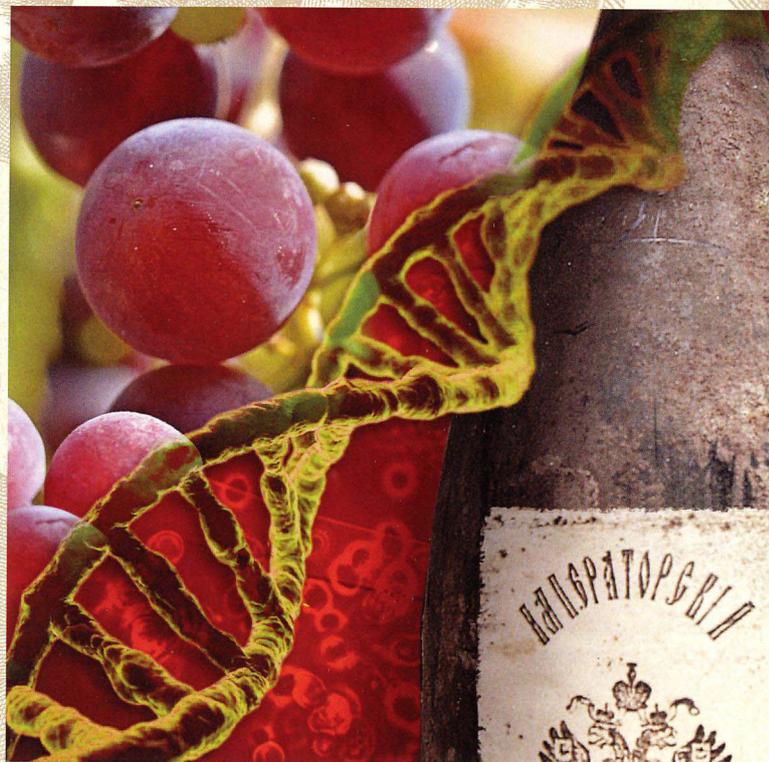


ISSN 2309-9305
2019•21•4

МАГАРАЧ
ВИНОГРАДАРСТВО
и ВИНОДЕЛИЕ



MAGARACH
VITICULTURE
and WINEMAKING

МАГАРАЧ ВИНОГРАДАРСТВО и ВИНОДЕЛИЕ

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

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

Главный редактор: Лиховской В.В., д-р с.-х. наук, врио директора ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН».

Заместители главного редактора:

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

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

Ответственный секретарь: Вовкобой И.Н.», канд. пед. наук, начальник отдела научно-технической информации 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 РИНЦ, входит в «Перечень ... ВАК» по специальностям:

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

06.01.08 Плодоводство, виноградарство.

Подписной индекс в каталоге агентства «Роспечать» - 58301

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

Переводчик: Гельгар Е.Л.

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, 32-55-91, 23-06-08

e-mail: edi_magarach@mail.ru

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

Дата выхода в свет 18.09.2019 г.

Формат 60 x 84 1/8. Объем 19,9 п.л. Тираж 100 экз.

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

тел.: (3654) 32-55-91, 26-21-91; 23-06-08

e-mail: magarach@rambler.ru

© ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», 2019
ISSN 2309-9305

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

Гугучкина Т.И.», д-р с.-х. наук, проф., зав. научным центром «Виноделие» ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия)

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

Егоров Е.А.», акад. РАН, д-р экон. наук, проф., директор ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия)

Кишкowska 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 растений ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

Козловская З.А.», д-р с.-х. наук, профессор, Республиканское научно-производственное дочернее унитарное предприятие "Институт плодородства", НАН Беларуси /РУП «Институт плодородства» НАН Беларуси (Республика Беларусь)

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

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

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

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

Освальдо Фаилла.», проф., Миланский университет (Италия)

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

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

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

Петров В.С.», д-р с.-х. наук, доцент, зав. научным центром «Виноградарство» ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия)

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

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

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

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

Трошин Л.П.», д-р биол. наук, проф., акад. РАЕН, ФГБОУ ВПО Кубанский ГАУ (Россия)

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

БЕСПЛАТНО

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., Interim Director FSBSI All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the Russian Academy of Sciences (RAS).

Deputy Chief Editors:

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

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

Executive Secretary:

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

Editorial address:

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

tel.: (3654) 26-21-91

e-mail: edi_magarach@mail.ru

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

Address of the publisher and printing house:

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

tel.: (3654) 32-55-91,

(3654) 26-21-91

fax: (3654) 23-06-08

e-mail: magarach@rambler.ru

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

Celik Hasan, Dr. Sci., Professor of Viticulture, European University of Lefke. *North Cyprus*.

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

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

Failla Osvaldo, Full Professor, Università degli Studi di Milano, *Italy*

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

Guguchkina T.I., Dr. Agric. Sci., Professor, Head of Research Centre 'Winemaking', FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking; *Russia*

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

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

Kozlovskaya Z.A., Dr. Agric. Sci., Professor, Republican Scientific and Production Subsidiary Unitary Enterprise The Institute for Fruit Growing, National Academy of Sciences of Belarus, *Republic of Belarus*

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

Michlovsky Miloch, Dr. Sci., Vinselekt Michlovsky plc., owner, oenologist, breeder, *Czech Republic*

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

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

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

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

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

Petrov V.S., Dr. Agric. Sci., Associate Professor, Head of Research Center 'Viticulture', FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking; *Russia*

Roychev Venelin, Dr. Sci, Professor Agricultural University - Plovdiv, Bulgaria Department of Viticulture, *Bulgaria*

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

Savin Gheorgehe, Head of Laboratory at ISPHTA, Chisinau Agricultural Institute M.V.Frunze, *Moldova*

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

Troshin L.P., Dr. Biol. Sci., Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences (RANS), Kuban State Agrarian University;

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

ВИНОГРАДАРСТВО _____

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

- 282 Генетическая интерпретация клоновой селекции винограда
В.П. Клименко

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 289 Генотипирование сортов винограда селекции Института «Магарач» на основе анализа аллельного полиморфизма SSR локусов
С.М. Гориславец, В.А. Володин, Г.Ю. Спотарь, В.И. Рисованная

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 294 Исследование аллельного разнообразия VvMybA1 клоновых популяций распространенных винных сортов
А.В. Милованов, Е.Т. Ильницкая, А.С. Звягин, В.В. Радченко, А.Г. Кошаев, Л.П. Трошин

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

- 299 Виноградарство Афганистана
М. Хедайтулла, Р.В. Кравченко, Л.П. Трошин

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 302 Особенности элитных гибридных форм винограда технического направления селекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия
И.В. Горбунов

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 307 Реакция местных сортов винограда Крыма на засуху как стресс-фактор биосферы
А.А. Полулях, В.А. Волынкин

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 312 Изменение некоторых морфологических показателей грозди и ягоды винограда под влиянием регуляторов роста
Е.Ф. Гинда

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 317 Изменение элементов фенольного метаболизма у винограда при заражении милдью на фоне прайминга микроорганизмами
В.В. Вялков, М.А. Сундырева

ПЛОДОВОДСТВО _____

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 324 Влияние подвоя и сорта на биометрические показатели окулянтов груши в питомнике
А.И. Сотник, В.В. Танкевич

ВИНОДЕЛИЕ _____

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 328 Оценка штаммов молочнокислых бактерий по способности усваивать L-яблочную кислоту
Т.Н. Танащук, М.Ю. Шаламитский, Д.Ю. Погорелов

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 333 Влияние почвенно-климатических условий на качество красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон (Республики Дагестан и Крым)
Э.А. Халилова, С.Ц. Котенко, Э.А. Исламмагомедова, А.А. Абакарова

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 338 О влиянии сахаросодержащих компонентов на качество игристых вин
А.С. Макаров, И.П. Лутков, Н.А. Шмигельская, В.А. Максимовская, Г.В. Сивочуб, О.М. Белякова

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 344 Влияние физико-химических показателей вин на значения температуры насыщения
В.Г. Гержикова, Н.С. Аникина, А.В. Весютова, Д.Ю. Погорелов, М.В. Ермихина, О.В. Рябинина

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

- 349 Прогнозирование кристаллической стабильности вин. Обзор методов
Н.В. Гниломедова, С.Н. Червяк, А.В. Весютова

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 357 Влияние многоцветной азиатской коровки (*Harmonia axyridis* Pallas) на качество белых и красных столовых виноматериалов
Е.П. Странишевская, Е.А. Матвейкина, Е.В. Остроухова, Н.Ю. Луткова, Н.И. Шадура, В.А. Володин, Д.А. Романов

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

- 363 Особенности состава органических кислот винограда и коньячных виноматериалов
О.А. Чурсина, В.А. Загоруйко, Л.А. Легашева, А.В. Мартыновская, Е.Л. Удод, Д.Ю. Погорелов

MAGARACH. VITICULTURE AND WINEMAKING
C O N T E N T · 2019·21·4

VITICULTURE _____

ANALYTICAL REVIEW

- 282 Genetic interpretation of clone selection of grapes
V.P. Klimenko

ORIGINAL RESEARCH

- 289 Genotyping of grape varieties released by the Institute Magarach based on analysis of allelic polymorphism of SSR loci
S.M. Gorislavets, V.A. Volodin, G.Yu. Spotar, V.I. Risovannaya

ORIGINAL RESEARCH

- 294 A study of VvMybA1 allele diversity in populations of clones of popular wine grape varieties
A.V. Milovanov, E.T. Ilnitskaia, A.S. Zviagin, V.V. Radchenko, A.G. Koshchaev, L.P. Troshin

ANALYTICAL REVIEW

- 299 Viticulture of Afghanistan
M. Hedaitulla, R.V. Kravchenko, L.P. Troshin

ORIGINAL RESEARCH

- 302 Peculiarities of elite hybrid wine grape cultivars released by the Anapa Zonal Experiment Station for Viticulture and Winemaking
I.V. Gorbunov

ORIGINAL RESEARCH

- 307 Response of local Crimea grape varieties to drought as a biotic stressor
A.A. Polulyakh, V.A. Volynkin

ORIGINAL RESEARCH

- 312 Changes of some morphological parameters of grape bunch and berries under the influence of growth regulators
E.F. Ghinda

ORIGINAL RESEARCH

- 317 Changes in the elements of phenolic metabolism in grapevine upon infection with downy mildew on the background of priming with microorganisms
V.V. Vyalkov, M.A. Sundryeva

FRUIT-GROWING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 324 The effect of rootstock and scion on biometric parameters of whip grafted pear shoots in the nursery
A.I. Sotnik, V.V. Tankevich

WINEMAKING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 328 Evaluation of strains of lactic acid bacteria for capability to assimilate L-malic-acid
T.N. Tanashchuk, M.Yu. Shalamitskiy, D.Yu. Pogorelov

ORIGINAL RESEARCH

- 333 The effect of soil and climatic conditions on the quality of 'Cabernet-Sauvignon' red table wines (Republics of Daghestan and the Crimea)
E.A. Khalilova, S.T. Kotenko, E.A. Islammagomedova, A.A. Abakarova

ORIGINAL RESEARCH

- 338 The effects of sugar-containing components on the quality of sparklings
A.S. Makarov, I.P. Lutkov, N.A. Shmigelskaia, V.A. Maksimovskaia, G.V. Sivochoub, O.M. Beliakova

ORIGINAL RESEARCH

- 344 Influence of physico-chemical indices of wines on saturation temperature
V.G. Gerzhikova, N.S. Anikina, A.V. Veslyutova, D.Yu. Pogorelov, M.V. Ermikhina, O.V. Ryabinina

ANALYTICAL REVIEW

- 349 Prediction of crystalline stability of wines. A review of methods
N.V. Gnilomedova, S.N. Cherviakov, A.V. Veslyutova

ORIGINAL RESEARCH

- 357 The effect of harlequin ladybird (*Harmonia axyridis* Pallas) on the quality of white and red table wine materials
E.P. Stranisheskaya, E.A. Matveikina, E.V. Ostroukhova, N.Yu. Lutkova, N.I. Shadura, V.A. Volodin, D.A. Romanov

ORIGINAL RESEARCH

- 363 Peculiarities of the organic acid composition of grapes and wine materials for brandy production
O.A. Chursina, V.A. Zagorouiko, L.A. Legasheva, A.V. Martynovskaya, E.L. Udod, D.Yu. Pogorelov



Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

Перед вами – завершающий в текущем году номер журнала «Магарач». Виноградарство и виноделие». Как обычно, мы постарались сделать выпуск разнообразным, насыщенным не только фактами, но и идеями, замыслами, обобщениями. Насколько нам это удалось – судить вам.

