographical distribution of microorganisms in vineyards, and factors influencing the composition of microbiome - takes an increasing importance. The idea of microbial terroir is that microorganisms of a vineyard are unique, adapted to a particular grape variety, and its growing conditions. They contribute to the formation of unique characteristics of wines produced in a particular area. The purpose of this work was to study the effect of a natural consortium of microorganisms, both independently and together with the yeast *L. thermotolerans*, on the formation of chemical composition of dry red wines. We used natural yeast consortia obtained from 2 'Cabernet Sauvignon' vineyards; the strain I-652 from the Center for Collective Use Collection of Winemaking Microorganisms Magarach was taken as a reference culture. Organic acids were determined using HPLC, chemical composition was analyzed using methods accepted in oenological practice. It was revealed that the use of serial must inoculation with the yeast *L. thermotolerans*, and a natural consortium of microorganisms contributed to an increase in the concentration of titratable acids by 2.9-4.8 times, lactic (2.2-2.8 times) and succinic (1.2 times) acids, compound esters (2.3-2.9 times), and a decrease in pH values by 0.18-0.28 compared to the control. The amount of lactic acid and compound esters formed in wines depended on the *L. thermotolerans* strain used, and vegetation area of grapes. The results of organoleptic analysis showed a beneficial effect of these microorganisms on the quality of wines, tasting assessment of which was 7.7-7.8 points. The results obtained show a long-term benefit of further research on the use of natural consortia of microorganisms, including together with non-*Saccharomyces*, in wine production.

Key words: *Lachancea thermotolerans*; Pied de cuve; organic acids; compound esters; glycerol; aldehydes.

For citation: Peskova I.V., Ostroukhova E.V., Tampey I.K., Slastya E.A. The effect of natural microbiomes of yeasts and *Lachancea thermotolerans* on the quality of dry red wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):160-166. EDN ODZAPZ (in Russian).

Введение

Современная тенденция в виноделии, связанная со стремлением производителей винопродукции производить качественное, конкурентоспособное вино с уникальными, узнаваемыми потребителем характе-

ристиками – использование разных видов дрожжей, в том числе и *Saccharomyces*, что позволяет улучшить ароматический профиль вина, регулировать содержание органических и летучих кислот, этанола, глицерина и других продуктов метаболизма дрожжей, обеспечивать защиту виноматериалов и вин от микроорганизмов, вызывающих порчу [1-3]. Среди

© Пескова И.В., Остроухова Е.В.,
Тампей И.К., Слатья Е.А., 2024

препаратов активных сухих дрожжей (АСД), представленных на рынке вспомогательных материалов виноделия, присутствуют АСД, содержащие дрожжи *non-Saccharomyces*. Чаще всего это *Torulaspora delbrueckii*, *Lachancea thermotolerans* и *Metschnikowia pulcherrima*. Достаточно популярными стали препараты, содержащие консорциумы микроорганизмов, в состав которых входят *Saccharomyces* и *non-Saccharomyces* или только *non-Saccharomyces* [4].

Большинство *non-Saccharomyces* неустойчивы к этанолу и характеризуются низкой бродильной способностью, особенно в присутствии диоксида серы [5-8]. Поэтому для обеспечения завершения процесса брожения необходима одновременная или последовательная инокуляция *non-Saccharomyces* с *Saccharomyces cerevisiae* [6-10].

Не меньший интерес в последние годы проявляется в отношении микроорганизмов, потенциально адаптированных к условиям конкретной местности и сорту винограда [11-13]. Использование микробиомов дрожжей виноградной ягоды для производства вина является экономически более выгодным, чем использование промышленных культур – это особенно важно для небольших фермерских хозяйств. Кроме того, эти микроорганизмы способствуют обогащению вин метаболитами, формирующими уникальные ароматические и вкусовые характеристики терруарных вин [11]. Однако проведение брожения на спонтанной микрофлоре может сопровождаться развитием нежелательных микроорганизмов, вызывающих порчу вина, остановкой брожения и др. В какой-то степени снизить эти риски возможно за счет использования приема *Pied de cuve* – инициация брожения путем внесения бродящего сусла. Это позволяет добиться быстрого накопления биомассы дрожжей, что снижает риски окисления сусла и развития нежелательных микроорганизмов.

Совместное использование микроорганизмов требует понимания их взаимоотношений в процессе брожения. Взаимодействия могут происходить на разных уровнях, включая конкуренцию за доступные ресурсы, выброс токсичных соединений или обмен метаболитами, физический контакт между клетками и др. [14-18], что в конечном итоге повлияет на качество получаемого продукта.

Так, количество молочной кислоты, образующейся в результате брожения, зависит не только от штамма *L. thermotolerans*, но и от параметров проведения инокуляции среды: совместная или последовательная с *Saccharomyces* [19-21]. Отмечаемые некоторыми авторами антагонистические отношения *Saccharomyces* и *L. thermotolerans*, обусловленные механизмами межклеточного контакта и секрецией антимикробных пептидов [22], являются причиной образования более низкого количества молочной кислоты при совместной инокуляции этих микроорганизмов в сравнении с их последователь-

ной инокуляцией [20, 21, 23]. В какой-то степени избежать конкурентных отношений микроорганизмов, относящихся к разным родам/видам, возможно при использовании сообщества, выделенного из одной экологической ниши, поскольку само его существование свидетельствует о сложившихся взаимоотношениях микроорганизмов. Последнее позволяет рассматривать, в определенной степени, природный микробиом как консорциум [ГОСТ Р 57095-2016 Биотехнология. Термины и определения. Дата введения 2017-05-01].

Цель работы – изучение влияния природного консорциума дрожжей и *L. thermotolerans* на химический состав и органолептическое качество красных сухих виноматериалов.

Материалы и методы исследования

Объектами исследований являлись красные сухие виноматериалы, полученные в условиях микро-виноделия из винограда сорта Каберне Совиньон, произрастающего в Крыму в с. Вилино (крымский западно-приморский предгорный район) 2023 года урожая. Сбор винограда осуществляли с двух участков (координаты: 44°51'35,4"N; 33°39'30,1"E – участок 1; и 44°51'33,9"N; 33°36'23,8"E – участок 2).

В таблице представлены данные о содержании сахаров, титруемых (ТК) и органических кислот в винограде (сусле), величине pH.

Технология производства виноматериалов предусматривала дробление винограда, сульфитацию мезги из расчета 75±2 мг/дм³ общего диоксида серы, брожение мезги при плавающей шапке с перемешиванием 3-4 раза в сутки, при температуре 20±2 °С до 1/3 остаточных сахаров, прессование мезги, дображивание сусла, декантацию виноматериалов, хранение при температуре 11°С. Брожение мезги осуществляли с использованием монокультуры дрожжей *Sacch. cerevisiae* Одесский черный-СД-13 (I-652) (контроль) из Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач», рекомендуемой для производства красных вин [24, 25]; разводки природного консорциума дрожжей (доля *Saccharomyces* составляла не менее 80 %) (PdC) и последовательной инокуляции дрожжей *L. thermotolerans* (штамм 84 (Lth 84) и 86 (Lth 86) из рабочей коллекции лаборатории микробиологии института «Магарач») и PdC, вносимых в количестве 3 % от массы мезги. Учитывая возмож-

Таблица. Показатели химического состава и pH опытных партий винограда Каберне Совиньон, полученных с разных участков виноградника

Table. Indicators of chemical composition and pH of experimental batches of 'Cabernet Sauvignon' grapes obtained from different sections of the vineyard

Уча- сток	Массовая концентрация, г/дм ³								pH
	сахаров	ТК	органических кислот					уксусной	
			лимонной	винной	яблочной	янтарной	молочной		
1	253	4,9	0,1	4,5	1,3	0,0	0,5	0,0	3,68
2	251	4,3	0,1	5,0	0,9	0,0	0,4	0,1	3,60

ность возникновения антагонистических отношений *Saccharomyces* и *L. thermotolerans* и низкую толерантность последних к этиловому спирту, варианты опыта включали последовательную инокуляцию мезги: сначала вносили разводку *L. thermotolerans*, затем – при наступлении угнетенного состояния клеток *L. thermotolerans* (определяли прямым микроскопированием) и накопления спирта 6-8 % об. – вносили PdC.

Приготовление и контроль разводки природного консорциума дрожжей осуществляли в соответствии с протоколом [26], согласно которому отбирали среднюю пробу винограда с каждого из участков за неделю до промышленного сбора. Виноград дробили, прессовали, полученное сусло сульфитировали из расчета 10 мг/дм³ общего диоксида серы, вносили азотсодержащую подкормку. Контроль спонтанно забродившей разводки осуществляли по плотности бродящей среды, результатам сенсорного анализа, активности брожения (снижение плотности сусла в сутки составляло 10-15 ед.). Для инициации брожения в мезгу вносили разводку природного консорциума микроорганизмов, плотность которой составляла 1010-1030.

Массовую концентрацию органических кислот и глицерина в виноматериалах определяли методом ВЭЖХ с использованием гель-эксклюзионного разделения на колонке Supelcogel 610H в системе 0,01 N хлорной кислоты, методами спектрофотометрии (210 нм) и рефрактометрии на хроматографе Shimadzu LC-20 Prominence (Япония). Погрешность метода составляла 10 % при P=0.95. Исследование химического состава сусла и виноматериалов осуществляли с использованием методов, основанных на принципах потенциометрии и колориметрии, принятых в энологической практике [27].

Образцы сброженного сусла готовили в двух-трех повторностях: общее количество образцов составляло 14. Все химические анализы проводили в трех повторностях. Статистическую обработку осуществляли с использованием программы SPSS Statistics 17.0. Органолептическое тестирование виноматериалов осуществлено дегустационной комиссией института «Магарач» по 8-балльному отрезку 10-балльной шкалы.

Результаты и обсуждение

Наблюдаемое повышение температур окружающей среды влечет за собой изменение метаболизма виноградного растения, которое проявляется в снижении содержания кислот в ягодах, повышении pH, что негативно сказывается на качестве и стабильности вин. Это предопределило первоочередность оценки влияния исследуемых микробиологических подходов на формирование комплекса кислот виноматериалов. Содержание титруемых кислот в виноматериалах, полученных в ходе эксперимента, варьировало в диапазоне 6,2-11,2 г/дм³. При этом установлено, что использование природного консорциума дрожжей сопровождалось увеличением титруемой кислотности

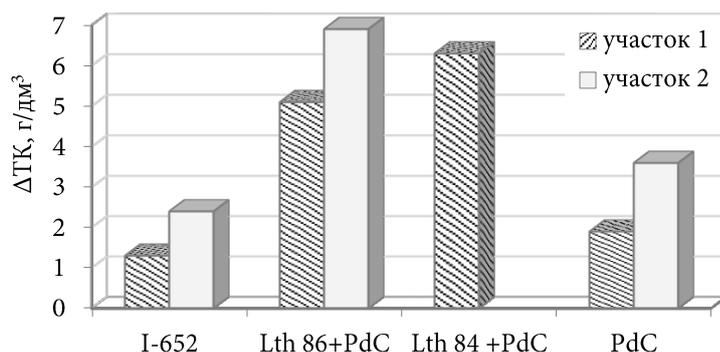


Рис. 1. Изменение концентрации титруемых кислот в цепочке виноград-виноматериал в зависимости от используемых микроорганизмов

Fig. 1. Changes in the concentration of titratable acids in the chain grapes - wine depending on the microorganisms used

сти от сусла до виноматериалов ($\Delta\text{ТК} = \text{ТК}_{\text{виноматериал}} - \text{ТК}_{\text{сусло}}$) на 1,9 и 3,6 г/дм³ (при использовании сырья и PdC с участка 1 и 2, соответственно), что в среднем в 1,5 раза выше, чем в случае использования культуры дрожжей I-652 (рис. 1). Дрожжи *L. thermotolerans* в ходе брожения способны часть сахаров метаболизировать с образованием молочной кислоты [7, 21, 28, 29]. Применение на начальных этапах брожения мезги дрожжей *L. thermotolerans* с последующим дображиванием на PdC привело к увеличению концентрации титруемых кислот в виноматериалах относительно сусла на 5,1-6,9 г/дм³: это в среднем в 2,9-4,8 раза выше, чем в контроле, где значения показателя варьировали от 1,3 до 2,4 г/дм³, и в 1,9-3,3 раза выше, чем при использовании только PdC. Отметим, что использование PdC с участка 2 приводило к более существенному увеличению содержания титруемых кислот в цепочке «сусло-виноматериал», чем в случае PdC с участка 1. Аналогичная тенденция прослеживалась и в отношении культуры I-652. Можно предположить, что установленный факт обусловлен как составом консорциумов, выделенных с разных участков, так и составом винограда, в частности, содержанием аминокислот, которые могут служить восстановительными субстратами для цикла трикарбоновых кислот, обеспечивая источник электронов для передачи энергии в митохондриях [30]. Данный вывод подтверждается результатами исследований Nothersall J.S и Ahmed A. [31], показавших наличие прямой корреляционной зависимости между интенсификацией транс- и дезаминирования аминокислот увеличением оборота ЦТК в определенных условиях.

Концентрация молочной кислоты (МК) в сусле исследуемых партий винограда составляла 0,4-0,5 г/дм³. Проведение брожения мезги на дрожжах I-652 и PdC сопровождалось увеличением ее содержания относительно сусла соответственно на 2,4-3,1 и 2,7-4,5 г/дм³ (рис. 2). Последовательная инокуляция *L. thermotolerans* и PdC позволила получить виноматериалы, концентрация молочной кислоты в которых составляла 6,1-8,7 г/дм³, что в 2,2-2,8 раза выше, чем в контрольных вариантах и в 1,8-2,5 раза выше, чем при брожении только на PdC. В виноматериалах, по-

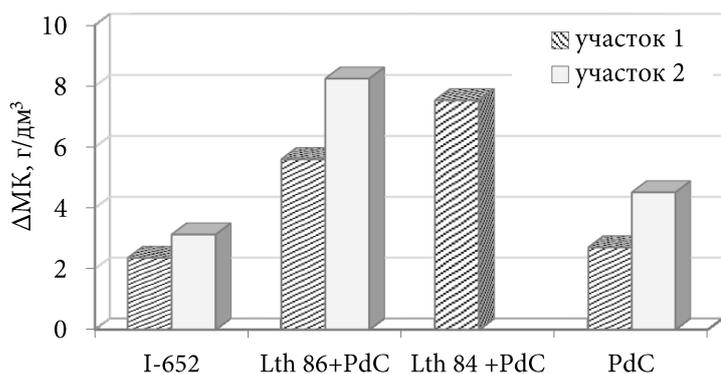


Рис. 2. Изменение концентрации молочной кислоты (ΔМК) в цепочке виноград-виноматериал в зависимости от используемых микроорганизмов

Fig. 2. Changes in the concentration of lactic acid (ΔLA) in the chain grapes – wine depending on the microorganisms used

лученных из винограда, произрастающего на участке 1, наибольший прирост содержания молочной кислоты был отмечен при использовании штамма *L. thermotolerans* 84. То, что прирост содержания молочной кислоты в виноматериалах связан именно с ее синтезом *L. thermotolerans* и зависит от штамма дрожжей, продемонстрировано в ходе ранее проведенных исследований [29]. Молочная кислота оказывает благоприятное влияние на вкус виноматериалов, делая его мягким, округлым, что и было подтверждено при органолептической оценке качества виноматериалов, полученных с использованием штаммов *L. thermotolerans*.

Динамика яблочной кислоты в ходе брожения виноградного сусла/мезги является результатом нескольких физиологических процессов дрожжей, интенсивность которых предопределяется в первую очередь родом/видом/штаммом микроорганизмов: образование кислоты в цикле Кребса и, напротив, ее окисление, дегидратирование, декарбоксилирование [19, 33, 34]. Выявлено, что реализация брожения на культуре I-652 приводила к увеличению концентрации яблочной кислоты в виноматериалах в среднем в 1,5 раза относительно значений показателя в сусле, достигая 1,5-1,9 г/дм³. Осуществление брожения на PdC способствовало еще большему накоплению яблочной кислоты в виноматериалах (до 1,8-2,1 г/дм³), превышая исходные значения в 1,8 раза, что возможно, связано с метаболизмом *Saccharomyces*, входящими в состав PdC. При инокуляции сусла *L. thermotolerans* концентрация яблочной кислоты в нем перед внесением PdC составляла 1,2-1,6 г/дм³, что в 1,1-1,2 раза превышало таковую в исходном сусле. При этом дальнейшее сбраживание мезги на PdC привело к снижению содержания яблочной кислоты до 1,1-1,3 г/дм³. Для объяснения представленных данных требуется проведение дальнейших исследований.

В ходе эксперимента отмечена тенден-

ция к увеличению концентрации янтарной кислоты в опытных виноматериалах относительно таковой в сусле: наибольшее содержание янтарной кислоты – 1,4-1,7 г/дм³ – зафиксировано в образцах, полученных с использованием последовательной инокуляции сусла *L. thermotolerans* и PdC, наименьшее – при сбраживании сусла на культуре I-652. Известно, что янтарная кислота обладает ингибирующим эффектом в отношении молочнокислых бактерий при преобладании ее молярной концентрации над молярной концентрацией L-яблочной кислоты [35]. В виноматериалах, полученных с использованием последовательной инокуляции микроорганизмов, соотношение молярных концентраций янтарной и яблочной кислот, составляло 1,5-1,6; культуры I-652 и PdC – не превышало 1,02. Этот факт необходимо учитывать при планировании проведения яблочно-молочного брожения.

Важным критерием отбора культур дрожжей для виноделия является низкая способность синтезировать уксусную кислоту и ацетальдегид. Многие исследователи отмечают способность *L. thermotolerans* снижать концентрацию уксусной кислоты [6, 36]. В условиях эксперимента наименьшие количества уксусной кислоты идентифицированы в контрольных образцах виноматериалов – в среднем 0,2 г/дм³, наибольшие – при проведении брожения мезги с использованием природного консорциума микроорганизмов – 0,4-0,5 г/дм³. Вместе с этим отметим, что в виноматериалах, полученных при использовании последовательной инокуляции дрожжей, концентрация уксусной кислоты составляла 0,2-0,3 мг/дм³, что в 1,8-2,2 раза ниже, чем при проведении брожения только на PdC. Это может быть связано с жизнедеятельностью *L. thermotolerans*. Концентрация ацетальдегида в виноматериалах, варьировала в диапазоне от 28 до 42 мг/дм³.

Изменение профиля органических кислот при проведении брожения мезги, как на культуре дрожжей I-652, так и на PdC не оказало значительного влияния на изменение показателя pH относительно значений в исходном сусле, которые в виноматериалах варьировали в диапазоне от 3,46 до 3,64 (рис. 3).

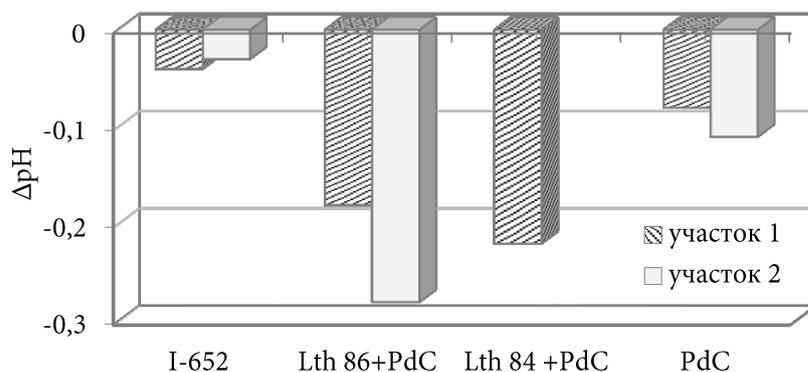


Рис. 3. Изменение значений pH (ΔрН) в цепочке виноград-виноматериал в зависимости от используемых микроорганизмов

Fig. 3. Changes in pH values (ΔpH) in the chain grapes – wine depending on the microorganisms used

Напротив, использование последовательной инокуляции дрожжей *L. thermotolerans* и PdC способствовало снижению значений рН на 0,18-0,28 единицы.

Важным компонентом, оказывающим влияние на сложение вкуса вин и образующимся в ходе брожения, является глицерин. По имеющимся сведениям, дрожжи *L. thermotolerans* способны синтезировать большие количества глицерина [20, 21, 23]. В условиях эксперимента не выявлено различий по глицеринообразующей способности культуры I-652 и природного консорциума микроорганизмов: концентрация глицерина в контрольных вариантах виноматериалов варьировала от 8,1 до 8,3 г/дм³, а в образцах, полученных с использованием PdC, в среднем составляла 8,2 г/дм³. Осуществление брожения мезги путем последовательного применения *L. thermotolerans* и PdC, приводило в 1,4-1,5 раза большему накоплению глицерина в виноматериалах, достигая 11,5-12,6 г/дм³: при этом 88-95 % глицерина было образовано в период брожения мезги на *L. thermotolerans*.

В формировании аромата молодых вин дрожжи играют важную роль, при этом динамика ароматобразующих компонентов (высших спиртов, сложных эфиров, карбонильных соединений и др.) в ходе брожения при прочих равных условиях обусловлена родом/видом/штаммом используемых микроорганизмов [19, 29]. Многие исследователи отмечают положительное влияние на ароматобразующий комплекс вин консорциумов дрожжей, включающих разные виды *Saccharomyces* или *Saccharomyces* и неп-*Saccharomyces*, в том числе *L. thermotolerans* [7, 19-21, 28, 36-38]. Как видно из данных, представленных на рис. 4, использование для брожения мезги природного консорциума дрожжей способствовало обогащению (в сравнении с контролем) получаемых виноматериалов сложными эфирами. В большей степени это выражено в случае использования PdC и винограда, полученных с участка 2, – концентрация сложных эфиров в виноматериалах составляла в среднем 118,3 мг/дм³, что в 2,6 раза выше, чем в контрольных образцах. В случае участка 1 при брожении мезги на PdC накопление сложных эфиров в виноматериалах превосходило таковое в контрольных образцах в 1,5 раза, достигая в среднем 75,5 мг/дм³. Выявленные отличия

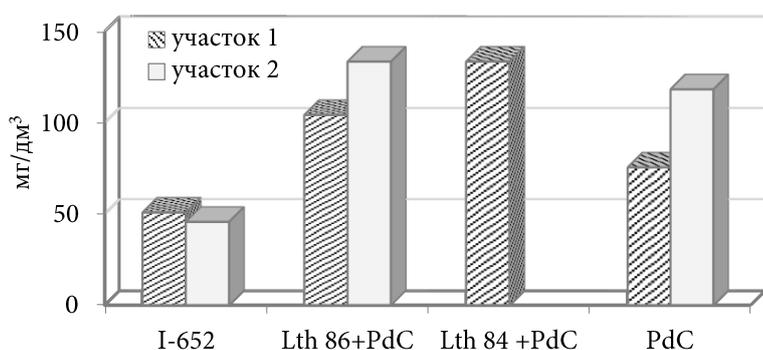


Рис. 4. Концентрация сложных эфиров в виноматериалах, полученных с использованием разных микроорганизмов

Fig. 4. Concentration of compound esters in wines obtained using different microorganisms

виноматериалов, полученных с разных участков виноградника, по содержанию сложных эфиров могут являться следствием различий состава винограда и консорциума дрожжей. Проведение начала брожения на *L. thermotolerans* привело к еще большему увеличению содержания сложных эфиров в виноматериалах: в образцах с участка 2 – в среднем на 13 % по сравнению с реализацией процесса только на PdC, а с участка 1 – на 38 (Lth 86) – 77 (Lth 84) %. Концентрация альдегидов в виноматериалах, полученных с участка 1, составляла 28,2-42,4 мг/дм³, в образцах с участка 2 – 28,2-29,0 мг/дм³: однозначного влияния используемых биотехнологических приемов на содержание альдегидов в условиях опыта не выявлено.

Органолептическое тестирование виноматериалов показало, что все образцы характеризовались темно-рубиновым цветом; сложным ароматом ягодного направления (с преобладанием тонов черной смородины, вишни) с оттенками паслена и пряной нотой; полным гармоничным, бархатисто-танинным вкусом – средние дегустационные оценки составляли 7,7-7,8 балла. При этом в аромате виноматериалов, полученных путем брожения на PdC, отмечено усиление леденцовых, во вкусе и послевкусии – вишневых и пасленовых оттенков; образцы, выработанные с использованием *L. thermotolerans*, отличались более свежим, но мягким вкусом.

Выводы

В результате исследований оценено влияние природного консорциума дрожжей и *L. thermotolerans* на химический состав и качество красных сухих виноматериалов в сравнении с реализацией брожения на культуре *Saccharomyces cerevisiae*. Показано, что последовательная инокуляция мезги дрожжами *L. thermotolerans* и PdC способствовало увеличению содержания в виноматериалах титруемых кислот, молочной и янтарной кислот, сложных эфиров, снижению значений рН. Степень влияния PdC индивидуально и в сочетании с *L. thermotolerans* зависела от участка виноградника, обуславливающего особенности химического состава винограда и, возможно, состава консорциума микроорганизмов, а также штамма *L. thermotolerans*. Опытные и контрольные виноматериалы характеризовались высоким качеством (7,7-7,8 балла), при этом использование PdC усилило ягодно-леденцовые, вишневые и пасленовые оттенки в аромате и вкусе виноматериалов; применение *L. thermotolerans* придавало свежесть и мягкость вкусу образцов. Представленные результаты являются первым этапом исследований, направленных на выделение промышленно ценных штаммов виноделия из природной среды и разработке технологии производства вин с их использованием.

Благодарность

Выражаем благодарность сотрудникам лаборатории микробиологии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магараж» РАН» за микро-

биологическое сопровождение эксперимента.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2024-0001.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2024-0001.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Mas A., Portillo M.C. Strategies for microbiological control of the alcoholic fermentation in wines by exploiting the microbial terroir complexity: A mini-review. *International Journal of Food Microbiology*. 2022;367:109592. DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109592.
- Vejarano R., Gil-Calderón A. Commercially available non-*Saccharomyces* yeasts for winemaking: current market, advantages over *Saccharomyces*, biocompatibility, and safety. *Fermentation*. 2021;7:171. DOI 10.3390/fermentation7030171.
- Gonzalez R., Guindal A.M., Tronchoni J., Morales P. Biotechnological approaches to lowering the ethanol yield during wine fermentation. *Biomolecules*. 2021;11:1569. DOI 10.3390/biom11111569.
- Roudil L., Russo P., Berbegal C., Albertin W., Spano G., Capozzi V. Non-*Saccharomyces* commercial starter cultures: scientific trends, recent patents and innovation in the wine sector. *Recent Pat. Food. Nutr. Agric.* 2020;11:27–39. DOI 10.2174/2212798410666190131103713.
- Ciani M., Comitini F. Use of non-*Saccharomyces* yeasts in red winemaking. In book *Red Wine Technology*. Editor(s): Antonio Morata. Academic Press, 2019:51-68. DOI 10.1016/B978-0-12-814399-5.00004-9.
- Azzolini M., Tosi E., Lorenzini M., Finato F., Zapparoli G. Contribution to the aroma of white wines by controlled *Torulaspota delbrueckii* cultures in association with *Saccharomyces cerevisiae*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 2015;31:277–293. DOI 10.1007/s11274-014-1774-1.
- Benito Á., Calderón F., Palomero F., Benito S. Quality and composition of Airén wines fermented by sequential inoculation of *Lachancea thermotolerans* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Technol. Biotechnol.* 2016;54:135–144. DOI 10.17113/ftb.54.02.16.4220.
- Benito S., Hofmann T., Laier M., Lochbühler B., Schüttler A., Ebert K., Fritsch S., Röcker J., Rauhut D. Effect on quality and composition of Riesling wines fermented by sequential inoculation with non-*Saccharomyces* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Eur. Food Res. Technol.* 2015; 241:707–717. DOI 10.1007/s00217-015-2497-8.
- Hranilovic A., Li S., Boss P.K., Bindon K., Ristic R., Grbin P.R., Van der Westhuizen T., Jiranek V. Chemical and sensory profiling of Shiraz wines co-fermented with commercial non-*Saccharomyces* inocula. *Aust. J. Grape Wine Res.* 2018;24:166–180. DOI 10.1111/ajgw.12320.
- Benito Á., Calderón F., Benito S. The combined use of *Schizosaccharomyces pombe* and *Lachancea thermotolerans* – Effect on the anthocyanin wine composition. *Molecules*. 2017;22:739. DOI 10.3390/molecules22050739.
- Carrau F., Boido E., Ramey D. Yeasts for low input winemaking: Microbial terroir and flavor differentiation. *Adv Appl Microbiol.* 2020;111:89-121. DOI 10.1016/bs.aambs.2020.02.001.
- Bozoudi D., Tsaltas D. Grape microbiome: potential and opportunities as a source of starter cultures. Ch. 10 in book *Grape and Wine Biotechnology*. Morata A., Loira I., Rijeka: IntechOpen, 2016. DOI 10.5772/64806.
- Абдуллабекова Д.А., Магомедова Е.С. Дрожжевая микрофлора виноградников: экологические и биотехнологические аспекты // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;3(105):64-66. Abdullabekova D.A., Magomedova E.S. Yeast microflora in the vineyards: environmental and biotechnological dimensions. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;3(105):64-66 (in Russian).
- Mencher A., Morales P., Curiel, J.A., Gonzalez R., Tronchoni J. *Metschnikowia pulcherrima* represses aerobic respiration in *Saccharomyces cerevisiae* suggesting a direct response to co-cultivation. *Food Microbiology* 2021;94:103670. DOI 10.1016/j.fm.2020.103670.
- Mencher A., Morales P., Tronchoni J., Gonzalez R. Mechanisms involved in interspecific communication between wine yeasts. *Food*. 2021;10:1734. DOI 10.3390/foods10081734.
- Englezos V., Rantsiou K., Giacosa S., Río Segade S., Rolle L., Cocolin L. Cell-to-cell contact mechanism modulates *Starterella bacillaris* death in mixed culture fermentations with *Saccharomyces cerevisiae*. *International Journal of Food Microbiology*. 2019;289:106–114. DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.09.009.
- Roullier-Gal C., David V., Hemmler D., Schmitt-Kopplin P., Alexandre H. Exploring yeast interactions through metabolic profiling. *Scientific Reports*. 2020;10:6073. DOI 10.1038/s41598-020-63182-6.
- Shekhawat K., Patterton H., Bauer F.F., Setati M.E. RNA-seq based transcriptional analysis of *Saccharomyces cerevisiae* and *Lachancea thermotolerans* in mixed culture fermentations under anaerobic conditions. *BMC Genomics*. 2019;20:145. DOI 10.1186/s12864-019-5511-x.
- Hranilovic A., Albertin W., Capone D.L., Gallo A., Grbin P.R., Danner L., Bastian S.E.P., Masneuf-Pomarede I., Coulon J., Bely M., Jiranek V. Impact of *Lachancea thermotolerans* on chemical composition and sensory profiles of Viognier wines. *J Fungi (Basel)*. 2022;8(5):474. DOI 10.3390/jof8050474.
- Sgouros G., Mallouchos A., Filippousi M.-E., Banilas G., Nisiotou A. Molecular characterization and enological potential of a high lactic acid-producing *Lachancea thermotolerans* vineyard strain. *Foods*. 2020;9(5):595. DOI 10.3390/foods9050595.
- Gobbi M., Comitini F., Domizio P., Romani C., Lencioni L., Mannazzu I., Ciani M. *Lachancea thermotolerans* and *Saccharomyces cerevisiae* in simultaneous and sequential co-fermentation: A strategy to enhance acidity and improve the overall quality of wine. *Food Microbiol.* 2013;33: 271–281. DOI 10.1016/j.fm.2012.10.004.
- Kemsawasd V., Branco P., Almeida M.G., Caldeira J., Albergaria H., Arneborg N. Cell-to-cell contact and antimicrobial peptides play a combined role in the death of *Lachancea thermotolerans* during mixed-culture alcoholic fermentation with *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Microbiol. Lett.* 2015;362:fnv103. DOI 10.1093/femsle/fnv103.
- Kapsopoulou K., Mourtzini A., Anthoulas M., Nerantzis E. Biological acidification during grape must fermentation using mixed cultures of *Kluyveromyces thermotolerans* and *Saccharomyces cerevisiae*. *World J. Microbiol. Biotech.* 2007;23:735–739. DOI 10.1007/s11274-006-9283-5.
- Танащук Т.Н., Иванова Е.В., Кишковская С.А., Шаламитский М.Ю., Луткова Н.Ю., Загоруйко В.И., Семенова К.А. Каталог промышленных штаммов дрожжей для виноделия.

- Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024:1– 52.
Tanashchuk T.N., Ivanova E.V., Kishkovskaya S.A., Shalamitsky M.Yu., Lutkova N.Yu., Zagoruiko V.I., Semenova C.A. Catalog of industrial yeast strains for winemaking. Simferopol: IE Kornienko A.A., 2024:1– 52 (in Russian).
25. Пескова И.В., Танащук Т.Н., Остроухова Е.В., Луткова Н.Ю., Вьюгина М.А. SO₂-резистентность как критерий отбора штаммов *Saccharomyces cerevisiae* для органического виноделия // Техника и технология пищевых производств. 2023;53(1):60–68. DOI 10.21603/2074-9414-2023-1-2415. Peskova I.V., Tanashchuk T.N., Ostroukhova E.V., Lutkova N.Yu., Vyugina M.A. Resistance to sulfur dioxide as a criterion for selecting *Saccharomyces cerevisiae* for organic winemaking. Food Processing: Techniques and Technology. 2023;53(1):60–68. DOI 10.21603/2074-9414-2023-1-2415 (in Russian).
26. Modestin L. Mise en place d'un protocole d'utilisation de pied de cuve pour sécuriser les fermentations alcooliques sous certification Demeter. https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03941629v1/file/2022_MODESTIN%20Lor%C3%A9na%20%281%29.pdf (дата обращения 22.04.2024).
27. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. – 2-е изд. – Симферополь: Таврида, 2009:1–303.
Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrida. 2009:1–303 (in Russian).
28. Peskova I., Tanashchuk T., Ostroukhova E., Slastya E., Levchenko S., Lutkova N. Prospects of using *Lachancea thermotolerans* yeast in winemaking. E3S Web of Conferences. 2021;247:01012. DOI 10.1051/e3sconf/202124701012.
29. Пескова И.В., Остроухова Е.В., Сулейманова М.И. Синтез органических кислот *Lachancea thermotolerans* при брожении виноградной мезги // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(1):74–80. DOI 10.34919/IM.2024.67.96.012.
Peskova I.V., Ostroukhova E.V., Suleimanova M.I. Synthesis of organic acids using *Lachancea thermotolerans* during fermentation of grape must. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(1):74–80. DOI 10.34919/IM.2024.67.96.012 (in Russian).
30. Peter G.J., Düring L., Ahmed A. Carbon catabolite repression regulates amino acid permeases in *Saccharomyces cerevisiae* via the TOR signaling pathway. The Journal of Biological Chemistry. 2006;281(9):5546–5552. DOI 10.1074/jbc.M513842200.
31. Hothersall J.S., Ahmed A. Metabolic fate of the increased yeast amino acid uptake subsequent to catabolite derepression. J Amino Acids. 2013;2013:461901. DOI 10.1155/2013/461901.
32. Saayman M., Viljoen-Bloom M. The biochemistry of malic acid metabolism by wine yeasts – A review. S. Afr. J. Enol. Vitic. 2006;27(2):113–122. DOI 10.21548/27-2-1612.
33. Hranilovic A., Gambetta J.M., Schmidtke L., Boss P.K., Grbin P.R., Masneuf-Pomarede I., Bely M., Albertin W., Jiranek V. Oenological traits of *Lachancea thermotolerans* show signs of domestication and allopatric differentiation. Sci. Rep. 2018;8:14812. DOI 10.1038/s41598-018-33105-7.
34. Whitener M.E.B., Stanstrup J., Carlin S., Divol B., Du Toit M., Vrhovsek U. Effect of non-*Saccharomyces* yeasts on the volatile chemical profile of Shiraz wine. Aust. J. Grape Wine Res. 2017;23:179–192. DOI 10.1111/ajgw.12269.
35. Torres-Guardado R., Rozès N., Esteve-Zaroso B., Reguant C., Bordons A. Influence of succinic acid on *Oenococcus oeni* and malolactic fermentation. Oeno One. 2022;56:195–204. DOI 10.20870/oeno-one.2022.56.3.5403.
36. Comitini F., Gobbi M., Domizio P., Romani C., Lencioni L., Mannazzu I., Ciani M. Selected non-*Saccharomyces* wine yeasts in controlled multistarter fermentations with *Saccharomyces cerevisiae*. Food Microbiol. 2011;28:873–882. DOI 10.1016/j.fm.2010.12.001.
37. Binati R.L., Lemos Junior W.J.F., Luzzini G., Slaghenaufi D., Ugliano M., Torriani S. Contribution of non-*Saccharomyces* yeasts to wine volatile and sensory diversity: A study on *Lachancea thermotolerans*, *Metschnikowia* spp. and *Starmerella bacillaris* strains isolated in Italy. Internat. J. Food Microbiol. 2019;318:108470. DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2019.108470.
38. Nisiotou A., Mallouchos A., Tassou C., Banilas G. Indigenous yeast interactions in dual-starter fermentations may improve the varietal expression of Moschofilero wine. Front. Microbiol. 2019;10:1712. DOI 10.3389/fmicb.2019.01712.

Информация об авторах

Ирина Валериевна Пескова, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории тихих вин; e-мейл: yarinka-73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5107-518X>;

Елена Викторовна Остроухова, д-р техн. наук, гл. науч. сотр. лаборатории тихих вин; e-мейл: elenostroukh@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>;

Ирина Константиновна Тампей, вед. инженер лаборатории тихих вин; e-мейл: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-6767-564X>;

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

Information about authors

Irina V. Peskova, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: yarinka-73@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5107-518X>;

Elena V. Ostroukhova, Dr. Techn. Sci., Chief Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: elenostroukh@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>;

Irina K. Tampey, Leading Engineer, Still Wines Laboratory; e-mail: bioxim2012@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-1535-7083>;

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

Статья поступила в редакцию 27.04.2024, одобрена после рецензии 16.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.

УДК 663.256+253.4
EDN PXHLOS

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

Теоретические и практические аспекты применения диоксида серы в виноделии

Тимофеев Р.Г.[✉], Вьюгина М.А.

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

[✉]Russ1970@mail.ru

Аннотация. На основании анализа научной литературы обобщены теоретические и практические знания о технологической роли и особенностях применения диоксида серы в технологии вин. Проанализированы факторы, влияющие на антимикробную и антиоксидантную активность диоксида серы в вине. Рассмотрены существующие методы и препараты для проведения сульфитации винопродукции на различных стадиях её производства. Предложен дифференцированный подход к сульфитации мезги и суслу в первичном виноделии в зависимости от pH суслу, температуры и особенностей сырья. Представлена оригинальная методика расчета рациональных доз сульфитации в зависимости от pH среды и условий хранения вин.

Ключевые слова: виноград; сусло; вино; диоксид серы; ацетальдегид.

Для цитирования: Тимофеев Р.Г., Вьюгина М.А. Теоретические и практические аспекты применения диоксида серы в виноделии // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):167-175. EDN PXHLOS

REVIEW

Theoretical and practical aspects of the use of sulfur dioxide in winemaking

Timofeev R.G.[✉], Vyugina M.A.

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

[✉]Russ1970@mail.ru

Abstract. Based on the analysis of scientific literature, theoretical and practical knowledge about the technological role and features of the use of sulfur dioxide in wine technology is summarized. The factors influencing antimicrobial and antioxidant activity of sulfur dioxide in wine are analyzed. Existing methods and preparations for sulfiting wine products at different stages of their production are considered. Differentiated approach to sulfiting grape pulp and must in primary winemaking, depending on the must pH, temperature and characteristics of raw materials, is proposed. Original methodology for calculating rational doses of sulfating, depending on the medium pH and storage conditions of wines, is presented.

Key words: grapes; must; wine; sulfur dioxide; acetaldehyde.

For citation: Timofeev R.G., Vyugina M.A. Theoretical and practical aspects of the use of sulfur dioxide in winemaking. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):167-175. EDN PXHLOS (in Russian).

Введение

Использование диоксида серы в виноделии имеет длительную историю развития и уходит своими корнями в период античности [1, 2]. Процедура сжигания серы внутри замкнутых пространств сосудов, пустых бочек или в надвинном пространстве приводила, с одной стороны, к уменьшению концентрации кислорода воздуха, с другой стороны, к образованию сернистого газа, который, взаимодействуя с влажными поверхностями и вином, способствовал локальному образованию сернистой кислоты в довольно большой концентрации, что вызывало гибель нежелательной микрофлоры. В Средневековье и эпоху Ренессанса европейские виноделы продолжали применять сернистый газ для предотвращения микробальной порчи вина. Связано это было в основном с уходом за вином в дубовой таре, производство которой в те времена удовлетворяло спрос на емкостное оборудование для приготовления, хранения и транспорти-

ровки пищевой продукции [3]. Об антиоксидантных свойствах диоксида серы в современном понимании этого слова было неизвестно, но эмпирический опыт, передаваемый от поколения в поколение, формировал определенные правила и традиции виноделия, сохранившиеся до нашего времени. В XX-м веке с ростом интереса к питательной ценности и безопасности продуктов, включая вино, начали разрабатываться законы и нормативы, регулирующие применение сернистых соединений в практике виноделия [4]. На сегодняшний момент применение диоксида серы и сульфитсодержащих препаратов при производстве вина является стандартной практикой. Наличие сульфитов в вине помогает сохранить свежесть вина, предотвращает нежелательные химические реакции, уменьшает риск развития бактерий и нежелательных микроорганизмов, чем и обеспечивает его долгосрочное качество. В то же время в современном виноделии стараются минимизировать использование диоксида серы, стремясь найти баланс между консервацией и сохранением натуральности вина [4, 5]. Резолюцией OIV-OENO 631-2020 [6] предложен ряд рекоменда-

ций, позволяющих снизить дозу используемого при производстве вина диоксида серы: выбор сорта винограда и места его произрастания, оптимизация времени сбора и определенные технологические приемы на разных этапах производства вина. Согласно данной резолюции, одним из способов снижения доз вносимого диоксида серы является использование дрожжей, характеризующихся хорошей бродильной активностью и низкой способностью синтезировать диоксид серы, сероводород и SO_2 -связывающие вещества и способных доминировать при инокуляции в виноградное сусло [5].

Следует при этом отметить и такой факт, что даже при отсутствии внесенного диоксида серы в мезгу или сусло до брожения, сульфиты в вине могут присутствовать в довольно значительных количествах, так как в процессе своей жизнедеятельности дрожжи способны образовывать эндогенный диоксид серы и обогащать им вино [5]. Таким образом, можно сказать, что диоксид серы является вполне естественным, присущим вину компонентом его химического состава и продуктом метаболизма дрожжей [2, 7].

Целью настоящей публикации является обобщение практических рекомендаций по использованию диоксида серы в виноделии, исходя из результатов собственных исследований и современных научных представлений о его формах в сусле и вине, а также его технологической роли на различных этапах производства винопродукции.

Физические, химические и технологические свойства диоксида серы. Диоксид серы, еще его называют сернистым газом и сернистым ангидридом, соединение серы с кислородом состава SO_2 при нормальных условиях представляет собой бесцветный газ с резким удушающим запахом. Под давлением свыше 0,5 МПа он сжижается при комнатной температуре, что позволяет его накапливать, хранить и перевозить в металлических баллонах [8].

При взаимодействии с водными средами, к которым относится и вино, диоксид серы образует сернистую кислоту H_2SO_3 . Сернистая кислота является слабой двухосновной кислотой, отвечающая степени окисления серы +4. Константы диссоциации соответственно по первой ступени составляют $K_1 = 1,4 \cdot 10^{-2}$, а по второй $K_2 = 6,2 \cdot 10^{-8}$ при +20 °С, поэтому в водных растворах она может находиться в молекулярной (SO_2), бисульфитной (HSO_3^-) и сульфитной (SO_3^{2-}) формах. Согласно современным представлениям [1, 2], диоксид серы в винопродукции находится в свободной (F), в виде сернистой кислоты и связанной (B) с компонентами вина форме. Общее содержание, сумму свободной ее части и связанной с компонентами вина называют общей сернистой кислотой. Обозначим ее буквой T . За антиоксидантную и антимикробную активность отвечает свободная ее форма, причем за текущую антиоксидантную защиту отвечает свободная

ее часть, а за антимикробную – молекулярная ее форма [2]. Связанная форма сернистой кислоты не участвует напрямую в антиоксидантной и антимикробной активности сернистой кислоты, но сам факт связывания с органическими компонентами вина предохраняет последние от окисления. Молекулярная форма представляет собой недиссоциированную форму сернистой кислоты, которая содержится в виде гидрата $SO_2 \cdot 7H_2O$ и, по сути, является растворенным в водной среде сернистым газом. Высокая антимикробная активность молекулярной формы объясняется ее способностью свободно диффундировать через защитные мембраны микроорганизмов, накапливаться в цитоплазме и связываться с белками, блокируя прохождение окислительно-восстановительных процессов в клетке, которые лежат в основе ее энергетического обмена [4, 9, 10]. Такая избирательность объясняется тем, что поверхностный заряд микроорганизмов имеет отрицательное значение и отталкивает от себя ионы сульфита и бисульфита, тоже заряженные отрицательно, в отличие от молекулярной формы, которая электронейтральна.

При pH вина в пределах от 3,0 до 4,0 соотношение молекулярной, бисульфитной и сульфитной форм свободной сернистой кислоты находится в пределах, указанных в табл. 1. Ввиду того, что выраженной антимикробной активностью обладает только молекулярная форма диоксида серы, становится понятной необходимость учета pH вина при расчете необходимой дозы диоксида серы, которая обеспечит необходимый уровень защиты вина от развития патогенной микрофлоры [10].

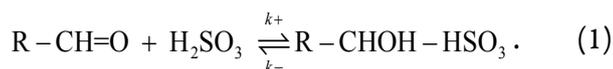
При нормальных условиях диоксид серы и сернистая кислота практически не взаимодействует с молекулярным кислородом, но при наличии в растворе перекисей образует сульфат-ионы, чем и предохраняет от окисления компоненты вина [11].

Связанная форма сернистой кислоты образована, в первую очередь, компонентами вина, имеющими карбонильную группу $>C=O$, к которым относятся альдегиды, кетоны, сложные эфиры, амиды и карбоновые кислоты [12]. Связывать сернистую кислоту могут моносахара, в частности, арабиноза и глюкоза, а также фенольные вещества, которые также являются карбонильными соединениями [12]. В общем виде данный процесс можно описать следующим уравнением реакции:

Таблица 1. Распределение диоксида серы в винопродукции по формам (расчетные данные)

Table 1. Distribution of sulfur dioxide in wine products by compound forms (calculated data)

Общее содержание SO_2 ($T = F + B$) по формам					
свободная (F) – 100 %			связанная (B)		
молекулярная SO_2	бисульфитная HSO_3^-	сульфитная SO_3^{2-}	сульфиты и бисульфиты, связанные с альдегидами, сахарами, кетокислотами и фенольными соединениями		
pH=3,0	pH=4,0	pH=3,0	pH=4,0	pH=3,0	pH=4,0
9,3 %	0,94 %	90,5 %	99 %	0,03 %	< 0,05 %
HSO_3^-R					



Вследствие обратимости этой реакции устанавливается равновесие, при котором концентрации присутствующих веществ при данной температуре определяются отношением скоростей K прямой и обратной реакции образования и разрушения продуктов связывания сернистой кислоты

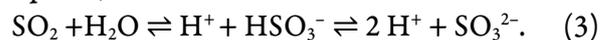
$$K = \frac{k_+}{k_-} = \frac{[\text{R}-\text{CHOH}-\text{HSO}_3]}{[\text{R}-\text{CH}=\text{O}] \cdot [\text{H}_2\text{SO}_3]} \quad (2)$$

Говоря о защитной функции сернистой кислоты, нельзя не упомянуть о связывании альдегидов, в том числе ацетальдегида, который сам по себе является очень активным веществом в плане окисления компонентов вина, и его связывание с сернистой кислотой элиминирует его реакционную способность по отношению к компонентам вина, склонным к окислению. С другой стороны, если рассматривать сульфитосвязывающие компоненты вина как потенциальный субстрат для окисления, то, связывая карбонильные группы, сернистая кислота защищает их самих от окисления [11].

Как видно из соотношения (2), количество связанных форм сернистой кислоты $\text{R}-\text{CHOH}-\text{HSO}_3$ зависит от концентрации свободной ее формы H_2SO_3 . Здесь важно понимать такой факт, что соотношение свободной и связанной форм сернистой кислоты зависит от общего содержания сульфитосвязывающих компонентов вина и концентрации свободной формы сернистой кислоты, а соотношение молекулярной и бисульфитной форм, независимо от их концентраций, зависит только от pH среды. Типичная зависимость концентрации связанных форм сернистой кислоты от концентрации свободной ее формы при различных температурах представлена на рис. 1.

В современном виноделии непосредственное сжигание серы для получения диоксида серы практически не применяют, а разделяют процесс получения и применения сернистых соединений, что способствует

более точному и контролируемому внесению диоксида серы. Наиболее распространено непосредственное введение диоксида серы из баллонов, где он находится в сжиженном виде. Данный подход позволяет вводить в продукт сернистый газ без сопутствующих соединений в весьма точной дозировке, но требует специального оборудования и пригоден в основном для крупных винодельческих предприятий. Диоксид серы задается в сам продукт по массе или через специальный мерник, находящийся под избыточным давлением. При этом нужно учитывать, что плотность сжиженного диоксида серы при 20°C составляет 1386,4 кг/м³, что необходимо принимать во внимание при учете данного вещества по объему. При невозможности непосредственного дозирования диоксида серы в продукт допустимо его применение в виде раствора в воде или сусле, который получают пропусканием тока газообразного SO_2 через слой воды или сусла, в результате чего последние насыщаются сернистой кислотой. При взаимодействии с водой или водными средами образует сернистую кислоту, согласно уравнению реакции:



Данные реакции являются обратимыми, и поэтому с увеличением кислотности среды равновесие реакции смещается в сторону образования сернистого газа, что ограничивает растворимость диоксида серы в воде величиной 115 г/дм³ [8]. На практике редко используют концентрации выше 70 г/дм³, ввиду сильной десорбции сернистого газа в процессе хранения и применения рабочего раствора. В этом случае концентрацию диоксида серы можно контролировать по плотности. Зависимость концентрации диоксида серы для водных растворов сернистой кислоты от их плотности приведена в табл. 2 [4].

Таблица 2. Определение массовой концентрации диоксида серы по плотности водных растворов, насыщенных газообразным SO_2

Table 2. Determination of the mass concentration of sulfur dioxide by the density of aqueous solutions saturated with gaseous SO_2

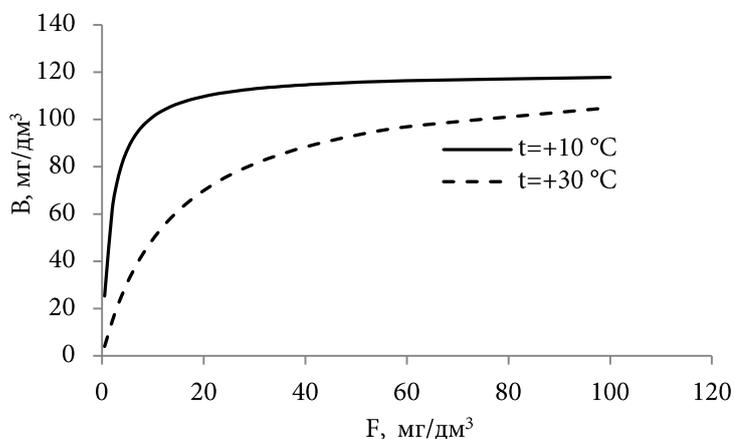


Рис. 1. Зависимость концентрации связанных форм сернистой кислоты (B), от концентрации свободной её формы (F) при различных температурах (данные эксперимента)

Fig. 1. Dependence of the concentration of bound forms of sulfurous acid (B) on the concentration of its free form (F) at different temperatures (experimental data)

Плотность, кг/м ³	Массовая концентрация SO_2 , г/дм ³	Плотность, кг/м ³	Массовая концентрация SO_2 , г/дм ³
1021	38,0	1031	59,9
1022	40,0	1032	62,1
1023	42,2	1033	64,3
1024	44,4	1034	66,5
1025	46,6	1036	70,9
1026	48,8	1037	73,1
1027	51,0	1038	75,3
1028	53,2	1039	77,5
1029	55,4	1040	79,7
1030	57,7	1041	81,9

Большим недостатком данной технологии является обогащение продукта водой, и тот факт, что работа с водными растворами сернистой кислоты сопряжена с опасностью для рабочих. При насыщении сусла диоксидом серы возможно получение и более концентрированных растворов сернистой кислоты со сравнительно низкой десорбцией сернистого газа в сравнении с водными растворами, что широко применялось в небольших винодельческих хозяйствах в первичном виноделии для сульфитации сусла и мезги. Также возможно применение растворов диоксида серы, приготовленных на вине, что может быть использовано для его введения в вино материалы при хранении.

Также диоксид серы вносят в форме метабисульфита (пиросульфита) калия $K_2S_2O_5$. Недостатком применения пиросульфита является введение излишка калия в вино, что может спровоцировать кристаллические помутнения. Поэтому разрешенной дозой является доза до 150 мг/дм^3 , что в пересчете на SO_2 составляет порядка 85 мг/дм^3 . Также разрешено использование гидросульфита аммония NH_4HSO_3 в дозировке до 200 мг/дм^3 , что в пересчете на SO_2 составляет дозу порядка 140 мг/дм^3 . При использовании гидросульфита аммония среда обогащается также ионами аммония в количестве $2,8 \text{ мг}$ на каждые 10 мг введенного SO_2 , что ограничивает его применение в готовом вине, но полностью отвечает требованиям первичного виноделия, где ионы аммония являются дополнительным фактором роста дрожжей.

Последние два препарата практически не выделяют газообразный диоксид серы, что очень удобно при их дозировании, и могут быть использованы непосредственно в виде порошка или в водных растворах. Максимальная растворимость метабисульфита калия при н.у. составляет 450 г/дм^3 , что в пересчете на SO_2 составляет порядка 225 г/дм^3 для насыщенного раствора, а применение гидросульфита аммония позволяет готовить рабочие растворы с концентрацией до 400 г/дм^3 в пересчете на SO_2 . При попадании данных препаратов в кислую среду, например вино, константа равновесия образования сернистой кислоты смещается в сторону образования бисульфит иона и молекулярной ее формы.

Применение диоксида серы в первичном виноделии. В первичном виноделии диоксид серы используют в основном для элиминации процессов ферментативного и неферментативного окисления компонентов сусла, роста диких штаммов дрожжей и бактерий, предотвращая окислительное покоричневение сусла и спонтанные микробиологические процессы, которые могут привести к ухудшению качества готовой продукции – вина [13]. Кроме того, применение диоксида серы позволяет качественно провести процесс его осветления перед спиртовым брожением [14].

При использовании здорового винограда ручного сбора в стадии технической зрелости роль диоксида серы снижается и становится возможной переработка винограда с низкой или нулевой сульфитной нагрузкой [5, 6]. Однако это не является самоцелью и

актуально лишь в технологии получения коньячных вино материалов, где наличие избытка сульфитов и особенно сульфатов в коньячном вино материале приводит к быстрому разрушению медных частей перегонных аппаратов в процессе их эксплуатации [15].

По некоторым данным [4], для получения стабильных к окислению белых вин в ряде случаев перед брожением следует проводить регулируемое ферментативное окисление компонентов сусла кислородом воздуха, но это относится только к случаю переработки здорового вызревшего винограда. В случае же переработки винограда машинной уборки, поврежденного болезнями или некондиционного винограда применение диоксида серы обязательно, так как он позволяет уменьшить влияние ферментативного окисления компонентов сусла и роста патогенной микрофлоры на стадии получения и осветления сусла на качество вина [4]. Оптимальной дозой сернистой кислоты в пересчете на SO_2 для здорового винограда следует считать $50\text{-}75 \text{ мг/дм}^3$ сусла или мезги, и вносить его можно перед проведением процесса осветления сусла.

Влияние различных доз сульфитации сусла перед его осветлением на накопление альдегидов и уровень остаточного содержания диоксида серы в вино материале сразу после брожения приведен на рис 2.

Дозы сульфитации до 75 мг/дм^3 практически не увеличивают концентрацию остаточного диоксида серы в сравнении с его полным отсутствием и дают преимущество перед другими вариантами опыта в силу снижения массовой концентрации альдегидов.

Диоксид серы в таких дозах обладает, с одной стороны, ингибирующим действием на микроорганизмы, задерживая самопроизвольное забраживание, а с другой стороны, блокирует прохождение естественных биохимических, в том числе ферментативных процессов связанных с окислением фенольных соединений с накоплением продуктов окисления, в т.ч. альдегидов. Это позволяет в ряде случаев даже без применения охлаждения сусла проводить его отстаивание

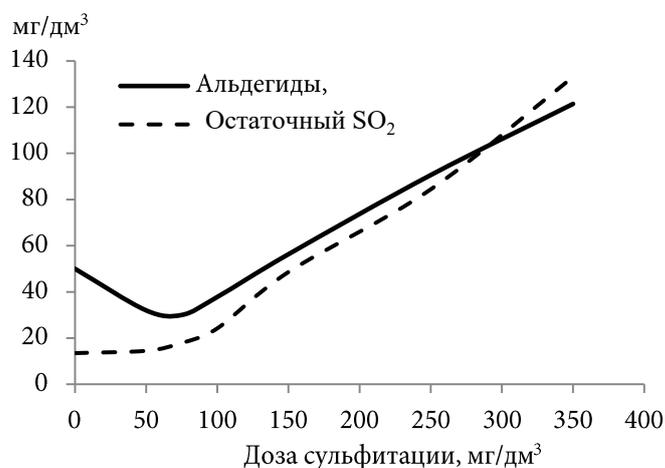


Рис. 2. Зависимость концентраций диоксида серы и альдегидов в вино материале после брожения от дозы сульфитации сусла при его осветлении

Fig. 2. Dependence of concentrations of sulfur dioxide and aldehydes in base wine after fermentation on the dose of must sulfiting during its clarification

вание в течение суток и более. В случае некондиционного и большого винограда дозу сульфитации следует увеличить до 100-150 мг/дм³ и вносить его как можно раньше, даже на стадии переработки винограда для блокировки действия окислительных ферментов, поступивших в большом количестве из пораженного микромицетами винограда, а также большого наличия дрожжевой и бактериальной микрофлоры. В особо неблагоприятных случаях следует вносить раствор сернистой кислоты прямо в приемной бункер при переработке винограда, дополнительно посыпая его порошком бентонита из расчета 1-2 г бентонита на 1 кг винограда [4]. При брожении винограда по красному способу использование диоксида серы для сульфитации мезги после ее получения является обязательным приемом, позволяющим гарантировать проведение брожения на чистых культурах дрожжей. В табл. 3 приводятся рекомендуемые нами дозы диоксида серы в зависимости от особенностей сырья и температуры, разработанные на основании анализа литературы [2, 4, 13], а также результатов собственных наблюдений.

Касаясь вопроса применения диоксида серы в первичном виноделии, нельзя не упомянуть еще несколько важных технологических аспектов его применения. Во-первых, – гидролитическая функция диоксида серы позволяет проводить процесс мацерации мезги для улучшения суслоотделения, а также способствует лучшей осветляемости сусла при отстаивании. Во-вторых, это улучшает экстракционные процессы и предохраняет от окисления фенольных, в т. ч. антоцианов и терпеновых соединений, что особо ценно при переработке красных сортов винограда и сортов с ярким сортовым ароматом, например мускатов, с целью сохранения в вине сортовых особенностей винограда. В технологии ликерных вин из мускатных сортов винограда практикуют довольно высокие (до 200 мг/дм³) дозы SO₂, что позволяет максимально извлечь и предохранить от окисления терпеновые соединения винограда в процессе настоя мезги.

Сразу после брожения вино практически полностью насыщено диоксидом углерода, который в процессе брожения вытесняет все растворенные газы, включая кислород и даже азот воздуха, что обеспечивает надежную антиоксидантную защиту вина на протяжении длительного периода времени. Применение диоксида серы на этой стадии производства скорее вредно, т.к. блокируются окислительно-восста-

новительные процессы в вине, необходимые на этой стадии производства, что может приводить к нежелательным последствиям, таким как задержка дображивания остаточных сахаров, долгое осветление винома- териала, возможность ферментативного восстановления серы до сероводорода и затруднение наступления яблочно-молочного брожения.

Вследствие механического воздействия на вино при переливках, а также других технологических операциях, направленных на обеспечение прозрачности и стабильности винома- териалов, концентрация диоксида углерода в винома- териалах падает по причине декарбонизации винома- териала с одновременным замещением его кислородом воздуха. Возникает вопрос о необходимости антиоксидантной и антимикробной защиты винопродукции путем применения диоксида серы.

Применение диоксида серы в процессе хранения и выдержки винома- териалов. На данном этапе технологии необходимо максимально ограничить неконтролируемое поступление кислорода в вино. Следует отметить, что основные массообменные процессы между вином и воздухом происходят на границе раздела жидкой и газообразной фаз, т.е. в зеркале вина, поэтому все мероприятия при хранении винома- териалов должны быть направлены на уменьшение поверхности их раздела. Не следует компенсировать избыток доступа кислорода воздуха повышенными до- зами диоксида серы по причине того, что окисление компонентов вина при этом все равно происходит, так как в верхнем слое винома- териала, контактирующим с воздухом, концентрация диоксида серы будет ниже, чем в среднем по объему вина, а концентрация кислорода воздуха сравнительно высокая. Это, в свою очередь, способствует локальному образованию перекисных соединений и, с одной стороны, будет способствовать накоплению альдегидов, а с другой – образованию сульфатов, что в любом случае приведет к ухудшению органолептических и гигиенических показателей вина. Применение шапки инертных газов частично решает эту проблему, но при этом трудно гарантировать полное отсутствие кислорода в газовой смеси в надвинном пространстве, к тому же применение инертных газов сопряжено с дополнительными затратами. Поэтому наиболее эффективным приемом предотвращения окисления вина и развития патогенной микрофлоры следует считать хранение в полно-

Таблица 3. Рекомендуемые дозы диоксида серы в первичном виноделии

Table 3. Recommended doses of sulfur dioxide in primary winemaking

Темпе- ратура, С	Норма SO ₂ , мг/дм ³ , для сульфитации при переработке винограда в зависимости от рН											
	здорового						частично пораженного микромицетами (3-10%)					
	сусло для вина по-белому			мезга для вина по-красному			сусло для вина по-белому			мезга для вина по-красному		
рН →	3,2<	3,2-3,5	>3,5	3,2<	3,2-3,5	>3,5	3,2<	3,2-3,5	>3,5	3,2<	3,2-3,5	>3,5
10...15	30	30	50	30	75	75	50	75	100	100	120	120
15...20	30	50	75	50	75	100	75	100	120	100	120	150
20...25	50	75	100	75	100	120	100	120	150	120	150	170
25...30	75	100	120	100	120	150	120	150	150	150	170	до 200

стью долитых технологических резервуарах.

Важным аспектом применения диоксида серы при хранении и выдержке вина является регулирование редокс-потенциала среды, что позволяет управлять процессом созревания вина, предотвращается окисление винной кислоты. Окислительная реакция (винная кислота – диоксифумаровая – дикетоянтарная кислота) останавливается на янтарной кислоте, что способствует развитию характерного букета и вкуса выдержанного вина, его высоких органолептических качеств [4].

Здесь следует также отметить, что излишние дозы сульфитации в значительной мере задерживают созревание вина, ухудшают его органолептические показатели, маскируют сортовой аромат, делают более жестким вкус и могут быть причиной появления неприятных тонов в аромате и во вкусе. Поэтому важным является рациональная сульфитация вин в процессе их выдержки и хранения. Вопросами определения рациональных доз сульфитации сула и вина посвящено множество публикаций отечественных и зарубежных авторов [1, 2, 4], однако наиболее полное изложение можно найти в диссертации Гусейновой З.Н. [Разработка технологических приемов, направленных на снижение доз сернистого ангидрида в виноделии. Ялта, 1982], где подробно описана методика определения необходимого уровня сульфитации с целью обеспечения заданного уровня свободной диоксида серы в винопродукции.

Как мы уже говорили выше, за антимикробальную активность отвечает молекулярная форма сернистой кислоты, процент которой зависит от рН среды. Необходимая концентрация свободной формы диоксида серы для обеспечения микробальной стабильности вина приведена в таблице 4.

Ранее нами была предложена математическая мо-

Таблица 4. Рекомендуемые уровни молекулярной формы сернистой кислоты при хранении виноматериалов [2]

Table 4. Recommended levels of sulfurous acid molecular form during storage of base wines [2]

Уровень защиты	$C_{\text{молек}^3}$ мг/дм ³	Рекомендации
Очень высокий	$\geq 2,0$	Хранение и выдержка вин с остаточным сахаром в технологической и потребительской таре, заполненной до номинальной емкости без доступа воздуха
Высокий	$\geq 1,0$	Кратковременное хранение сухих вин в неполных технологических емкостях под шапкой инертных газов. Хранение и выдержка малоспиртуозных вин в технологической и потребительской таре заполненной до номинальной емкости без доступа воздуха
Средний	0,35-0,65	Хранение и выдержка сухих вин в технологической и потребительской таре заполненной до номинальной емкости без доступа воздуха
Низкий	0,35<	Рекомендуется сульфитация до среднего, высокого или очень высокого уровня защиты в зависимости от условий хранения и особенностей винопродукции

дель связывания сернистой кислоты компонентами вина [16], базирующаяся на математической модели мономолекулярной адсорбции Ленгмюра [17, 18], а также ее приложение к различным типам вин [19], адекватно описывающая процесс связывания диоксида серы компонентами вина на основании определения концентрации сульфитосвязывающих компонентов вина, а также константы ее связывания компонентами вина.