В конце года принято подводить итоги. На мой взгляд, все только начинается. Надежды и планы ученых, специалистов отрасли, представителей бизнеса, туризма связаны с принятием в Государственной Думе Российской Федерации долгожданного Закона о виноградарстве и виноделии. Профессиональные контакты на Всероссийском саммите виноделов в ПАО «Массандра», встречи с компетентными людьми, репортажи с заседаний Государственной Думы дают основание для уверенности в том, что результаты многолетних исследований, опыт и знания наших ученых будут востребованы в полной мере. Это позволяет с оптимизмом смотреть в будущее.

Канун Нового года – время для мечтаний. Как виноградарь я надеюсь на возрождение в наступающем году международного форума «Ялта. Солнечная гроздь», который соберёт в стенах «Магарача» многочисленных энтузиастов виноградарской лозы. В следующем году мы также готовимся к проведению юбилейного 40-го Международного профессионального конкурса «Ялта. Золотой грифон 2020», 25-летию Союза виноделов Крыма, в конце мая состоится Международная научная конференция, посвященная 100-летию со дня рождения нашего выдающегося ученого П.Я. Голодриги.

Хочу напомнить, что в уходящем году исполнилось 30 лет со дня выхода нашего журнала на базе института «Магарач». Как известно, после постановлений о вреде пьянства и алкоголизма в 1985 году подготовка специалистов по виноделию, выпуск специальной литературы и профильного журнала «Виноградарство и виноделие СССР», издающегося в Москве, были прекращены. В 1989 году институт «Магарач» взял на себя задачу представлять виноградарство и виноделие на территории в 1/6 часть суши, а журнал продолжил публиковать статьи о научных достижениях наших учёных.

Сегодня же мы ставим перед собой задачу вывести наш журнал на международный уровень, для этого в течении всего прошедшего года велась кропотливая работа по приведению оформления публикаций в соответствие со стандартами международных наукометрических баз данных. Благодарим всех наших авторов, которые с энтузиазмом помогали нам идти в ногу со временем. Лишь совместными усилиями мы пришли к следующему этапу – заявке на включение журнала в Scopus, которую мы планируем подать в начале наступающего года.

С Новым годом, друзья! Пусть сбудутся мечты, осуществляются все самые смелые замыслы! До встречи в новом году!

*Главный редактор
Владимир Лиховской*

Генетическая интерпретация клоновой селекции винограда

Виктор Павлович Клименко, д-р с.х. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда, e-mail: vik_klim@rambler.ru

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

Проведен обзор научно-исследовательских работ по методологии клоновой селекции винограда. Анализируются различные определения термина «клон винограда». Рассмотрены возможные причины возникновения клонов: точковые мутации, поликлональное происхождение, модификации. Поддерживающий отбор, используемый для сохранения чистоты, типичности сорта и его хозяйственно ценных свойств, способствует очищению сорта от отрицательных клонов и созданию выровненных насаждений. Для улучшения существующих сортов винограда используется направленный отбор и размножение нетипичных, ценных в биологическом отношении форм растений. Также одной из задач отбора должна быть задача восстановления сортов. Идентификация отличий нового клона нуждается в индивидуальном подходе в зависимости от свойства: мутации и полиплоидии, качественные и количественные признаки. У винограда химерность тканей и клеток является распространенным явлением, многие сорта виноградной лозы являются периклональными химерами. Приведены варианты отличий маточного куста от исходного сорта, необходимых и достаточных для выделения клона в первом вегетативном поколении. С генетической точки зрения, к основным признакам для клонового отбора винограда обоснованно следует отнести признаки, наследование которых установлено и существенно. Поскольку при работе с клонами приходится принимать во внимание большое количество признаков, представляется эффективным использование многомерных моделей изменчивости. Отмечена перспективность развития методов молекулярной генетики, позволяющих идентифицировать плоидность и генетические различия между растениями, но изучение клонов такими методами пока не получило широкого распространения. Рассматриваются возможности использования в клоновой селекции винограда биотехнологических методов. Недостатком клонового отбора является однородность виноградников и продукции в дополнение к генетической эрозии. Поэтому изменчивость в пределах отдельных сортов должна поддерживаться путем отбора различных клонов, и в виноградарстве, наряду с клоновой селекцией, обязательно должна иметь место генеративная селекция. Таким образом, клон в виноградарстве – это идентичное по генотипу и фенотипу вегетативное потомство растения, выделенного в насаждениях какого-либо сорта винограда и отличающегося от типичных кустов исходного сорта по характеристикам, сохраняющимся при вегетативном размножении. Клоновая селекция винограда перспективна, чему способствуют генетические особенности этой культуры: большая частота спонтанных мутантов, наличие сортов с достаточно широкой генетической изменчивостью, вегетативное размножение, позволяющее сохранять каждое отклонение на неограниченное время.

Ключевые слова: сорт; клон; отбор; вегетативное размножение; мутация; полиплоидия; модификация; признаки; наследование; стабильность; генетическая эрозия.

Как цитировать эту статью:

Клименко В.П. Генетическая интерпретация клоновой селекции винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4); С. 282-288. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.001

How to cite this article:

Klimenko V.P. Genetic interpretation of clone selection of grapes. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4): 282-288. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.001

УДК 634.8:092:575.22

Поступила 5.02.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

ANALYTICAL REVIEW

Genetic interpretation of clone selection of grapes

Viktor Pavlovich Klimenko

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

A review of research work on the methodology of clone selection of grapes was carried out. Various definitions of the term 'grape clone' are analyzed. Possible causes for the emergence of clones are discussed: point mutations, polyclonal origin, modifications. Recurrent selection used to preserve the purity and typicality of a variety and its economically valuable traits promotes cleansing the variety from negative clones and creating uniform plantings. To improve existing grape varieties, directional selection and propagation of atypical, biologically and economically valuable plant forms are used. Also, restoration of varieties should be one of selection tasks. The identification of different features of a new clone needs an individual approach depending on the properties: mutations and polyploidy, qualitative and quantitative traits. Chimerism of tissues and cells is common in grapes; many varieties of grapevines are periclinal chimeras. Variants of differences between the clone mother vine and the initial variety which are necessary and sufficient for clone selection in the first vegetative generation are presented. From the genetic point of view, main traits for clone selection of grapes should reasonably include traits whose inheritance is essential and has been established. Since a large number of traits have to be taken into account when working with clones, it seems efficient to use multidimensional models of variability. It is noted that development of molecular genetic methods has good prospects since they make it possible to identify ploidy and genetic differences between plants, but the study of clones by such methods has not yet become widespread. The possibilities of using biotechnological methods in clone selection of grapes are discussed. In addition to genetic erosion, the uniformity of vineyards and products enters as a weak point of clone selection. Therefore, the variability within individual varieties should be maintained by selection of various clones, and, along with clone selection, generative breeding must necessarily take place in viticulture. Thus, a clone in viticulture is a vegetative offspring of a plant selected in the plantings of any grape variety and differing from typical vines of the initial variety in terms of characteristics preserved during vegetative propagation. Plants of a clone are identical in genotype and phenotype. Clone selection of grapes is promising, which is facilitated by genetic characteristics of this crop: a high frequency of spontaneous mutants, existence of varieties with a fairly wide genetic variability, vegetative propagation which allows to preserve each deviation for an unlimited time.

Key words: variety; clone; selection; vegetative propagation; mutation; polyploidy; modification; trait; inheritance; stability; genetic erosion.

Клоновый отбор, индивидуальный отбор у вегетативно размножаемых растений, является одним из главных инструментов улучшения винограда как сельскохозяйственной культуры [1–5]. Узловые моменты клоновой селекции – способы отбора клонов, сроки их испытания и многократная проверка стабильности свойств в потомстве [3]. Длительность процесса, решение множества рутинных задач практической селекции зачастую заслоняет важные мето-

дологические проблемы. В частности, как ниже следует, в виноградарстве до сих пор нет единого и четкого мнения по определению самого термина «клон».

Согласно ГОСТ 20081-74, клон – потомство одного вегетативно размноженного растения, при этом, согласно ГОСТ Р 52681-2006, безвирусный клон винограда – клон винограда, свободный от вирусной инфекции и полученный от одного материнского растения.

Клоном считается также ряд следующих друг за другом поколений наследственно однородных потомков одной исходной особи, образующихся в результате бесполого размножения. У винограда различают генетические и санитарные клоны [6].

Согласно одному из наиболее распространенных определений, клон – это вегетативное потомство почковой мутации, отличающееся генотипически от исходных растений сорта одним или несколькими признаками, сохраняющимися при вегетативном размножении [7].

В более расширенной версии предыдущего определения, клон – вегетативное потомство почковой мутации или длительной модификации, отличающееся генотипически от исходных растений данного сорта одним или несколькими признаками, сохраняющимися при вегетативном размножении. Клоны характеризуются общностью биологических, морфологических и хозяйственно ценных свойств [8].

Клоном виноградного сорта называют также улучшенный за счет вегетативной изменчивости сорт винограда, полученный методом отбора от здорового растения или оздоровленный от вирусных болезней и превосходящий базовый сорт по продуктивности, сахаронакоплению, количеству гроздей на кусте и другим качественным характеристикам [9].

Международная организация винограда и вина (OIV) определяет клон как вегетативное потомство исходного растения винограда, отобранного исходя из его беспорной идентичности, фенотипических особенностей и санитарного статуса [10]. Все растения клона идентичны между собой и с исходным растением.

Так или иначе, клон определяется как генетически однородная группа индивидуумов, полученных от одного исходного индивидуума путем бесполого размножения. Для сохранения уникальных характеристик сортов винограда их размножают вегетативно. Но среди множества клеток, которые формируют виноградную лозу, встречаются клетки с небольшими генетическими изменениями. Если новое растение получено из побега, который вырос из такой разновидности ткани, оно может иметь несколько иные характеристики, чем исходный виноградный куст [11].

Растение – родоначальник клона, которое отличается от других кустов того же сорта винограда по селективируемым показателям, не следует называть клоном, так же как при генеративной селекции, когда сортом называют вегетативное потомство однажды выделенного гибрида, а не сам гибрид. Для того, чтобы считать растение маточным кустом клона, оно должно обладать характеристикой, отличающей его от исход-

ного сорта, даже если разница незначительна.

Клон может появиться путем естественного отбора, адаптировавшись к окружающей среде, или путем искусственного отбора в контролируемой среде для получения желательных свойств. Важным моментом является ответ на вопрос, чем вызваны свойства отобранных растений [12–14].

Если изменения вызваны генетическими причинами, полученные свойства будут сохраняться при вегетативном размножении. Спонтанные точковые мутации могут быть как генными мутациями, так и хромосомными абберациями.

Если изменения вызваны ненаследственными причинами, полученные свойства не будут сохраняться при вегетативном размножении. Модификации, фенотипические различия, возникающие в организмах с одинаковой генетической структурой под влиянием факторов внешней среды, могут быть альтернативными (качественные признаки) и флуктуирующими (количественные признаки). Диапазон модификационной изменчивости определяется нормой реакции генотипа на внешнюю среду.

Также в клоновой селекции возможно присутствие такого явления как длительные модификации, по современным представлениям – трансклонное эпигенетическое наследование. Феномен длительных модификаций предполагает сохранение свойств выделенных маточных растений на протяжении ряда поколений. Длительные модификации представляют собой временные изменения компонентов цитоплазмы вследствие онтогенетической преддетерминации и указывают на то, что составные части цитоплазмы не просто изменяются однократно, но могут в этом виде авторепродуцироваться.

Строгое определение сорта винограда подразумевает моноклональное происхождение, но более широкое определение, которое включает возможность поликлонального происхождения от близкородственных индивидуумов, широко распространено в сообществе исследователей виноградной лозы [15]. Генетическая изменчивость в сортах может быть объяснима их поликлональным происхождением и прогрессирующим накоплением генетических мутаций с течением времени [16–18]. Сорта винограда различаются по своей генетической изменчивости. Для сортов с большим генетическим разнообразием клоновый отбор является главным вопросом при производстве качественных вин [19–21]. Имеются сорта, в популяциях которых поиск клонов может быть более успешным, чем в популяциях других сортов. Сорта винограда Алиготе, Саперави, Ташлы, а также сорта группы Пино, как и многие другие, демонстрируют достаточно широкую изменчивость как с точки зрения морфологии растений, так и с точки зрения качества вина [22–27]. Некоторые клоны сорта Каберне фран показали меньшую восприимчивость к милдью, чем у исходного сорта, что объясняется более высоким содержанием стильбенов как фитоалексинов, участвующих в механизмах устойчивости [28].

Отмечено, что результативность индивидуального отбора выше в насаждениях давно культивируемых

сортов [13]. За долгий срок их возделывания накопились мутации, закрепленные путем вегетативного размножения, поэтому распространенные сорта часто представлены смесью клонов. Клоны могут встречаться и у новых сортов межвидового происхождения в связи с высокой гетерозиготностью [29].

Принято считать, что сортовые популяции вегетативно размножаемых растений являются изогенными в отличие от гетерогенных гибридных популяций. Но при клоновой селекции предполагается, что внутрисортовая генетическая изменчивость является значимой [4], если игнорировать длительные модификации. Эта изменчивость используется для клонового отбора и затем сохраняется и поддерживается в последующих поколениях.

Проведение клоновой селекции может преследовать различные цели [27]. Основным направлением клоновой селекции должна быть поддержка сортов с использованием массовой и фитосанитарной селекции, с понижением уровня поражаемости грибными и вирусными болезнями. Поддерживающий отбор, используемый для сохранения чистоты, типичности сорта и его хозяйственно ценных свойств, будет способствовать очищению сорта от отрицательных клонов и созданию выровненных насаждений, поэтому клоны приобретают все большее значение как основа сертифицированного посадочного материала. Но возникает вопрос, насколько эти типичные для данного участка кустоклоны будут соответствовать первоначальному сорту, и не потеряется ли он тогда вообще.

Со временем клоны вытесняют исходный генетический материал старых сортов [13]. Эти клоны могут иметь иные свойства, что неизбежно проявится в переработке продукции. Поэтому обязательно должна быть и задача восстановления сорта. Для того, чтобы определиться, каким был этот первоначальный сорт, нужно будет тщательно обосновать целевой фенотип. Должна быть собрана информация по изменчивости качественных и количественных признаков типичных кустов данного сорта на основе библиографических описаний и наблюдений на старых и выверенных коллекциях. Применение этих параметров для получения максимально возможного количества исходных растений, используя методологию «низкого давления отбора», позволит сохранить генетическую базу популяционной структуры сорта.

Для улучшения существующих сортов винограда используется направленный отбор и размножение нетипичных [13], ценных в биолого-хозяйственном отношении форм растений. Речь об улучшении может идти только на основе самых серьезных доказательств, и в случае доказанных значительных различий, можно будет говорить о получении, по сути, совершенно нового сорта.

Проведение клоновой селекции в насаждениях некоторых сортов предполагает комплексную работу, по нескольким направлениям. Например, сорт Бастардо магарачский не относится к старым сортам, но уже требует проведения как поддерживающего, так и направленного отбора [30]. При этом следует учитывать, что отбор даже по одному признаку, напри-

мер, стабильности окраски виноматериалов, может повлечь за собой изменения в свойствах, на первый взгляд, далеких от селективируемого признака, но, тем не менее, коррелирующих с ним.

Идентификация отличий нового клона должна иметь индивидуальный подход, в зависимости от свойства: мутации и полиплоидия, качественные и количественные признаки. Изменения, вызванные мутациями, бывают достаточно отчетливыми или малозаметными [13]. Нарушения в процессе митоза приводят к изменениям в кариотипе, например, полиплоидии. Тетраплоидные и триплоидные формы отличаются от типичных кустов исходного сорта по толщине побегов, размеру междоузлий и листьев, величине пыльцы, ягод и семян [31]. Окончательно решить, имеет ли место отклонение от диплоидности, можно только с помощью цитогенетических или молекулярно-генетических исследований.

У винограда химерность тканей и клеток является распространенным явлением, и при вегетативном размножении маточного растения, выделенного как полиплоид, могут быть получены саженцы различной пloidности. При этом следует учесть, что зиготы с отклонениями от диплоидности обладают пониженной жизнеспособностью и имеют меньше шансов передать свои свойства следующим поколениям. Исследования показывают, что многие сорта виноградной лозы, такие как сорта группы Пино, являются периклинальными химерами [32]. Изучение генетической основы сорта Пино меньше как химерного многолетнего культурного растения, и его потомства подтвердило химерность, и позволило обнаружить изменчивость среди химерных клонов исходного сорта.

В связи с тем, что качественные признаки не зависят от влияния условий внешней среды, наличие свойства, которого нет у исходного сорта, дает возможность выявить новый клон. Такими признаками являются, например, тип цветка, рассеченность листьев, наличие тех или иных биохимических компонентов [33]. Но есть более сложные случаи. Судя по результатам исследований, наличие мускатного аромата наследуется по принципу комплементарности, однако отдельная система генов-модификаторов контролирует проявление аромата в зависимости от среды [34]. Иными словами, есть сорта (или клоны), проявление мускатного аромата у которых в разные годы (или в разных местах) не всегда можно выявить. Исследования, проведенные в различных регионах производства вин, обратили внимание на важность ароматического профиля винограда по отношению к местам выращивания [35, 36].

Для выделения и изучения клона только в первом вегетативном поколении необходимо и достаточно выявление значительных отличий маточного куста от исходного сорта в следующих случаях:

- отличие по морфологическим признакам листьев (величина, рассеченность, осенняя окраска);
- отличие по морфологическим признакам соцветий (тип цветка);
- отличие по морфологическим признакам гроздей (форма, плотность);

- отличие по морфологическим признакам ягоды (величина, форма, окраска, семена);
- отличие по срокам фаз вегетации;
- отличие по вкусу и аромату;
- наличие/отсутствие биохимических компонентов ягоды или сусла;
- отличие по кариотипу (плоидность);
- отличие по генотипу, выявленное генетическими методами.

Существуют различные методики клоновой селекции винограда, но отбор маточных кустов клона проводят в основном по количественным показателям согласно селекционному заданию, результаты его проверяют на протяжении ряда лет и вегетативных поколений [7, 13, 37, 38]. Необходимо знать, насколько изменчивость признаков обусловлена генотипом, а насколько – внешними факторами, условиями среды и агротехническим воздействием [12, 13, 39–41]. Степень зависимости изменчивости признаков от случайных факторов, факторов среды, обусловлена их наследованием.

С генетической точки зрения, к основным признакам для клонового отбора винограда обоснованно следует отнести признаки, наследование которых установлено и существенно. Для количественных признаков следует учитывать наследуемость в широком смысле, т.е. величину всего генетического разнообразия, обусловленного аддитивным действием, доминированием и эпистазом. Согласно результатам экспериментальных исследований [42], наследуемость в широком смысле имеет высокие значения для большинства признаков продуктивности. Возможность виноградного растения обеспечить стабильную продуктивность побега по массе сахара гроздей является одним из факторов, влияющих на качество винома- териалов, и широко используется в виноградарстве. Однако для селекции предлагается использовать аналогичный, но генетически более детерминированный признак – удельную хозяйственную продуктивность.

Поскольку при работе с клонами приходится принимать во внимание большое количество признаков, представляется эффективным использование многомерных моделей изменчивости [43]. При наличии достаточного количества растений можно провести многофакторный эксперимент с целью оценки влияния фактора разнообразия участков, фактора особенностей года, фактора клона и взаимодействия этих факторов, и на основе этого анализа проверить рабочую гипотезу о генотипическом отличии данного клона. Полезным может быть понятие «повторяемость» – степень генотипической обусловленности фенотипического разнообразия признаков. Из-за наличия сильного взаимодействия генотип-среда, у отобранных растений может и не быть высокой повторяемости каждого из признаков в отдельности [3]. Степень сохранения свойств растений, отобранных в качестве клонов, необходимо проверять по стабильности в вегетативном потомстве [44–46]. Эта стабильность может определяться на основе изменчивости признаков как внутриклоновая (межкустовая), экологическая (между различными пунктами изучения) и

темпоральная (между годами изучения).

Следует отметить перспективность развития методов молекулярной генетики, позволяющих идентифицировать плоидность и генетические различия между растениями. В последние годы для идентификации клонов в дополнение к изучению морфологических характеристик проводили исследования изменчивости в пределах сортов винограда с помощью молекулярных маркеров [15, 32, 38, 47, 48]. В частности, обнаружены генетические различия между клонами сортов группы Пино, которые могут быть связаны с их географическим происхождением [49]. Следует понимать, что область применения маркеров пока очень ограничена [4], поэтому идентификация клонов таким способом не получила широкого распространения. Возможно, это связано с эффектом длительных модификаций.

Все более важным становится использование биотехнологических методов, которые могут быть использованы как для получения маточных растений современных клонов [50, 51], так и для получения их вегетативного потомства с помощью культуры *in vitro*. Клоны могут быть сохранены в вегетирующих коллекциях [52] и оздоровлены от латентной формы вирусной инфекции с помощью технологических операций в комплексе с термотерапией [53, 54].

Эффективность клонового отбора будет обеспечена современными методами идентификации генотипов, биотехнологиями получения и размножения клонов, доступными тестами санитарного статуса и высокими технологиями оздоровления растений от вирусных болезней, что позволит значительно сократить продолжительность селекционного процесса.

Изменение климата оказывает значительное влияние на культивирование винограда и производство вина, качество и типичность продукции. Поэтому меры повышения адаптивности растительного материала, включая изменение сортового состава винограда, должны рассматриваться как приоритетные, поскольку они позволят продолжать производство высококачественных вин на фоне экономически устойчивого урожая [55]. Недостатком клонового отбора является достигнутая в результате его проведения чрезмерная однородность виноградников и продукции в дополнение к генетической эрозии [4]. При отборе перспективных клонов следует стремиться к сохранению внутрисортовой изменчивости настолько, насколько это возможно. Чтобы противостоять естественным факторам давления (новые вредители, изменения климата и т.д.) и повысить качество продукции, задачей клоновой селекции в будущем должно быть получение широкого спектра выдающихся клонов с разнообразной генетической основой и сохранение изменчивости между сортами и внутри сортов.

На снижение разнообразия влияют также критерии современной селекции. Приоритетной для сорта считается урожайность, а такие свойства как качество продукции и устойчивость к биотическим и абиотическим факторам оказываются второстепенными. Кроме того, европейские (внутривидовые) сорта винограда

да и их клоны бывают слишком «технологичными». В частности, исследования показали, что урожайность европейских сортов сильно варьирует в зависимости от нагрузки кустов побегами в отличие от межвидовых сортов и гибридов [56]. Опасность генетической эрозии заключается в снижении пластичности и адаптивности набора возделываемых сортов. Поэтому в виноградарстве, наряду с клоновой селекцией, с целью противостояния генетической эрозии обязательно должна иметь место и генеративная селекция в пределах рода *Vitis*.

Выводы. Следовательно, клон в виноградарстве – это идентичное по генотипу и фенотипу вегетативное потомство растения, выделенного в насаждениях какого-либо сорта винограда и отличающегося от типичных кустов исходного сорта по характеристикам, сохраняющимся при вегетативном размножении. Клоновая селекция винограда перспективна, чему способствуют генетические особенности этой культуры: большая частота спонтанных мутантов, наличие сортов с достаточно широкой генетической изменчивостью, вегетативное размножение, позволяющее сохранять каждое отклонение на неограниченное время. Однако при проведении клонового отбора не следует пренебрегать опасностью генетической эрозии.

Источники финансирования

Работа выполнена в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 0833-2015-0006.