Нами был разработан алгоритм принятия решений о необходимой дозе сульфитации в зависимости от рН вина и необходимого уровня его микробальной защиты. Алгоритм действий при этом следующий:

- проводят измерение рН вина в соответствии с [20];
- по табл. 4 определяют необходимый уровень молекулярной формы диоксида серы в зависимости от поставленной задачи;

$$\text{– по формуле } C_{\text{своб}} = \frac{C_{\text{молек}} \cdot 10^{0,998 \cdot \text{pH}}}{92,045}, \text{ мг/дм}^3 \quad (4)$$

определяют необходимую концентрацию свободной сернистой кислоты для обеспечения заданной концентрации молекулярной ее формы $C_{\text{молек}}$ мг/дм³ при заданном рН продукта и температуре 20 °С;

- определяют фактическое содержание свободной формы сернистой кислоты $F_{\text{факт}}$ мг/дм³, согласно ГОСТ 32115. Если $F_{\text{факт}} < C_{\text{своб}}$, вычисленной по формуле (4), то принимается решение о необходимости дополнительной сульфитации.

Для определения доз сульфитации, определения концентрации и константы связывания SO₂-связывающих компонентов в продукте проводят опыты по следующей прописи. В две бутылки номинальной вместимостью 100 см³ наливают пробу продукта объемом не менее 100 см³, в одну из них добавляют 20-25 мкл, а во вторую 80-90 мкл насыщенного водного раствора метабисульфита калия (450 г/дм³, что составляет порядка 225г/дм³ в пересчете на SO₂). Обе бутылки герметически укупуривают, оставляя минимальную газовую камеру и погружают в водяную баню с температурой (+50±5) °С на 60 мин. По истечению этого времени бутылки вынимают, охлаждают до плюс 20°С и определяют в пробах концентрацию свободной (F) и связанной (B) форм диоксида серы по ГОСТ 32115/ (ГОСТ Р 51655-2000). Результаты измерения оформляют в виде таблицы 5.

Таблица 5. Исходные данные для расчета концентрации и константы связывания сульфитосвязывающих компонентов

Table 5. Given data for calculating the concentration and binding constants of sulfite-binding components

Номер бутылки	Концентрация диоксида серы по формам, мг/дм ³		x = F	y = F/B
	свободной (F)	связанной (B)		
1	F ₁	B ₁	x ₁ =F ₁	y ₁ =F ₁ /B ₁
2	F ₂	B ₂	x ₂ =F ₂	y ₂ =F ₂ /B ₂

Примечание: F₁, F₂ – концентрация свободной, а B₁, B₂ – связанной форм в первой и второй бутылке, соответственно

Концентрацию SO_2 -связывающих компонентов продукта a_m , в пересчете на SO_2 определяют из формулы:

$$a_m = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}, \text{ мг/дм}^3. \quad (5)$$

Константу равновесия реакции связывания компонентами продукта определяют из следующего выражения:

$$K = \frac{y_2 - y_1}{y_1 x_2 - y_2 x_1}. \quad (6)$$

Общее содержание диоксида серы T , необходимое для обеспечения заданной концентрации свободной ее формы F , можно определить из соотношения:

$$T = B + F = \frac{a_m \cdot F \cdot K}{1 + K \cdot F} + F, \quad (7)$$

где F – требуемое значение концентрации свободного диоксида серы, которое нужно получить, B – массовая концентрация связанной формы диоксида серы как функция свободной ее формы, мг/дм³.

Дозу сульфитации D , мг/дм³, необходимую для обеспечения заданной концентрации общей сернистой кислоты, можно определить из уравнения:

$$D = T - T_0, \quad (8)$$

где T – необходимая концентрация общего SO_2 в вино материале, T_0 – исходная концентрация общего SO_2 в вино материале.

Пример. Пусть исходное значение свободной F_0 и связанной B_0 форм SO_2 составляет 4 мг/дм³ и 20 мг/дм³, соответственно, после добавления двух доз SO_2 концентрация свободной F и связанной B форм SO_2 составляла в первой бутылочке $F_1=10$ мг/дм³ и $B_1=100$ мг/дм³, а во второй $F_2=50$ мг/дм³ и $B_2=250$ мг/дм³, соответственно; рН вина составляет 3,5 ед. Определить концентрацию SO_2 -связывающих компонентов вина – a_m , константу связывания SO_2 – K , а также необходимую дозировку SO_2 – D для обеспечения концентрации молекулярной ее формы 0,6 мг/дм³.

Определяем необходимое количество свободной сернистой кислоты для обеспечения концентрации 0,6 мг/дм³ молекулярной ее формы по формуле (4):

$$F = \frac{C_{\text{молек}} \times 10^{0,998 \times \text{рН}}}{92,045} = \frac{0,6 \times 10^{0,998 \times 3,5}}{92,045} = 20,28 \approx 20,3 \text{ мг/дм}^3.$$

Таким образом, концентрация свободной сернистой кислоты должна составлять не менее 20,3 мг/дм³. Фактическая концентрация свободной сернистой кислоты по условиям задачи составляет 4 мг/дм³, что явно недостаточно для защиты продукта от микробальной порчи.

Записываем исходные данные для расчетов табл. 5, получаем значения $x_1=10$, $x_2=250$, $y_1=0,2$, $y_2=2,5$ и подставив их в формулу (5), получим концентрацию SO_2 -связывающих компонентов вина a_m в пересчете на SO_2 :

$$a_m = \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1} = \frac{250 - 10}{2,5 - 0,2} = 104,3 \text{ мг/дм}^3.$$

Константа равновесия реакции связывания SO_2 компонентами вина, вычисленная по формуле (6), составит:

$$K = \frac{y_2 - y_1}{y_1 x_2 - y_2 x_1} = \frac{2,5 - 0,2}{0,2 \cdot 250 - 2,5 \cdot 10} = 0,092.$$

Необходимая концентрация общей сернистой кислоты для обеспечения концентрации свободной ее формы 20,3 мг/дм³, вычисленная по формуле (7), составит:

$$T = B + F = \frac{a_m \cdot F \cdot K}{1 + K \cdot F} + F = \frac{104,3 \cdot 20,3 \cdot 0,092}{1 + 0,092 \cdot 20,3} + 20,3 = 67,9 + 20 = 88,2 \text{ мг/дм}^3.$$

Дозу сульфитации D , мг/дм³, которую необходимо внести для обеспечения заданной концентрации общей сернистой кислоты $T = 50,6$ мг/дм³, можно определить по формуле (8):

$$D = T - T_0 = 88,2 - 4 - 20 = 64,2 \approx 65 \text{ мг/дм}^3.$$

Применение диоксида серы при стабилизации вин. Достижение розливостойкости и микробиологической стабильности является основной проблемой, решение которой обеспечивает способность вина сохранять свои потребительские свойства в течение гарантийного срока хранения. В технологии стабилизации вин против коллоидных помутнений особое внимание уделяется вопросам оклейки вино-материалов с применением белковых и минеральных веществ, в основе которой лежит взаимодействие белков с реакционными группами полифенолов эндогенного и экзогенного происхождения [21]. Способность взаимодействия полифенолов с белками зависит от поверхностного заряда макромолекул, что, в свою очередь, зависит от степени окисленности фенольных веществ, которая зависит от ОВ-потенциала среды. В частности, в процессе коагуляции танатов ключевую роль играет не столько заряд катиона железа и макроаниона дубильно-кислого железа, а скорее, способность металлов с переменной валентностью, в качестве поливалентного катиона, объединять частицы танатов через образование межмолекулярных мостиков в молекулах танидов и их продуктах взаимодействия с белковыми веществами. Поэтому вносить диоксид серы перед проведением оклейки не следует во избежание неполного взаимодействия лабильных полифенолов с белком. Сразу же после оклейки и фильтрации необходимо ввести диоксид серы в дозе, обеспечивающей необходимый уровень антимикробальной защиты, по методике, которую мы описали в предыдущем разделе.

Выводы и рекомендации

На основании литературных данных и собственных исследований обоснованы режимы и параметры применения диоксида серы в технологии тихих вин. Предложена дифференциация доз сульфитации в первичном виноделии в зависимости от состава и качества винограда. Раскрыта технологическая роль диоксида серы на различных стадиях технологического процесса. Расчетным путем проанализирована и показана роль рН в распределении диоксида серы по формам. Показано влияние доз сульфитации сула перед его осветлением на накопление альдегидов и уровень остаточного содержания диоксида серы. Установлено, что дозы сульфитации сула до 75 мг/дм³ практически не увеличивают концентрацию остаточного диокси-

да серы в сравнении с его полным отсутствием, но дают преимущество в силу снижения массовой концентрации альдегидов в сравнении с отсутствием или при повышенных дозах диоксида серы. Приведена оригинальная методика расчета доз сульфитации вин при их хранении с учетом рН вина.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2024-0001.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2024-0001.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Henderson P. Sulfur dioxide: science behind this antimicrobial, anti-oxidant wine additive. *Practical Winery & Vineyard*. 2014;95(1A):54-60.
- Boulton R.B., Singleton V.L., Bisson L.F., Kunkee R.E. The role of sulfur dioxide in wine. *Principles and Practices of Winemaking*. Springer New York. 1999:448-473. DOI 10.1007/978-1-4757-6255-6.
- Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., Lonvaud A. *Handbook of Enology. The Microbiology of Wine and Vinifications*. 2nd Edition. Vol. 1. John Wiley & Sons, Ltd. 2006:193-221.
- Шольц-Куликов Е.П. Оптимизация режимов сульфитации для повышения гигиенической ценности виноградных вин // *Виноделие и виноградарство*. 2012;2:27-29.
- Остроухова Е.В., Пескова И.В. Система параметров отбора сортов и оценки качества винограда для виноделия с пониженным содержанием SO₂ // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2023;82(4):254-277. DOI 10.30679/2219-5335-2023-4-82-254-277.
- Resolution OIV-OENO 631-2020. Review of practices for the reduction of SO₂ doses used in winemaking. Access mode: <https://www.oiv.int/public/medias/7593/oiv-oeno-631-2020-en.pdf> (access date 12/04/2024).
- Jackowetz J.N., Mira de Orduña R. Survey of SO₂ binding carbonyls in 237 red and white table wines. *Food Control*. 2013;32(2):687-692. DOI:10.1016/j.foodcont.2013.02.001.
- Диоксид серы. Большая Российская Энциклопедия. Режим доступа: <https://bigenc.ru/c/dioksid-sery-518307> (дата обращения 12.04.2024).
- Ough C.S., Were L. Sulfur dioxide and sulfites. Chapter 5 in book: *Antimicrobials in food*. Edited by Davidson P.M., Sofos I.N. 3d edition. Boca Raton: Taylor & Francis Group. 2005:143-167.
- Rehm H.J., Wittmann H. Beitrag zur Kenntnis der antimikrobiellen Wirkung der schwefligen Säure. I. Uebersicht über einflussnehmende Faktoren auf die antimikrobiellen Wirkung der schwefligen Säure. *Z. Lebensm. Untersuch. Forsch.* 2002:413-429.
- Di Mattia C.D., Piva A., Martuscelli M., Mastrocola D., Sacchetti G. Effect of sulfites on the in vitro antioxidant activity of wines. *Italian Journal of Food Science*. 2015;27(4):505-512. DOI:10.14674/1120-1770/ijfs.v381.
- Burroughs L.F., Sparks A.H. Sulphite-binding power of wines and ciders. I. Equilibrium constants for the dissociation of carbonyl bisulphite compounds. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1973;24(2):187-198. DOI 10.1002/jsfa.2740240211.
- Танащук Т.Н., Шаламитский М.Ю., Загоруйко В.И., Семенова К.А., Иванова Е.В., Кишковская С.А. Влияние диоксида серы на рост природных штаммов молочнокислых бактерий вина // *«Магарач»*. Виноградарство и виноделие. 2022;24(4):381-386. DOI: 10.34919/IM.2022.88.74.012.
- Валуйко Г.Г. *Технология виноградных вин*. Симферополь: Таврида. 2001:1-624.
- Скурихин И.М. *Химия коньяка и бренди*. М.: ДеЛи принт. 2005:1-296.
- Тимофеев Р.Г., Вьюгина М.А. Практические и теоретические аспекты определения сульфитосвязывающей способности столовых белых вин // *«Магарач»*. Виноградарство и виноделие. 2021;23(3):286-291. DOI 10.35547/IM.2021.12.19.013.
- Langmuir I. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. *J. Amer. Chem. Soc.* 1918;40(9):1361-1403. DOI 10.1021/ja02242a004.
- Травин С.О., Громов О.Б., Утробин Д.В., Рощин А.В. Кинетическое моделирование изотерм адсорбции // *Химическая физика*. 2019;38(11):5-15. DOI 10.1134/S0207401X19110116.
- Тимофеев Р.Г., Вьюгина М.А. Изучение особенностей сульфитосвязывающей способности различных типов вин // *«Магарач»*. Виноградарство и виноделие. 2024;26(1):81-86. DOI 10.34919/IM.2024.14.25.013.
- Методы теххимического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида. 2002:1-206.
- Чурсина О.А., Загоруйко В.А. *Стабилизация вин: наука и практика: монография*. Симферополь: Полипринт. 2023:1-280.

References

- Henderson P. Sulfur dioxide: science behind this antimicrobial, anti-oxidant wine additive. *Practical Winery & Vineyard*. 2014;95(1A):54-60.
- Boulton R.B., Singleton V.L., Bisson L.F., Kunkee R.E. The role of sulfur dioxide in wine. *Principles and Practices of Winemaking*. Springer New York. 1999:448-473. DOI 10.1007/978-1-4757-6255-6.
- Ribéreau-Gayon P., Dubourdieu D., Donèche B., Lonvaud A. *Handbook of Enology. The Microbiology of Wine and Vinifications*. 2nd Edition. Vol. 1. John Wiley & Sons, Ltd. 2006:193-221.
- Sholts-Kulikov E.P. Optimizing of sulfite modes to improve hygienic value of grape wines. *Winemaking and Viticulture*. 2012;2:27-29 (*in Russian*).
- Ostroukhova E.V., Peskova I.V. System of parameters to select the varieties and assess the quality of grapes for winemaking with the reduced SO₂ load. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2023;82(4):254-277. DOI: 10.30679/2219-5335-2023-4-82-254-277 (*in Russian*).
- Resolution OIV-OENO 631-2020. Review of practices for the reduction of SO₂ doses used in winemaking. Access mode: <https://www.oiv.int/public/medias/7593/oiv-oeno-631-2020-en.pdf> (access date 12/04/2024).
- Jackowetz J.N., Mira de Orduña R. Survey of SO₂ binding carbonyls in 237 red and white table wines. *Food Control*. 2013;32(2):687-692. DOI:10.1016/j.foodcont.2013.02.001.
- Sulfur dioxide. *Great Russian Encyclopedia*. Access mode: <https://bigenc.ru/c/dioksid-sery-518307> (access date 12/04/2024) (*in Russian*).
- Ough C.S., Were L. Sulfur dioxide and sulfites. Chapter 5 in book: *Antimicrobials in food*. Edited by Davidson P.M., Sofos I.N. 3d edition. Boca Raton: Taylor & Francis Group. 2005:143-167.

10. Rehm H.J., Wittmann H. Beitrag zur Kenntnis der antimikrobiellen Wirkung der schwefligen Säure. I. Uebersicht über einflussnehmende Faktoren auf die antimikrobielle Wirkung der schwefligen Säure. Z. Lebensm. Unters. Forsch. 2002;413-429.
11. Di Mattia C.D., Piva A., Martuscelli M., Mastrocola D., Sacchetti G. Effect of sulfites on the in vitro antioxidant activity of wines. Italian Journal of Food Science. 2015;27(4):505-512. DOI:10.14674/1120-1770/ijfs.v381.
12. Burroughs L.F., Sparks A.H. Sulphite-binding power of wines and ciders. I. Equilibrium constants for the dissociation of carbonyl bisulphite compounds. Journal of the Science of Food and Agriculture. 1973;24(2):187-198. DOI 10.1002/jsfa.2740240211.
13. Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M.Yu., Zagorouiko V.I., Semenova K.A., Ivanova E.V., Kishkovskaya S.A. The effect of sulfur dioxide on the growth of original strains of lactic acid bacteria in wine. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(4):381-386. DOI 10.34919/IM.2022.88.74.012 (in Russian).
14. Valouiko G.G. Grape wine technology. Simferopol: Tavrida. 2001:1-624 (in Russian).
15. Skurikhin I.M. Chemistry of cognac and brandy. Moscow: DeLi print. 2005:1-296 (in Russian).
16. Timofeev R.G., Vyugina M.A. Practical and theoretical aspects of determining the sulfite-binding capability of white table wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(3):286-291. DOI 10.35547/IM.2021.12.19.013 (in Russian).
17. Langmuir I. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. J. Amer. Chem. Soc. 1918;40(9):1361-1403. DOI 10.1021/ja02242a004.
18. Travin S.O., Gromov O.B., Utrobin D.V., Roshchin A.V. Kinetic modeling of adsorption isotherms. Journal of Physical Chemistry. 2019;38(11):5-15. DOI 10.1134/S0207401X19110116 (in Russian).
19. Timofeev R.G., Vyugina M.A. The study of sulfite-binding capacity of different types of wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(1):81-86. DOI 10.34919/IM.2024.14.25.013 (in Russian).
20. Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrida. 2002:1-260 (in Russian).
21. Chursina O.A., Zagorouiko V.A. Stabilization of wines: science and practice: a monograph. Simferopol: Polyprint. 2023:1-280 (in Russian).

Информация об авторах

Руслан Генрихович Тимофеев, канд. техн. наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории тихих вин; e-мэйл: Russ1970@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6105-944X>;

Мария Александровна Вьюгина, мл. науч. сотр. лаборатории тихих вин; e-мэйл: vyugina.mari@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6146-2151>.

Information about authors

Ruslan G. Timofeev, Cand. Techn. Sci., Assistant Professor, Leading Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: Russ1970@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6105-944X>;

Mariya A. Vyugina, Junior Staff Scientist, Still Wines Laboratory; e-mail: vyugina.mari@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6146-2151>.

Статья поступила в редакцию 22.04.2024, одобрена после рецензии 07.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.

УДК 663.125/131/.252
EDN RZDACW

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Селекция перспективных штаммов дрожжей для производства терруарных вин

Луткова Н.Ю.[✉], Шаламитский М.Ю., Семенова К.А., Загоруйко В.И.

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

[✉]magarach_microbiol.lab@mail.ru

Аннотация. В последнее время на рынке винодельческой продукции растет спрос на «терруарные» вина. Их отличительная особенность заключается в уникальных ароматических и вкусовых характеристиках, которые формируются за счёт местности произрастания винограда, климатических условий, состава почвы и других факторов. Обычно при производстве таких вин используют процесс брожения на спонтанной микрофлоре винограда данной местности, что позволяет придать вину свою индивидуальность и уникальные органолептические характеристики. Однако такой способ производства вина нередко приводит к нежелательным последствиям, таким как остановка брожения или появление посторонних тонов во вкусе и аромате, которые могут быть вызваны повышенным содержанием вторичных продуктов, синтезируемых дрожжами. Решением данной проблемы может стать выделение и тщательный отбор микроорганизмов из конкретного терруара, что позволит снизить или даже исключить риск их появления. Целью настоящей работы являлось выделение и характеристика новых штаммов дрожжей *S. cerevisiae* по морфологическим, физиолого-биохимическим и технологическим параметрам, а также органолептическая оценка белых сухих виноматериалов, полученных с их помощью. Из проб спонтанно бродящего виноградного сусла было отобрано 220 изолятов дрожжей, из которых в дальнейшую работу взято 97, характерных для рода *Saccharomyces*. Отобранные штаммы дрожжей были оценены по способности к синтезу сероводорода и уксусной кислоты, бродительной активности, устойчивости к стрессовым условиям. По результатам работы были выбраны штаммы с наилучшими технологическими характеристиками для дальнейшей оценки в условиях микровиноделия. В виноматериалах определяли физико-химические показатели и проводили органолептическое тестирование. В результате многоступенчатого скрининга отобрано 9 штаммов дрожжей сахаромисцетов, которые могут быть использованы для апробации в виноделии при производстве белых сухих вин конкретного терруара с сохранением типичных свойств и органолептических характеристик.

Ключевые слова: терруар; изоляты дрожжей; бродительная активность; технологические свойства; генетические методы.

Для цитирования: Луткова Н.Ю., Шаламитский М.Ю., Семенова К.А., Загоруйко В.И. Селекция перспективных штаммов дрожжей для производства терруарных вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):176-182. EDN RZDACW.

ORIGINAL RESEARCH

Selection of promising yeast strains for the production of terroir wines

Lutkova N.Yu.[✉], Shalamitskiy M.Yu., Semenova K.A., Zagoruiko V.I.

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

[✉]magarach_microbiol.lab@mail.ru

Abstract. In these days the demand for “terroir” wines is growing in wine market. Their distinctive feature lies in unique aroma and flavor characteristics, developed due to the area of grape growing, climatic conditions, soil composition and other factors. Typically, in the production of such wines, a fermentation process on the spontaneous grape microflora of a given area is used, which makes it possible to give the wine its own individual and unique organoleptic characteristics. However, this method of wine production often leads to undesirable consequences, such as stopping of fermentation or appearance of foreign tones in flavor and aroma, which can be caused by an increased content of by-products synthesized by yeasts. A solution to this problem can be the isolation and careful selection of microorganisms from a specific terroir, which will reduce or even eliminate the risk of their appearance. The purpose of this work was to isolate and characterize new *S. cerevisiae* yeast strains according to morphological, physiological-biochemical and technological parameters, as well as an organoleptic assessment of dry white wines obtained with their help. From samples of spontaneously fermenting grape must, 220 yeast isolates were selected, 97 of which, typical for the genus *Saccharomyces*, were taken for further work. Selected yeast strains were assessed for their ability to synthesize hydrogen sulfide and acetic acid, fermentation activity, and resistance to stress conditions. Based on the results of the work, strains with the best technological characteristics were selected for further assessment under micro-winemaking conditions. Physicochemical parameters were determined in wines, and organoleptic testing was carried out. As a result of multi-stage screening, 9 *Saccharomyces* yeast strains were selected to be used for testing of a specific terroir in winemaking in the production of dry white wines with typical properties and organoleptic characteristics.

Key words: terroir; yeast isolates; fermentation activity; technological properties; genetic methods.

For citation: Lutkova N.Yu., Shalamitskiy M.Yu., Semenova K.A., Zagoruiko V.I. Selection of promising yeast strains for the production of terroir wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):176-182. EDN RZDACW (in Russian).

Введение

На сегодняшний день на рынке винодельческой продукции растёт популярность терруарного вина, к которому можно отнести вина защищенного наименования места происхождения [1, 2]. Эти вина

уникальны по своим ароматическим и вкусовым характеристикам, которые отражают особенности местности произрастания винограда, климатические условия, состав почв, дрожжей [3]. В последнее время при производстве таких вин виноделы отказываются от применения штаммов культурных дрожжей, а используют спонтанно заброженное сусло на дрожжах конкретной местности [4]. Благодаря этому вино и

© Луткова Н.Ю., Шаламитский М.Ю., Семенова К.А., Загоруйко В.И., 2024

приобретает свой характерный аромат и вкус терруара. В связи с чем для максимального раскрытия органолептических особенностей таких вин предлагается использование дрожжей, выделенных из винограда в местности его произрастания – терруара [5, 6].

Особое внимание уделяется изучению природных штаммов дрожжей винограда, их влияния на качественный состав химических соединений, синтезируемых во время спиртового брожения, а также на органолептические свойства вин, поскольку каждый штамм имеет индивидуальные особенности [7-10]. Также многими авторами показано, что существуют высокие штаммовые различия между дрожжами из виноградников одного и того же терруара [11-13]. В последнее время в европейских странах выполняют исследования по поиску штаммов винных дрожжей среди диких популяций [14, 15].

Анализ разнообразия популяций микроорганизмов и формирование их коллекций является необходимым начальным этапом в изучении вопроса о биохимических и физико-химических характеристиках вин, производимых в различных винодельческих районах. Благодаря этому возможно получение и применение местных штаммов дрожжей в винодельческом производстве конкретного терруара.

В связи с этим актуальной задачей является поиск и выделение новых штаммов дрожжей из конкретного места произрастания винограда, а также характеристика их свойств для совершенствования технологии производства уникальных терруарных вин [16-18].

Целью настоящей работы являлось выделение и оценка новых штаммов дрожжей вида *S. cerevisiae* для производства терруарных белых сухих виноматериалов.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на базе лаборатории микробиологии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН».

Объектами исследования являлись изоляты дрожжей сахаромикетов, выделенных из проб спонтанно бродящего сусла, полученных из винограда с участка в с. Оползневое, Республика Крым. В качестве контроля использовали коллекционный штамм Ркацител 6 (I-118) [19].

На первом этапе проводили выделение изолятов дрожжей, которое осуществляли из проб спонтанно бродящего виноградного сусла в начале (Н) и середине (С) (содержание сахаров определяли рефрактометрически) брожения. Выделение осуществляли по следующей методике: пробы бродящего сусла переносили в пробирки со стерильным виноградным суслом, помещали в термостат и инкубировали при температуре $(26\pm 1)^\circ\text{C}$ 1-3 суток до начала активного брожения. Затем пробы рассеивали на чашки Петри с агаризованным виноградным суслом и инкубировали при температуре $(26\pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 6-7 суток. Характерные для сахаромикетов колонии отщипывали на виноградное сусло, описывали морфологию клеток, способ размножения, способность к спорообразова-

нию, морфологию аскоспор (Бурьян Н. И. Практическая микробиология виноделия. Симферополь: Таврида. 2003:1-560).

На втором этапе определяли видовую принадлежность изолятов дрожжей рода *Saccharomyces* методом ПЦР по методике Muir и др. [20]. Исследуемые изоляты рассеивали в чашки Петри на агаризованную среду YPD (г/л, глюкоза – 20, пептон – 20, дрожжевой экстракт – 10, агар – 20) и инкубировали при температуре $(26\pm 1)^\circ\text{C}$. ДНК двух-, трёхсуточных сформированных колоний выделяли литий-ацетатным методом [21].

Следующим этапом было определение способности штаммов дрожжей к синтезу уксусной кислоты и сероводорода. Способность штаммов дрожжей к образованию уксусной кислоты оценивали по результатам их роста на плотной среде с мелом (образование прозрачного ореола, окружающий место посева). Культуры инкубировали при температуре $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 72 ч [22]. Оценка активности штамма синтезировать уксусную кислоту определяли по шкале: 0 – ореол 0-1 мм, (очень низкая способность); 1 – ореол 1-3 мм (низкая способность); 2 – ореол 3-4 (средняя способность); 3 – ореол 4-5 мм (высокая способность).

Способность штаммов образовывать сероводород изучали на плотной питательной среде BIGGY Agar [23]. Посевы культивировали при температуре $(30\pm 1)^\circ\text{C}$ в течение 24 ч. Наличие сероводорода оценивали визуально по шкале цвета колонии: белый – сероводород не образует; светло-коричневый – образует в незначительных количествах; темно-коричневый – в средних количествах; черный – высокое образование сероводорода.

Отобранные на предыдущем этапе штаммы дрожжей были оценены на способность развиваться в стрессовых условиях, которую проводили по ростовой реакции клеток дрожжей на низкие значения рН среды (кислотовыносливость), низкие и высокие температурные режимы (холодо- и термостойкость), высокие значения диоксида серы (сульфитостойкости) и высокие концентрации этилового спирта (спиртовыносливость). Средой культивирования была синтетическая среда YPD (г/л, глюкоза – 20, пептон – 20, дрожжевой экстракт – 10, рН 3,4). При оценке холодостойкости посевы инкубировали при температуре $(10\pm 1)^\circ\text{C}$, термостойкости – $(35\pm 1)^\circ\text{C}$; при оценке кислотовыносливости – при температуре $(26\pm 1)^\circ\text{C}$ с корректировкой рН среды до 2,6 винной кислотой. При оценке сульфитостойкости – $(26\pm 1)^\circ\text{C}$ и массовой концентрацией SO_2 в среде 200 мг/л; при оценке спиртовыносливости – корректировка среды до концентрации спирта (% об): 10, 12, 14 при температуре $(26\pm 1)^\circ\text{C}$. Для более четкого выявления реакций дрожжей на стрессовые условия использовали микрозасевы из расчета 8-30 тыс. кл/мл. Осмотр пробирок проводили ежедневно в течение 5 суток. Визуально отмечали ростовую реакцию штаммов на заданные условия культивирования (наличие или отсутствие роста).

Последним этапом была оценка отобранных

штаммов дрожжей по активности брожения. Её определяли по количеству выделившегося диоксида углерода при сбраживании виноградного сусла (40 мл) в специальных колбах с бродильными затворами (склянках Фреденрейха). В пастеризованное сусло вносили трёхсуточную разводку дрожжей в активном состоянии в количестве 2 % от объёма. Склянки выдерживали в термостате при температуре $(26 \pm 1) ^\circ\text{C}$ и ежедневно в течение 30 сут. производили их взвешивание, определяя количество углекислого газа, выделенного при брожении виноградного сусла. По результатам трех повторностей находили среднее значение показателя и пересчитывали на объем сусла 100 мл, а также по окончании брожения определяли массовую концентрацию сахаров.

По результатам селекции отобранные штаммы дрожжей были апробированы в условиях виноделия в лаборатории микробиологии на сусле из винограда сорта Алиготе с кондициями массовой концентрации (г/л): сахаров – 231; титруемых кислот – 5,4. Виноматериалы вырабатывались по классической технологии производства белых сухих вин (Технологические правила виноделия / Под ред. Валуйко Г.Г. Симферополь: Таврида. 2006:1-468). В полученных виноматериалах определяли физико-химические показатели: объёмная доля спирта, массовая концентрация сахаров, титруемых и летучих кислот, а также рН по стандартизированным и общепринятым методам в виноделии [24]. Органолептическую оценку полученных образцов проводили принятыми в энологии методами (ГОСТ 32051-2013). Микробиологический контроль осуществляли в соответствии с инструкцией по микробиологическому контролю винодельческой продукции (ИК 9170-1128-00334600-07).

Результаты и их обсуждение

По морфологическим свойствам из 220 выделенных изолятов дрожжей 123 имели неоднородную

форму и размеры клеток. Для дальнейшей работы было взято 97 с однородной округлой, яйцевидной, эллипсоидной формой клеток. Размеры клеток варьировали в диапазоне от 6 до 9 мкм. Все исследованные изоляты размножались почкованием, образуя аски от 1 до 4. Также они не образовывали пленки на поверхности среды культивирования.

При определении их видовой принадлежности с помощью генетических методов анализа было установлено, что все исследуемые изоляты относятся к виду *S. cerevisiae* (рис. 1).

Следующий этап работы предполагал способность штаммов к образованию уксусной кислоты и сероводорода.

Исследование способности отобранных штаммов к синтезу уксусной кислоты показало, что все исследуемые штаммы имели низкую способность к образованию этого вещества.

Сероводород является одним из компонентов побочных продуктов синтеза дрожжей и отрицательно влияет на органолептические показатели виноматериалов и, соответственно, снижает их качество [25, 26]. Анализ данных показал, что высокое и среднее образование сероводорода наблюдали у 69 % выделенных штаммов (67 из 97). Таким образом, для дальнейшего исследования были отобраны 30 штаммов без способности к образованию H_2S или с низким уровнем его продуцирования (рис. 2).

Выбор подходящих для виноделия штаммов дрожжей из рода *Saccharomyces* зависит в первую очередь от их технологических характеристик, от которых зависит стабильность проведения процесса брожения.

Исследование оставшихся штаммов дрожжей на термостойкость и кислотовыносливость показали положительную ростовую активность клеток в питательных средах уже на первые сутки после засева.