Financing source

This work was conducted under public assignment № 0833-2015-0006.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Мулюкина Н.А., Ковалёва И.А., Чисников В.С. Совершенствование сортимента винограда в Украине за счет индивидуального отбора клонов, хорошо адаптированных к экстремальным условиям среды. Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2012. – № 18(6). – С. 108–116. Muliukina N. A., Kovaliova I. A., Chisnikov V. S. Improvement of grapevine assortment in Ukraine by individual selection of clones well-adapted to extreme environmental conditions. Fruit and Grape Growing of the South of Russia. 2012. №18(6). pp. 108-116 (in Russian)
2. Петров В.С., Ильницкая Е.Т., Нудьга Т.А. Протоклоны винограда сортов Алиготе, Саперави и Цимлянский черный в АФ «Фанагория-Агро» // Виноделие и виноградарство. – 2010. – № 4. – С. 26–27. Petrov V. S., Ilnitskaia E. T., Noudga T. A. Protoclones of the grapes 'Aligoté', 'Saperavi' and 'Tsimlianskii chernyi' cultivated by the Company "Fanagoria-Agro". Wine and Grape Growing. 2010. №4. pp. 26-27 (in Russian)
3. Трошин Л.П. Ампелография и селекция винограда. – Краснодар: Издательский цех «Вольные мастера», 1999. – 138 с. Troshin L.P. Ampelography and Selection Breeding of Grapevine Krasnodar: Volnye Mastera Publishing Company, 1999. 138 c. (in Russian)
4. Atak A., Kahraman K.A., Söylemezoğlu G. Ampelographic identification and comparison of some table grape (*Vitis vinifera* L.) clones. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 2014, v.42, № 2, pp. 77–86 (doi: 10.1080/01140671.2013.851092).
5. Mannini F. Il Nebbiolo ed il suo patrimonio clonale: stato dell'arte. Millevigne, 2015, № 3, pp. 8-9.
6. Энциклопедия виноградарства: в 3-х томах. Гл. ред. А.И.Тимуш. – Кишинев: Главная редакция Молдавской Советской энциклопедии. – 1986. – Т. 2. – 504 с. Encyclopaedia of viticulture: in 3 volumes A.I.Timush (Editor) Kishinev: Chief Editorial Board of Moldavian Soviet Encyclopaedia. 1986. Vol. 2, p. 504 (in Russian)
7. Голодрига П.Я., Суятинов И.А., Трошин Л.П., Коробец П.В., Драновский В.А. Методические рекомендации по массовой и клоновой селекции винограда. – Ялта: ВНИИ-ВиВ «Магарач». – 1976. – 32 с. Golodriga P. Ya., Souiatinov I. A., Troshin L. P., Korobets P. V., Dranovskii V. A. Methodological recommendations concerning mass and clone selection of grapevine Yalta: VNIIViV Magarach. 1976. p. 32 (in Russian)
8. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В. Виноградарство: Учебник для вузов / Под ред. проф. Смирнова К.В. – Москва: Изд-во МСХА, 1998. – 510 с. Smirnov K. V., Maltabar L. M., Rajabov A. K., Matuzok N. V. Viticulture: Manual for Institutes of Higher Education Smirnov K. V. (Editor). Moscow: MAA Publishers. 1998. p. 510 (in Russian)
9. Закон Краснодарского края от 31 марта 2014 года № 2944-КЗ "О внесении изменений в Закон Краснодарского края «О виноградарстве и производстве продуктов переработки винограда в Краснодарском крае». Regulation of the Krasnodar region No 2944-K3 of 31st March 2014 On introduction of changes into the Regulation of the Krasnodar region "On viticulture and manufacture of products from processed grapes in the Krasnodar region" (in Russian)
10. Walter B. Virus and virus-diseases of the grapevine: diagnosis and control methods. Virologie, 1998, № 2, pp. 435–444.
11. Hartmann H.T., Kester D.E., Davies Jr. F.T., Geneve R.L. Plant propagation: principles and practices. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice Hall, 7th ed., 2001, 880 p.
12. Голодрига П.Я., Суятинов И.А., Трошин Л.П. Современные вопросы клоновой и генетической селекции винограда // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1975. – Т.54, № 2. – С. 101–112. Golodriga P.Ya., Souiatinov I.A., Troshin L.P. Modern problems of grapevine clone selection and genetic breeding Transactions on applied botany, genetics and breeding 1975. Vol. 54, №2. pp. 101-112 (in Russian)
13. Трошин Л.П., Животовский Л.А. Методические рекомендации по клоновой селекции винограда на продуктивность. – Ялта: ВНИИВиВ «Магарач». – 1987. – 36 с. Troshin L. P., Zhivotovskii V. A. Methodological recommendations concerning clone selection of grapevine for productivity. Yalta: VNIIViV Magarach. 1987. p. 36 (in Russian)
14. Mollo A., Santini D., Mannini F., Tragni R., Marchese E., Paravidino E. Espressione quanti-qualitativa di 6 cloni di Barbera in funzione del territorio di coltivazione. L'Enologo, 2016, № 7/8, pp. 95–101.
15. Vignani R., Bowers J.E., Meredith C.P. Microsatellite DNA polymorphism analysis of clones of *Vitis vinifera* 'Sangiovese'. Scientia Horticulturae, 1996, v.65, pp. 163–169 (doi: 10.1016/0304-4238(95)00865-9).
16. Loureiro M.D., Moreno-Sanz P., Suárez B. Clonal preselection of grapevine cultivars of the appellation «Cangas Quality Wine» (Asturias, Spain). Horticultural Science

- (Prague), 2011, v.38, pp. 71–80 (doi: 10.17221/87/2010-HORTSCI).
17. Sefc K.M., Pejic I., Maletic E., Thomas M.R., Lefort F. Microsatellite markers for grapevine: tools for cultivar identification and pedigree reconstruction. In: Roubelakis-Angelakis, Kalliopi A. eds. *Grapevine molecular physiology & biotechnology*. Berlin, Springer Verlag, 2009, pp. 565–596 (doi: 10.1007/978-90-481-2305-6_21).
 18. Ulanovsky S., Gogorcena Y., Martínez De Toda F., Ortiz J.M. Use of molecular markers in detection of synonymies and homonymies in grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae*, 2002, v.92, pp. 241–254 (doi: 10.1016/S0304-4238(01)00291-6).
 19. Mannini F., Mollo A., Santini D., Marchese E., Tragni R. Nebbiolo, un nuovo clone. *Millevigne*, 2013, v.2, pp. 6–9.
 20. Russo G., Liuzzi V., Andrea L.D. Characterisation of five clones of the cultivar 'Primitivo' in Southern Italy. *Acta Horticulturae*, 2009, v.827, pp. 265–268 (doi: 10.17660/ActaHortic.2009.827.45).
 21. Scalabrelli G., Loreti F., Ferroni G., D'Onofrio C. Clonal selection of 'Sangiovese' in Tuscany. *Acta Horticulturae*, 2004, v.652, pp. 35–43 (doi:10.17660/ActaHortic.2004.652.2).
 22. Васылык И.А., Левченко С.В. Технохимическая оценка урожая протоклонов винограда крымского аборигенного сорта Ташлы // Проблемы развития АПК региона. 2016. – № 3 (27). – С. 15–20.
Vasylyk I. A., Levchenko S. V. Technochemical evaluation of the fruit born by protoclonal clones of the Crimea autochthonous grape variety 'Tashly'. *Problems of the development of the agricultural and industrial complex of the region*. 2016. №3(27). pp. 15–20 (in Russian)
 23. Вьюгина М.А., Ткаченко М.Г., Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Максимовская В.А. Исследование полифенольного состава продуктов из сортов винограда с целью повышения биологической ценности их использования // Плодоводство и виноградарство юга России. 2015. № 33(03). <http://journal.kubansad.ru/pdf/15/03/11>.
Viugnina M.A., Tkachenko M. G., Chursina O. A., Zagorouiko V.A., Maksimovskaya V.A. A study of the polyphenol composition of products from grape varieties with the aim to improve their biological value *Fruit and Grape Growing of the South of Russia*. 2015. №33(03) (in Russian)
 24. Левченко С.В., Васылык И.А. Анализ разнообразия популяций сортов Ташлы и Шабаш и отбор высокопродуктивных протоклонов // Проблемы развития АПК региона. – 2015. – № 2 (22). – С. 17–22.
Levchenko S.V., Vasylyk I.A. A study of the diversity of populations of the grape varieties Tashly and Shabash and selection of highly-productive protoclonal clones. *Problems of the development of the agricultural and industrial complex of the region*. 2015. №2(22). pp. 17–22 (in Russian)
 25. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Загоруйко В.А., Яланецкий А.Я., Соловьева Л.М., Соловьев А.Е., Удод Е.Л., Мартыновская А.В., Гаске З.И., Ульяновцев С.О. Влияние сортовых особенностей винограда на качество коньячных виноматериалов // Виноградарство и виноделие: Сб. научных трудов НИВиВ «Магарач», Ялта, 2018. Т.XLYII. – С. 71–74.
Chursina O.A., Legasheva L.A., Zagorouiko V.A., Yalanetskii A.Ya., Solovyova L.M., Soloviev A.E., Udod E.L., Martynovskaya A.V., Gaske Z.I., Uliantsev S.O. The impact of varietal peculiarities of grapes on the quality of brandy materials. *Viticulture and Winemaking: Transactions of NRIVW Magarach, Yalta*, 2018. Vol. XLYII. pp. 71–74 (in Russian)
 26. Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Легашева Л.А., Мартыновская А.В. Биохимическая оценка винограда для коньячного производства // Проблемы развития АПК региона. 2018. № 1(33). – С. 154–163.
Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Martynovskaya A.V. Biochemical evaluation of grapes for brandy production *Problems of the development of the agricultural and industrial complex of the region*. 2018. № 1(33). pp. 154–163 (in Russian)
 27. Rühl E.H., Konrad B., Lindner B., Bleser E. Quality criteria and targets for clonal selection in grapevine. *Acta Horticulturae*, 2004, v. 652, pp. 29–33.
 28. Van Leeuwen C., Roby J.P., Alonso-Villaverde V., Gindro K. Impact of clonal variability in *Vitis vinifera* Cabernet Franc on grape composition, wine quality, leaf blade stilbene content, and downy mildew resistance. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2013, v.61, pp.19–24 (doi: 10.1021/jf304687c).
 29. Клименко В.П., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Выделение и изучение биотипов в популяции сорта винограда Цитронный Магарач // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2014. – № 3. – С. 5–6.
Klimenko V. P., Studennikova N. L., Kotolovets Z. V. Revealing and investigation of biotypes in a population of the grape variety 'Tsitronnyi Magarach'. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2014. № 3. pp. 5–6 (in Russian)
 30. Левченко С.В., Васылык И.А., Кононова Н.Н. Качество виноматериалов из винограда клонов сортов Мускат розовый и Бастардо магарачский 2000–2001 гг. урожая // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2003. – № 4. – С. 12–14.
Levchenko S. V., Vasylyk I.A., Kononova N. N. Quality of wine material from the fruit bore by clones of the grape varieties Muscat rozovyyu and Bastardo magarachskii 2000–2001. *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2003. №4. pp. 12–14 (in Russian)
 31. Топалэ Ш. Кариология, полиплоидия и отдаленная гибридизация винограда. – Кишинев: Ботанический сад АНМ, НИВиВ. – 2011. – 560 с.
Topale Sh. Caryology, polyploidy and distant hybridization of grapevine. Chişinău: Botanical Gardens of the Academy of Sciences of Moldova, RRVW. 2011. 560 p (in Russian)
 32. Stenkamp S.H.G., Becker M.S., Forneck A. Genetic variation among chimeric 'Pinot Meunier' clones (*Vitis vinifera* L.). *Acta Horticulturae*, 2009, v.827, pp. 147–150 (doi: 10.17660/ActaHortic.2009.827.21).
 33. Клименко В.П. Наследование качественных признаков винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2003. – № 3. – С. 11–14.
Klimenko V. P. Inheritance of qualitative traits in grapevine Magarach. *Viticulture and Winemaking*. 2003. № 3. pp. 11–14. (in Russian)
 34. Клименко В.П., Волынкин В.А. Наследование типа цветка и мускатного аромата у винограда // Виноградарство и виноделие. – 1997. – Т.XXVIII. – С. 27–30.
Klimenko V. P., Volynkin V. A. Inheritance of flower type and muscat aroma in grapevine. *Viticulture and Winemaking*. 1997. Vol. XXVIII. pp. 27–30 (in Russian)
 35. Ferrandino A., Carlomagno A., Baldassarre S., Schubert A. Varietal and pre-fermentative volatile compounds during ripening of *Vitis vinifera* cv Nebbiolo berries from three growing areas. *Food Chemistry*, 2012, v.135(4), pp. 2340–2349 (doi: 10.1016/j.foodchem.2012.06.061).
 36. Mannini F., Santini D., Mollo A., Mazza G., Marchi D. Influenza della componente ambientale sui composti aromatici dell'uva e del vino della cv Nebbiolo, *L'Enologo*, 2015, № 5, pp. 79–85.

37. Методика отбора и испытания клонов сортов винограда // Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины / Под ред. А.М.Авидзба. – Ялта, 2004. – С. 194–198.
Methodology of selection and trial of clones of grape varieties Methodological recommendations for agrotechnical research in viticulture of Ukraine. A. M. Avidzba (Editor). Yalta, 2004. pp. 194–198 (in Russian)
38. Трошин Л.П., Звягин А.С. Технология отбора лучших протоклонов винограда // Технологии производства элитного посадочного материала и виноградной продукции, отбора лучших протоклонов винограда. Под общей редакцией профессора Л.П. Трошина. – Краснодар: АлВи-Дизайн. – 2005. – С. 75–95.
Troshin L.P., Zviaghin A.S. Technology to select best protoclones of grapevine. Technologies to produce elite planting material and to select best protoclones of grapevine Troshin L.P. (Editor). Krasnodar: AlVi-Dizain. 2005. pp. 75–95 (in Russian)
39. Mannini F. Incidenza dei fattori ambientali sulla risposta enologica di due cloni di Nebbiolo. *VigneVini*, 2009, № 1/2, pp. 61–65.
40. Mannini F., Mollo A., Credi R. Field Performance and Wine Quality Modification in a Clone of *Vitis vinifera* cv. Dolcetto after GLRaV-3 Elimination. *American Journal of Viticulture and Enology*, 2011, v.63, pp. 144–147 (doi: 10.5344/ajev.2011.11020).
41. Mannini F., Mollo A., Lale Demoz P. Differences in wine quality due to clone-environment interaction: the experience with «Nebbiolo» in North-West Italy. *Le Progrès Agricole Et Viticole*, 2010, v.7, pp.142–147.
42. Клименко В.П. Оценка компонент изменчивости и коэффициентов наследуемости признаков продуктивности винограда // Вісник Харківського національного аграрного університету. Серія Біологія. – 2007. – Вип. 1 (10). – С. 85–94.
Klimenko V.P. Evaluation of components of variability and coefficients of inheritance of productivity traits in grapevine Reporter of Kharkiv National Agrarian University. Series Biology. 2007. Issue 1. pp. 85–94 (in Russian)
43. N. Marković, Z. Pržić, V. R akonjac, S. Todić, Z. Ranković-Vasić, S. Matijašević, Z. Bešlić. Ampelographic characterization of *Vitis* cv «Prokupac» clones by multivariate analysis. *Romanian Biotechnological Letters*, 2017, v.22, № 5, pp. 12868–12875.
44. Островерхов В.О., Трошин Л.П. Методические рекомендации по оценке стабильности количественных признаков у сортов винограда. – Ялта: Таврида, 1986. – 85 с.
Ostroverkhov V.O., Troshin L.P. Methodological recommendations for evaluation of stability of quantitative traits in grape varieties Yalta: Tavrida. 1986. 85 p. (in Russian)
45. Mannini F., Mollo A., Tragni R. Clone ed ambiente: fattori decisivi per il Nebbiolo. *VigneVini*, 2012, № 4, pp. 64–68.
46. Mannini F., Santini D., Mollo A., Cuozzo D., Tragni R. Studio sulla stabilità ambientale di 4 cloni di Nebbiolo in diverse realtà colturali del Piemonte. *L'Enologo*, 2016, № 3, pp. 85–92.
47. Silvestroni O., Pietro D.D., Intriери C., Vignani R., Filippetti I., Casino C.D., Scali M., Cresti M. Detection of genetic diversity among clones of cv. Fortana (*Vitis vinifera* L.) by microsatellite DNA polymorphism analysis. *Vitis*, 1997, v.36, pp.147–150.
48. Zulini L., Fabro E., Peterlunger E. Characterisation of the grapevine cultivar Picolit by means of morphological descriptors and molecular markers. *Vitis*, 2005, v.44, pp. 35–38.
49. Jahnke G., Májer J., Varga P., Szőke B. Analysis of clones of pinots grown in Hungary by SSR markers. *Scientia Horticulturae*, 2011, v.129, pp. 32–37 (doi: 10.1016/j.scienta.2011.03.004).
50. Марченко А.О., Голодрига П.Я., Клименко В.П., Пивень Н.М. Соматический эмбриоидогенез в культуре ткани винограда // Физиология и биохимия культурных растений. – 1987. – Т. 19, № 4. – С. 408–411.
Marchenko A.O., Golodriga P.Ya., Piven N.M. Somatic Embryoidogenesis in grapevine tissue culture. *Physiology and Biochemistry of Cultured Plants*. 1987. Vol. 19, № 4. pp. 408–411 (in Russian)
51. Klimenko V. P. Pathological Mitosis and Mixoploidy in the Meristematic Tissues of Grape Plant. *Russian Journal of Developmental Biology*, 2019, vol. 50, № 2, pp. 31–38 (doi: 10.1134/S1062360419020024).
52. Клименко В.П., Павлова И.А. Перспективы использования вегетирующей коллекции винограда in vitro для создания базисных маточников // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2017. – № 3. – С. 6–9.
Klimenko V.P., Pavlova I.A. Prospects for the use of vegetating grapevine collection in vitro to establish basic mother vineyards. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017. № 3. pp. 6–9 (in Russian)
53. Клименко В.П., Павлова И.А. Оздоровление растений винограда in vitro от вирусных болезней // Русский виноград. – 2018. – Т. 7. – С. 76–83.
Klimenko V.P., Pavlova I.A. In vitro sanitation of grape plants to eliminate virus diseases Russian Grape. 2018. Vol. 7. pp. 76–83 (in Russian)
54. Gribaudo I., Gambino G., Bertini S., Bosco D., Cotroneo A., Mannini F. Monitoring the spread of viruses after vineyard replanting with heat-treated clones of *Vitis vinifera* «Nebbiolo». *Journal of Plant Pathology*, 2009, v.91, pp. 633–636 (doi: 10.4454/jpp.v91i3.572).
55. Van Leeuwen C., Destrac-Irvine A. Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. *OENO One*, 2017, v.51, № 2 (doi: 10.20870/oeno-one.2017.51.2.1647).
56. Ключникова Г.Н. Вариабельность урожайности новых сортов винограда // Виноград и вино России. – 2001. – № 1. – С. 22–23.
Kliuchnikova G.N. Yield variability of new grape varieties. *Grapes and Wine of Russia*. 2001. № 1. pp. 22–23 (in Russian)

ORCID ID: Klimenko V. P. orcid.org/0000-0002-7452-0776

Генотипирование сортов винограда селекции Института «Магарач» на основе анализа аллельного полиморфизма SSR локусов

Светлана Михайловна Гориславец, канд. биол. наук, вед. науч. сотр., зав. лабораторией молекулярно-генетических исследований, mgr.magarach@gmail.ru;

Виталий Александрович Володин, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований;

Геннадий Юрьевич Спотарь, мл. науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований, probud@mail.ru;

Валентина Ивановна Рисованная, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., mgr.magarach@gmail.com

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

Обязательными условиями успешного сохранения и использования различных сортов сельскохозяйственных культур является идентификация и контроль генетической изменчивости сортов, для изучения которой используются различные методы, в том числе методы молекулярно-генетического анализа. В связи с быстрым развитием селекции, ежегодно появляются десятки новых сортов винограда, требующих паспортизации. Молекулярные маркеры могут способствовать подбору родительских пар для скрещивания, повышению точности и ускорению селекционного процесса, так как идентификация исходного материала с использованием молекулярных маркеров и анализ результатов скрещивания могут быть выполнены в достаточно короткий период. К наиболее информативным молекулярным маркерам относятся микросателлитные маркеры, основанные на анализе простых повторяющихся повторов (simple sequence repeats, SSR). Анализ полиморфизма SSR локусов позволяет изучить генетическую изменчивость сельскохозяйственных культур на уровне генома. Цель нашего исследования – генотипирование, оценка аллельного разнообразия и ДНК-паспортизация ряда сортов винограда селекции Института «Магарач» на основе SSR анализа. Основным методом, использованным в работе, – полимеразная цепная реакция (ПЦР) и фрагментный анализ продуктов ПЦР на генетическом анализаторе AB 3130. В результате фрагментного анализа были генотипированы 8 селекционных сортов Института «Магарач» по 9 ядерным микросателлитным локусам (nSSR). Размеры аллелей оценены с помощью программы Gene Mapper v. 4.0. Полиморфизм микросателлитных локусов и генетическое разнообразие рассчитано с использованием программы Popgene (v. 1.32). Сравнительный анализ nSSR профилей ДНК изученных сортов позволил установить, что все сорта имеют уникальные профили. Всего идентифицировано 69 аллелей, среднее число аллелей – 7,67 аллелей/локус. На основании размеров аллелей составлены индивидуальные молекулярно-генетические паспорта в соответствии с международными стандартами.

Ключевые слова: виноград; микросателлитные локусы; nSSR; cpSSR; аллельный полиморфизм; молекулярно-генетические паспорта.

ORIGINAL RESEARCH

Genotyping of grape varieties released by the Institute Magarach based on analysis of allelic polymorphism of SSR loci

Svetlana Mikhailovna Gorislavets, Vitalii Aleksandrovich Volodin, Gennadii Yurievich Spotar, Valentina Ivanovna Risovannaya

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

Identification and control of genetic variation of different varieties of agricultural crops enter as prerequisites for their efficient conservation and use. Genetic variation is investigated by means of a wide set of methods, including those relying on molecular-genetic analysis. Every year, dozens of new breedings of grapevine come into being, and their passportization is necessary. Molecular markets can promote selection of parent pairs for crossing, improve efficiency of breeding and accelerate the process as enable both identification of the initial material and analysis of crossing results to be done in a sufficiently short period of time. The highest information value is associated with microsatellite markers consisting of simple sequence repeats (SSR). Analysis of polymorphism of SSR loci allows to investigate genetic variation of agricultural crops at the level of genome. The goals of the study were to conduct genotyping of a number of grape breedings developed by the Institute Magarach, to assess their allelic diversity and to achieve DNA passportization based on SSR analysis. Polymerase chain reaction (PCR) and fragment analysis of PCR products with the use of a genetic analyzer AB 3130 were the main methods the study relied upon. As a result of the aforesaid analysis, eight new breedings of the Institute were genotyped for nine nuclear microsatellite loci (nSSR). The sizes of alleles were assessed using Gene Mapper v. 4.0 software. Popgene (v. 1.32) software was used to calculate polymorphism of microsatellite loci and genetic diversity. A comparative nSSR-analysis of DNA-profiles of the study varieties indicated that all of them had unique profiles. A total of 69 alleles were identified, with 7.67 alleles per locus on an average. Based on the sizes of the alleles, individual molecular-genetic passports of the varieties were made, in accordance with international standards.

Key words: grapevine; microsatellite loci; nSSR; cpSSR; allelic polymorphism; molecular-genetic passports.