Рис. 1. Гель-электрофорез определения видовой принадлежности некоторых изолятов дрожжей; М – 100 п.н. маркер, 1 – *S. cerevisiae* ВКМУ-502, 2 – *S. bayanus* М-300-8А, 3 – *S. mikatae* IFO 1815-2А, 4 – *S. kudriavzevii* IFO 1802-2D, 5 – *S. paradoxus* CBS 432-2С, 6 – Н1, 7 – Н2, 8 – Н4, 9 – Н7, 10 – Н8, 11 – Н13, 12 – Н19, 13 – С12, 14 – С14, 15 – С31, 16 – С19, 17 – С21

Fig. 1. Electrophoresis gel for determining the species of some yeast isolates; M – 100 bp marker, 1 – *S. cerevisiae* ВКМУ-502, 2 – *S. bayanus* М-300-8А, 3 – *S. mikatae* IFO 1815-2А, 4 – *S. kudriavzevii* IFO 1802-2D, 5 – *S. paradoxus* CBS 432-2С, 6 – Н1, 7 – Н2, 8 – Н4, 9 – Н7, 10 – Н8, 11 – Н13, 12 – Н19, 13 – С12, 14 – С14, 15 – С31, 16 – С19, 17 – С21

Оценка культур в условиях низких температур показала, что у всех штаммов, кроме С74, наблюдался рост клеток на 2-4 сутки после засева (рис. 3).

Проверка на сульфитостойкость культур показала, что больше половины штаммов дрожжей начали рост уже на первые (20 %) и вторые (47 %) сутки после внесения. У 10 % штаммов роста не наблюдалось (рис.4).

Сравнительный анализ спиртовыносливости показал, что минимальная концентрация спирта (10 % об.) практически не повлияла на ростовую активность – 60 % показали активный рост на 1-2 сутки, 40 % – на 3 сутки. При средних значениях (12 % об.) полное отсутствие роста наблюдалось у 10 % штаммов. Больше половины (53 %) исследуемых штаммов дрожжей проявляли ростовую активность при максимальной концентрации спирта (14 % об) уже на 1-3 сутки с момента внесения. У 33 % штаммов дрожжей роста не наблюдалось (рис. 5).

Анализ толерантности к отдельным абиотическим факторам показал, что 17 штаммов проявили чувствительность к низким температурам, высоким концентрациям спирта и диоксида серы, в связи с чем было отобрано 13 штаммов дрожжей для дальнейшего исследования.

Бродильная активность определяется скоростью и полнотой сбраживания сахаров в виноградном сусле. Полнота сбраживания сахаров является одним из главных характеристик для производства сухих виноматериалов и регламентируется нормативной документацией на готовую продукцию (ГОСТ 32030-2013).

При оценке бродильной способности активное забраживание сусла было отмечено в течение первых суток для всех образцов. У штамма Н90 наблюдалось самое меньшее выделение углекислого газа на третьи сутки по сравнению с остальными и, напротив, у штамма С79 этот показатель был наибольшим. При этом 4 штамма дрожжей отставали по скорости брожения и количеству выделяемого углекислого газа в сравнении с С79

на треть, что позволило их исключить. Процесс брожения быстрее всех завершил штамм Н24. На момент окончания спиртового брожения во всех виноматериалах массовая концентрация остаточных сахаров составляла не более 4 г/л.

Таким образом, в результате многоступенчатого скрининга по показателям – способность штаммов дрожжей к синтезу летучих кислот

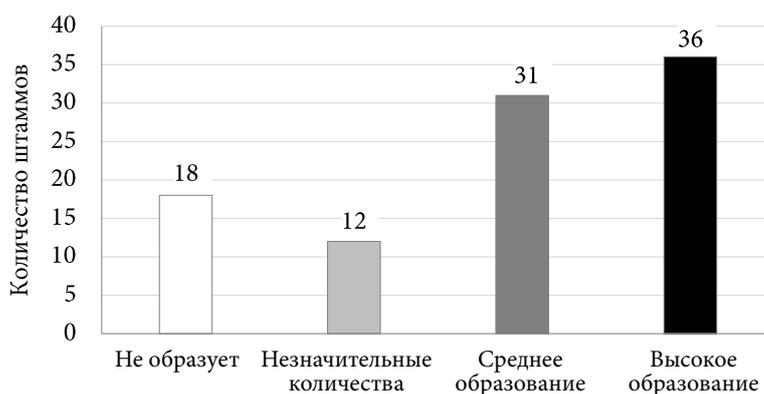


Рис 2. Синтез сероводорода изолятами дрожжей

Fig. 2. Synthesis of hydrogen sulfide by yeast isolates

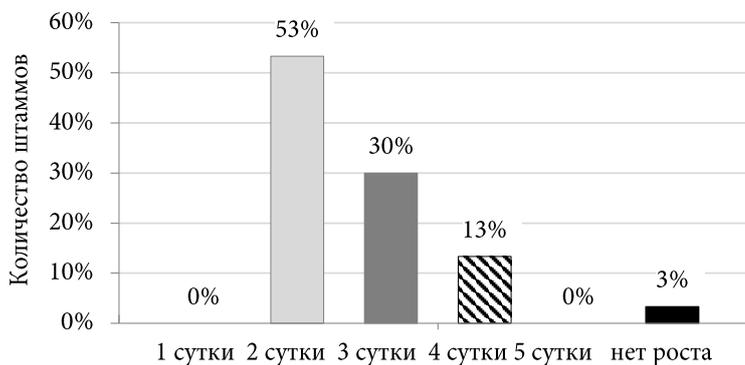


Рис. 3. Холодостойкость исследуемых штаммов дрожжей

Fig. 3. Cold resistance of the studied yeast strains

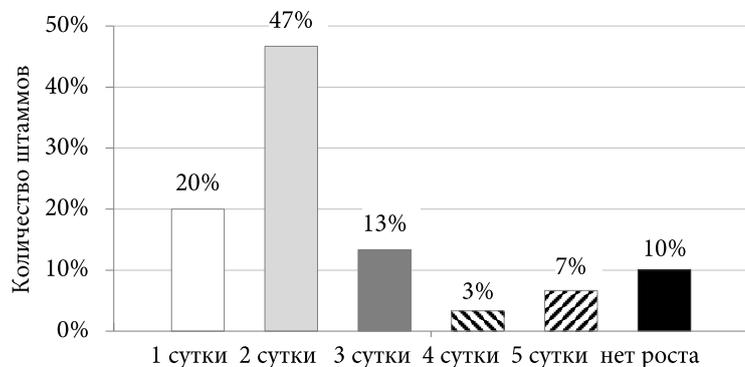


Рис. 4. Сульфитостойкость исследуемых штаммов дрожжей

Fig. 4. Sulfite resistance of the studied yeast strains

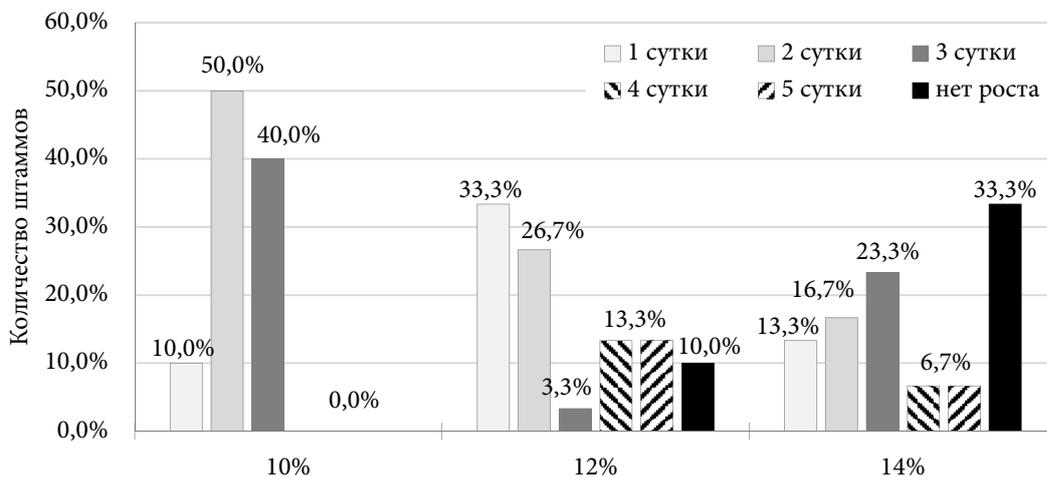


Рис. 5. Спиртовыносливость исследуемых штаммов дрожжей

Fig. 5. Alcohol tolerance of the studied yeast strains

и сероводорода, ростовая активность при стрессовых условиях, было отобрано 9 штаммов с высокой бродильной активностью для апробации в условиях микровиноделия.

В условиях микровиноделия проведен процесс брожения на сусле из сорта винограда Алиготе с использованием полученных штаммов дрожжей. Виноград соответствовал требованиям, предъявляемым для промышленной переработки. Контролем служил виноматериал, выработанный с использованием коллекционного штамма I-118. Виноматериалы были оценены по основным физико-химическим показателям: массовая концентрация сахаров, летучих и титруемых кислот, объёмная доля этилового спирта и рН. Результаты аналитического исследования по физико-химическим показателям виноматериалов представлены в таблице.

Анализ данных показал, что использование отобранных штаммов дрожжей позволяет получить виноматериалы, соответствующие нормативной документации.

При органолептическом тестировании отмечено, что все образцы соответствуют заявленному типу: чистые, без пороков, светло-соломенного цвета. Аромат у образцов чистый, достаточно выраженный. При использовании штаммов С26 и С53 аромат виноматериалов отличался пряно-медовыми и цветочно-медовыми оттенками; Н23 и Н74 – дюшесными и фруктово-медовыми. Аромат у вариантов С80 и Н24, как и контроля, умеренный, чистый, цветочного направления. Вкус всех полученных образцов достаточно мягкий, полный, слегка спиртуозный. Дегустационные оценки варьировали от 7,60 до 7,74 балла.

Результаты органолептического тестирования позволяют сделать вывод о том, что использование селекционированных нами штаммов дрожжей обеспечивает чистоту брожения и сохраняет характерные (цветочно-медовые) для данного терруара ноты.

Таблица . Физико-химический состав виноматериалов Алиготе
Table. Physicochemical composition of 'Aligote' wines

Вариант	Массовая концентрация, г/л			Объёмная доля этилового спирта, % об.	рН	Дегустационная оценка
	сахаров	летучих кислот	титруемых кислот			
I-118 (контроль)	3,4	0,70	6,1	13,5	3,45	7,74
C26	3,1	0,62	5,9	14,4	3,47	7,74
C53	2,2	0,62	6,3	14,5	3,44	7,74
C55	2,1	0,60	6,4	14,4	3,43	7,67
C79	2,1	0,57	6,5	14,4	3,42	7,70
C80	1,9	0,65	6,4	14,5	3,44	7,70
H23	2,3	0,49	6,3	14,4	3,43	7,72
H24	1,9	0,56	6,7	14,5	3,43	7,70
H55	2,0	0,58	6,2	14,4	3,43	7,60
H74	2,5	0,62	6,3	14,4	3,44	7,72

Выводы

В результате работы из 220 изолятов дрожжей было отобрано 97 штаммов вида *Saccharomyces cerevisiae*. При изучении их физиолого-биохимических свойств по способности к продуцированию сероводорода, 69 % из них показали высокую и среднюю склонность к его продуцированию, что позволило исключить эти штаммы из дальнейшего исследования. Оценка технологических свойств оставшихся штаммов показала их высокую термостойкость и кислото-выносливость, что возможно является характерной особенностью дрожжей для данной местности. По показателям холодостойкости, сульфитостойкости и спиртовыносливости было отобрано 13 штаммов. Изучение их бродильной активности показало, что 4 штамма отставали по скорости брожения, что исключает их использование при производстве сухих вин. Использование 9 селекционированных нами штаммов дрожжей позволило получить виноматериалы, соответствующие нормативной документации. Также их применение позволило обеспечить чистоту брожения и сохранить характерные (цветочно-медовые) для данного терруара ноты, а качество не уступало контрольному образцу.

Отобранные в ходе данной работы штаммы дрожжей могут быть в дальнейшем использованы для апробации в виноделии при производстве белых сухих вин конкретного терруара с сохранением типичных свойств и органолептических характеристик.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2024-0001.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2024-0001.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Лутков И.П., Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А., Луткова Н.Ю., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А. Показатели качества винограда терруара Ай-Даниль для производства игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):370-375. DOI 10.34919/IM.2023.91.96.007.
2. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Сластия Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А. Сравнительная характеристика виноматериалов из белых сортов винограда, выращенного в различных виноградо-винодельческих районах Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):291-297. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.011.
3. Meinert L.D. The science of terroir elements. 2018;14(3):153-158. DOI 10.2138/gselements.14.3.153.
4. Álvarez-Barragán J., Mallard J., Ballester J., David V., Vichy S., Tourdot-Maréchal R., Alexandre H., Roullier-Gall C. Influence of spontaneous, "pied de

- cuve” and commercial dry yeast fermentation strategies on wine molecular composition and sensory properties. *Food Research International*. 2023;174(2):113648. DOI 10.1016/j.foodres.2023.113648.
5. Шаламитский М.Ю., Червяк С.Н., Танащук Т.Н., Черноусова И.В., Загоруйко В.И., Иванова Е.В. Селекция новых штаммов дрожжей для производства белых сухих вино-материалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(4):376-380. DOI 10.3491/IM2022.35.66.011.
 6. Griggs R.G., Steenwerth K.L., Mills D.A., Cantu D., Bokulich N.A. Sources and assembly of microbial communities in vineyards as a functional component of winegrowing. *Frontiers in Microbiology*. 2021;12:673810. DOI 10.3389/fmicb.2021.673810.
 7. Супрун И.И., Агеева Н.М., Лободина Е.В., Насонов А.И., Токмаков С.В., Прах А.В. Анализ генетического разнообразия естественных популяций рода *Saccharomyces* как основа поиска штаммов, перспективных для виноделия // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;59(5):118-132. DOI 10.30679/2219-5335-2019-5-59-118-132.
 8. White R.E. The value of soil knowledge in understanding wine terroir. *Front. Environ. Sci.* 2020;8:12. DOI 10.3389/fenvs.2020.00012.
 9. Liu D., Zhang P., Chen D., Howell K. From vineyard to the winery: how microbial ecology drives regional distinctiveness of wine. *Front. Microbiol.* 2019;10:2679. DOI 10.3389/fmicb.2019.02679.
 10. Lutkov I. Using the microflora of grapes for the production of young sparkling wines. *E3S Web of Conf.* 2021;285(5):05015. DOI 10.1051/e3sconf/202128505015.
 11. Gobbi A. Exploring the molecular basis of microbial wine terroir from deep soil horizons to grapevines and wines. Ph.D. thesis. Department of Environmental Science (ENVS), Aarhus University. 2019.
 12. Качалкин А.В., Абдуллабекова Д.А., Магомедова Е.С., Магомедов Г.Г., Чернов И.Ю., Дрожжевые грибы виноградарства Дагестана и других регионов // Микробиология. 2015;84(3):360-368. DOI 10.7868/S0026365615030088.
 13. Gilbert J.A., Lelie D., Zarraonaindia I. Microbial terroir for wine grapes. *PNAS*. 2014;111(1):5-6. DOI 10.1073/pnas.1320471110.
 14. Sidari R., Ženišová K., Tobolková B., Belajová E., Cabicarová T., Bučková M., Puškárová A., Planý M., Kuchta T., Pangallo D. Wine yeasts selection: Laboratory characterization and protocol review. *Microorganisms*. 2021;9(11):2223. DOI 10.3390/microorganisms9112223.
 15. Castrillo D., Blanco P. Characterization of indigenous non-*Saccharomyces* yeast strains with potential use in winemaking. *Front. Biosci. (Elite Ed)*. 2023;15(1):1. DOI 10.31083/j.fbe1501001.
 16. Mendes S., Arcari S.G., Werner S.S., Valente P., Ramirez-Castrillon M. Wild *Saccharomyces* produced differential aromas of fermented Sauvignon Blanc must. *Fermentation*. 2022;8(4):177. DOI 10.3390/fermentation8040177.
 17. Csernus O., Pomázi A., Magyar I. Isolation, characterisation, and selection of wine yeast strains in Etyek-Buda wine district, Hungary. *Acta Alimentaria*. 2014;43(3):489-500. DOI 10.1556/AAlim.2014.1111.
 18. Агеева Н.М., Насонов А.И., Прах А.В., Супрун И.И. Исследование бродильной и дыхательной активности новых штаммов дрожжей, предназначенных для производства белых столовых вин // Наука Кубани. 2018;2:16-23.
 19. Каталог промышленных штаммов дрожжей для виноделия // Составители: Танащук Т.Н., Иванова Е.В., Кишковская С.А., Шаламитский М.Ю., Луткова Н.Ю., Загоруйко В.И., Семенова К.А. – Симферополь: ИП Корниенко А.А., 2024:1-52.
 20. Muir A., Harrison E., Wheals A. A multiplex set of species-specific primers for rapid identification of members of the genus *Saccharomyces*. *FEMS Yeast Research*. 2011;11(7):552-563. DOI 10.1111/j.1567-1364.2011.00745.x.
 21. Lōoke M., Kristjuhan K., Kristjuhan A. Extraction of genomic DNA from yeasts for PCR-based applications. *BioTechniques*. 2011;50(5):325-328. DOI 10.2144/000113672.
 22. Lemaesquier H., Gainvors A., Lequart C., Charlemagne B., Frezier V., Belarbi A. Sélection de levures œnologiques à activité clarifiante: Les différentes techniques utilisées pour caractériser des levures, intérêt de la sélection d’une levure productrice d’enzymes pectolytiques. *Rev. française d’œnologie*. 1995;35:23-29.
 23. Jiranek V., Langridge P., Henschke P.A. Validation of bismuth-containing indicator media for predicting H₂S-producing potential of *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts under enological conditions. *Am. J. Enol. Vitic.* 1995;46(2):269-273. DOI 10.5344/ajev.1995.46.2.269.
 24. Технологический контроль в современном виноделии. Краткий курс. Методические рекомендации / Составители: Гержилова В.Г., Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Червяк С.Н., Весютова А.В., Ермихина М.В., Рябинина О.В. – Симферополь: Полипринт. 2023:1-104.
 25. Агеева М.Н., Музыченко Г.Ф. Прогнозирование образования сероводородного тона в виноградных винах // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013;24(06):1-7.
 26. Franco-Luesma E., Sáenz-Navajas M., Valentin D., Ballester J., Rodrigues H., Ferreira V. Study of the effect of H₂S, MeSH and DMS on the sensory profile of wine model solutions by Rate-All-That-Apply (RATA). *Food Research International*. 2016;87:152-160. DOI 10.1016/j.foodres.2016.07.004.

References

1. Lutkov I.P., Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A., Lutkova N.Yu., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A. Grape quality indicators of Crimean Ay-Danil terroir for sparkling wine production. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(4):370-375. DOI 10.34919/IM2023.91.96.007 (in Russian).
2. Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Cherviakov S.N., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V., Slastia E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A. Comparative characteristics of base wines from white grape varieties grown in various viticultural and winemaking regions of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(3):291-297. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.011 (in Russian).
3. Meinert L.D. The science of terroir. *elements*. 2018;14(3):153-158. DOI 10.2138/gselements.14.3.153.
4. Álvarez-Barragán J., Mallard J., Ballester J., David V., Vichy S., Tourdot-Maréchal R., Alexandre H., Roullier-Gall C. Influence of spontaneous, “pied de cuve” and commercial dry yeast fermentation strategies on wine molecular composition and sensory properties. *Food Research International*. 2023;174(2):113648. DOI 10.1016/j.foodres.2023.113648.
5. Shalamitskiy M.Yu., Cherviakov S.N., Tanashchuk T.N., Chernousova I.V., Zagoruiko V.I., Ivanova E.V. Selection of new yeast strains for the production of dry white base wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2022;24(4):376-380. DOI 10.3491/IM2022.35.66.011 (in Russian).
6. Griggs R.G., Steenwerth K.L., Mills D.A., Cantu D., Bokulich N.A. Sources and assembly of microbial communities in vineyards as a functional component of winegrowing. *Frontiers in Microbiology*. 2021;12:673810. DOI 10.3389/fmicb.2021.673810.

7. Suprun I.I., Ageyeva N.M., Lobodina E.V., Nasonov A.I., Tokmakov S.V., Prakh A.V. Analysis of genetic variety of the natural populations of *Saccharomyces* kind as the search basis for strains promising for winemaking. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2019;59(5):118-132. DOI 10.30679/2219-5335-2019-5-59-118-132 (in Russian).
8. White R.E. The value of soil knowledge in understanding wine terroir. *Front. Environ. Sci.* 2020;8:12. DOI 10.3389/fenvs.2020.00012.
9. Liu D., Zhang P., Chen D., Howell K. From vineyard to the winery: how microbial ecology drives regional distinctiveness of wine. *Front. Microbiol.* 2019;10:2679. DOI 10.3389/fmicb.2019.02679.
10. Lutkov I. Using the microflora of grapes for the production of young sparkling wines. *E3S Web of Conf.* 2021;285(5):05015. DOI 10.1051/e3sconf/202128505015.
11. Gobbi A. Exploring the molecular basis of microbial wine terroir from deep soil horizons to grapevines and wines. Ph.D. thesis. Department of Environmental Science (ENVS), Aarhus University. 2019.
12. Kachalkin A.V., Abdullabekova D.A., Magomedova E.S., Magomedov G.G., Chernov I.Yu. Yeasts of the vineyards in Dagestan and other regions. *Microbiology*. 2015;84(3):360-368. DOI 10.7868/S002636561615030088 (in Russian).
13. Gilbert J.A., Lelie D., Zarraonaindia I. Microbial terroir for wine grapes. *PNAS*. 2014;111(1):5-6. DOI 10.1073/pnas.1320471110.
14. Sidari R., Ženišová K., Tobolková B., Belajová E., Cabicarová T., Bučková M., Puškárová A., Planý M., Kuchta T., Pangallo D. Wine yeasts selection: Laboratory characterization and protocol review. *Microorganisms*. 2021;9(11):2223. DOI 10.3390/microorganisms9112223.
15. Castrillo D., Blanco P. Characterization of indigenous non-*Saccharomyces* yeast strains with potential use in winemaking. *Front. Biosci. (Elite Ed)*. 2023;15(1):1. DOI 10.31083/j.fbe1501001.
16. Mendes S., Arcari S.G., Werner S.S., Valente P., Ramirez-Castrillon M. Wild *Saccharomyces* produced differential aromas of fermented Sauvignon Blanc must. *Fermentation*. 2022;8(4):177. DOI 10.3390/fermentation8040177.
17. Csernus O., Pomázi A., Magyar I. Isolation, characterisation, and selection of wine yeast strains in Etyek-Buda wine district, Hungary. *Acta Alimentaria*. 2014;43(3):489-500. DOI 10.1556/AAlim.2014.1111.
18. Ageeva N.M., Nasonov A.I., Prakh A.V., Suprun I.I. The study of fermenting and respiratory activity of new strains of yeast, intended for the production of white table wines. *Science of Kuban*. 2018;2:16-23 (in Russian).
19. Catalogue of industrial yeast strains for winemaking. Contributors: Tanashchuk T.N., Ivanova E.V., Kishkovskaya S.A., Shalamitskiy M.Yu., Lutkova N.Y., Zagoruiko V.I., Semenova K.A. Simferopol: PE Kornienko A.A., 2024:1-52 (in Russian).
20. Muir A., Harrison E., Wheals A. A multiplex set of species-specific primers for rapid identification of members of the genus *Sacharomyces*. *FEMS Yeast Research*. 2011;11(7):552-563. DOI 10.1111/j.1567-1364.2011.00745.x.
21. Lööke M., Kristjuhan K., Kristjuhan A. Extraction of genomic DNA from yeasts for PCR-based applications. *BioTechniques*. 2011;50(5):325-328. DOI 10.1014/000113672.
22. Lemaesquier H., Gainvors A., Lequart C., Charlemagne B., Frezier V., Belarbi A. Sélection de levures œnologiques à activité clarifiante: Les différentes techniques utilisées pour caractériser des levures, intérêt de la sélection d'une levure productrice d'enzymes pectolytiques. *Rev. française d'œnologie*. 1995;35:23-29.
23. Jiranek V., Langridge P., Henschke P.A. Validation of bismuth-containing indicator media for predicting H₂S-producing potential of *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts under enological conditions. *Am. J. Enol. Vitic.* 1995;46(2):269-273. DOI 10.5344/ajev.1995.46.2.269.
24. Technological control in modern winemaking. Short course. Methodical recommendations. Contributors: Gerzhikova V.G., Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Chervyak S.N., Vesytova A.V., Ermikhina M.V., Ryabinina O.V. Simferopol: Polyprint. 2023:1-104 (in Russian).
25. Ageeva M.N., Muzychenko G.F. Forecasting of formation of hydrogen sulfide tone in wines. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia* 2013;24(06):1-7 (in Russian).
26. Franco-Luesma E., Sáenz-Navajas M., Valentin D., Ballester J., Rodrigues H., Ferreira V. Study of the effect of H₂S, MeSH and DMS on the sensory profile of wine model solutions by Rate-All-That-Apply (RATA). *Food Research International*. 2016;87:152-160. DOI 10.1016/j.foodres.2016.07.004.

Информация об авторах

Наталья Юрьевна Луткова, мл. науч. сотр. лаборатории микробиологии; e-мэйл: lutkova1975@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8126-7596>;

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

Карина Александровна Семенова, мл. науч. сотр. лаборатории микробиологии; e-мэйл: karina.semenova.2013@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0271-1290>;

Валентина Ивановна Загоруйко, вед. инженер лаборатории микробиологии.

Information about authors

Natalia Yu. Lutkova, Junior Staff Scientist, Laboratory of Microbiology; e-mail: lutkova1975@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8126-7596>;

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

Karina A. Semenova, Junior Staff Scientist, Laboratory of Microbiology; e-mail: karina.semenova.2013@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0271-1290>;

Valentina I. Zagoruiko, Leading Engineer, Laboratory of Microbiology.

Статья поступила в редакцию 26.04.2024, одобрена после рецензии 20.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.

УДК 634.8.632.4:663.252.41:581.5
EDN SSYEKJ

О Р И Г И Н А Л Ь Н О Е И С С Л Е Д О В А Н И Е

Совместная ферментация дрожжей *Lachancea thermotolerans* и *Saccharomyces cerevisiae* – влияние на образование компонентов, формирующих качество вин

Магомедова Е.С.^{1✉}, Абдуллабекова Д.А.¹, Аливердиева Д.А.¹, Магомедов Г.Г.¹, Шелудько О.Н.², Якуба Ю.Ф.², Митрофанова Е.А.²

¹Прикаспийский институт биологических ресурсов ФБГУН ДФИЦ РАН, г. Махачкала, Россия;

²Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», г. Краснодар, Россия

✉milena2760@rambler.ru

Аннотация. В последние годы наблюдается возрастающий интерес к исследованию микрофлоры винограда, с целью выделения местных эффективных штаммов дрожжей, в том числе несхаромических, рассматриваемых как альтернативный ресурс при получении вин с индивидуальным характером и вкусом. Цель исследования – выявить влияние аборигенных дрожжей *L. thermotolerans*, участвующих в совместной с сахаромическими ферментации, на показатели качества вина. Опытный образец получали с применением *L. thermotolerans* (штамм 65-G) в смеси с *Saccharomyces cerevisiae* (штамм №253), используя последовательную инокуляцию. В контрольном образце ферментацию сусле проводили на культуре №253. Сравнительное исследование состава виноматериалов, проведенное по методам, принятым в технологии виноделия, описанным в специальной литературе и регламентированным ГОСТами, выявило способность штамма 65-G к активному продуцированию молочной кислоты, повышению кислотности, снижению спиртуозности. Использование штамма *L. thermotolerans* в совместной с сахаромическими ферментации позволяет решить конкретную технологическую задачу – контролировать уровень кислотности виноматериала, при этом его участие в процессе оказывает влияние на другие параметры качества вина, его индивидуальность. Органолептическая характеристика виноматериалов показала, что этот прием позволяет разнообразить их вкус и аромат. Полученные данные определили перспективность продолжения исследований, ориентированных на подбор сортов винограда, оптимальной схемы инокуляции смеси культур, условий ферментации, влияющих на выход продуктов метаболизма, участвующих в формировании качества вин.

Ключевые слова: виноград; дрожжи; виноматериал; ферментация; технологические свойства.

Для цитирования: Магомедова Е.С., Абдуллабекова Д.А., Аливердиева Д.А., Магомедов Г.Г., Шелудько О.Н., Якуба Ю.Ф., Митрофанова Е.А. Совместная ферментация дрожжей *Lachancea thermotolerans* и *Saccharomyces cerevisiae* – влияние на образование компонентов, формирующих качество вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):183-189. EDN SSYEKJ

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

Joint fermentation of yeasts *Lachancea thermotolerans* and *Saccharomyces cerevisiae* – the effect on creating the components responsible for the quality of wines

Magomedova E.S.^{1✉}, Abdullabekova D.A.¹, Aliverdieva D.A.¹, Magomedov G.G.¹, Shelud'ko O.N.², Yakuba Yu.F.², Mitrofanova E.A.²

¹Pre-Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Federal Research Center of the RAS, Makhachkala, Russia;

²North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

✉milena2760@rambler.ru

Abstract. In recent years, there is an increasing interest in the study of grape microflora in order to isolate local effective yeast strains, including non-*Saccharomyces*, which are considered as an alternative resource for producing wines with individual character and flavor. The purpose of the study is to identify the effect of native yeast *L. thermotolerans*, involved in joint fermentation with *Saccharomyces*, on wine quality indicators. Experimental sample was obtained using *L. thermotolerans* (strain 65-G) mixed with *Saccharomyces cerevisiae* (strain No. 253), using successive inoculation. Must fermentation of the control sample was carried out on culture No. 253. Comparative study of base wine composition, carried out according to the methods adopted in winemaking technology that described in specialized literature and regulated by GOSTs, revealed the ability of 65-G strain to actively produce lactic acid, increase acidity, and reduce alcohol content. The use of *L. thermotolerans* strain in joint fermentation with *Saccharomyces* allows solving a specific technological problem - to control the acidity level of base wine, while its participation in the process affects other parameters of wine quality, as well as its individuality. Organoleptic characteristics of base wines show that this technique allows diversifying of their flavor and aroma. The data obtained determine the prospects for further research focused on the selection of grape varieties, optimal inoculation scheme to mix cultures, and fermentation conditions affecting the output of metabolic products involved in the formation of wine quality.

Key words: grapes; yeast; base wine; fermentation; technological properties.

For citation: Magomedova E.S., Abdullabekova D.A., Aliverdieva D.A., Magomedov G.G., Shelud'ko O.N., Yakuba Yu.F., Mitrofanova E.A. Joint fermentation of yeasts *Lachancea thermotolerans* and *Saccharomyces cerevisiae* – the effect on creating the components responsible for the quality of wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):183-189. EDN SSYEKJ (in Russian).

Введение

Анализ тенденций развития современного виноделия показывает, что большое внимание практически во всех винодельческих странах мира уделяется изучению и использованию автохтонных дрожжей, способных обеспечить индивидуальность получаемых вин. В большинстве случаев, особенно на крупных производствах, сусло инокулируют коммерческими штаммами *S. cerevisiae*, которые обеспечивают бесперебойную ферментацию и получение вина с определенными параметрами вкуса и аромата. При этом все чаще сообщается, что продукции, полученной с использованием этих штаммов, не хватает органолептических свойств, которые могут обеспечить автохтонные дрожжи, адаптированные к условиям определенного географического района. Полученные с их использованием региональные вина отличаются особыми характеристиками и типичностью вкуса [1-4]. Следовательно, выделение и оценка местных дрожжей является важным шагом на пути к поиску и использованию эффективных для виноделия штаммов.

В последнее время становится все более распространенной практика использования дрожжей *non-Saccharomyces*, большинство из которых раньше считалось нежелательными, вызывающими порчу вина. Однако результаты исследований, проведенных в последнее десятилетие, доказывают, что некоторые виды, такие как *Hanseniaspora uvarum*, *Pichia fermentans*, *Pichia kluyveri*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Lachancea thermotolerans* *Torulaspora delbrueckii*, *Schizosaccharomyces pombe* и другие могут улучшать качество вина. Для их использования в виноделии важную роль играет правильный подбор штаммов, участие которых в ферментациях приносит положительные признаки [5-10].

На рынке биотехнологий появилось несколько коммерческих дрожжевых продуктов, не относящихся к сахаромецетам. В их числе дрожжи *L. thermotolerans*, наиболее часто используемые на промышленном уровне для подкисления слабокислых виноградных соков и получения более качественных вин [11]. В свете прогнозов глобального потепления климата, недостаток уровня органических кислот в винограде из теплых виноградных регионов, приводящий к получению низкокислотных виноматериалов, вызывает серьезную озабоченность. Для дрожжей *L. thermotolerans* характерна способность перерабатывать часть гексоз в молочную кислоту, формировать невысокую летучую кислотность за счет потребления уксусной кислоты. Это способствует снижению величины рН вина, гармонизирует его вкус, повышает стабильность [12-17]. Однако эти дрожжи, как и большинство других, не относящихся к роду *Saccharomyces*, обладают низкой способностью к алкогольной ферментации, поэтому для производства вин их лучше использовать в дополнение к основной рабочей культуре, устойчивой к спирту, способной завершить брожение. Ферментация вина с использованием смеси культур, становится новой тенденцией в виноделии.