Как цитировать эту статью:

Гориславец С.М., Володин В.А., Спотарь Г.Ю., Рисованная В.И. Генотипирование сортов винограда селекции Института «Магарач» на основе анализа аллельного полиморфизма SSR локусов // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4); С. 289-293. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.002

How to cite this article:

Gorislavets S.M., Volodin V.A., Spotar G.Yu., Risovannaya V.I. Genotyping of grape varieties released by the Institute Magarach based on analysis of allelic polymorphism of SSR loci. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4): 289-293. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.002 (in Russian)

УДК:634.85:631.524/.527:57.082.261:577.213.3

Поступила 12.04.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

Введение. Паспортизация сортов представляет собой метод получения генетически детерминированных характеристик с помощью морфологических или молекулярных маркеров. Виноград имеет очень продолжительный ювенильный период, исчисляемый годами. Для описания морфологических характеристик сортов необходимо несколько лет, чтобы растения сорта вступили в период плодоношения. Только на данной фазе развития создаются условия для оценки всех морфологических характеристик, используемых впоследствии для проведения апробационных мероприятий. Кроме того, для регистрации сорта необходимо его сравнение со стандартным сортом при тех же условиях выращивания. А в связи с быстрым развитием селекции,

ежегодно появляются десятки новых сортов винограда, требующих паспортизации. Проблемы идентификации могут быть решены применением для анализа молекулярных ДНК-маркеров. В отличие от морфологических признаков, которые характеризуются высокой фенотипической изменчивостью, ДНК-маркеры не зависят от влияния окружающей среды и отличаются высокой точностью, стабильностью и воспроизводимостью. В основе ДНК-типирования сортов лежит метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Метод ПЦР предполагает использование специфических праймеров и получение множественных копий ПЦР-продуктов (ампликонов) отдельных участков геномной ДНК. Большое количество родственных технологий построено на этом принципе. К наиболее информативным молекулярным маркерам относятся микросателлитные маркеры, основанные на анализе простых повторяющихся повторов (simple sequence repeats, SSR). По сравнению с другими молекулярными ДНК-маркерами, SSR-маркеры отличаются высоким уровнем полиморфизма и могут эффективно использоваться для дифференциации сортов и оценки индивидуальных генетических характеристик [1–4]. Применение данных маркеров для идентификации молодых сеянцев винограда в первый год развития позволяет не дожидаться начала плодоношения, так как они могут быть использованы на любой фазе развития растения. SSR-маркеры позволяют эффективно оценивать родитель–потомок в схемах скрещивания и ускорять селекционный процесс, так как идентификация исходного материала и анализ результатов скрещивания могут быть выполнены в достаточно короткий период [5–7]. Таким образом облегчается подбор родительских пар для скрещивания. ДНК-типирование селекционных сортов может обеспечить контроль за их происхождением, генетической однородностью при закладке маточных насаждений, за идентичностью посадочного материала. Наконец, молекулярная идентификация и паспортизация сортов и ценных форм винограда может расширить возможности системы защиты авторских прав селекционеров. Поэтому в мировой практике для индивидуальной генетической паспортизации сортов растений широко используют SSR-маркеры. На сегодняшний день проведение генетической паспортизации считается актуальной задачей современной селекции. Для генофонда сортов отечественной селекции, а именно сортов селекции Института «Магарач», такие исследования не проводились.

Цель работы – ДНК-паспортизация ряда сортов винограда селекции Института «Магарач» на основе анализа полиморфизма микросателлитных локусов.

Новизна исследования – генотипирование и паспортизация сортов винограда селекции ВНИИВиВ «Магарач» по молекулярным маркерам, изучение изменчивости селекционных генотипов на молекулярно-генетическом уровне. Научная новизна исследования состоит также в отсутствии в мировой и национальной научной практике экспериментальных данных о генетическом разнообразии отечественных сортов винограда селекции ВНИИВиВ «Магарач» и их исход-

ных форм, используемых в селекционных программах. По нашим данным, это первая публикация.

Материалы и методика исследований

Краткая характеристика растительного материала. В исследования включена группа сортов винограда селекции ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» межвидового и внутривидового происхождения: Цитронный Магарача, Рислинг мускатный, Спартанец Магарача, Данко, Крымчанин. Эти сорта имеют техническое направление использования (для производства столовых, игристых, десертных вин и соков). Сорта Бессемянный Магарача, Кишмиш Магарача – столового направления использования. Сорта Данко, Спартанец Магарача и Цитронный Магарача включены в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» (РФ). Образцы растительного материала сортов отображены на национальной ампелографической коллекции ФГБУН «ВНИИВиВ "Магарач" РАН» (п. Вилино, Бахчисарайского района).

Методика исследований. SSR-ПЦР-анализ выполнен на базе лаборатории молекулярно-генетических исследований ФГБУН «ВНИИВиВ "Магарач" РАН». Геномная ДНК экстрагирована из ткани листа и молодого побега с помощью СТАБ буфера с использованием жидкого азота. ПЦР геномной ДНК со специфическими SSR-праймерами проведено на амплификаторе «Eppendorf» с последующим разделением продуктов амплификации на генетическом анализаторе «ABI 3130» (SSR-ПЦР). Для генотипирования сортов использовали 9 ядерных и 3 хлоропластных микросателлитных локуса (nSSR и cpSSR): VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VrZAG62 и VrZAG79, ccmp3, ccmp5, ccmp10 в соответствии с методикой и рекомендациями [8–10]. В качестве контроля размеров аллелей использованы ДНК референсных сортов Саперави, Шардоне и Каберне-Совиньон. ПЦР ампликоны проанализированы методом фрагментного анализа на генетическом анализаторе АВ 3130. Размеры аллелей оценены с помощью программы Gene Mapper v. 4.0. Полиморфизм микросателлитных локусов и генетическое разнообразие рассчитано с использованием программы Porgene (v. 1.32).

Результаты. В результате фрагментного анализа были получены микросателлитные профили 9 nSSR локусов сортов селекции Института «Магарач»: Рислинг мускатный, Спартанец Магарача, Данко, Цитронный Магарача, Крымчанин, Поливитис Магарача, а также родительских форм – Курган, Кировабадский столовый и Сверххранний бессемянный. Сравнительный анализ микросателлитных профилей ДНК изученных сортов позволил установить, что все сорта имеют уникальные профили, синонимов и омонимов не выявлено.

В нескольких локусах сила сигнала была очень слабой и не позволила точно интерпретировать полученный результат. Размеры аллелей в этих локусах обозначены как (0).

Полиморфизм SSR локусов проявляется в различных размерах аллелей, выраженный в парах нуклеоти-

дов (п.н.). Для характеристики полиморфизма микросателлитных локусов были проанализированы следующие показатели: частота аллелей, среднее количество аллелей на локус, наблюдаемая и ожидаемая гетерозиготность и др. Уровень полиморфизма составил 100%. Всего в 9 микросателлитных локусах идентифицировано 69 аллелей, среднее число аллелей – 7,67 аллелей/локус, что соответствует аналогичным показателям среди европейских сортов (7,2 – 7,8 аллеля /локус).

Минимальное количество аллелей идентифицировано в локусе VVMD25 (5 аллелей), VVMD7 и VVMD27 (6 аллелей). Наиболее полиморфными были локусы VVMD5 и VVMD28 (10 и 11 аллелей, соответственно) (табл. 1).

С высокой частотой встречались генотипы, несущие аллели 133 п.н. в локусе VVS2 ($p=0,41$), 271 п.н. в локусе VVMD32 ($p=0,35$) и 188 п.н. локус VrZAG62 (табл. 2)

Эффективное число аллелей (N_e) является мерой генетического разнообразия. Среднее значение N_e – 5,72, максимальное – 8,34 (ssr VVMD28), минимальное – 4,10 (ssr VVS2). Ожидаемая гетерозиготность (H_e) составила 0,858, средняя гетерозиготность ($AveH_e$) – 0,82, которая варьировала в диапазоне от 0,76 (ssr VVS2) до 0,88 (ssr VVMD28). Среднее значение фактической гетерозиготности (H_o) было высоким и составило 0,864, что было выше, например, чем в выборках крымских и донских аборигенных сортов винограда (0,76, и 0,82, соответственно) и [4, 11]. Полученное значение H_o (0,864) почти совпадало с ожидаемой (0,858), т.е. отклонение от равновесия по Харди-Вайнбергу было незначительным. Индекс разнообразия Шеннона составил 1,86 (табл. 3).

На основе результатов генотипирования по 9 nSSR локусам созданы молекулярно-генетические паспорта сортов, которые по рекомен-

Таблица 1. Аллельное разнообразие 9 ядерных микросателлитных локусов (nSSR), полученное в данном исследовании

Table 1. Allelic diversity of 9 nuclear microsatellite loci (nSSR) as established in this study

№	Локус	Количество аллелей	Размеры аллелей, п.н.
1	ssrVVS2	7	131, 133, 135, 141, 143, 149, 153
2	ssrVVMD5	10	223, 225, 229, 232, 234, 236, 238, 242, 244, 248
3	ssrVVMD7	6	239, 243, 245, 247, 249, 253
4	ssrVVMD25	5	238, 240, 244, 248, 254
5	ssrVVMD27	6	176, 178, 182, 184, 186, 191
6	ssrVVMD28	11	216, 227, 233, 235, 239, 243, 247, 254, 257, 259, 267
7	ssrVVMD32	7	239, 243, 249, 251, 255, 257, 271
8	ssrVrZAG62	8	182, 186, 188, 190, 194, 196, 202, 204
9	ssrVrZAG79	9	244, 245, 248, 250, 252, 253, 256, 258, 260

дации [8] представлены как «n+x», где «n» – стандартный минимальный размер аллеля для каждого локуса, а «x» – разница в размере аллеля данного локуса, идентифицированная в конкретном генотипе винограда. Полученные генетические паспорта сортов винограда на основе анализа микросателлитных профилей включены в банк данных (табл. 4)

Результаты генотипирования сортов по трем cpSSR локусам csmr3, csmr5, csmr10 выявили наличие четырёх гаплотипов по классификации Agtoyo-Garcia и сотр.: D, H, G и C [10].

Выводы. SSR-маркеры, использованные в нашем исследовании, являются одной из наиболее эффективных ДНК-маркерных систем, используемых в селекции и генетике культурных растений для генотипирования, оценки уровня полиморфизма, изучения родословных и паспортизации сортов. Ранее, по результатам анализа аллельного полиморфизма данных SSR локусов оценены генетические отношения некоторых селекционных и аборигенных сортов винограда [4-6, 12]. В настоящем исследовании винограда получены микросателлитные профили, на основе которых составлены индивидуальные молекулярно-генетические паспорта в соответствии с международными стандартами. Анализ микросателлитных профилей ДНК изученных сортов позволил

Таблица 2. Частота аллелей nSSR в генотипах исследованных сортов винограда

Table 2. Allelic frequency (nSSR) of the study genotypes

Аллели VVS2		Аллели VVMD5		Аллели VVMD7		Аллели VVMD25		Аллели VVMD27		Аллели VVMD28		Аллели VVMD32		Аллели VrZAG62		Аллели VrZAG79	
п.н.	P	п.н.	P	п.н.	P	п.н.	P	п.н.	P	п.н.	P	п.н.	P	п.н.	P	п.н.	P
131	0.14	223	0.05	239	0.23	238	0.28	176	0.15	216	0.09	239	0.10	182	0.13	244	0.18
133	0.41	225	0.20	243	0.09	240	0.17	178	0.20	227	0.05	243	0.10	186	0.06	245	0.09
135	0.05	229	0.10	245	0.09	244	0.11	182	0.30	233	0.09	249	0.10	188	0.38	248	0.14
141	0.18	232	0.25	247	0.23	248	0.17	184	0.05	235	0.05	251	0.10	190	0.06	250	0.09
143	0.05	234	0.05	249	0.18	254	0.28	186	0.20	239	0.05	255	0.20	194	0.13	252	0.09
149	0.14	236	0.10	253	0.18			191	0.10	243	0.14	257	0.05	196	0.06	253	0.05
153	0.05	238	0.10							245	0.05	271	0.35	202	0.06	256	0.18
		242	0.05							247	0.05			204	0.13	258	0.14
		244	0.05							254	0.05					260	0.05
		248	0.05							257	0.23						
										259	0.14						
										267	0.05						

п.н. – размер аллеля в парах нуклеотидов; P – частота встречаемости аллеля

Таблица 3. Характеристика полиморфизма микросателлитных локусов

Table 3. Characterization of polymorphism of microsatellite loci

Локус	Na	Ne	Ho	He	AveHet	I
ssrVVS2	7	4.1017	0.8182	0.7922	0.7562	1.6405
ssrVVMD5	10	6.8966	0.8000	0.9000	0.8550	2.1082
ssrVVMD7	6	5.3778	1.0000	0.8528	0.8140	1.7293
ssrVVMD25	5	4.5000	0.7778	0.8235	0.7778	1.5530
ssrVVMD27	6	4.8780	0.9000	0.8368	0.7950	1.6696
ssrVVMD28	12	8.3448	0.9091	0.9221	0.8802	2.2996
ssrVVMD32	7	4.8780	1.0000	0.8368	0.7950	1.7601
ssrVrZAG62	8	4.9231	0.7500	0.8500	0.7969	1.8407
ssrVrZAG79	9	7.5625	0.8182	0.9091	0.8678	2.0983
Mean	7.78	5.7181	0.8637	0.8582	0.8153	1.8555
St. Dev	2.22	1.4978	0.0929	0.0433	0.0427	0.2543

Na – общее число идентифицированных аллелей; Ne – эффективное число аллелей; Ho – фактическая гетерозиготность; He – ожидаемая гетерозиготность; AveHet – средняя гетерозиготность; I – индекс разнообразия Шеннона; Mean – средние; St. Dev – стандартное отклонение.

Таблица 4. Коды (молекулярные паспорта) генотипов сортов винограда селекции Института «Магарач»

Table 4. Codes (passports) of grape genotypes developed by the Institute Magarach

Сорт	Молекулярно-генетические коды (паспорта сортов)
Рислинг мускатный	VVMD5 n+4/n+6 VVMD7 n+14/n+18 VVMD25 0 /0 VVMD27 0/ 0 VVMD28 n+12/n+30 VVMD32 n+17/n+37 VVS2 n+12/n+28 VrZAG62 n+8/n+8 VrZAG79 n+7/n+18
Спартанец Магарача	VVMD5 n+12/n+24 VVMD7 n+8/n+18 VVMD25 n+4/n+20 VVMD27 n+6/n+10 VVMD28 n+2/n+32 VVMD32 n+5/n+17 VVS2 n+10/n+20 VrZAG62 n+22/n+30 VrZAG79 n+6/n+6
Данко	VVMD5 n+6/n+16 VVMD7 n+8/n+18 VVMD25 n+4/n+14 VVMD27 n+12/n+14 VVMD28 n+20/n+42 VVMD32 n+15/n+23 VVS2 n+20/n+22 VrZAG62 0/6 VrZAG79 n+7/n+16
Цитронный Магарача	VVMD5 n+6/n+22 VVMD7 n+8/n+16 VVMD25 n+6/n+20 VVMD27 n+4/n+4 VVMD28 n+2/n+44 VVMD32 n+21/n+37 VVS2 n+10/n+12 VrZAG62 n+16/n+30 VrZAG79 n+14/n+18
Крымчанин	VVMD5 n+12/n+12 VVMD7 n+16/n+18 VVMD25 n+4/n+4 VVMD27 n+6/n+19 VVMD28 n+24/n+44 VVMD32 n+9/n+15 VVS2 n+12/n+14 VrZAG62 n+14/n+28 VrZAG79 n+18/n+18
Бессемянный Магарача	VVMD5 n+6/n+10 VVMD7 n+16/n+22 VVMD25 n+20/n+20 VVMD27 n+6/n+10 VVMD28 n+28/n+42 VVMD32 n+21/n+37 VVS2 n+12/n+12 VrZAG62 n+12/n+14 VrZAG79 n+6/n+10
Кишмиш Магарача	VVMD5 n+10/n+12 VVMD7 n+16/n+22 VVMD25 n+14/n+20 VVMD27 n+10/n+19 VVMD28 n+28/n+42 VVMD32 n+21/n+37 VVS2 n+12/n+28 VrZAG62 n+14/n+20 VrZAG79 n+12/n+20
Катта Курган	VVMD5 n+18/n+18 VVMD7 n+12/n+22 VVMD25 n+10/n+14 VVMD27 n+4/n+10 VVMD28 n+18/n+18 VVMD32 n+21/n+37 VVS2 n+28/n+32 VrZAG62 n+14/n+14 VrZAG79 n+10/n+20
Кировабадский столовый	VVMD5 n+12/n+16 VVMD7 n+8/n+14 VVMD25 n+4/n+6 VVMD27 n+10/n+14 VVMD28 n+42/n+44 VVMD32 n+9/n+37 VVS2 n+12/n+12 VrZAG62 0/0 VrZAG79 n+6/n+14
Сверхранний бессемянный	VVMD5 0/0 VVMD7 n+16/n+22 VVMD25 0/0 VVMD27 n+6/n+14 VVMD28 n+28/n+42 VVMD32 0/0 VVS2 n+12/n+20 VrZAG62 0/0 VrZAG79 n+10/n+12

установить, что все сорта имеют уникальные профили, синонимов и омонимов не выявлено. Оценена генетическая изменчивость, а именно: уровень полиморфизма составил 100%. Всего в 9 микросателлитных локусах идентифицировано 69 аллелей, среднее число аллелей – 7,67 аллелей/локус, что соответствует аналогичным показателям среди европейских сортов (7,2 – 7,8 аллеля /локус). Эффективное число аллелей (Ne) составило 4.10 – 8.34/локус. Установлено, что с высокой частотой встречались селекционные генотипы, несущие аллели 133 п.н. в локусе VVS2 ($p=0,41$), 271 п.н. в локусе VVMD32 ($p=0,35$) и 188 п.н. в локусе VrZAG62. Среднее значение фактической гетерозиготности (Ho) было высоким и составило 0.864, что было выше, например, чем в выборках крымских и донских аборигенных сортов винограда.

Источники финансирования:

Работа выполнена в рамках ГЗ №0833-2015-0019

Financing source:

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

Конфликт интересов

Не заявлен

Conflict of interests:

Not declared.

Список литературы/References

- Maul E., Topfer R., Carka F. et al. 2015. Identification and characterization of grapevine genetic resources maintained in Eastern European Collections // Vitis (Special issue). 2015. Vol. 54. pp. 5-12.
- Riaz S., Lorenzis G., Velasco D., Koehmstedt A., Maghradze D., Bobokashvili Z., Musayev M., Zdunic G., Laucou V.,

- Walker A., Failla O., Preece J., Aradhya M. and Arroyo-Garcia R. Genetic diversity analysis of cultivated and wild grapevine (*Vitis vinifera* L.) accessions around the Mediterranean basin and Central Asia. BMC Plant Biology (2018) 18:137 <https://doi.org/10.1186/s12870-018-1351-0>
3. Sadiye Peral Eyduvan, Sezai Ercisli, Meleksen Akin & Ecevit Eyduvan. Genetic characterization of autochthonous grapevine cultivars from Eastern Turkey by simple sequence repeats (SSRs). Biotechnology & Biotechnological equipment, 2016 Vol. 30, №. 1, pp. 26-31.
 4. Gorislavets S., Bacilieri R., Risovannaya V., Memetova E., Laucou V. Genetic diversity of ancient grape cultivars of the Crimea region. Vitis (Special issue). 2015. Vol. 54. pp. 37-41.
 5. Gorislavets S., Risovanna V., Bacilieri R., Hausman J.F. and Heuertz M. A Parentage Study of Closely Related Ukrainian Wine Grape Varieties using Microsatellite Markers. Cytology and Genetics. 2010. Vol. 44. №2. pp. 95-102.
 6. Гориславец С.М., Рисованная В.И. Генотипирование сорта винограда Бессемянный Магарача и анализ его происхождения с использованием SSR маркеров // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2018. – №4. С.19-21.
Gorislavets S.M., Risovannaya V.I., Spotar G.Yu., Volodin V.A. Genotyping of Bessemyannyi Magaracha grape variety and analysis of its origin using SSR markers. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018. №4. pp. 19-21 (in Russian).
 7. Рисованная В.И., Гориславец С.М. К вопросу о генетическом родстве сортов винограда Джеват Кара и Буланий // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2018. – №2. – С. 4-6.
Risovannaya V.I., Gorislavets S.M. To the issue of genetic affinity of Gevat Kara and Bulanyi grapes. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018. №2. pp. 4-6 (in Russian).
 8. This P. A. Jung, P. Voccacci [et al.] Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivar // Theor. Appl. Genet. 2004. Vol. 109 (7). pp. 1448-1458.
 9. Laucou V. T., Lacombe, F. Dechesne et al. High through put analysis of grape genetic diversity as a tool for germ plasm collection management // Theor. Appl. Genet. 2011. Vol.122. pp. 1233-1245.
 10. Arroyo-Garcia R. Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp sativa) based on chloroplast DNA polymorphism. Arroyo-Garcia R, Ruiz-Garcia L., Bolling L., et al. Mol. Ecol. 2006. 15. pp. 3707-3714. DOI: 10.1111/j.1365-294X.2006.03049.x
 11. Ильницкая Е.Т., Наумова Л.Г., Ганич В.А., Токмаков С.В., Макаркина М.В. Генетический полиморфизм редких и малораспространенных аборигенных донских генотипов *Vitis vinifera* L. // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2019. – Т.21., № 3 - С. 191-197.
Ilnitskaya E.T., Naumova L.G., Ganich V.A., Tokmakov S.V., Makarkina M.V. Genetic polymorphism of rare and less common autochthonous Don grapevine varieties *Vitis vinifera* L. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(3): 191-197 (in Russian).
 12. Гориславец С.М., Меметова Э.Ш., Рисованная В.И. ДНК профилирование сортов винограда Манжил ал, Шабаш и Шабаш крупноягодный и уточнение их генетических взаимосвязей на основе анализа микросателлитных локусов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2015. – № 3. – С. 17-18.
Gorislavets S.M., Memetova E.Sh., Risovannaya V.I. DNA profiling of grape varieties Manzhil al, Shabash and Shabash krupnoiagodnyi and clarification of their genetic relationships using microsatellite loci. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015, № 3, pp. 17-18 (in Russian).

ORCID ID:
Гориславец С.М.: 0000-0002-6749-8048
Володин В.А.: 0000-0002-2842-6092
Спотарь Г.Ю.: 0000-0001-6725-250X
Рисованная В.И.: 0000-0003-2208-798X

Исследование аллельного разнообразия VvMybA1 клоновых популяций распространенных винных сортов

Александр Валериевич Милованов¹, канд. биол. наук, старший преподаватель;

Елена Тарасовна Ильницкая², канд. биол. наук, заведующая лабораторией сортоизучения и селекции винограда;

Андрей Сергеевич Звягин¹, канд. биол. наук, науч. сотр.;

Виталий Владиславович Радченко¹, канд. биол. наук, науч. сотр.;

Андрей Георгиевич Кощаев¹, д-р биол. наук, профессор;

Леонид Петрович Трошин¹, д-р биол. наук, профессор

¹ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», г. Краснодар, 350044, ул. Калинина 13

²ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», г. Краснодар, 350901, ул. 40 лет Победы

Изучение агробιοлогических свойств сортов в привязке к их генетике имеет важное значение как для прикладных, так и для фундаментальных исследований. Одним из наиболее ярко выраженных признаков у виноградного растения является наличие или отсутствие антоциановой окраски ягод, которая, в свою очередь, контролируется кластером генов MYB, расположенных во второй хромосоме кариотипа. Особенный интерес для научного сообщества представляют клоны сортов, являющихся референсными при сравнении для изучения генетического разнообразия рода *Vitaceae*. Таким образом, в статье представлены результаты изучения строения аллелей гена VvMybA1 у 32 клонов известных распространенных сортов винограда: Мерло, Каберне-Совиньон, Рислинг, Алиготе, Пино белый и Совиньон блан. В результате, у всех клонов были выявлены аллели гена VvMybA1, характерные для окрашенных и неокрашенных сортов. Это же подтверждается результатом сравнения секвенированных последовательностей с базой данных NCBI, при помощи сервиса NCBI BLAST. Для всех клонов неокрашенных сортов было установлено наличие аллели с ретроинтерпоновой вставкой, блокирующей нормальную экспрессию гена и, следовательно, детерминирующего отсутствие антоцианинов в ягодах. Также были обнаружены одно- и динуклеотидные замены, являющиеся общими для групп и некоторых отдельных клонов и в целом характерные для белоягодных и краснаягодных сортов. Помимо этого, были выявлены мутационные различия, характерные для конкретных клонов, которые, в свою очередь, выражены в двоении нуклеотидных пиков при секвенировании и объясняются гетерогенностью изученных генотипов, то есть их происхождением. Таким образом, при изучении клонов шести сортов было подтверждено наличие в них характерных аллелей, выявлены уникальные для окрашенных и неокрашенных сортов изменения, а также созданы референсные последовательности генов сортов, содержащихся на ампелографическом участке Анапской зональной опытной станции, которые могут использоваться в дальнейшей работе по изучению данного признака.