Нами в течение нескольких лет проводятся эколого-таксономические исследования, направленные на изучение численности и состава дрожжевого населения, обитающего в условиях виноградников республики Дагестан. Одна из задач – выделение местных дрожжей, эффективных для виноделия. В результате многолетней работы изолированы дрожжи *S. cerevisiae*, а также самые популярные из несакхаромецетов *L. thermotolerans*.

Исследование способности чистых культур к продуцированию соединений, важных в формировании качества вина, позволило выделить штаммы, биотехнологический потенциал которых отвечает требованиям, предъявляемым к стартовым культурам при производстве сухих и десертных вин из местных и интродуцированных сортов винограда [18].

Цель настоящей работы – выявить влияние аборигенных дрожжей *L. thermotolerans*, участвующих в совместной с сахаромецетами ферментации, на показатели качества вина.

Изучение проводилось на основе выявления различий в характере брожения, компонентного состава опытных образцов, полученных на монокультуре *S. cerevisiae* и смеси дрожжей *L. thermotolerans* и *S. cerevisiae*.

Объект и методы исследования

Объект – дрожжи, выделенные из ампеоценозов Дагестана: *L. thermotolerans* – штамм 65-G изолирован методом прямого посева с ягод винограда сорта Бианка (пос. Шамхал; октябрь 2012 г.); *S. cerevisiae* – штамм №253, получен методом накопительных культур с ягод винограда сорта Траминер (пос. Кумторкала, окрестности бархана Сарыкум; сентябрь 2001 г.); опытные образцы вин, полученные из винограда Ркацители (урожай 2022 г.), выращенного на опытной станции «Гоганская» филиал ФГБНУ СКФНЦБВ, Магарамкентского района Дагестана.

Для видовой идентификации штаммов использовали метод анализа нуклеотидных последовательностей D1/D2 доменов региона 26S (LSU) рДНК. Для амплификации интересующего нас региона рДНК использовали праймеры ITS1f (5'-CTT GGT CAT TTA GAG GAA GTA) и NL4 (5'-GGT CCG TGT TTC AAG ACG G). Секвенирование амплифицированного региона производили в научно – производственной компании «Синтол» (Москва). Видовая идентификация осуществлялась сравнением полученных нуклеотидных последовательностей с данными, размещенными в генбанке NCBI (ncbi.nlm.nih.gov) и в базе данных MycoID (www.mycobank.org).

Штаммы хранятся в коллекции лаборатории биохимии и биотехнологии Прикаспийского института биоресурсов, а также в коллекции дрожжей кафедры биологии почв факультета почвоведения МГУ. Штамм №65-G депонирован во Всероссийскую коллекцию микроорганизмов ИБФМ им. Г.К. Скрыбина – регистрационный номер ВКМ Y-3573D. Для сульфитации сусла использовали разрешенный

ГОСТом Р54956-2012 кадит – пиросульфит калия ($K_2S_2O_5$) в количестве, обеспечивающем концентрацию диоксида серы в интервале 50-100 мг/дм³.

При проведении экспериментальных исследований, в том числе изучения компонентного состава винограда и опытных образцов вин, применяли классические методы, используемые в технологии виноделия, описанные в специальной литературе, и регламентированные ГОСТами (32095-2013, 13192-73, 32114-2013, 32001-2012, 32115-2013, Р52841-2007) [19].

Результаты и обсуждение

В работе представлены результаты исследования состава вин, полученных с использованием штамма *S. cerevisiae* в монокультуре и в смеси с *L. thermotolerans* по схеме, предусматривающей последовательную инокуляцию разводки дрожжей 65-G и №253. Для получения опытных образцов было выбрано сусло из сорта Ркацителли, занимающего максимальные площади посадок среди технических сортов винограда в Дагестане. Этот сорт был задействован в исследованиях по влиянию физиологически активных веществ (ФАС) – аналогов фитогормонов, на виноградное растение, проводимых в республике. На этой основе разработана комбинированная технология применения ФАС, которая позволяет при минимальных затратах материальных и трудовых ресурсов повысить устойчивость винограда к стрессорам (в первую очередь, к филлоксеру), продуктивность и качество урожая корнесобственных насаждений культуры, увеличивать содержание массовой концентрации сахаров и долю бессемянных ягод в грозди [20].

Сусло, используемое в эксперименте, было получено из Ркацителли, обработанного физиологически активными веществами, на этапе органогенеза и к моменту технической зрелости имело повышенную массовую концентрацию сахаров – 220,0 г/дм³ и невысокую массовую концентрацию титруемых кислот – 5,4 г/дм³ – кондиции, представляющие интерес для исследования потенциальных биотехнологических возможностей штамма дрожжей *L. thermotolerans*, в том числе его способность к усвоению сахаров и трансформации кислот.

Переработка винограда проводилась в условиях микровинификации по следующей схеме: сусло разливали в емкости (баллоны ёмкостью 3 л), в первом варианте ферментацию проводили на монокультуре сахаромецетов №253 (образец 1), во втором – на чистой культуре несакхаромецетных дрожжей 65-G. После усвоения последними 60,0 г/дм³ сахаров в емкость с бродящим сусликом вводили активную разводку культуры №253 (образец 2). В обоих вариантах брожение проходило при $t = 22-23^\circ\text{C}$. После его естественной остановки во втором образце оба виноматериала одновременно снимали с дрожжевого осадка путем декантации. Разводки вводили в количестве 3 % от объема сусла, брожение в обоих вариантах наступало через сутки. В первом варианте наблюдали наличие высокой пены, состоящей из крупных пузырьков, во втором визуально брожение было менее бурным, на поверхности образовался ровный слой сравнительно

Таблица 1. Физико-химический состав опытных образцов

Table 1. Physicochemical composition of experimental samples

Показатели	Образец №1 (штамм №253)	Образец №2 (штамм 65-G+№253)
Объемная доля спирта, %	12,0	11,6
Массовая концентрация:		
сахаров, г/ дм ³	7,8	13,7
титруемых кислот, г/дм ³	5,5	9,6
летучих кислот, г/дм ³	0,7	0,5
диоксида серы, мг/дм ³	44,0	28,0
фенольных соединений, мг/дм ³	225,0	245,0
Приведенный экстракт, г/дм ³	16,6	17,8
pH	3,0	2,9

невысокой пены, состоящей из практически одинаковых мелких пузырьков. При этом энергия брожения дрожжей *L. thermotolerans* была сравнима с сахаромецетами и уступала им незначительно. Следует отметить, что активность несакхаромецетных дрожжей в начале брожения сусла считается решающей для конечного ароматического профиля вина, поскольку они участвуют в различных метаболических реакциях с образованием широкого спектра летучих и нелетучих органических соединений [21]. В табл. 1 приведены результаты исследования физико-химического состава опытных виноматериалов. Максимальное количество усвоенных сахаров, отмеченное в образце, где штамм №253 был использован в монокультуре, составило 212,2 г/дм³. Меньшее количество сброженных сахаров и сравнительно низкий уровень содержания этанола наблюдали в образце, полученном на смеси культур двух видов дрожжей 65-G + №253. Возможно, это обусловлено тем, что сахаромецеты (штамм №253), характеризующиеся более высокой активностью, внесены в бродящее сусло, содержащее спирт. Кроме того, при совместной ферментации эти дрожжи могут влиять как на кинетику роста, так и на метаболизм сахаромецетов.

Значительное увеличение титруемых кислот, отмечаемое во втором варианте, может быть связано с образованием молочной кислоты. Способность к её активному продуцированию дрожжами *L. thermotolerans* является метаболической особенностью, возникшей в результате эволюции, обусловленной влиянием окружающей среды и одомашниванием [22, 23].

Исследователи отмечают, что при использовании дрожжей *L. thermotolerans* содержание молочной кислоты в винах может значительно варьировать и находиться в пределах от 0,3 до 9,6 г/дм³, в зависимости от штамма или условий эксперимента [24, 25].

Согласно полученным нами данным, исследуемый штамм 65-G проявил характерную для дрожжей это-

Таблица 2. Состав органических кислот, в опытных виноматериалах, г/дм³

Table 2. Composition of organic acids in experimental base wines, g/dm³

Наименование кислоты	Образец №1 (штамм №253)	Образец №2 (штамм 65-G + №253)
Щавелевая	0,1	0,1
Винная	3,8	3,8
Яблочная	1,3	0,9
Янтарная	0,9	1,2
Лимонная	0,4	0,3
Уксусная	0,5	0,5
Молочная	0,1	4,6
Всего	7,1	11,4

го вида способность к активному продуцированию молочной кислоты (табл. 2).

Известно, что кислоты оказывают огромное влияние на вкус вина, их содержание влияет на жизнедеятельность дрожжей при ферментации, препятствует микробиологическому заражению и замедляет его окисление. Компонентный состав этих соединений может служить критерием фальсификации вин [26-28].

Результаты наших исследований, представленные в табл. 2, показали, что виноматериал, полученный на смеси культур, отличался меньшим содержанием яблочной кислоты, что является положительным фактором в технологии сухих вин. Она придаёт наиболее ощутимую кислотность, оказывая более сильное влияние на рецепторы, а также может являться причиной нежелательного возникновения молочнокислого брожения. Сравнительно повышенная концентрация антиоксиданта – янтарной кислоты во втором образце, достигнутая, возможно, благодаря участию в ферментации штамма 65-G, позволяет предположить, что он относится к группе янтарогенных дрожжей.

Известно, что определенную роль в формировании важных свойств винодельческой продукции играют витамины и фенольные соединения, в состав которых входят фенолкарбоновые кислоты. Некоторые из них обладают выраженным антисептическим и антиоксидантным действием, участвуют в сложении вкуса винопродукции [29]. Витамины, присутствующие в вине, поступают в него из винограда, в процессе ферментации значительная часть их аккумулируется дрожжами, поэтому молодое вино обеднено витаминами. По мере выдержки вина и автолиза дрожжевых клеток они постепенно освобождаются и снова поступают в него. В табл. 3 представлено содержание витаминов и фенолкарбоновых кислот в исследуемых образцах вин.

Сопоставление результатов, полученных при определении витаминов и фенолкарбоновых кислот в опытных виноматериалах, показывает, что большая концентрация аскорбиновой, хлорогеновой,

Таблица 3. Концентрация компонентов, обладающих антиоксидантной активностью, мг/дм³

Table 3. Concentration of components with antioxidant activity, mg/dm³

Наименование кислоты	Образец №1 (штамм №253)	Образец №2 (штамм 65-G + №253)
Аскорбиновая	13,2	4,9
Никотиновая	1,2	2,4
Хлорогеновая	18,5	2,8
Оротовая	4,2	0,7
Кофейная	10,2	2,3
Галловая	1,3	2,2
Всего	48,6	15,3

оротовой и кофейной кислот содержится в образце, полученном на штамме №253, а никотиновой и галловой кислотой богаче образцы, полученные на смеси штаммов №253 и 65-G. Концентрация витаминов и фенолкарбоновых кислот, содержащихся в виноматериалах, способна обеспечить небольшой процент суточной потребности в них человека. При этом присутствие в вине спирта, фенольных и минеральных веществ может усиливать действие витаминоподобных веществ вина на организм человека [30]. Обнаруженная разница в суммарном содержании определяемых компонентов может быть обусловлена особенностями метаболизма дрожжей двух видов и их численностью.

Важную роль в формировании органолептической оценки вин, их ароматического профиля играют образующиеся в процессе брожения разнообразные летучие компоненты, среди которых преобладают спирты, летучие кислоты, эфиры и альдегиды. Полученные нами данные по содержанию этих соединений, представлены в табл. 4.

Прежде всего, следует отметить, что образцы отличались содержанием ацетальдегида, который является маркером процесса окисления. По величине этого показателя можно судить о склонности виноматериалов к окислению. В образцах обнаружено по два этиловых эфира жирных кислот – этилацетат и этиллактат, метилацетат и этилацетат – в первом и втором соответственно. Содержание этилацетата во втором образце почти в 2 раза выше и закономерно превалирует по отношению к метилацетату.

Среди высших спиртов наибольшие различия составляли 1-пропанол и 1-бутанол, при этом концентрации основного представителя – изоамилола, на который приходится их основная доля, была примерно на одном уровне. Значения этих показателей отражают биосинтетические свойства штаммов по способности к трансформации азотсодержащих соединений сусла, в том числе аминокислот.

Из ароматических спиртов в первом образце об-

Таблица 4. Состав ароматических компонентов в опытных образцах вин**Table 4.** Composition of aromatic components in experimental wine samples

Группа	Компонент	Концентрация, мг/дм ³	
		образец 1 (штамм № 253)	образец 2 (штамм 65-G + №253)
	ацетальдегид	19,9	28,2
	метанол, % об.	0,004	0,004
	гексанол	6,2	–
	фурфурол	1,9	–
Сложные эфиры	метилацетат	–	1,1
	этилацетат	32,8	60,8
	этиллактат	0,5	–
сложные эфиры, Σ		33,3	61,9
Сивушное масло	1-пропанол	7,2	25,2
	изобутанол	24,3	19,9
	1-бутанол	0,6	6,1
	изоамилол	128,5	125,5
сивушное масло, Σ		160,7	176,7
Летучие кислоты	пропионовая кислота	33,8	32,4
	изомасляная кислота	0,9	2,8
летучие кислоты, Σ		34,7	35,2
Ароматический спирт	фенилалкоголь	24,0	22,1

наружено 2 компонента – фенилалкоголь и фурфурол, во втором образце – только фенилалкоголь. Образование этого вещества в винах обусловлено способностью ферментов дрожжей синтезировать его из соответствующей аминокислоты фенилаланина. Содержание фенилактола, облагораживающего аромат вин, придающего ему оттенки чайной розы и меда, в первом образце было незначительно выше.

Изучение отдельных свойств дрожжей *L. thermotolerans* (штамм 65-G), имеющих важное технологическое значение, показало возможность их использования в дополнение к основной рабочей культуре *S. cerevisiae* (штамм №253). Результаты дегустации, проведенной через четыре месяца после окончания брожения, показали, что участие этих дрожжей в совместной ферментации позволяет разнообразить вкус и аромат виноматериалов, получаемых из сорта Ркацители. Образец, полученный на монокультуре сахаромицетов, имел светло-соломенный цвет, сортовой аромат, с цветочными, растительными и сливочными тонами, оттенками полевых трав, полный гармоничный вкус. Виноматериал, полученный на смеси дрожжей, характеризовался светло-соломенным цветом, винным, с тонами леденцов и оттенками яблок ароматом, свежим, мягким вкусом с легким дрожжевым тоном.

По данным экспериментальных исследований, проведенных нами ранее на других сортах, было показано, что использование при винификации штамма 65-G, как в монокультуре, так и в композиции с сахаромицетами, выделенными из ампелоценозов Дагестана в качестве стартовых культур, способствует получению сухих и десертных вин, имеющих хорошую органолептическую характеристику [18].

Выводы

Данные, полученные в настоящем исследовании, показали, что штамм дрожжей *L. thermotolerans* 65-G, участвуя в совместной последовательной ферментации с дрожжами *S. cerevisiae* (штамм №253), повлиял на состав компонентов, ответственных за формирование вкуса-ароматического профиля опытного вина, полученного из сорта Ркацители. Органолептическая характеристика показала, что этот прием позволяет сообщить ему новые оттенки аромата и мягкость вкуса, обусловленного повышенным содержанием молочной кислоты. Дрожжи, выделенные с виноградников Дагестана, представляют интерес для дальнейшего изучения с целью выявления возможностей их использования в виноделии.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Grieco F., Tristezza M., Vetrano C., Blevex G., Panico E., Grieco F., Mita G., Logrieco A. Exploitation of autochthonous micro-organism potential to enhance the quality of Apulian wines. *Annals of Microbiology*. 2011;61(1):67-73. DOI 10.1007/s13213-010-0091-7.
- Агеева Н.М., Марковский М.Г., Прах А.В., Насонов А.И., Супрун И.И. Влияние дрожжей-сахаромицетов, выделенных из спонтанной микрофлоры винограда, на химический состав красного столового вина // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2017;2-3:23-28.
Ageeva N.M., Markovskiy M.G., Prakh A.V., Nasonov A.I., Suprun I.I. Influence of the yeast-*saccharomyces* isolated from the spontaneous microflora of grapes on the chemical composition of red table wine. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*. 2017;2-3:23-28 (in Russian).
- Кишковская С.А., Танашук Т.Н., Шаламитский М.Ю., Загоруйко В.И., Ширяев М.И., Авданина Д.А., Эльдаров М.А., Равин Н.В., Марданов А.В. Природные штаммы дрожжей *S. cerevisiae*, перспективные для вин типа Херес // *Прикладная биохимия и микробиология*. 2020;56(3):275-282. DOI 10.31857/S055510992003006X.
Kishkovskaya S.A., Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M.Yu., Zagoruiko V.I., Shiryaev M.I., Avdanina D.A., Eldarov

- M.A., Ravin N.V., Mardanov A.V. Natural yeast strains of *S. cerevisiae* that are promising for sherry production. *Applied Biochemistry and Microbiology*. 2020;56(3):275-282. DOI 10.31857/S055510992003006X (in Russian).
4. Capozzi V., Garofalo C., Chiriatti M.A., Grieco F., Spano G. Microbial terroir and food innovation: The case of yeast biodiversity in wine. *Microbiological Research*. 2015; 181(4):75–83. DOI 10.1016/j.micres.2015.10.005.
 5. Chalvanti I., Banilas G., Tassou Ch., Nisiotou A. Biogeographical regionalization of wine yeast communities in Greece and environmental drivers of species distribution at a local scale. *Frontiers in Microbiology*. 2021;12:112-132. DOI 10.3389/fmicb.2021.705001.
 6. Varela C.B., Borneman A.R. Yeasts found in vineyards and wineries. *Yeast*. 2016;34(3):111-128. DOI 10.1002/yea.3219.
 7. Sotolar R., Lampir L. Effect of yeasts on aromatic profiles of wines from 'cabernet' grapevine cultivars. *Kvasny Prumysl*. 2017;63(3):139-147. DOI 10.18832/kp201717.
 8. Ciani M., Comitini F., Mannazu I., Domizio P. Controlled mixed culture fermentation: a new perspective on the use of non-*Saccharomyces* yeasts in winemaking. *FEMS Yeast Research*. 2010;10(2):123–133. DOI 10.1111/j.1567-1364.2009.00579.x.
 9. Nisiotou A., Mallouchos A., Tassou Ch., Banilas G. Indigenous yeast interactions in dual-starter fermentations may improve the varietal expression of moschofilero wine. *Frontiers in Microbiology*. 2019;10:1-14. DOI 10.3389/fmicb.2019.01712.
 10. Graham H., Fleet G.H. Wine yeast for the future. *FEMS Yeast Research*. 2008;8(7):979-995. DOI 10.1111/j.1567-1364.2008.00427.x.
 11. Benito S. The impacts of *Lachancea thermotolerans* yeast strains on winemaking. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2018;102(16):6775-6790. DOI 10.1007/s00253-018-9117-z.
 12. Balikci E.K., Tanguler H., Jolly N.P., Erten H. Influence of *Lachancea thermotolerans* on cv. Emir wine fermentation. *Yeast*. 2016;33(7):313-321. DOI 10.1002/yea.3166.
 13. Benito S. The impacts of *Lachancea thermotolerans* yeast strains on winemaking. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2018;102:6775-6790. DOI 10.1007/s00253-018-9117-z.
 14. Benito Á., Calderón F., Palomero F., Benito S. Quality and composition of Airén wines fermented by sequential inoculation of *Lachancea thermotolerans* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Technology and Biotechnology*. 2016;54(2):135-144. DOI 10.17113/ft b.54.02.16.4220.
 15. Morata A., Loira I., Tesfaye W., Bañuelos M., Gonzalez C., Lepe J. *Lachancea thermotolerans* applications in wine technology. *Fermentation*. 2018;4(53):1-12. DOI 10.3390/fermentation4030053.
 16. Blanco P., Rabuñal E., Neira N., Castrillo D. Dynamic of *Lachancea thermotolerans* population in monoculture and mixed fermentations: impact on wine characteristics. *Beverages*. 2020;6(36):1-20. DOI 10.3390/beverages6020036.
 17. Peskova I., Tanashchuk T., Ostroukhova E., Slastya E., Levchenko S., Lutkova N. Prospects of using *Lachancea thermotolerans* yeast in winemaking. *E3S Web of Conferences*. 2021;247:1-5. DOI 10.1051/e3sconf/202124701012.
 18. Абдуллабекова Д.А., Магомедова Е.С., Магомедов Г.Г., Качалкин А.В. Перспективы использования дрожжей *Lachancea thermotolerans* из ампелоценозов Дагестана в производстве вин // Известия вузов. Пищевая технология. 2023;5-6:125–131. Abdullabekova D.A., Magomedova E.S., Magomedov G.G., Kachalkin A.V. Prospects for the use of yeast *Lachancea thermotolerans* from ampeloceneses of Dagestan in wine production. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*. 2023;5-6:125-131 (in Russian).
 19. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 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).
 20. Казахмедов Р.Э. Модели повышения устойчивости к филлоксеру и качества винограда методом гормональной регуляции // Агрехимия. 2021;8:27-42. Kazakhmedov R.E. Models of increasing resistance to the phylloxera and grape quality method of hormonal regulation. *Agricultural Chemistry*. 2021;8:27-42 (in Russian).
 21. Godoy L., Acuña-Fontecilla A., Catrileo D. Formation of aromatic and flavor compounds in wine: a perspective of positive and negative contributions of non-*Saccharomyces* yeasts. *Biochemistry of Winemaking, Wine Stabilization and Aging*. 2020. DOI 10.5772/intechopen.92562.
 22. Vicente J., Navascués E., Calderón F., Santos A., Marquina D., Benito S. An integrative view of the role of *Lachancea thermotolerans* in wine technology. *Foods*. 2021;10(11):1-26. DOI 10.3390/foods10112878.
 23. Hranilovic A., Bely M., Masneuf-Pomarède I., Jiranek V., Albertin W. The evolution of *Lachancea thermotolerans* is driven by geographical determination, anthropisation and flux between different ecosystems. *PLOS ONE*. 2017;12:e0184652. DOI 10.1371/journal.pone.0184652.
 24. Kapsopoulou K., Kapaklis A., Spyropoulos H. Growth and fermentation characteristics of a strain of the wine yeast *Kluveromyces thermotolerans* isolated in Greece. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 2005;21:1599-1602. DOI 10.1007/s11274-005-8220-3.
 25. Ponsone M.L., Nally M.C., Chiotta M.L., Combina M., Köhl J., Chulze S.N. Evaluation of the effectiveness of potential biocontrol yeasts against black sur rot and ochratoxin A occurring under greenhouse and field grape production conditions. *Biological Control*. 2016;103:78–85. DOI 10.1016/j.biocontrol.2016.07.012.
 26. Якуба Ю.Ф., Каунова А.А., Темердашев З.А., Титаренко В.О., Халафян А.А. Виноградные вина, проблемы оценки их качества и региональной принадлежности // Аналитика и контроль. 2014;18(4):344-365. Yakuba Yu.F., Kaunova A.A., Temerdashev Z.A., Titarenko V.O., Halafjan A.A. Grape wines, problems with the evaluation of their quality and regional origin. *Analytics and Control*. 2014;18(4):344-365 (in Russian).
 27. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Сони́на Е.Г., Верик Г.Н. Исследование органолептических особенностей и физико-химических свойств красных крепленых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2010;2:20-22. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Sonina E.G., Verik G.N. A study of the sensory peculiarities and physicochemical properties of red fortified wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2010;2:20-22 (in Russian).
 28. Шелудько О.Н., Гугучкина Т.И., Стрижов Н.К. Особенности качественного состава кислот столовых виноматериалов из красных сортов винограда Каберне АЗОС и Красностоп АЗОС // Русский виноград. 2016;3:194-199. Shelud'ko O.N., Guguchkina T.I., Strizhov N.K. Features of qualitative acids' composition of table wine made from red grape variety Cabernet AZOS and Krasnostop AZOS. *Russian Grapes*. 2016;3:194-199 (in Russian).
 29. Агеева Н.М., Гублия Р.В., Музыченко Г.Ф., Бурлака С.Д. Влияние хлорогеновой кислоты на антиоксидантные свойства красных вин // Известия вузов. Пищевая технология. 2024;26-2

щевая технология. 2011;2-3:29-30.

Ageeva N.M., Gubliya R.V., Muzychenko G.F., Burlaka S.D. Influence of chlorogenic acid to antioxidant properties of red wines. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*. 2011;2-3:29-30 (*in Russian*).

30. Kiokias S., Proestos C., Oreopoulou V. Phenolic acids of plant origin—a review on their antioxidant activity in vitro (O/W Emulsion Systems) along with their in vivo health biochemical properties. *Foods*. 2020;9:1-11. DOI 10.3390/foods9040534.

Информация об авторах

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

Динаханум Абиляевна Абдуллабекова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии; e-мэйл: dina2407@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9245-4551>;

Динара Алиевна Аливердиева, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии; e-мэйл: aliverdieva_d@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8489-4958>;

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

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

Юрий Федорович Якуба, д-р хим. наук, доцент, зав. информационно-аналитической лабораторией; e-мэйл: Ckp346166@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2711-2419>;

Екатерина Александровна Митрофанова, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. НЦ «Виноделие»; e-мэйл: skripka58@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6647-1062>.

Information about authors

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

Dinaxhanum A. Abdullabekova, Cand. Tech. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Biochemistry and Biotechnology; e-mail: dina2407@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9245-4551>;

Dinara A. Aliverdieva, Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Biochemistry and Biotechnology; e-mail: aliverdieva_d@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8489-4958>;

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

Olga N. Shelud'ko, Dr. Tech. Sci., Assistant Professor, Head of SC Winemaking; e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8655-3375>;

Yury F. Yakuba, Dr. Chem. Sci., Assistant Professor, Head of the Information and Analytical Laboratory; e-mail: Ckp346166@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2711-2419>;

Ekaterina A. Mitrofanova, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, SC Winemaking; e-mail: skripka58@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6647-1062>.

Статья поступила в редакцию 13.05.2024, одобрена после рецензии 20.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.

УДК 663.253.2
EDN TJGUJV

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Влияние района возделывания винограда на минеральный состав виноматериалов

Аникина Н.С.[✉], Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Слостья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А.

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

[✉]231462@mail.ru

Аннотация. Проведено исследование ионного состава вин, выработанных из винограда, выращенного в 5 виноградо-винодельческих районах Крыма. Массовую концентрацию хлорид-анионов определяли потенциометрическим методом; катионов калия, кальция, магния, натрия – методом капиллярного электрофореза; избыточного натрия – расчетным способом. Всего было исследовано 50 белых и 40 красных виноматериалов. Для образцов каждого района установлены предварительные диапазоны варьирования исследуемых показателей, определены их средние значения. Показано, что содержание избыточного натрия в образцах не превышает регламентируемого МОВВ значения 80 мг/л. Результаты исследований пополняют банк данных, созданный для характеристики географического происхождения винопродукции Крыма, будут использованы при разработке элементов системы идентификации вин с географическим статусом.

Ключевые слова: вина с географическим статусом; катионы; анионы; хлориды; избыточный натрий; идентификация вин.

Для цитирования: Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Слостья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А. Влияние района возделывания винограда на минеральный состав виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):190-194. EDN TJGUJV.

ORIGINAL RESEARCH

The effect of grape growing area on the mineral composition of wines

Anikina N.S.[✉], Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V., Cherviak S.N., Slastya E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A.

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

[✉]231462@mail.ru

Abstract. The study of ionic composition of wines prepared from grapes grown in 5 viticultural and winemaking regions of Crimea was carried out. The mass concentration of chloride anions was determined by the potentiometric method; cations of potassium, calcium, magnesium, sodium - by capillary electrophoresis; excess sodium - by calculation method. A total of 50 white and 40 red wines were studied. Preliminary variation ranges of the studied indicators were established for samples from each area, and their average values were determined. It was shown that the content of excess sodium in the samples does not exceed the regulated by OIV value of 80 mg/l. The research results will replenish the data bank created to characterize the geographical origin of Crimean wine products, and will be used in the development of elements in the identification system for wines with geographical status.

Key words: wines with geographical status; cations; anions; chlorides; excess sodium; wine identification.

For citation: Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V., Cherviak S.N., Slastya E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A. The effect of grape growing area on the mineral composition of wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):190-194. EDN TJGUJV (in Russian).

Введение

Содержание макро- и микроэлементов в почве в значительной мере обуславливает состав катионов винограда и вина [1-4]. На сегодняшний день определение «терруарного» следа происхождения вина по минеральному составу является одним из наиболее часто применяемых методологических подходов идентификации региональной принадлежности продукта [5]. Для этого используется достаточно широкая аналитическая и приборная база, в том числе капиллярный электрофорез [5-7]. Более 50 % источников в качестве показателей используют содержание калия, кальция, натрия и магния, а также другие различные катионы (Ag, Al, As, B, Ba, Cu, Fe, Ni, P, Pb, Sr, Mn, Zn, Rb, Li, Co, Cr, Ti, V, Si, Sc, Ga, Se, Sr, Y) [5]. Между-

народная организация винограда и вина (МОВВ) рекомендует ряд дополнительных показателей в рамках торговых сделок для подтверждения качества и подлинности вин, таких как содержание избыточного натрия, калия, магния, сульфатов [8].

Концентрация некоторых неорганических анионов в винах, также как и катионов металлов, существенно зависит от географических, геологических и климатических условий выращивания винограда. МОВВ придает большое значение содержанию натрия и хлоридов в вине, соотношение данных компонентов рассматривается как маркер его подлинности [9]. Для этого предложен такой критерий, как «избыточный натрий» (избыток натрия равен содержанию катионов натрия за вычетом содержания хлорид-анионов в выражении, эквивалентном натрию), содержание которого не должно превышать 80 мг/дм³ [9]. Как правило, уровень содержания указанных ио-

© Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Слостья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А., 2024

нов в винах достаточно низкий – порядка нескольких десятков миллиграммов. Однако, повышение их содержания наблюдается в винах, происходящих из виноградников, расположенных вблизи морского побережья, с солончатым грунтом или с засушливой почвой, орошаемой соленой водой, это обуславливает вариативность молярного соотношения хлоридов и натрия, которое может иметь значение, близкое к единице [9]. Поэтому лаборатории и официальные контролируемые органы, столкнувшись с повышенным уровнем хлоридов и/или натрия в вине, должны принимать во внимание приведенные выше причины и уточнять информацию у производителя либо проводить дополнительные исследования для установления подлинности образца.

Ионы натрия и хлора поступают в вино из сока ягоды, а не из твердых частей, поэтому избыточный натрий не зависит от способа переработки винограда. К тому же эти ионы не образуют нерастворимые соединения, то есть концентрация достаточно стабильна во времени, что делает их надежными критериями идентификации. Ионы калия и кальция могут образовывать нерастворимые виннокислые соли и частично удаляться из вина в виде кристаллических осадков. Процесс образования тартрата кальция и битартрата калия, как правило, активно проходит в молодом вине, но по мере их удаления скорость процесса со временем замедляется и редко протекает в готовой продукции [10].

Анализ современной научной литературы позволил выделить из матрицы признаков географического происхождения в качестве основных мультикомпонентную компиляцию, базирующуюся на сочетании различных методических и аналитических принципов и включающую в себя, в том числе, состав макро- и микроэлементов.

Таким образом, изучение компонентов катионно-анионного состава виноматериалов, приготовленных из винограда, выращенного в различных виноградо-винодельческих районах Крыма, стало **целью данной работы.**

Объекты и методы исследований

Исследованы виноматериалы, выработанные в сезоны виноделия 2021-2022 гг. из винограда, выращенного в следующих виноградо-винодельческих районах (ВВР) Крыма: Горно-долинно-приморский (ВВР05); Западный приморско-степной (ВВР07); Крымский западно-приморский предгорный (ВВР08); Предгорный (ВВР10); Южный берег Крыма (ВВР12). Классификация ВВР приведена в соответствии с «Территориальным делением виноградопригодных земель Российской Федерации», утвержденным Правлением Ассоциации «Федеральная саморегулируемая организация виноградарей и виноделов России» (протокол № 4 от 7 июня 2022 г.) [11].

Всего было исследовано 50 белых и 40 красных виноматериалов из интродуцированных (Алиготе, Мускат белый, Ркацителли, Совиньон белый, Шардоне, Мерло, Каберне Совиньон, Санджовезе), автохтон-

ных (Кокур белый, Сары пандас, Джеват кара, Эким кара, Кефесия) и селекционных (Первенец Магарача, Цитронный Магарача, Бастардо магарачский) сортов винограда.

Для получения виноматериалов в условиях микро-виноделия в период промышленного сбора отбирали пробы винограда в количестве не менее 10 кг. Переработка винограда предусматривала: по белому способу – гребнеотделение и дробление винограда, отделение сусла, сульфитация ($75 \text{ мг/дм}^3 \text{ SO}_2$), отстаивание, брожение, дображивание и осветление; по красному способу – гребнеотделение и дробление винограда, сульфитация ($75 \text{ мг/дм}^3 \text{ SO}_2$), брожение мезги до 1/3 остаточных сахаров, отделение сусла, дображивание и осветление. Брожение проводили с применением дрожжей из Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач». После окончания брожения в виноматериалы вносили диоксид серы из расчета его общего содержания 150 мг/дм^3 .

Через 3 мес. после завершения брожения виноматериалы анализировали по физико-химическим показателям, регламентируемые нормативными документами, а также по содержанию катионов и анионов.

Массовую концентрацию хлорид-анионов определяли потенциометрическим методом (ГОСТ 33437-2015 Продукция соковая. Определение хлоридов методом потенциометрического титрования); катионов калия, кальция, магния, натрия – методом капиллярного электрофореза на приборе Agilent 3DCE (Agilent Technologies). Устройство оснащено фотометрическим детектором с переменной длиной волны 190-380 нм. Для измерений содержания ионов в пробе использовали кварцевый капилляр с внутренним диаметром 75 мкм, эффективная длина – 50 см, полная – 60 см.

Результаты и обсуждение

Все выработанные образцы по значениям физико-химических показателей (объемная доля спирта, массовая концентрация сахаров, диоксида серы, титруемых и летучих кислот) соответствовали требованиям НД (ГОСТ 32030–2013 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия).

Технология производства виноматериалов в значительной степени влияет на экстракцию минеральных компонентов из твердых частей ягоды и определяет их содержание в вине. Результаты исследований представлены для сформированных отдельных выборок белых и красных виноматериалов.

Белые виноматериалы

Данные, представленные в табл. 1 и на рис. 1, демонстрируют, что наибольшей суммой катионов характеризовались виноматериалы ВВР07 – 713 мг/дм^3 . По снижению данного показателя образцы располагались следующим образом: ВВР12 – 642 мг/дм^3 ; ВВР8 – 616 мг/дм^3 ; ВВР5 – 606 мг/дм^3 ; ВВР10 – 584 мг/дм^3 . Основным катионом, приносящим вклад в их сумму, является калий. Его содержание в виноматериалах различных районов сохраняет те же тенденции, в образцах ВВР08 и ВВР05 находится на одном уровне

Таблица 1. Состав минерального комплекса белых виноматериалов из различных виноградо-винодельческих районов Крыма

Table 1. Composition of mineral complex of white wines from different viticultural and winemaking regions of Crimea

Статистические характеристики	Массовая концентрация, мг/дм ³				
	Cl ⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
Горно-долинно-приморский (ВВР05)					
Среднее	12	464	22	58	62
Максимальное	16	554	33	81	99
Минимальное	8	335	11	29	23
Западный приморско-степной (ВВР07)					
Среднее	14	572	28	52	61
Максимальное	16	628	33	56	66
Минимальное	12	516	24	49	55
Крымский западно-приморский предгорный (ВВР08)					
Среднее	13	461	18	54	83
Максимальное	18	543	23	59	106
Минимальное	8	366	15	44	54
Предгорный (ВВР10)					
Среднее	14	418	27	62	77
Максимальное	16	449	40	70	105
Минимальное	12	369	14	56	56
Южный берег Крыма (ВВР12)					
Среднее	15	498	20	60	64
Максимальное	24	688	36	94	104
Минимальное	8	342	9	16	29

– 461 и 464 мг/дм³ соответственно. Натрий является компонентом вина, наиболее стабильным в количественном выражении, его содержание, как правило, незначительно и находится на уровне 18-38 мг/дм³. Концентрация ионов металлов магния и кальция в образцах различных районов мало отличается и колеблется в пределах 49-62 мг/дм³ и 62-80 мг/дм³ соот-

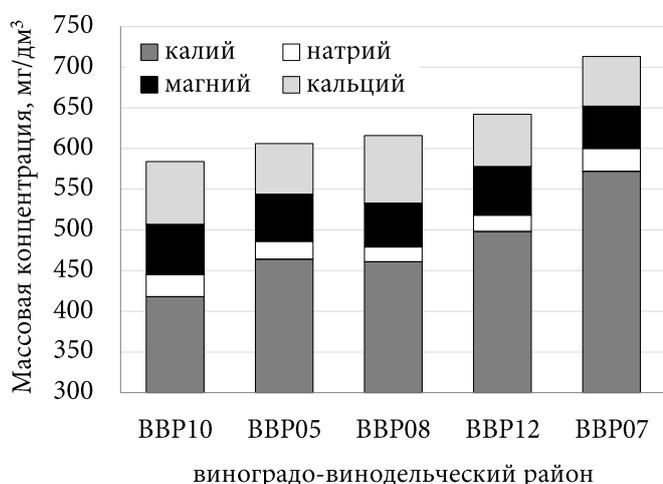


Рис. 1. Содержание суммы катионов в белых виноматериалах различных виноградо-винодельческих районов Крыма (средние значения)

Fig. 1. Content of total cations in white wines from different viticultural and winemaking regions of Crimea (average values)

Таблица 2. Состав минерального комплекса красных виноматериалов из различных виноградо-винодельческих районов Крыма

Table 2. Composition of mineral complex of red wines from different viticultural and winemaking regions of Crimea

Статистические характеристики	Массовая концентрация, мг/дм ³				
	Cl ⁻	K ⁺	Na ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺
Горно-долинно-приморский (ВВР05)					
Среднее	11	869	26	65	47
Максимальное	16	1145	33	100	99
Минимальное	8	509	17	26	30
Западный приморско-степной (ВВР07)					
Среднее	17	723	24	70	57
Максимальное	24	895	25	77	60
Минимальное	10	551	24	64	54
Крымский западно-приморский предгорный (ВВР08)					
Среднее	17	836	23	63	73
Максимальное	32	1014	26	78	83
Минимальное	12	500	18	43	62
Южный берег Крыма (ВВР12)					
Среднее	11	709	21	78	64
Максимальное	16	1178	33	126	108
Минимальное	8	421	14	15	20

ветственно.

Хлорид-анион в винах Крыма обычно присутствует в минимальном количестве, на примере данной выборки его содержание не превышает 24 мг/дм³.

Красные виноматериалы

Состав минерального комплекса красных виноматериалов из различных виноградо-винодельческих районов Крыма представлен в табл. 2 и на рис. 2. Наибольшее содержание суммы катионов отмечено для образцов ВВР05 и ВВР08 – 1007 и 995 мг/дм³ соответственно; наименьшее – ВВР12 – 874 мг/дм³; проме-

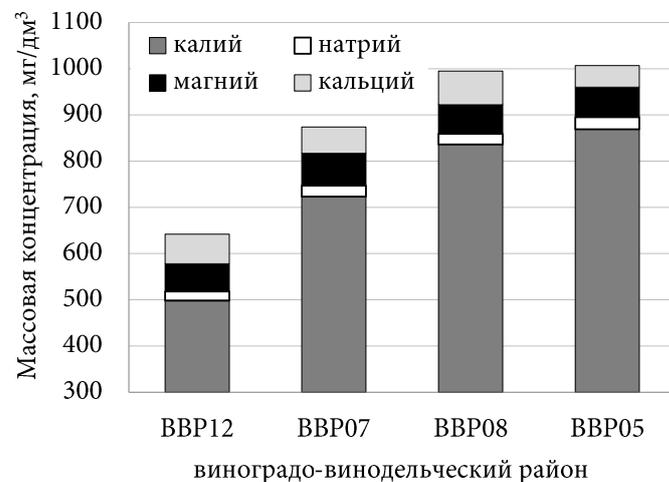


Рис. 2. Содержание суммы катионов в красных виноматериалах различных виноградо-винодельческих районов Крыма (средние значения)

Fig. 2. Content of total cations in red wines from different viticultural and winemaking regions of Crimea (average values)

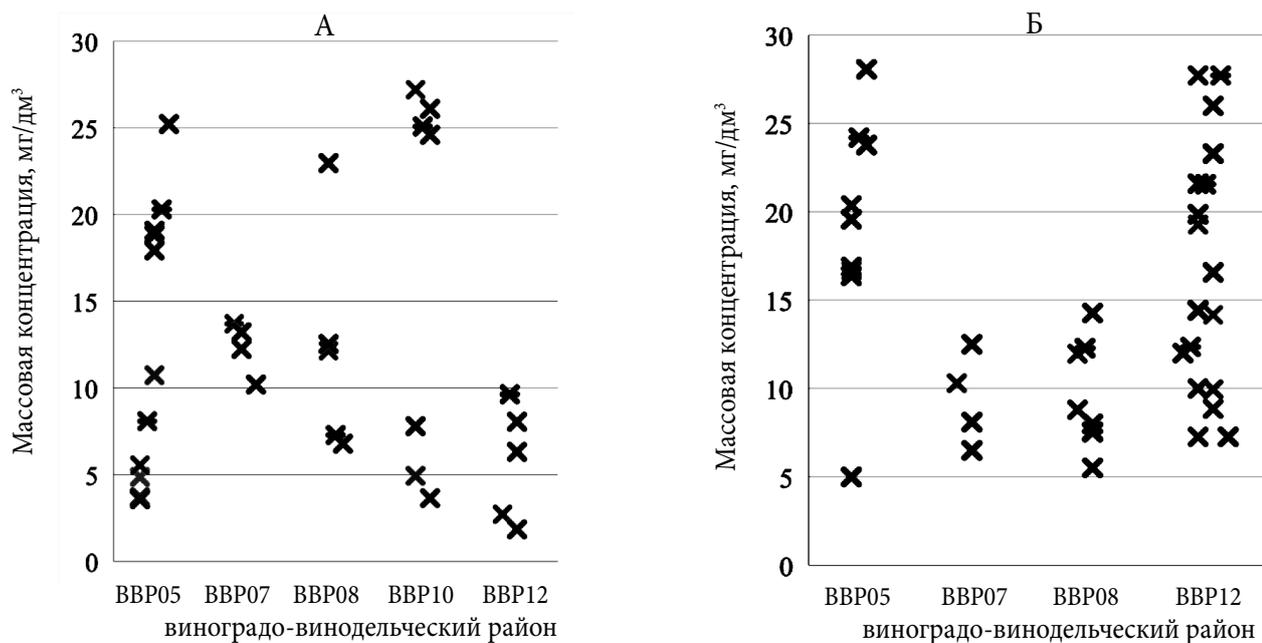


Рис. 3. Значение показателя "избыточный натрий" в белых и красных виноматериалах различных виноградо-винодельческих районов: А – белые, Б – красные

Fig. 3. Value of excess sodium indicator in white and red wines from different viticultural and winemaking regions: A – white, B – red

жуточное значение – ВВР07 – 642 мг/дм³. Очевидно, эта разница обусловлена различной долей калия, который пропорционально возрастает от 498 мг/дм³ до 869 мг/дм³. В исследованных образцах не отличается содержание натрия – 20-26 мг/дм³ и магния – 63-70 мг/дм³. Большая вариативность отмечена для кальция, его минимальное содержание отмечено в виноматериалах ВВР05 – 47 мг/дм³, максимальное – ВВР08 – 76 мг/дм³.

Хлорид-анион в красных образцах, также как и в белых, содержится в незначительном количестве – 8-32 мг/дм³, что в целом характерно для вин Крыма.

Содержание избыточного натрия находится в общем диапазоне для образцов белых и красных виноматериалов – 2-32 мг/дм³, без приоритетов какого-либо района (рис. 3).

Полученные результаты являются предварительными, дальнейшая работа предполагает регулярное пополнение банка данных и уточнение установленных диапазонов, как критериев территориальной принадлежности виноматериалов.

Выводы

Проведенные исследования позволили установить предварительные диапазоны варьирования компонентов ионного состава (содержание натрия, калия, кальция, магния и хлоридов) виноматериалов, выработанных из винограда, выращенного в 5-ти виноградо-винодельческих районах Крыма. Показано, что содержание избыточного натрия в изученных образцах составляет величину от 2 до 32 мг/дм³, и не превышает регламентируемого МОВВ значения 80 мг/дм³. Результаты исследований пополняют банк данных, созданный для характеристики географического происхождения винопродукции Крыма, будут использованы при разработке элементов системы идентификации вин с географическим статусом.

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Feher I., Magdas D.A., Dehelean A., Sârbu C. Characterization and classification of wines according to geographical origin, vintage and specific variety based on elemental content: a new chemometric approach. *Journal of Food Science and Technology*. 2019;56(12):5225-5233. DOI 10.1007/s13197-019-03991-4.
2. Точилина Р.П., Гончарова С.А., Хорошева Е.В., Семипятный В.К. Особенности минерального состава донских вин и виноматериалов как идентификационный показатель места происхождения. *Виноделие и виноградарство*. 2016;3:14-17.
3. Rybalko E., Ostroukhova E., Baranova N., Peskova I., Borisova V. The influence of the agroecological resources of Crimea on the primary and secondary metabolites of Aligote grapes. *KNE Life Sciences*. Dubai, UAE. 2022;112-124.
4. Темердашев З.А., Абакумов А.Г., Халафян А.А., Агеева Н.М. Взаимосвязи между элементным составом винограда, почвы с места его произрастания и вина. *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. 2021;87(11):11-18. DOI 10.26896/1028-6861-2021-87-11-11-18.
5. Гиломедова Н.В., Аникина Н.С., Колеснов А.Ю. Методические подходы к определению географического происхождения вин. *Обзор. Техника и технология пищевых производств*. 2023;53(2):231-246. DOI 10.21603/2074-9414-2023-2-2429.
6. Якуба Ю.Ф., Темердашев З.А. Хроматографические методы в анализе и идентификации виноградных вин. *Аналити-*

- ка и контроль. 2015;19(4):288-301. DOI 10.15826/analitika.2015.19.4.013.
7. Гугучкина Т.И., Сикорский А.П., Антоненко М.В. Бурцев Б.В., Марковский М.Г. Неорганические катионы - важный показатель качества, подлинности и уникальности вин. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;58(4):114-125. DOI 10.30679/2219-5335-2019-4-58-114-125.
 8. OIV. Compendium of international methods of wine and must analysis. OIV-MA-AS321-02 Chlorides. Access mode: <https://www.oiv.int/standards/annex-a-methods-of-analysis-of-wines-and-musts/section-3-chemical-analysis/section-3-2-non-organic-compounds/section-3-2-1-anions/chlorides-%28type-ii%29> (access date: 14.03.2024).
 9. OIV. Compendium of international methods of wine and must analysis. OIV-MA-D1-03 The level of sodium and chloride ions in wine. Access mode: <https://www.oiv.int/standards/compendium-of-international-methods-of-wine-and-must-analysis/annex-d/annex-d-advice/level-of-sodium-and-chlorides-ions-in-wines> (access date: 14.03.2024).
 10. Dabare P.R., Reilly T., Mierczynski P., Bindon K., Vasilev K., Mierczynska-Vasileva A. A novel solution to tartrate instability in white wines. *Food Chemistry*, 2023;22:136159. DOI 10.1016/j.foodchem.2023.136159.
 11. Территориальное деление виноградо-пригодных земель Российской Федерации. Федеральная саморегулируемая организация виноградарей и виноделов России. Протокол №4 от 7 июня 2022 г. <https://rvwa.ru/images/07e6/06/08/59871.pdf> (дата обращения: 10.03.2024)
- ### References
1. Feher I., Magdas D.A., Dehelean A., Sârbu C. Characterization and classification of wines according to geographical origin, vintage and specific variety based on elemental content: a new chemometric approach. *Journal of Food Science and Technology*. 2019;56(12):5225-5233. DOI 10.1007/s13197-019-03991-4.
 2. Tochilina R.P., Goncharova S.A., Horosheva E.V., Semipjatnyj V.K. Characteristic of the mineral composition of Don wines and wine materials identification as an indicator of the place of origin. *Winemaking and Viticulture*. 2016;3:14-17 (in Russian).
 3. Rybalko E., Ostroukhova E., Baranova N., Peskova I., Borisova V. The influence of the agroecological resources of Crimea on the primary and secondary metabolites of Aligote grapes. *KNE Life Sciences*. Dubai, UAE. 2022;112-124.
 4. Temerdashev Z.A., Abakumov A.G., Khalafyan A.A., Ageeva N.M. Correlations between the elemental composition of grapes, soils of the viticultural area and wine. *Industrial Laboratory. Diagnostics of Materials*. 2021;87(11):11-18. DOI 10.26896/1028-6861-2021-87-11-11-18 (in Russian).
 5. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Kolesnov A.Yu. A review of methodological approaches to authenticating the geographical origin of wines. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2023;53(2):231-246. DOI 10.21603/2074-9414-2023-2-2429 (in Russian).
 6. Yakuba Yu.F., Temerdashev Z.A. Chromatography methods in the analysis and identification of grape wines. *Analytics and control*. 2015;19(4):288-301. DOI 10.15826/analitika.2015.19.4.013 (in Russian).
 7. Guguchkina T.I., Sikorskiy A.P., Antonenko M.V., Burtsev B.V., Markovskiy M.G. Inorganic cations - the important indicator of quality, authenticity and uniqueness of wines. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2019;58(4):114-125. DOI 10.30679/2219-5335-2019-4-58-114-125 (in Russian).
 8. OIV. Compendium of international methods of wine and must analysis. OIV-MA-AS321-02 Chlorides. Access mode: <https://www.oiv.int/standards/annex-a-methods-of-analysis-of-wines-and-musts/section-3-chemical-analysis/section-3-2-non-organic-compounds/section-3-2-1-anions/chlorides-%28type-ii%29> (access date: 14.03.2024).
 9. OIV. Compendium of international methods of wine and must analysis. OIV-MA-D1-03 The level of sodium and chloride ions in wine. Access mode: <https://www.oiv.int/standards/compendium-of-international-methods-of-wine-and-must-analysis/annex-d/annex-d-advice/level-of-sodium-and-chlorides-ions-in-wines> (access date: 14.03.2024).
 10. Dabare P.R., Reilly T., Mierczynski P., Bindon K., Vasilev K., Mierczynska-Vasileva A. A novel solution to tartrate instability in white wines. *Food Chemistry*, 2023;22:136159. DOI 10.1016/j.foodchem.2023.136159.
 11. Territorial division of viticultural lands of the Russian Federation. Federal Self-Regulatory Organization of Vinegrowers and Winemakers of Russia. Protocol No. 4 of June 7, 2022. Access mode: <https://rvwa.ru/images/07e6/06/08/59871.pdf> (access date: 10.03.2024) (in Russian).

Информация об авторах

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

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

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

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

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

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

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

Information about authors

Nadezhda S. Anikina, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5682-3426>;

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

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

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

Evgenij A. Slastyia, Cand. Biol. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: phyton.crimea@gmail.com; orcid.org/0000-0002-6750-9587;

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

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

Статья поступила в редакцию 26.04.2024, одобрена после рецензии 20.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.

УДК 663.241:663.253.34
EDN FSVVIA

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Оценка периода выдержки коньячных дистиллятов на основе их многомерного анализа

Чурсина О.А.[✉], Легашева Л.А., Погорелов Д.Ю.

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

[✉]chursina@magarach-institut.ru

Аннотация. Выдержка коньячных дистиллятов в дубовых бочках является наиболее длительным и высокочувствительным процессом в производстве коньяков и оказывает основное влияние на их себестоимость. Имитация срока выдержки является одним из наиболее распространенных способов подделки продукта. Проведение идентификации коньячной продукции на соответствие возрасту затруднено, что связано как с влиянием многочисленных факторов, так и сложным химическим составом коньяков, а также ограниченным перечнем идентифицирующих показателей. Целью работы явилась оценка периода выдержки коньячных дистиллятов в контакте с древесиной дуба на основе анализа их физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик. Определение показателей коньячных дистиллятов осуществляли общепринятыми методами, в том числе с использованием газовой и высокоэффективной жидкостной хроматографии. В результате исследований установлены закономерности изменения основных физико-химических, оптических и органолептических показателей производственных образцов коньячных дистиллятов при выдержке. На основе массива данных построены статистически значимые дискриминантные функции, позволяющие объективно классифицировать образцы коньячных дистиллятов по периоду выдержки по четырем группам: 1-5 лет, 6-10 лет, 11-20 лет и свыше 20 лет с точностью до 96 %. Установлено, что наибольший вклад в дискриминацию образцов вносят показатели массовой концентрации ванилина, сиреневого альдегида, ванилиновой и сиреневой кислот, суммы фенольных веществ и интенсивности окраски. Использование прогностических моделей позволяет однозначно классифицировать новые образцы коньячного дистиллята с заранее неизвестной их принадлежностью какой-либо из указанных групп после проведения многомерного их анализа. Полученные результаты могут быть использованы в научных и производственных лабораториях при проведении мониторинговых исследований с целью определения периода выдержки коньячных дистиллятов.

Ключевые слова: возраст; дискриминантный анализ; классификация; показатель; физико-химический состав; органолептическая оценка; оптические характеристики.

Для цитирования: Чурсина О.А., Легашева Л.А., Погорелов Д.Ю. Оценка периода выдержки коньячных дистиллятов на основе их многомерного анализа // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):195-201. EDN FSVVIA.

ORIGINAL RESEARCH

Estimation of the aging period of brandy distillates based on their multivariate analysis

Chursina O.A.[✉], Legasheva L.A., Pogorelov D.Yu.

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

[✉]chursina@magarach-institut.ru

Abstract. Aging of brandy distillates in oak casks is the longest and most expensive process in brandy production, which has a major impact on their net cost. Imitating the aging period is one of the most common ways to counterfeit a product. Identification of brandy products for age compliance is difficult due to both the influence of many factors and the complex chemical composition of brandy, as well as a limited list of identifying indicators. The purpose of the work was to assess the aging period of brandy distillates in a contact with oak wood based on the analysis of their physicochemical composition, optical and organoleptic characteristics. Indicators of brandy distillates were determined using generally accepted methods, including gas and high-performance liquid chromatography. As a result of the research, patterns of changes in the main physicochemical, optical and organoleptic indicators of production samples of brandy distillates during aging were established. Based on the data array, statistically significant discriminant functions were constructed, enabling us to objectively classify the samples of brandy distillates according to the aging period into four groups: 1-5 years, 6-10 years, 11-20 years and over 20 years, within the accuracy of up to 96 %. It was established that the greatest contribution to the discrimination of samples was made by the indicators of mass concentration of vanillin, syringaldehyde, vanillic and syringic acids, the sum of phenolic substances and color intensity. The use of predictive models makes it possible to invariably classify new samples of brandy distillate with their affiliation to any of unknown in advance specified groups after multidimensional analysis of samples carried out. The results obtained can be used in scientific and production laboratories when conducting monitoring studies to determine the aging period of brandy distillates.

Key words: age; discriminant analysis; classification; indicator; physicochemical composition; organoleptic assessment; optical characteristics.

For citation: Chursina O.A., Legasheva L.A., Pogorelov D.Yu. Estimation of the aging period of brandy distillates based on their multivariate analysis. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):195-201. EDN FSVVIA (in Russian).

Введение

Большая роль в управлении качеством винодельческой продукции отведена совершенствованию ее контроля в соответствии с задачами идентификации.

Коньяк является элитным и дорогостоящим продуктом и чаще других алкогольных напитков становится объектом фальсификации [1]. Выдержка коньячных дистиллятов является наиболее длительным и высокочувствительным процессом в производстве коньяков и оказывает основное влияние на их стоимость, в связи с чем ее имитация, а также подмена старых вы-

держанных коньячных дистиллятов на более молодые являются наиболее распространенными способами подделки [2-4].

Выдержка коньячного дистиллята в контакте с древесиной дуба согласно законодательству РФ должна составлять не менее трех лет. За это время проходит экстракция ряда компонентов древесины, деструкция лигнина и гидролиз полисахаридов, продукты которых включаются в процессы созревания коньячных дистиллятов и участвуют в формировании их типичных свойств [4-12]. В зависимости от условий производства органолептический профиль и аналитические характеристики коньячной продукции одной категории у разных производителей могут значительно отличаться, что затрудняет проведение ее идентификации [13-15]. Приоритетным способом установления ее соответствия возрасту является органолептический анализ, однако подтвердить его результат с применением аналитических методов довольно непросто [4, 16, 17].

Большинство подходов для определения срока выдержки или контакта коньячных дистиллятов с древесиной дуба основано на анализе танинов и продуктов деструкции лигнина, прежде всего ароматических альдегидов и кислот, концентрации которых в процессе выдержки могут изменяться как в сторону накопления, так и в сторону убывания [18-22]. С учетом современных представлений о механизмах процесса созревания коньячных дистиллятов для их идентификации предложены также специфические маркеры – соединения, которые придают напитку типичный букет и вкус (скополетин, эвгенол, транс- и цис- β -метил- γ -октолактоны) [14]. Однако, по мнению ряда авторов, отдельные компоненты, накапливаемые при выдержке, не отображают в полной мере характеристические особенности коньячных дистиллятов, отличаются неравномерной корреляцией с возрастом коньячных дистиллятов и существенно зависят от условий производства [4, 14].

Большое значение для контроля качества и идентификации коньячных дистиллятов имеет оценка цвета, которая несет важную информацию о развитии процессов их созревания [23, 24]. В зависимости от сроков выдержки цвет коньячного дистиллята изменяется, постепенно углубляясь, от бледно-желтого с золотистыми оттенками до темно-янтарного и даже красного дерева, присущего очень старым дистиллятам. В формировании цвета участвуют компоненты фенольного и углеводного комплексов, экстрагируемых из древесины дуба. Включаясь в многочисленные реакции, они образуют окрашенные продукты сложного строения, количественное измерение которых затруднено, но их вклад в формирование качества коньячного дистиллята может быть учтен при спектрофотометрическом анализе цвета.

Основу букета коньячных дистиллятов составляют вещества легколетучей фракции, которые образуются при брожении и дистилляции виноматериала. Их состав и содержание зависят от сорта винограда, агроэкологических и почвенно-климатических ус-

ловий произрастания, режимов и параметров технологии производства виноматериалов и дистиллятов и т.д. [25, 26]. Протекающие при выдержке коньячных дистиллятов процессы приводят к изменению их состава, накоплению продуктов окисления и обогащению летучими соединениями, поступающими из древесины дуба. При этом диапазоны массовой концентрации компонентов легколетучей фракции коньячных дистиллятов являются типичными для отдельных производителей и коррелируют с категорией и качеством напитка, что позволяет рассматривать их в качестве критериев контроля [4].

Таким образом, каждый из показателей, характеризующих цвет, букет и вкус коньячного дистиллята, вносит свой вклад в оценку его качества, а их совокупный учет позволит повысить объективность контроля. В связи с этим исследования, направленные на установление и математическое выражение взаимосвязи показателей физико-химического состава, оптических и органолептических характеристиках коньячных дистиллятов, подтверждающих срок их выдержки в прогностических классификационных моделях, являются актуальными.

Цель работы – оценка периода выдержки коньячных дистиллятов в контакте с древесиной дуба на основе анализа их физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик.

Материалы и методы исследований

Материалами исследований являлись опытные и производственные образцы коньячных дистиллятов предприятий Крыма и Кубани с выдержкой от 1 года до 48 лет (всего 102 образца).

Массовую концентрацию компонентов ароматобразующего комплекса 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 (ароматические альдегиды и кислоты, фенольные кислоты) осуществляли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с использованием хроматографической системы Agilent technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором. Разделение пробы на компоненты осуществляли на колонке Zorbax Eclipse XDB-C18 длиной 150 мм и шириной 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].

Определение оптических характеристик образцов проводили спектрофотометрическим методом с помощью спектрофотометра UNICO 1200.

Интенсивность окраски (I) находили математически как сумму оптических плотностей пробы при длинах волн 420 нм и 520 нм, а оттенок окраски (T) – как частное [27].

Показатель желтизны (G) рассчитывали по формуле:

$$G = (1,28 X - 1,06 Z) 100 / Y, \quad (1)$$

где X, Y, Z – координаты цвета, которые определяли по формулам:

$$X = 0,42 T_{625} + 0,35 T_{550} + 0,21 T_{445} \quad (2)$$

$$Y = 0,20 T_{625} + 0,63 T_{550} + 0,17 T_{495} \quad (3)$$

$$Z = 0,24 T_{495} + 0,94 T_{445}, \quad (4)$$

где T – коэффициент пропускания при длинах волн 445, 495, 550, 625 нм соответственно, %.

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 программного обеспечения MS Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение

Анализ физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик исследуемых образцов коньячных дистиллятов показал общие тенденции изменения значений показателей при возрастании продолжительности их выдержки, не зависящие от производителя.

С увеличением срока выдержки коньячного дистиллята установлено возрастание уровня массовой концентрации суммы фенольных веществ, что определяется накоплением как мономерных их форм, так и полимерных. Причем доля их в сумме фенольных веществ на всем протяжении периода выдержки имела постоянный диапазон: для мономерных форм – 68-72 %, соответственно для полимерных форм – 27-31 % (рис. 1).

Такое равномерное увеличение различных форм фенольных веществ показывает, что наряду с процессами экстрагирования из древесины дуба мономерных форм фенольных веществ активно протекают также процессы их окисления, полимеризации и конденсации. О возрастании степени окисленности танинов в старых коньячных дистиллятах свидетельствует изменение показателя окисляемости (W) в 15 раз по сравнению с более молодыми дистиллятами (от 0,93 мВдм³/мг до 0,06 мВдм³/мг). Установленная тесная корреляция между органолептической оценкой коньячных дистиллятов, содержанием фенольных веществ ($r=0,835$ при $p>0,5$) и степенью их окисленности ($r=0,658$ при

$p>0,5$) показывает, что с повышением содержания фенольных веществ и степени их окисленности качество коньячных дистиллятов возрастает.

В окислительно-восстановительные процессы с участием фенольных веществ вовлекаются другие компоненты химического состава коньячного дистиллята, наибольшую долю среди которых составляет этанол. При его окислении образуется уксусный альдегид и уксусная кислота, при окислении других спиртов – соответствующие летучие кислоты. В старых коньячных дистиллятах содержание суммы летучих кислот возросло в среднем в 3,3 раза, в основном за счет уксусной кислоты. В результате реакций этерификации, протекающих между спиртами и летучими кислотами, увеличилось также содержание сложных эфиров – в 2,7 раза, в большей степени этилацетата (рис. 2).

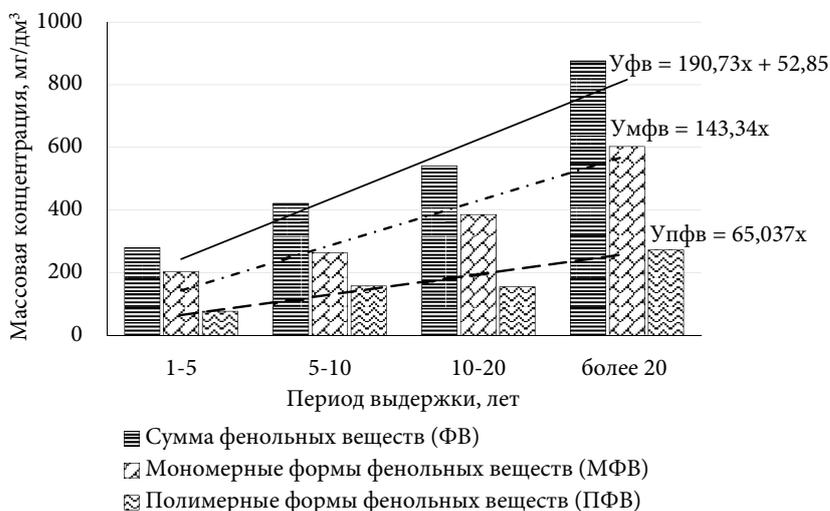


Рис. 1. Динамика массовой концентрации фенольных веществ при выдержке коньячных дистиллятов

Fig. 1. Dynamics of mass concentration of phenolic substances when aging brandy distillates

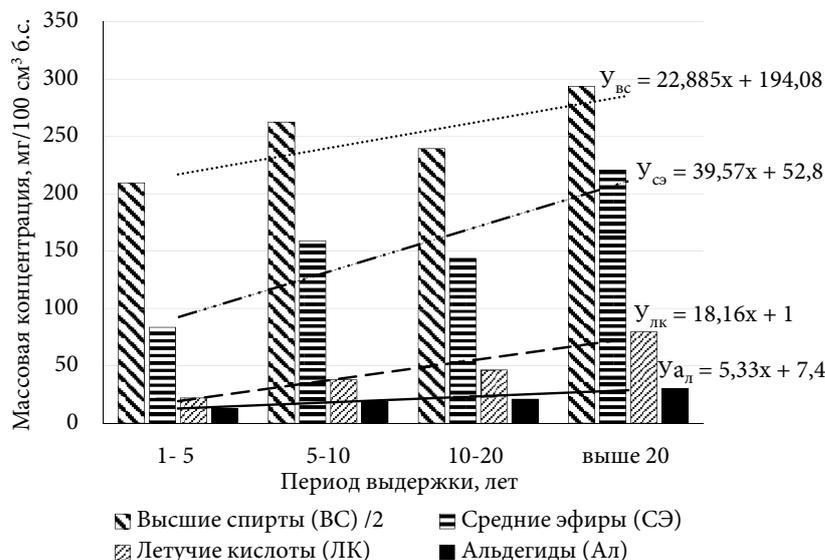


Рис. 2. Динамика массовой концентрации летучих компонентов при выдержке коньячных дистиллятов

Fig. 2. Dynamics of mass concentration of volatile components when aging brandy distillates

Характерным признаком процесса выдержки коньячных дистиллятов является увеличение содержания продуктов экстракции и деструкции эллаготанина и лигнина. В большей степени в старых коньячных дистиллятах возросла массовая концентрация эллаговой кислоты, в среднем в 4,4 раза, ванилина – в 4,2 раза и сиреневого альдегида – в 6,3 раза (рис. 3). Карбонильные соединения, участвуя в сложении букета, также оказывают влияние на цвет коньячного дистиллята, способствуя окислению фенольных веществ и образованию окрашенных пигментов [28].

С увеличением продолжительности выдержки цвет коньячных дистиллятов изменялся от светло-золотистого до темно-янтарного, при этом показатель интенсивности цвета I возрос с 0,130 до 5,695 (в 43 раза), а показатель желтизны G – с 11,4 до 141,4 (в 13 раз).

Дегустационная оценка коньячных дистиллятов при их старении закономерно увеличилась (рис. 4). Установлена ее положительная корреляция с содержанием летучих веществ (высшими спиртами, эфирами, альдегидами, некоторыми летучими кислотами), а также с компонентами выдержки (суммой фенольных веществ, галловой и эллаговой кислот, ванилином, синаповым и сиреневым альдегидами, ванилиновой и сиреневой кислотами) и оптическими характеристиками (показателями интенсивности цвета I и желтизны G), а отрицательная – с бутанолом-2, метанолом и такими летучими кислотами как капроновая, пропионовая, изомасляная.

На основе массива данных по физико-химическому составу, оптическим и органолептическим характеристикам построены статистически значимые (лямбда Уилкса 0,01183 $p < 0,00001$) дискриминантные функции, позволяющие объективно классифицировать образцы коньячных дистиллятов по периоду выдержки на четыре группы: 1-5 лет, 6-10 лет, 11-20 лет и свыше 20 лет. Точность распознавания образцов коньячного дистиллята по группам составила 96,3 %.

Низкое значение критерия статистики лямбда Уилкса ($<<1$) свидетельствует о том, что задействованные переменные эффективно участвуют в различении групп. К дискриминирующим признакам отнесены показатели, коррелирующие с периодом выдержки коньячных дистиллятов, в том числе соединения легколетучей фракции (массовая концентрация летучих кислот, средних эфиров, альдегидов,

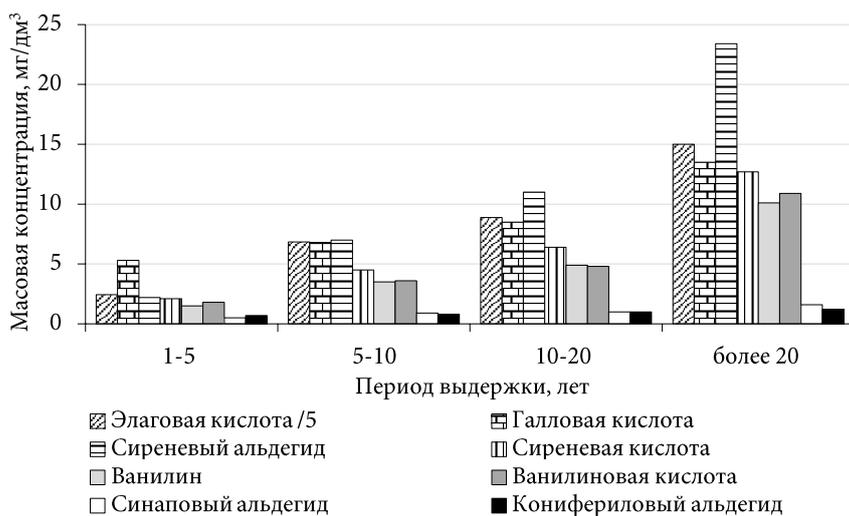


Рис. 3. Динамика массовой концентрации компонентов, экстрагируемых из древесины дуба при выдержке коньячных дистиллятов

Fig. 3. Dynamics of mass concentration of components extracted from oak wood when aging brandy distillates

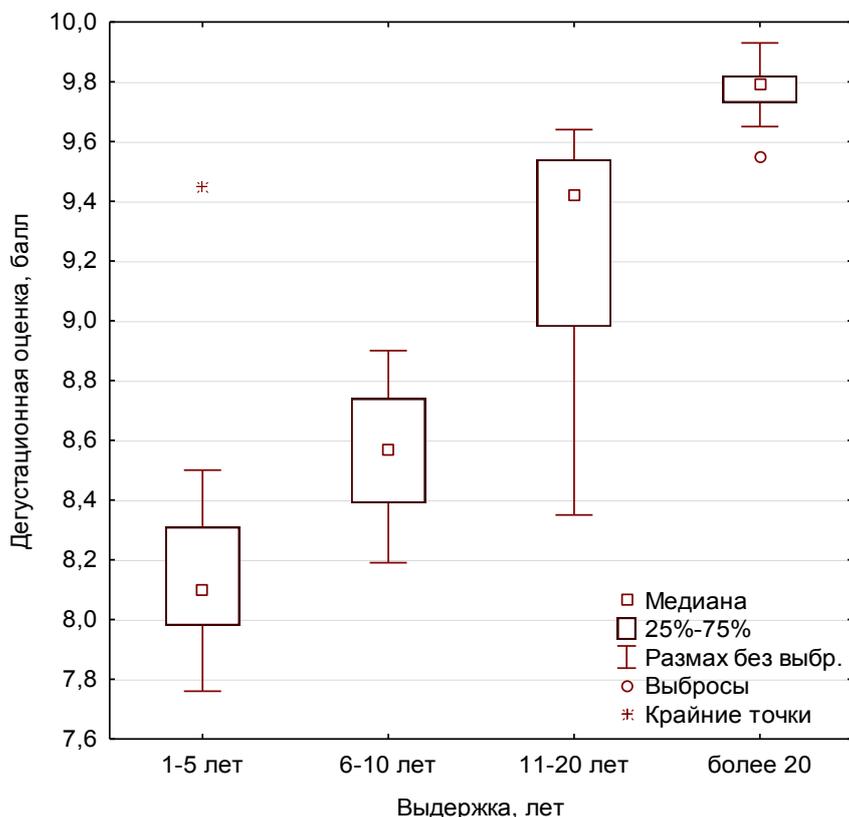


Рис. 4. Диапазоны дегустационной оценки выдержанных коньячных дистиллятов

Fig. 4. Tasting assessment ranges for aged brandy distillates

высших спиртов), компоненты выдержки (массовая концентрация фенольных веществ, галловой и эллаговой кислот, сиреневой и ванилиновой кислот, ванилина, сиреневого, синапового, кониферильного альдегидов и фурфурола), а также оптические характеристики (интенсивность цвета, оттенок окраски и показатель желтизны). Установлено, что наибольший вклад в дискриминацию вносят показатели массовой концентрации ванилина ($r=0,993$), сиреневого альде-

гида ($r=0,985$), ванилиновой ($r=0,993$) и сиреневой кислот ($r=0,992$), суммы фенольных веществ ($r=0,992$) и интенсивности окраски ($r=0,974$).

Результат графического отображения дискриминантного анализа и канонических рассеяний между группами по выбранным показателям всего массива данных приведен на рис. 5.

На основании дискриминантного анализа построены линейные классификационные модели, которые позволяют однозначно определять по совокупности показателей физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик принадлежность нового образца коньячного дистиллята одной из групп. Предложенная классификация даст возможность различать коньячные дистилляты, предназначенные для изготовления коньяков ординарной группы (3-5 лет выдержки), от группы коньячных дистиллятов для производства марочных коньяков, а среди марочных коньячных дистиллятов распознавать категории, соответствующие периоду выдержки: КВ/КВВК (6-10 лет выдержки), КС (свыше 10 лет выдержки) и ОС (свыше 20 лет выдержки).

Выводы

Проведены исследования органолептических, физико-химических и оптических показателей производственных образцов коньячных дистиллятов, тесно коррелирующих с продолжительностью их выдержки. Определены критерии, совокупный учет которых обеспечивает высокую точность классификации коньячных дистиллятов, а также диапазоны и средние значения их содержания, соответствующие периоду выдержки.

Установлена возможность классификации коньячных дистиллятов по четырем группам в зависимости от периода их выдержки: 1-5 лет, 6-10 лет, 11-20 лет и свыше 20 лет, различия между которыми являются статистически значимыми. Ошибка при классификации образцов коньячного дистиллята составила не более 4 %.

Выявлено, что наибольший вклад в дискриминацию групп вносят показатели массовой концентрации ванилина, сиреневого альдегида, ванилиновой и сиреневой кислот, суммы фенольных веществ и интенсивности окраски.

Построены линейные классификационные модели, которые позволяют однозначно определять принадлежность нового образца коньячного дистиллята к одной из групп на основе показателей его физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик. Полученные результаты могут быть использованы в научных и производственных лабораториях при проведении мониторинговых ис-

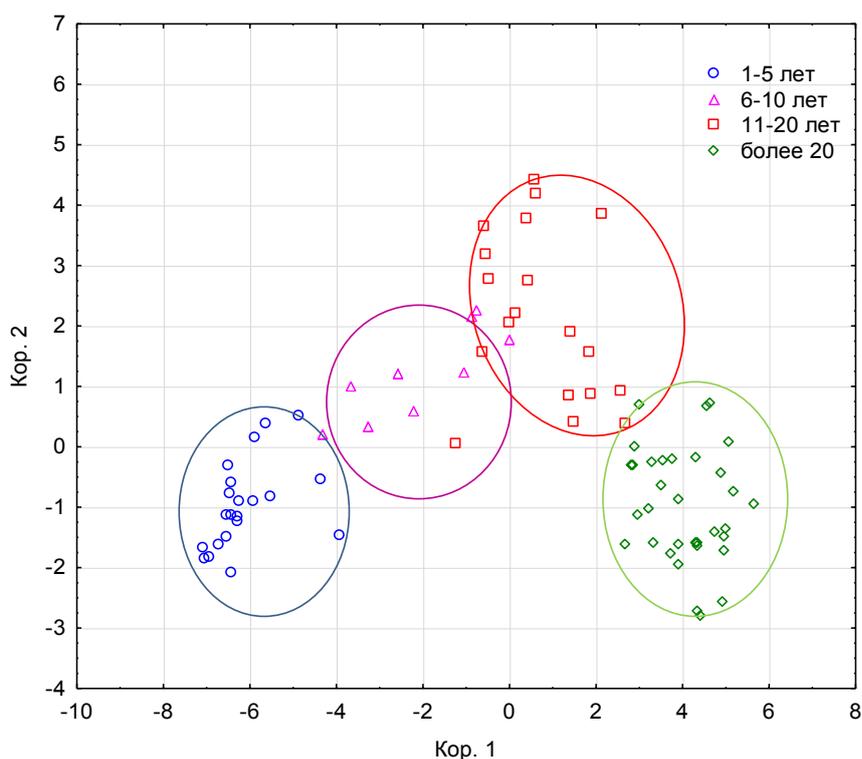


Рис. 5. Диаграмма рассеяния канонических значений, отражающих распределение образцов коньячных дистиллятов по группам в зависимости от показателей физико-химического состава, оптических и органолептических характеристик

Fig. 5. Scatter graph of canonical values reflecting the distribution of brandy distillate samples into groups depending on their physicochemical composition, optical and organoleptic characteristics

следований для оценки периода выдержки коньячных дистиллятов.

Исследования в этом направлении будут продолжены.

Благодарность

Выражаем благодарность кандидату технических наук, заведующему лабораторией аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий Зайцеву Г.П. за осуществление анализа компонентов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FEUU-2019-0012.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FEUU-2019-0012.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Алискеров А.Р., Павленко О.В. Актуальные вопросы идентификации и экспертизы коньячного дистиллята в таможенных целях // Вестник Российской таможенной академии. 2022;4:112-124. DOI 10.54048/20727240_2022_04_112.
- Умарова Н.Н., Вильданова А.И., Давлетшина Ф.И., Евгеньев М.И. Оценка качества коньяков по результатам многомерного анализа // Вестник технологического университета. 2016;19 (11):163-168.

3. Роскачество: доля фальсификата среди российского коньяка эконом-сегмента составила 52 %. Режим доступа: <https://www.retail.ru/news/roskachestvo-dolya-falsifikata-sredi-rossiyskogo-konyaka-ekonom-segmenta-sostavi-27-aprelya-2023-228316> (дата обращения: 08.04.2024).
4. Оселедцева И.В. Теоретические и практические аспекты контроля качества коньячных дистиллятов и коньяков. Краснодар. 2016:1–295.
5. Скурихин И.М. Химия коньяка и бренди. М.: ДеЛи Принт. 2005:1–296.
6. Marche M., Joseph E., Goizet A., Audebert J. Étude théorique sur le cognac et son vieillissement en fûts de chêne. *Revue Française d'Enologie*. 1975;57:1–17.
7. Canas S. Phenolic composition and related properties of aged wine spirits: Influence of barrel characteristics. A review. *Beverages*. 2017;3(4):55. DOI 10.3390/beverages3040055.
8. Le Floch A., Jourdes M., Teissedre P.-L. Polysaccharides and lignin from oak wood used in cooperage: Composition, interest, assays: A review. *Carbohydrate Research*. 2015;417:94–102. DOI 10.1016/j.carres.2015.07.003.
9. Puech J.-L. Extraction and evolution of lignin products in Armagnac matured in oak. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1981;32(2):111–114. DOI 10.5344/ajev.1981.32.2.111.
10. 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.
11. Хиабахов Т.С. Основы технологии коньячного производства России. Новочеркасск. 2001:1–159.
12. Коровин В.В., Оганесянц Л.А. Дуб в лесоводстве и виноделии. М: ДеЛи Принт. 2007:1–480.
13. Оселедцева И.В., Гугучкина Т.И., Марковский М.Г., Резниченко К.В. Характеристика подлинных и забракованных образцов бренди (коньяков) // *Виноделие и виноградарство*. 2011;2:16–17.
14. Луканин А., Сидоренко А. Критерии определения возраста коньячных спиртов // *Напої. Технології та інновації*. 2017;1 (66):36–43.
15. 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.
16. Оселедцева И.В., Гугучкина Т.И., Соболев Э.М. Практическая реализация современных методов установления подлинности коньячной продукции // *Известия ВУЗов. Пищевая технология*. 2010;2–3:104–106.
17. Черкашина Ю.А. Идентификация коньяков с применением органолептического анализа и физико-химических методов: определение хроматических показателей, дубильных веществ и показателя pH // *Вестник Казанского технологического университета*. 2011;7:198–204.
18. Елисеев М.Н., Осипова В.П., Емельянова Л.К., Лакутин Д.Г., Алексеева О.М. Показатели, формирующие качество и идентификацию коньяков Франции // *Вестник Воронежского государственного университета инженеров технологий*. 2019;81(1):66–71. DOI 10.20914/2310-1202-2019-1-66-71.
19. Кальчицкая О.В., Михнюк Щ.Н., Юрченко Р.А. Зависимость концентрации экстрактивных веществ коньячных дистиллятов от сроков выдержки // *Виноделие и виноградарство*. 2015;1(2):30–33.
20. Урсул О.Н., Курченко В.П., Почижкая И.М. Оценка подлинности коньячной продукции. *Труды БГУ. Молекулярная биология*. 2009; 4(1):11.
21. Canas S., Belchior A.P., Spranger M.I., Bruno-de-Sousa R. High-performance liquid chromatography method for analysis of phenolic acids, phenolic aldehydes and furanic derivatives in brandies. *Development and Validation. J. Sep. Sci*. 2003;26:496–502. DOI 10.1002/jssc.200390066.
22. Canas S., Quaresma H., Belchior A.P., Spranger M.I., Bruno-de-Sousa R. Evaluation of wine brandies authenticity by the relationships between benzoic and cinnamic aldehydes and between furanic aldehydes. *Ciencia Tec. Vitiv*. 2004;19(1):13–27.
23. Delgado-González M.J., García-Moreno M.V., Sánchez-Guillén M.M., García-Barroso C., Guillén-Sánchez D.A. Colour 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.
24. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Белякова М.С. Характеристика цвета коньячных дистиллятов в системе CIE Lab // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2024;26(1):87–92. DOI 10.3491/IM.2024.74.79.014.
25. Chursina O., Zagorouiko V., Legasheva L., Pogorelov D., Belyakova M. Factors forming the quality of brandy distillates. *BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking» (MTSITVW2023)*. 2023;78:7. DOI 10.1051/bioconf/20237806002.
26. Оселедцева И.В., Гугучкина Т.И., Якуба Ю.Ф., Резниченко К.В. Легколетучие идентификационные показатели качества коньячной продукции // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2011;7(1):82–95.
27. Методы техникохимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида. 2009:1–304.
28. Чурсина О.А., Погорелов Д.Ю., Мартыновская А.В., Легашева Л.А. Влияние компонентов альдегидной природы и фенольного комплекса на оптические характеристики коньячных дистиллятов // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2023;25(2):209–214. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.015.

References

1. Aliskerov A.R., Pavlenko O.V. Actual issues of identification and examination of cognac distillate for customs purposes. *Bulletin of Russian Customs Academy*. 2022;4:112–124. DOI 10.54048/20727240_2022_04_112 (in Russian).
2. Umarova N.N., Vildanova A.I., Davletshina F.I., Evgeniev M.I. Assessing the quality of cognacs based on the results of multivariate analysis. *Bulletin of the Technological University*. 2016;19(11):163–168 (in Russian).
3. Rosquality: the proportion of counterfeits of Russian brandy in the economy segment was 52 %. Access mode: <https://www.retail.ru/news/roskachestvo-dolya-falsifikata-sredi-rossiyskogo-konyaka-ekonom-segmenta-sostavi-27-aprelya-2023-228316> (access date: 04/08/2024) (in Russian).
4. Oseledtseva I.V. Theoretical and practical aspects of quality control of brandy distillates and cognacs. *Krasnodar*. 2016:1–295 (in Russian).
5. Skurikhin I.M. *Chemistry of cognac and brandy*. M.: DeLi Print. 2005:1–296 (in Russian).
6. Marche M., Joseph E., Goizet A., Audebert J. Étude théorique sur le cognac et son vieillissement en fûts de chêne. *Revue Française d'Enologie*. 1975;57:1–17.
7. Canas S. Phenolic composition and related properties of aged wine spirits: Influence of barrel characteristics. A review. *Beverages*. 2017;3(4):55. DOI 10.3390/beverages3040055.
8. Le Floch A., Jourdes M., Teissedre P.-L. Polysaccharides and lignin from oak wood used in cooperage: Composition, interest, assays: A review. *Carbohydrate Research*. 2015;417:94–102. DOI 10.1016/j.carres.2015.07.003.

9. Puech J.-L. Extraction and evolution of lignin products in Armagnac matured in oak. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1981;32(2):111-114. DOI 10.5344/ajev.1981.32.2.111.
10. 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.
11. Khiabakhov T.S. Fundamentals of brandy production technology in Russia. *Novocherkassk*. 2001:1-159 (in Russian).
12. Korovin V.V., Oganesyants L.A. Oak in forestry and winemaking. M.: DeLi Print. 2007:1-480 (in Russian).
13. Oseledtseva I.V., Guguchkina T.I., Markovsky M.G., Reznichenko K.V. The characteristic of original and defective samples of brandies (cognacs). *Winemaking and Viticulture*. 2011;2:16-17 (in Russian).
14. Lukanin A., Sidorenko A. Criteria for determining the age of cognac spirits. *Beverages. Technologies and Innovations*. 2017;1(66):36-43 (in Russian).
15. 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).
16. Oseledtseva I.V., Guguchkina T.I., Sobolev E.M. Practical realization of modern ways for determination authenticity of brandy production. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*. 2010;2-3:104-107 (in Russian).
17. Cherkashina Yu.A. Identification of brandy using organoleptic analysis and physicochemical methods: determination of chromatic indicators, tannins, and pH indicator. *Bulletin of the Kazan Technological University*. 2011;7:198-204 (in Russian).
18. Eliseev M.N., Osipova V.P., Emelyanova L.K., Lakutin D.G., Alekseeva O.M. The quality identifiers of French cognacs. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2019;81(1):66-71. DOI 10.20914/2310-1202-2019-1-66-71.
19. Kalchitskaya O.V., Mikhnyuk Shch.N., Yurchenko R.A. Dependence of the concentration of extractive substances of cognac distillates on aging time. *Winemaking and Viticulture*. 2015;1(2):30-33 (in Russian).
20. Ursul O.N., Kurchenko V.P., Pochitskaya I.M. Assessing the authenticity of brandy products. *Proceedings of BSU. Molecular Biology*. 2009;4(1):11 (in Russian).
21. Canas S., Belchior A.P., Spranger M.I., Bruno-de-Sousa R. High-performance liquid chromatography method for analysis of phenolic acids, phenolic aldehydes and furanic derivatives in brandies. *Development and Validation. J. Sep. Sci.* 2003;26:496-502. DOI 10.1002/jssc.200390066.
22. Canas S., Quaresma H., Belchior A.P., Spranger M.I., Bruno-de-Sousa R. Evaluation of wine brandies authenticity by the relationships between benzoic and cinnamic aldehydes and between furanic aldehydes. *Ciencia Tec. Vitiv.* 2004;19(1):13-27.
23. Delgado-González M.J., García-Moreno M.V., Sánchez-Guillén M.M., García-Barroso C., Guillén-Sánchez D.A. Colour 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.
24. Chursina O.A., Legasheva L.A., Belyakova M.S. Color characteristics of brandy distillates in the CIE Lab system. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2024;26(1):87-92. DOI 10.3491/IM.2024.74.79.014 (in Russian).
25. Chursina O., Zagorouiko V., Legasheva L., Pogorelov D., Belyakova M. Factors forming the quality of brandy distillates. *BIO Web of Conferences. International Scientific-Practical Conference «Modern Trends of Science, Innovative Technologies in Viticulture and Winemaking» (MTSITVW2023)*. 2023;78:7. DOI 10.1051/bioconf/20237806002.
26. Oseledtseva I.V., Guguchkina T.I., Yakuba Yu.F., Reznichenko K.V. Volatile identification indicators of the cognac production quality. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2011;7(1):82-95 (in Russian).
27. *Methods of technochemical control in winemaking*. Edited by Gerzhikova V.G. 2-nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
28. Chursina O.A., Pogorelov D.Yu., Martynovskaya A.V., Legasheva L.A. The effect of aldehyde components and phenolic complex on the optical characteristics of brandy distillates. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(2):209-214. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.015 (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>;

Людмила Алексеевна Легашева, канд. техн. наук, мл. науч. сотр. лаборатории коньяка; e-мaйл: lucyleg@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5617-1357>;

Дмитрий Юрьевич Погорелов, науч. сотр. лаборатории коньяка; e-мaйл: pogdmi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6388-9706>.

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>;

Ludmila A. Legasheva, Cand. Techn. Sci., Junior Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: lucyleg@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5617-1357>;

Dmitry Yu. Pogorelov, Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: pogdmi@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6388-9706>.

Статья поступила в редакцию 15.05.2024, одобрена после рецензии 20.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.

УДК 536.66 +543.86
EDN SFPOCI

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Масло виноградных семян: технологии экстракции, состав и антиоксидантные свойства

Черноусова И.В.[✉], Зайцев Г.П.

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

[✉]Cherninnal@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты экспериментальных исследований физико-химического, жирно-кислотного состава масла семян винограда (*Vitis vinifera* L.), полученного экстракцией и прессованием. Методом экстракции получено масло из семян винограда без нежировых примесей, с низким значением кислотного числа до 0,8 мг NaOH/г, перекисного числа 1,0-2,5 ммоль/кг $\frac{1}{2}$ O, йодное число составило 127-129 гJ₂/100. Установлено содержание компонентов масла семян винограда (полиненасыщенных жирных кислот, сквалена, стероидов, токоферолов), определяющих его антиоксидантные и биологически активные свойства. В качестве контроля было взято облепиховое масло, полученное экстракционным способом. Приведены результаты измерений антиоксидантной способности (АС) масла из семян винограда и облепихового масла в пересчете на тролокс и α -токоферол. Показатель АС составлял от 62-82 мг% в пересчете на стандартный антиоксидант тролокс-С и 107-140 мг% в пересчете на α -токоферол. Причем для масла из семян белых сортов винограда показатель АС в пересчете на α -токоферол, составлял в среднем 117,6 мг%; для масла из семян красных сортов винограда – 139,7 мг%, что на 9,2% – 23,5% ниже показателя антиоксидантной способности облепихового масла.

Ключевые слова: прессование; фторпроизводные предельные углеводороды; масло; жирно-кислотный состав; антиоксидантная способность.

Для цитирования: Черноусова И.В., Зайцев Г.П. Масло виноградных семян: технологии экстракции, состав и антиоксидантные свойства // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):202-208. EDN SFPOCI

ORIGINAL RESEARCH

Grape seed oil: extraction technologies, composition and antioxidant properties

Chernousova I.V.[✉], Zaitsev G.P.

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

[✉]Cherninnal@mail.ru

Abstract. The results of experimental studies of physicochemical, fatty acid composition of grape seed oil (*Vitis vinifera* L.), obtained by extraction and pressing, are presented. Grape seed oil was received using the extraction method without nonoleaginous impurities, with a low acid value of up to 0.8 mg NaOH/g, peroxide value of 1.0-2.5 mmol/kg $\frac{1}{2}$ O, iodine value of 127-129 gJ₂/100. The content of grape seed oil components (polyunsaturated fatty acids, squalene, sterols, tocopherols), determining its antioxidant and biologically active properties, was established. Sea buckthorn oil obtained by extraction was taken as a control. Measuring results of antioxidant capacity (AC) of grape seed oil and sea buckthorn oil in equivalent of trolox and α -tocopherol are presented. The AC indicator ranged from 62-82 mg% in equivalent amount of the standard antioxidant trolox-C, and 107-140 mg% – of α -tocopherol. Moreover, for oil from the seeds of white grape varieties, the AC indicator in equivalent of α -tocopherol averaged 117.6 mg%; for oil from seeds of red grape varieties – 139.7 mg%, which was 9.2% – 23.5% lower than the antioxidant capacity indicator of sea buckthorn oil.

Key words: pressing; fluorinated saturated hydrocarbons; oil; fatty acid composition; antioxidant capacity.

For citation: Chernousova I.V., Zaitsev G.P. Grape seed oil: extraction technologies, composition and antioxidant properties. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(2):202-208. EDN SFPOCI (in Russian).

Введение

Семена винограда (*Vitis vinifera* L.) являются источником виноградного масла. Румянцев и др. [1-6] показали, что масло виноградных семян содержит комплекс биологически активных веществ, среди которых ведущее место занимают ненасыщенные жирные кислоты – линолевая и линоленовая кислоты, известные как витамин F. Его суточная потребность составляет 5 мг, витамин F необходим для нормального роста и регенерации эпителия кожи, сохраняет запасы витамина А, снижает уровень холестерина в крови, за счет содержания в нем фитостероидов [7-10]. Кроме того, масло виноградных семян содержит также витамин Е (токоферол), который является синергистом витаминов Р-группы и оказывает моди-

фицирующее действие на фосфолипиды мембран, ингибирует окисление полиненасыщенных жирных кислот. Растительный пигмент хлорофилл, определяющий зеленый цвет масла, оказывает тонизирующее действие, повышает основной обмен, стимулирует грануляцию и эпителизацию пораженных тканей [11-12]. Благодаря наличию комплекса биологически активных веществ (полиненасыщенные жирные кислоты, токоферолы, стеролы) масло из семян винограда воспринимается как один из природных антиоксидантов, занимая достойное место в производстве фармацевтических препаратов, косметических средств, а также как диетический и пищевой продукт. Получение масла из растительного сырья для пищевой и косметической промышленности заставляет химиков-технологов искать условия экстракции, при которых выход биологически активных веществ

© Черноусова И.В.,
Зайцев Г.П., 2024

максимален, а их разрушение под действием температуры и растворителей минимально [13]. В связи с очевидным высоким потенциалом биологической активности масла виноградных семян необходимо осуществить исследования биологической активности виноградного масла *in vitro*, полученного разными способами, – прессованием и экстракцией. В нашей работе использовали метод экстракции фторпроизводными предельными углеводородами. Указанные сжиженные газы, находящиеся под давлением, представляют собой бесцветные легкоподвижные жидкости. Вязкость сжиженных газов значительно меньше вязкости обычных растворителей, что характеризует их как экстрагенты с наилучшими диффузионными свойствами. В процессе экстракции проницаемость и растворимость материала значительно улучшаются, что облегчает экстракцию соединений [14]. В химическом отношении они являются инертными веществами, проявляющими химическую индифферентность по отношению к извлекаемым из перерабатываемого сырья веществам. Они не токсичны, не образуют взрывоопасных смесей с воздухом, пожаро- и взрывобезопасны (исключение составляет пропан, бутан). Известны и другие методы экстракции. Так, в работе А.Ш. Рамазанова, К.Ш. Шахбанова [15] определены оптимальные условия для получения высококачественного нерафинированного виноградного масла для пищевой и фармацевтической промышленности из косточек винограда сорта Ркацители CO_2 -экстракцией: температура 30°C , давление диоксида углерода 350 атм., время 60 мин. В этих оптимальных условиях выход масла составил 13,5 %. Показано, что в условиях CO_2 -экстракции получено масло из косточек винограда сорта Ркацители с высоким содержанием незаменимых ненасыщенных жирных кислот – более 88 %, токоферолов (витамина Е) 292 мг %, каротиноидов (витамина А) 4,4 мг %, хлорофилла 5,9 мг %.

Целью наших исследований является обоснование технологии получения масла виноградных семян экстракционным способом с использованием фторпроизводных предельных углеводородов и оценка органолептических, физико-химических показателей, жирно-кислотного состава масла, а также его антиоксидантных свойств *in vitro*.

Материалы и методы

Материалами исследований служили семена, полученные из выжимки технических сортов винограда Ркацители, Алиготе, Каберне Совиньон, Мерло, полученные на винзаводе им. П. Осипенко (г. Севастополь, Крым). Предварительно семена винограда подсушивали при температуре $40\text{--}45^\circ\text{C}$ до влажности не менее 10 %, измельчали до размера частиц не менее 1 мм. Масло из семян винограда получали на установке экстракции натуральных веществ из растительного сырья с использованием в качестве хладагента (фреон) – тетрафторэтана (R134a) при давлении газа 0,9-1,0 МПа, температуре экстракции не более 18°C , и времени экстрагирования с учетом насыщения газом 3 ч. Жидкий фреон под давлением 5 кгс/см³ и температурой 25°C подавался в экстрактор.

Соотношение твердой фазы и экстрагента составляло 1:10. После окончания экстракции жирорастворимые вещества вместе с экстрагентом поступали в испаритель. В испарителе давление снижали до атмосферного, повышали температуру до 40°C , фреон испаряли и направляли в конденсатор и далее в хранилище для вторичного использования. Экстракт, содержащий следы жиросодержащего комплекса и фреона, из испарителя направляли на дегазацию. Полное удаление фреона из экстракта производилось под вакуумом в дегазаторе в течение 2 ч при температуре 50°C и давлении вакуума 50 мБар. Способ экстракции масла из виноградных семян с использованием хладагентов описаны в работе [6]. Контролем служили образцы масла из виноградных семян, полученного прессованием, и облепихового масла, полученного экстракционным способом.

Определение физико-химических показателей

Определение основных параметров масел проводили в соответствии с нормативной документацией: определение запаха, цвета и прозрачности – по ГОСТ 5472; определение кислотного числа – по ГОСТ 31933; определение массовой доли нежировых примесей – по ГОСТ 5481; определение массовой доли неомыляемых веществ – по ГОСТ 5479; определение массовой доли влаги и летучих веществ – по ГОСТ 11812; определение перекисного числа – по ГОСТ 26593; определение йодного числа – по ГОСТ 5475.

Определение жирно-кислотного состава

Приготовление образцов. Для анализа жирных кислот с помощью ГХ-МС (газовая хромато-масс-спектрометрия) необходимо было приготовить их аналоги метиловых эфиров (МЭЖК). Образцы масел объемом 10 мкл растворяли в 200 мкл н-гексана, переносили в другой стеклянный флакон и смешивали с 50 мкл толуола, а затем добавляли 100 мкл BCl_3 в метаноле (Sigma-Aldrich; Supelco 33033; трихлорид бора в метаноле 12 %). Смесь нагревали на водяной бане при температуре 80°C в течение 60 мин. После охлаждения добавляли 200 мкл дистиллированной воды. Затем органическую и водную фазы разделяли и 100 мкл верхней органической фазы, содержащей сложные эфиры жирных кислот, использовали для дальнейшего анализа ГХ-МС.

ГХ-МС анализ жирнокислотного состава

Для анализа жирных кислот использовали газовый хроматограф (Agilent 6890N), оснащенный детектором МС (масс-спектрометрия, Agilent 5973N). Для анализа МЭЖК МС работал в режиме положительной электронной ионизации (EI); диапазон сканирования 33–420 а. е. м. (относительные единицы массы) и скорость сканирования – 2 скан/с. Колонку Agilent J&W HP-5ms длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки с 0,25 мкм использовали с гелием 1 мл/мин в качестве газа-носителя. Градиент температуры начинался с 50°C , затем увеличивался со скоростью $4^\circ\text{C}/\text{мин}$ до 150°C , затем от 150°C до 280°C со скоростью $8^\circ\text{C}/\text{мин}$, что дало общее время работы 41,25 мин. Инжекцию 1 мкл осу-

шествовали с делением потока 1:80 и температурой на входе испарителя 220°C. Стандарт смеси 37-компонентных МЭЖК Supelco (Supelco, Беллефонте, Пенсильвания, США) использовали для идентификации МЭЖК в маслах виноградных семян. МЭЖК в образцах определяли по времени их удерживания и сравнению спектров с библиотекой масс-спектров NIST 2020. Количества жирных кислот выражали в относительных процентах по отношению к общему содержанию жирных кислот.

Определение в образцах масла фитостероидов, токоферолов и летучих соединений

Приготовление образцов. Для изучения состава стероидов, токоферолов и летучих соединений, полученных из липидного комплекса, был использован метод определения состава неомыляемых веществ растительных масел Черноусова, Королесова [17]. Перед процессом омыления в липидный комплекс вводили раствор внутреннего стандарта тридекана ($C_{13}H_{28}$) в количестве 1 мг/г. Отобранные образцы липидного комплекса (5 г) омыляли 2N спиртовым раствором гидроксида калия в колбе с водяной баней, снабженной обратным холодильником. К охлажденному раствору добавляли дистиллированную воду и количественно переносили в делительную воронку. Неомыляемые вещества экстрагировали несколькими порциями петролейного эфира. Объединенный экстракт промывали водой до нейтральной реакции и удаляли остаточную влагу безводным сульфатом натрия. Растворитель отгоняли, а неомыляемые вещества растворяли в 5 мл петролейного эфира. Содержание фитостероидов, токоферолов и летучих соединений определяли методом ГХ-МС.

ГХ-МС анализ

Для анализа фитостероидов, токоферолов и летучих соединений использовали газовый хроматограф (Agilent 6890N), оснащенный детектором МС (масс-спектрометрия, Agilent 5973N). МС работала в режиме положительной электронной ионизации (EI); диапазон сканирования 33–420 m/z и скорость сканирования два сканирования/с. Колонку Agilent J&W HP-5ms длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки с 0,25 мкм использовали с гелием 1,2 мл/мин в качестве газа-носителя. Температурный градиент начинался при 50°C, затем увеличивался со скоростью 4°C/мин до 120 °C, затем от 120°C до 280°C со скоростью 8°C/мин и выдерживался в течение 10 мин., в результате чего общее время работы составило 47,5 мин. Ввод 1 мкл осуществлялся без деления пробы при температуре на входе испарителя 220°C. Соединения в образцах определялись путем сравнения их спектров с библиотекой масс-спектров NIST 2021. Количества соединений выражали относительно по содержанию внутреннего стандарта – тридекана ($C_{13}H_{28}$).

Определение антиоксидантной способности масла из семян винограда

Антиоксидантную способность жирорастворимых антиоксидантов определяли с использованием

прибора Photochem (Analytik Jena AG). Метод основан на фотохимической люминесценции. Супероксидные анионные радикалы образуются при облучении светочувствительного вещества УФ-излучением, что приводит к ускорению окислительных реакций. Радикалы, образующиеся в измерительной ячейке, частично ингибируются за счет реакции с антиоксидантами, присутствующими в определяемой пробе, при этом снижается люминесценция светочувствительного вещества. Подавление реакции люминесценции позволяет определить общую антиоксидантную способность образца. В качестве калибровочных стандартов использовали тролокс и α -токоферол.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования химического состава масла из семян винограда Ркацители, полученного способами экстракции и прессованием представлены в табл. 1.

Методом экстракции получено масло из семян винограда, в отличие от прессового способа без жировых примесей, с низким значением кислотного числа 0,80 мг NaOH/г, как показателя скорости и глубины гидролиза масла, перекисного числа 1,83 ½ О миллимоль/кг, как показателя окисленности масла. Йодное число как показатель чистоты, натуральности и содержания в масле непредельных жирных кислот находится для виноградного масла в пределах 125-145 гJ₂/100 [17], в нашем случае значение йодного числа составило 127-129 гJ₂/100.

В жирно-кислотном составе виноградного масла, полученного разными способами, особых различий не наблюдалось. Масло из семян винограда, как и облепиховое масло, характеризовались высоким значением ненасыщенных жирных кислот 86-89 % в случае виноградного масла и 79 % – в облепиховом масле

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели масла из семян винограда сорта Ркацители
Table 1. Organoleptic and physicochemical indicators of oil from grape seeds of 'Rkatsiteli' variety

Имя параметра	Характеристика масла из семян винограда сорта Ркацители	
	способ экстракции	способ прессования
Прозрачность	прозрачное	непрозрачное
Цвет	желтый с зеленоватым оттенком	зеленовато-желтый
Вкус и аромат	свойственный маслу из виноградных семян, мягкость во вкусе	
Кислотное число, мг NaOH/г масла	0,80±0,05	1,14±0,03
Перекисное число, ½ О миллимоль/кг	1,83±0,05	6,60±0,04
Нежировые примеси, %	не обнаружено	8,8±0,3
Влага и летучие вещества, %	0,18±0,04	0,57±0,02
Йодное число (гJ ₂ /100 г масла)	129,1±1,5	128,0±2,4
Неомыляемые вещества, %	0,80±0,05	0,99±0,05

Примечание: значения представлены как среднее ± стандартное отклонение, n = 3

(табл. 2, рис. 1-3).

Растительные масла, содержащие ненасыщенные жирные кислоты, окисляются кислородом воздуха. Первыми продуктами окисления являются разнообразные по строению гидропероксиды. За показатель окисленности масел отвечает перекисное число, чем выше данный показатель, тем продукт более окисленный. Направление и глубина окисления масел зависит от их ацилглицеринового состава: с увеличением степени непредельности жирных кислот, входящих в состав ацилглицеридов, скорость окисления их возрастает. В ряду жирных кислот – олеиновой, линолевой, линоленовой соотношение скорости окисления 1:27:77. В масле из виноградных семян количество полиненасыщенных кислот составляет свыше 68 %, поэтому возрастает вероятность быстрого окисления. Ингибировать процессы окисления могут только те вещества, которые в своей формуле содержат систему сопряженных двойных связей, такие вещества легко отдают электрон свободным радикалам, восстанавливая их до стабильных продуктов [18]. К таким известным соединениям относятся α -токоферол и его изомеры, сквален, именно эти вещества обнаружены в неомыляемой части растительных масел [19, 20].

С целью определения количественного соотношения веществ (неомыляемых веществ, в том числе токоферолов), определяющих стабильность масла против окисления, были определены компоненты неомыляемой части исследуемых масел. В качестве контроля был взят образец облепихового масла (производство института «Магарач»). Как показали результаты, приведенные в табл. 3, в неомыляемой части содержится α -токоферолацетат, один из компонентов, отвечающих за биологическую ценность и стабильность против окисления растительных масел [21, 22]. Среди сопутствующих маслу неомыляемых веществ важное место занимают циклические спирты и их эфиры – стеролы (табл. 3). В неомыляемой части масла из семян винограда, полученного экстракционным способом, установлены биологически активные вещества: сквален – 311 мг/кг, сумма стеролов – 1538 мг/кг; ди-

Таблица 2. Жирно-кислотный состав масла из семян винограда и облепихового масла

Table 2. Fatty acid composition of grape seed oil

Жирно-кислотный состав, %	Масло из семян винограда, полученное		Облепиховое масло, полученное экстракцией
	экстракцией	прессованием	
Пальмитиновая (C16:0)	7,4±0,2	7,9±0,5	18,5±0,2
Пальмитоолеиновая (C16:1)	не обнаружено		8,0±0,2
Стеариновая (C18:0)	4,1±0,1	4,2±0,2	3,0±0,09
Олеиновая (C18:1 cis n-9)	18,8±0,3	20,2±0,4	15,4±0,2
транс-Олеиновая (C18:1 trans n-9)	0,7±0,03	0,6±0,03	4,1±0,2
Линолевая (C18:2 n-6)	69,0±0,7	67,1±0,8	47,7±0,7
Линоленовая (C18:3)	0,3±0,02	0,3±0,02	3,3±0,2
Сумма насыщенных жирных кислот, %	11,5-12,6	12,1±0,2	21,5±0,3
Сумма мононенасыщенных жирных кислот, %	17,3-18,8	20,8±0,4	19,5±0,5
Сумма полиненасыщенных жирных кислот, %	69,1-70,0	67,4±0,4	59,0±0,2

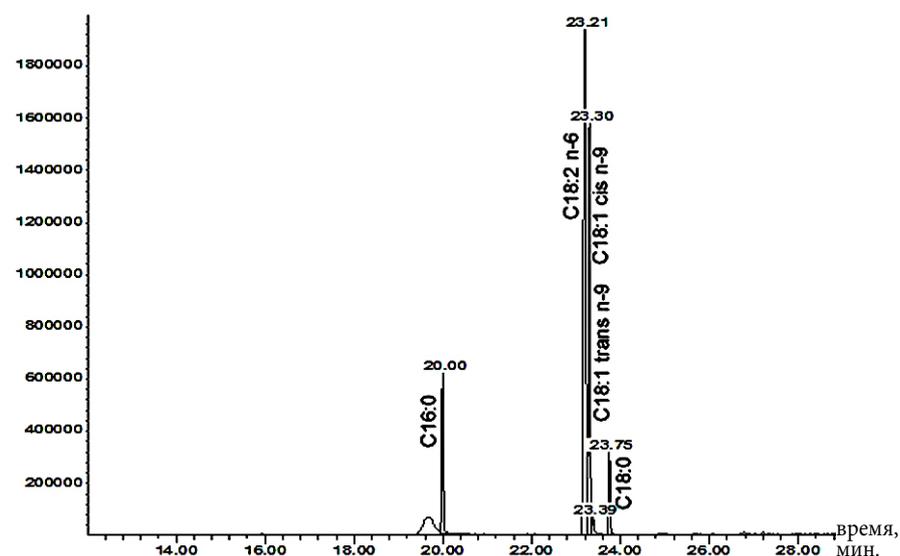


Рис. 1. ГХ-МС полная ионная хроматограмма жирно-кислотного состава масла семян винограда сорта Ркацители, полученного экстракцией

Fig 1. GC-MS total ion-chromatogram of fatty acid composition of 'Rkatsiteli' grape seed oil obtained by extraction

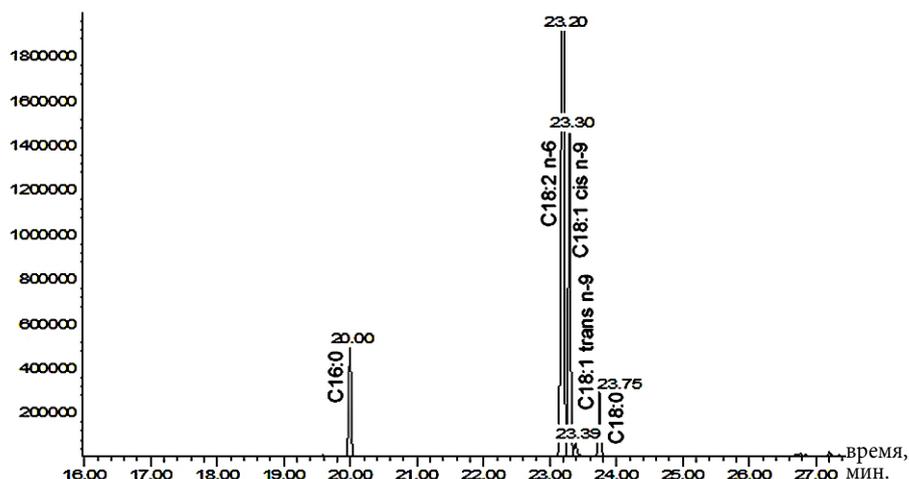


Рис. 2. ГХ-МС полная ионная хроматограмма жирно-кислотного состава масла из семян винограда сорта Ркацители, полученного прессованием

Fig 2. GC-MS total ion-chromatogram of fatty acid composition of 'Rkatsiteli' grape seed oil obtained by pressing

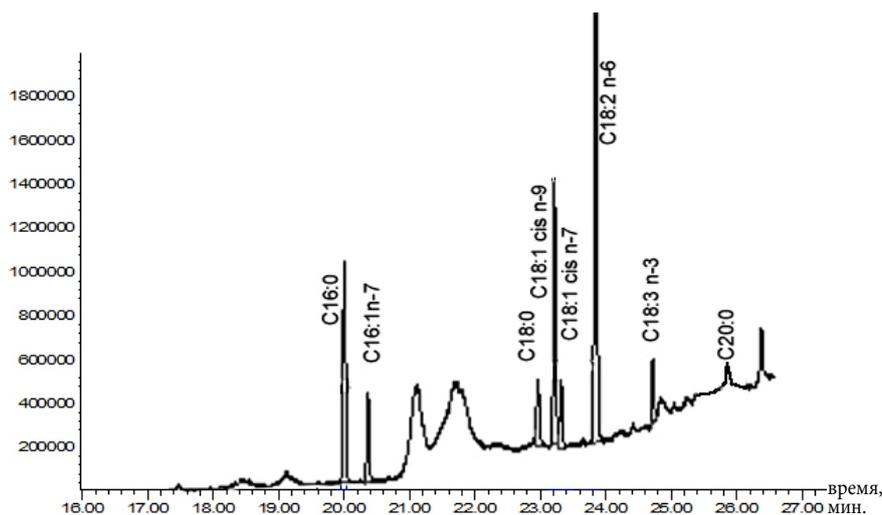


Рис. 3. ГХ-МС полная ионная хроматограмма жирно-кислотного состава облепихового масла, полученного экстракцией

Fig 3. GC-MS total ion-chromatogram of fatty acid composition of sea buckthorn seed oil obtained by extraction

Таблица 3. Содержание биологически активных компонентов в масле из семян винограда

Table 3. Content of biologically active components in grape seed oil and sea-buckthorn seed oil

Неомыляемые вещества, мг/кг масла	Масло из семян винограда сорта Ркацители, полученное		Облепиховое масло, полученное экстракцией
	экстракцией	прессованием	
Этиловые эфиры жирных кислот (этилпальмитат, этилстеарат, этиллинолеат, этилолеат)	123	12	не обнаружено
Дитерпеновые и тритерпеновые спирты, в том числе:			
фитол	71	8	23
α-амирин	108	2	не обнаружено
лупеол	28		не обнаружено
геранилиналоол	110	6	
Ациклические насыщенные углеводороды			
Сквален	311	3	не обнаружено
Гексадекан, гексакозан, пентакозан, гептакозан	144	не обнаружено	742
Стероиды			
Кампестерол	186	10	не обнаружено
β-Стигмастерол	170	26	не обнаружено
α-Ситостерол	211	5	не обнаружено
γ-Ситостерол	916	39	161
Циклоартенол	87	3	не обнаружено
Ланостерол	не обнаружено		34
Смесь стеролов	не обнаружено		370
α-Токоферол	44	1	37
γ-Токоферол	11		не обнаружено

терпеновые и тритерпеновые спирты в количестве 317 мг/кг масла, определяющие цвет и вкусовые качества масла. Концентрация стеролов в образце виноградного масла, полученного прессовым способом, ниже на 96 %.

Биологическую активность виноградного масла определяют не только вещества неомыляемой части, но и вещества и соединения, обладающие антиоксидантной способностью [19]. В табл. 4 приведены результаты измерений антиоксидантной способности масла из семян винограда и облепихового масла в пересчете на тролокс и α-токоферол.

Высокой антиоксидантной способностью обладает масло из семян винограда данный показатель составляет 62,1–81,5 мг % в пересчете на стандартный антиоксидант тролокс и 107–140 мг % в пересчете на α-токоферол. Антиоксидантная способность масла из семян винограда в пересчете на α-токоферол составляет в среднем для белых сортов винограда 117,6 мг %; для масла из красных сортов винограда – 139,7 мг %, что на 9,2 % – 23,5 % ниже показателя антиоксидантной способности облепихового масла. По химическому составу исследуемые образцы масла практически не отличаются, но есть различия по цвету и по концентрации неомыляемых веществ. Данный показатель составляет (0,92–0,98) % в образцах масла из семян красных технических сортов винограда и (0,72–0,89) % – в масле из семян белых сортов винограда (табл. 5). Цвет виноградного масла определяет зеленый пигмент хлорофилл C₂₀H₃₉ОН – сложный эфир дикарбоновой хлорофиллиновой кислоты двух спиртов фитола [11]. Фитол можно обнаружить в неомыляемой части масла из семян винограда и, по-видимому, в масле из семян

Таблица 4. Антиоксидантная способность исследуемых масел, полученных экстракцией

Table 4. Antioxidant capacity of the studied oils obtained by extraction

Наименование масла	Неомыляемые вещества, %	В пересчете на антиоксидант тролокс, мг %	В пересчете на α-токоферол, мг %
Масло из семян винограда сорта			
Рислинг рейнский	0,89	62,2±2,6	106,9±4,5
Алиготе	0,72	63,9±2,4	110,0±4,2
Ркацители	0,80	78,8±2,8	135,7±4,9
Каберне Совиньон	0,98	80,8±3,7	139,1±6,3
Мерло	0,92	81,5±3,1	140,3±5,3
Облепиховое масло (контроль)	нет данных	89,3±3,9	153,8±6,7

Примечание: значения представлены как среднее ± стандартное отклонение, n = 3

Таблица 5. Химический состав образцов масла из семян винограда Ркацители, Алиготе, Мерло, Каберне Совиньон, полученного экстракцией**Table 5.** Chemical composition of oil samples from 'Rkatsiteli', 'Aligote', 'Merlot', 'Cabernet Sauvignon' grape seeds obtained by extraction

Наименование показателей	Наименование сорта винограда, характеристика масла			
	Рислинг рейнский	Алиготе	Каберне Совиньон	Мерло
Прозрачность	прозрачное			
Цвет	желтый с зеленоватым оттенком		зеленовато-желтый	
Запах и вкус	свойственный маслу из виноградных семян, мягкость во вкусе			
Кислотное число, мг NaOH/г	0,40±0,02	0,66±0,04	0,80±0,05	1,33±0,07
Перекисное число, ½ O милаимоль /кг	2,7±0,02	2,7±0,06	2,5±0,05	1,0±0,04
Нежировые примеси, %	отсутствуют			
Влага и летучие вещества, %	0,16±0,01	0,27±0,02	0,19±0,02	0,20±0,02
Йодное число, г ₂ /100 г	128,6±1,5	127,8±1,2	128,1±1,6	127,5±1,5
Неомыляемые вещества, %	0,89±0,05	0,72±0,05	0,98±0,05	0,92±0,05

винограда красных сортов концентрация хлорофилла выше, чем в масле из семян винограда белых сортов, что определяет его цвет – зелено-желтый, и более высокое процентное содержание неомыляемых веществ.

Выводы

Методом экстракции получено масло из семян винограда без нежировых примесей, с низким значением кислотного числа до 0,8 мг NaOH/г как показателя скорости и глубины гидролиза масла, с низким значением перекисного числа (1,0–2,5) ммоль/кг ½ O как показателя окисленности масла. Данный образец масла характеризуется высоким содержанием ненасыщенных жирных кислот – 86 % – 88 %, сквалена – 311 мг/кг, стеролов – 1538 мг/кг, обладает высокой антиоксидантной способностью (АС). Показатель АС в пересчете на α-токоферол, составляет в среднем для белых сортов винограда 117,6 мг %; для масла из красных сортов винограда – 139,7 мг %, что на 9,2 % – 23,5 % ниже показателя антиоксидантной способности облепихового масла.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Румянцев Е.В., Антина Е.В., Чистяков Ю.В. Химические основы жизни. Москва: Химия, Колос. 2007:1-560.
2. Karaman S., Karasu S., Tornuk F., Toker O.S., Geçgel Ü., Sagdic O., Ozcan N., Gül O. Recovery potential of cold press by-products obtained from oil industry: Physicochemical, bioactive and antimicrobial properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2015;63(8):2305–2313. DOI 10.1021/jf504390t.
3. Fernandes L., Casal S., Cruz R., Pereira J.A., Ramalhosa E. Seed oils of ten traditional Portuguese grape varieties with

interesting chemical and antioxidant properties. Food Research International 2013;50:161-166. DOI 10.1016/j.foodres.2012.09.039.

4. Lachman J., Hejtmánková A., Táborský J., Kotíková Z., Pivec, V., Strávková R., Vollmannová A., Bojnánská T., Dědina M. Evaluation of oil content and fatty acid composition in the seed of grapevine varieties. LWT Food Science and Technology. 2015;63:620–625. DOI 10.1016/j.lwt.2015.03.044.
5. Santi A.C., Simon K.M., Silva A.J.M., Balbi M.E., Monteiro C.S. Characteristics of chemical composition and nutritional seed grape (*Vitis vinifera*, Vitaceae) cv. *Cabernet Sauvignon*. Visão Académica. 2015;16:98-107. DOI 10.5380/acd.v16i2.40098.
6. Harbeoui H., Dakhlaoui S., Wannas W.A., Bourgou S., Hammami M., Khan N.A., Tounsi M.S. Does unsaponifiable fraction of grape seed oil attenuate nitric oxide production, oxidant and cytotoxicity activities. Journal of Food Biochemistry. 2019;43(8):e12940. DOI 10.1111/jfbc.12940.
7. Niknami E., Sajjadi S.E., Talebi A., Minaiyan M. Protective effect of *Vitis vinifera* (black grape) seed extract and oil on acetic acid-induced colitis in rats. International Journal of Preventive Medicine. 2020;11:102. DOI 10.4103/ijpvm.IJPVM_362_19.
8. Kapcsándi V., Lakatos E.H., Sik B., Linka L.Á., Székelyhidi R. Characterization of fatty acid, antioxidant, and polyphenol content of grape seed oil from different *Vitis vinifera* L. varieties. OCL. 2021;28:30. DOI 10.1051/ocl/2021017.
9. Wijekoon C., Netticadan T., Siow Ya.L., Sabra A., Yu L., Raj P., Prashar S. Potential associations among bioactive molecules, antioxidant activity and resveratrol production in *Vitis vinifera* fruits of North America. Molecules. 2022;27(2):336. DOI 10.3390/molecules27020336.
10. Zhao L., Yagiz Y., Xu C., Lu J., Chung S., Marshall M. R. Muscadine grape seed oil as a novel source of tocotrienols to reduce adipogenesis and adipocyte inflammation. Food & Function. 2015;6:2293–2302. DOI 10.1039/c5fo00261c.
11. Кабашникова Л.Ф. Хлорофилл - зеленое вещество жизни // Наука и инновация. 2018;1(179):65–69.
12. Карагулов Х.Г., Степанова Э.Ф., Евсеева С.Б. Исследование химического состава продуктов комплексной переработки тамбунанской грязи // Фармация и фармакология. 2013;1:56–59.
13. Тарасов С.В., Мартовщук В.И., Калманович С.А. Сорбционно-щелочная рафинация виноградного масла – как способ подготовки к применению его в косметических эмульсиях // Известия вузов. Пищевая технология. 2015;4:32–33.
14. Zhu X.L., Gan J., Liu Y.G., Sun X.H., Hu P., Hou J.J., Song, X.Z. Application of subcritical extraction technology in the processing of edible oil and agricultural products. Grain Oil and Food Technology. 2020;4:15–19.
15. Рамазанов А.Ш., Шахбанов К.Ш. Исследование масла из косточек винограда, получаемого экстракцией сверхкритическим диоксидом углерода // Химия растительного сырья. 2018;1:75–81.
16. Черноусова И.В., Сизова Н.В., Огай Ю.А. Сравнение состава и качества масел, полученных экстракцией и пресованием семян винограда // Химия растительного сырья. 2011;3:129–132.
17. Chernousova I.V., Korolesova V.E. Sterols of the *Saccharomyces cerevisiae* lipid complex from a grape must fermentation. Book of Abstracts. International Symposium: Non-Conventional Yeasts in the Postgenomic Era. Ukraine, Lviv, 11–14 September, 2011:63.
18. Бокшан Е.В., Дермограй Р.Е., Дзера В., Чолий Л.Ф., Штейн Т. Масло из косточек винограда – перспективное сырье для фармацевтической и косметической продукции // Провизор. 2000:11-15.

19. Сизова Н.В. Снижение концентрации токоферолов в процессе окисления жирных масел // Химия растительного сырья. 2009;1:117–119.
 20. Сизова Н.В., Черноусова И.В., Огай Ю.А. Содержание антиоксиданта – токоферола в виноградных маслах, полученных методами прессования и экстракции // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:248–250.
 21. Шевнюк Л.А., Кукина Т.П., Саленко В.А. Биологическая химия и фармакология облепихи // Новое в биологии, химии и фармакологии облепихи. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 1983:102–105.
 22. Попова П.Н., Сорокина И.В., Лапик А.С., Лебедева Л.Д., Хайдаров Л.Х., Исмаилова М.Б. Исследование язвостойкой активности облепихового масла в зависимости от его концентрации // Новое в биологии, химии и фармакологии облепихи. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение. 1991:125–128.
- ### References
1. Rumyantsev E.V., Antina E.V., Chistyakov Yu.V. Chemical foundations of life. Moscow: Chemistry, Kolos. 2007:1-560 (in Russian).
 2. Karaman S., Karasu S., Tornuk F., Toker O.S., Geçgel Ü., Sagdic O., Ozcan N., Gül O. Recovery potential of cold press by-products obtained from oil industry: Physicochemical, bioactive and antimicrobial properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2015;63(8):2305–2313. DOI 10.1021/jf504390t.
 3. Fernandes L., Casal S., Cruz R., Pereira J.A., Ramalhosa E. Seed oils of ten traditional Portuguese grape varieties with interesting chemical and antioxidant properties. Food Research International 2013;50:161-166. DOI 10.1016/j.foodres.2012.09.039.
 4. Lachman J., Hejtmánková A., Táborický J., Kotíková Z., Pivec V., Střalková R., Vollmannová A., Bojnanská T., Dědina M. Evaluation of oil content and fatty acid composition in the seed of grapevine varieties. LWT Food Science and Technology. 2015;63:620–625. DOI 10.1016/j.lwt.2015.03.044.
 5. Santi A.C., Simon K.M., Silva A.J.M., Balbi M.E., Monteiro C.S. Characteristics of chemical composition and nutritional seed grape (*Vitis vinifera*, Vitaceae) cv. *Cabernet Sauvignon*. Visão Académica. 2015;16:98-107. DOI 10.5380/acd.v16i2.40098.
 6. Harbeoui H., Dakhlaoui S., Wannas W.A., Bourgou S., Hammami M., Khan N.A., Tounsi M.S. Does unsaponifiable fraction of grape seed oil attenuate nitric oxide production, oxidant and cytotoxicity activities. Journal of Food Biochemistry. 2019;43(8):e12940. DOI 10.1111/jfbc.12940.
 7. Niknami E., Sajjadi S.E., Talebi A., Minaiyan M. Protective effect of *Vitis vinifera* (black grape) seed extract and oil on acetic acid-induced colitis in rats. International Journal of Preventive Medicine. 2020;11:102. DOI 10.4103/ijpvm.IJPVM_362_19.
 8. Kapcsándi V., Lakatos E.H., Sik B., Linka L.Á., Székelyhidi R. Characterization of fatty acid, antioxidant, and polyphenol content of grape seed oil from different *Vitis vinifera* L. varieties. OCL. 2021;28:30. DOI 10.1051/ocl/2021017.
 9. Wijekoon C., Netticadan T., Siow Ya.L., Sabra A., Yu L., Raj P., Prashar S. Potential associations among bioactive molecules, antioxidant activity and resveratrol production in *Vitis vinifera* fruits of North America. Molecules. 2022;27(2):336. DOI 10.3390/molecules27020336.
 10. Zhao L., Yagiz Y., Xu C., Lu J., Chung S., Marshall M. R. Muscadine grape seed oil as a novel source of tocotrienols to reduce adipogenesis and adipocyte inflammation. Food & Function. 2015;6:2293–2302. DOI 10.1039/c5fo00261c.
 11. Kabashnikov L.F. Chlorophyll is a green substance of life. Science and Innovation. 2018;1(179):65–69 (in Russian).
 12. Karagulov Kh.G., Stepanova E.F., Evseeva S.B. Study of the chemical composition of products of complex processing of Tambunan mud. Pharmacy and Pharmacology. 2013;1:56–59 (in Russian).
 13. Tarasov S.V., Martovshchuk V.I., Kalmanovich S.A. Sorption-alkaline refining of grape oil as a method of preparing it for use in cosmetic emulsions. News of Universities. Food Technology. 2015;4:32–33 (in Russian).
 14. Zhu X.L., Gan J., Liu Y.G., Sun X.H., Hu P., Hou J.J., Song, X.Z. Application of subcritical extraction technology in the processing of edible oil and agricultural products. Grain Oil and Food Technology. 2020;4:15–19.
 15. Ramazanov A.Sh., Shahbanov K.Sh. The study of grape seed oil obtained by extraction by supercritical carbon dioxide. Chemistry of Plant Raw Material. 2018;1:75–81 (in Russian).
 16. Chernousova I.V., Sizova N.V., Ogay Yu.A. Comparison of the composition and quality of oils obtained by extraction and pressing of grape seeds. Chemistry of Plant Raw Material. 2011;3:129–132 (in Russian).
 17. Chernousova I.V., Korolesova V.E. Sterols of the *Saccharomyces cerevisiae* lipid complex from a grape must fermentation. Book of Abstracts. International Symposium: Non-Conventional Yeasts in the Postgenomic Era. Ukraine, Lviv, 11–14 September, 2011:63.
 18. Bokshan E.V., Dermograi R.E., Dzera V., Choliy L.F., Shtein T. Grape seed oil is a promising raw material for pharmaceutical and cosmetic products. Pharmacist. 2000:11-15 (in Russian).
 19. Sizova N.V. A decrease in the concentration of tocopherols in the process of oxidation of fatty oils. Chemistry of Plant Raw Material. 2009;1:117–119 (in Russian).
 20. Sizova N.V., Chernousova I.V., Ogay Yu.A. Content of tocopherol-antioxidant in grape-seed oils obtained by methods of pressing and extraction. Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Works of the FSBSI Institute Magarach of the RAS. 2020;49:248–250 (in Russian).
 21. Shevnyuk L.A., Kukina T.P., Salenko V.A. Biological chemistry and pharmacology of sea buckthorn. New in biology, chemistry and pharmacology of sea buckthorn. Novosibirsk: Science. Siberian Branch. 1983:102-105 (in Russian).
 22. Popova P.N., Sorokina I.V., Lapik A.S., Lebedeva L.D., Khaidarov L.Kh., Ismailova M.B. Study of ulcer-protective activity of sea buckthorn oil depending on its concentration. New in biology, chemistry and pharmacology of sea buckthorn. Novosibirsk: Science. Siberian Branch. 1991:125-128 (in Russian).

Информация об авторах

Инна Владимировна Черноусова, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-mail: cherninnal@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

Георгий Павлович Зайцев, канд. техн. наук, зав. лабораторией аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий, e-mail: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>.

Information about authors

Inna V. Chernousova, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: cherninnal@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

Georgiy P. Zaitsev, Cand. Techn. Sci., Head of the Laboratory of Analytical Research, Innovative and Resource-Saving Technologies; e-mail: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>.

Статья поступила в редакцию 10.04.2024, одобрена после рецензии 14.05.2024, принята к публикации 20.05.2024.