Ключевые слова: *Vitis vinifera* L.; виноград, винные сорта, VvMybA1, ген, аллель, клон, гетерогенность

ORIGINAL RESEARCH

A study of VvMybA1 allele diversity in populations of clones of popular wine grape varieties

Aleksandr Valerievich Milovanov¹, Elena Tarasovna Ilnitskaia², Andrei Sergeevich Zviagin¹, Vitalii Vladislavovich Radchenko¹, Andrei Georgievich Koshchaev¹, Leonid Petrovich Troshin¹

¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education FSBEI HE "Kuban State Agrarian University named after I. T. Trubilin", 13 Kalinina Str., 350044, Krasnodar, Russia

²Federal State Budget Scientific Institution North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39,40-letiya Pobedy Str., 350901, Krasnodar, Russia

Research into agrobιοlogical characteristics of grape varieties in connection with their genetics is important both for applied and fundamental studies. The presence or absence of anthocyanin color of the berries is one of the best expressed traits of grape plant. This trait is controlled by the cluster of MYB genes located in the second chromosome of the karyotype. Some grape varieties serve as references in comparative studies aimed to investigate the Vitaceae genetic diversity, and clones of such varieties are of special interest. The paper reports findings regarding the structure of alleles of VvMybA1 gene in 32 clones of popular grape varieties: 'Merlot', 'Aligoté', 'Cabernet Sauvignon', 'Pinot blanc', 'Riesling' and 'Sauvignon blanc'. Alleles of VvMybA1 gene that are typical of varieties with colored or noncolored berries were detected in all study clones, and this was confirmed by comparing the sequenced sequences to the NCBI database with the aid of the NCBI BLAST service. It was established that all study clones of varieties with noncolored berries had an allele with a retrotransposon insertion blocking normal expression of the gene which, therefore, determines the absence of anthocyanins in the berries. One- and di-nucleotide replacements common to groups of the study clones and to some individual study clones were also detected. These replacements are, on the whole, typical of white- and red-berried grape varieties. In addition, mutation-related differences typical of definite clones were revealed. These differences manifest themselves by double nucleotide peaks in sequencing and can be ascribed to heterogeneity of the study genotypes, i. e. their origin. Thus, the presence of typical alleles in the study clones of six grape varieties was confirmed, changes unique to varieties with colored and noncolored berries were revealed, and reference sequences of genes maintained in the collection plot of the Anapa Zonal Experiment Station were developed, for further research into the trait of interest.

Key words: *Vitis vinifera* L.; grapevine; wine varieties; VvMybA1; gene; allele; clone; heterogeneity.

Как цитировать эту статью:

Милованов А.В., Ильницкая Е.Т., Звягин А.С., Радченко В.В., Кощаев А.Г., Трошин Л.П. Исследование аллельного разнообразия VvMybA1 клоновых популяций распространенных винных сортов. «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4); С. 294-298. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.003

How to cite this article:

Milovanov A.V., Ilnitskaia E.T., Zviagin A.S., Radchenko V.V., Koshchaev A.G., Troshin L.P. A study of VvMybA1 allele diversity in populations of clones of popular wine grape varieties. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4): 294-298. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.003 (in Russian)

УДК 577.21

Поступила 03.09.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

Введение.

Vitis vinifera L. – одна из наиболее древних и распространенных растительных культур, издавна выращиваемых человеком. Как известно, чаще всего данная культура используется для дальнейшей переработки урожая в вино. А хорошее вино – это продукт, обладающий балансом множества различных характеристик, например, кислотность, сахаристость, наличие различных аминокислот и т.д. В свою очередь, такие общие показатели как качество и количество вина зависят от еще большего числа факторов, таких как почвенно-климатические условия, наличие полива и наличие вредителей [1, 2]. Тем более, установлено, что цены на вино,

произведенное на одной и той же территории, могут варьировать различное количество раз из года в год только из-за годовых погодных условий [1]. С другой стороны, стоимость вина, произведенного в один год, может варьировать из-за области, где оно произведено [1, 3].

Помимо этого, климат и агротехнология выращивания в совокупности с внутренними факторами сильно влияют на продолжительность жизни вина, и после откупоривания бутылки со временем его вкус и качество могут сильно изменяться, поэтому возможность сохранения продукта создает еще более высокий и желанный для потребителя класс вин [13, 14, 21, 26].

Очевидным фактом является то, что цвет играет важную роль в представлении потребителем возможного вкуса выбранного вина и других его достоинств [18, 24, 29]. Наличие пигментных компонентов влияет на состав вина, например, наличие антиоксидантов в красных винах [25, 32]. В частности, в молодых красных винах окраска усиливается также за счет содержания полифенольных соединений, присутствующих в кожице ягод, наиболее распространенными из которых являются антоцианины [5].

Как было установлено, антоциановая окраска ягод винограда контролируется кластером генов, расположенных в хромосоме 2 [4, 15, 22]. Этот локус близкородственен к R2R3-MYB генам и псевдогенам, среди которых функциональны MYBA1 и MYBA2, являющиеся двумя смежными транскрипционными факторами, регулирующими окраску ягод. Помимо них существуют MYBA3 и MYBA4, при этом они не показали наличие значительного (MYBA3) или какого-либо (MYBA4) влияния на синтез антоцианов [10, 31]. Таким образом, в настоящее время научным сообществом в основном изучаются строение и экспрессия именно двух генов VvMybA1 и VvMybA2, у которых было открыто наличие аллелей, различных по своему строению, детерминированию признака и экспрессии, в том числе и возникающих при соматических мутациях [10, 11, 19].

На данный момент описаны различные варианты строения аллелей данных генов как для окрашенных сортов, так и для неокрашенных [17, 19]. При этом важно отметить, что была выявлена не только потеря окраски у мутантных форм [31], но и ее восстановление [4], что, конечно же, является интересным для конечного потребителя. Поэтому в нашем исследовании мы поставили целью изучение строения аллелей гена VvMybA1 у ранее отобранных клоновых форм для сравнения с результатами, полученными ранее, и накопление данных о референсных сортах для их последующего использования в исследованиях.

Материалы и методы.

В качестве растительного материала для изучения были взяты 32 клоновые формы различных близкородственных западно-европейских сортов: Мерло, Каберне-Совиньон, Рислинг, Алиготе, Пино белый и Совиньон блан (табл.).

Выделение ДНК из свежих листьев, отобранных на ампелографическом участке Анапской зональной опытной станции, проводили модифицированным ЦТАБ-методом с добавлением меркаптоэтанола [20] для выделения ДНК из высушенных растительных тканей – набором QIAGEN [9]. Для амплификации специфических областей из изученных геномов применяли праймеры и параметры ПЦР, описанные Azuma и др. [4]. Разделение продуктов амплификации проводилось в 2%-ном агарозном геле, после чего фрагменты вырезались и очищались при помощи набора Cleanup Standart компании ЗАО «Евроген Ру» (<http://evrogen.ru/kit-user-manuals/BC022.pdf>). Секвенирование проводилось по методу Сенгера компанией ЗАО «Евроген Ру» с использованием прямого и обратного праймеров (<http://evrogen.ru/services/>

Таблица. Список клонов, использованных в работе

Table. List of clones used in the study

№	Название
1	Каберне-Совиньон 15 КМ
2	Каберне-Совиньон 15 КМ 2
3	Совиньон блан 2
4	Рислинг 3-14-9-9-1
5	Рислинг 3-14-11-11-1
6	Мерло 14МГ
7	Пино белый 31
8	Рислинг 2-19-6-1
9	Пино белый 6
10	Совиньон блан
11	Рислинг 7-15-107-7р
12	Каберне-Совиньон 337
13	Рислинг 7-12-201-15-1
14	Рислинг 3-14-4-11-1
15	Совиньон блан 3
16	Алиготе
17	Каберне-Совиньон 169
18	Каберне-Совиньон 5А
19	Каберне-Совиньон 217
20	Рислинг Алькадар 34а
21	Рислинг 9-9-1
22	Рислинг 7-11-18-9-1
23	Совиньон блан 3
24	Рислинг К-830
25	Совиньон блан 4
26	Пино белый 32
27	Пино белый 46
28	Рислинг
29	Мерло клон Громатенко
30	Рислинг 9-6-4
31	Рислинг 3-14-20-9-2
32	Рислинг 34г

sequencing/service-sequencing.shtml).

Обзор сиквенсов производился с помощью программы Unipro UGENE [23]. Сходство выявленных последовательностей с ранее изученными проводили с использованием базы данных NCBI, используя BLAST, blastx и CD-search [16]. Выравнивание последовательностей проводилось при помощи ClustalO [28]. Анализ на наличие мутационных изменений выполняли при помощи интерфейса MView [8].

Результаты.

В результате работы было изучено строение последовательностей аллелей гена VvMybA1 у 32 клонов, принадлежащих к 6 распространенным сортам винограда. Для определения принадлежности аллелей и установления особенности их строения, в сравнении с уже известными генотипами, мы провели поиск данных сиквенсов в базе данных NCBI. В результате анализа было выявлено, что сорта имеют аллели, характерные для краснойгодных и белаягодных генотипов. В

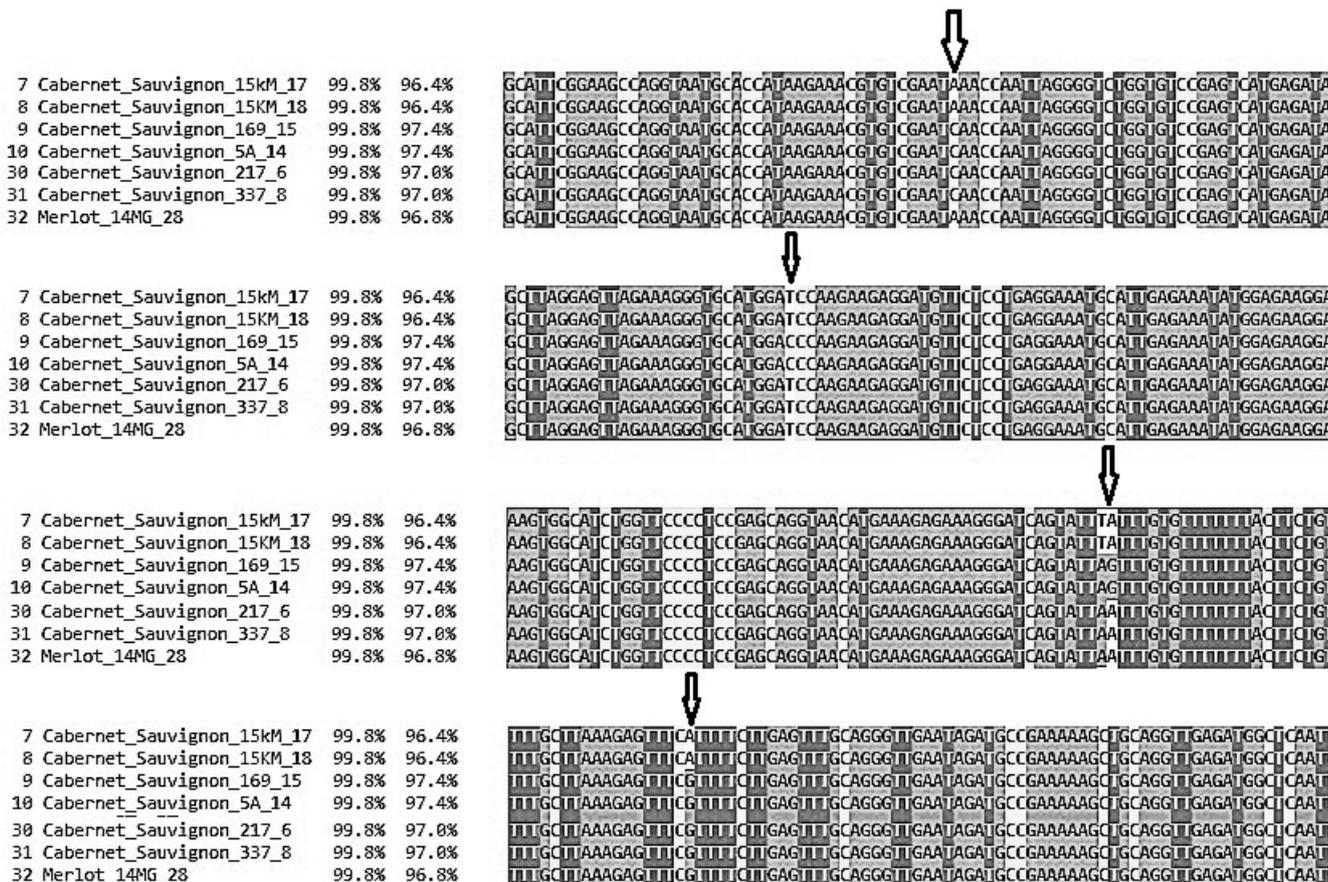


Рис. 1. Сравнение последовательностей изученных генотипов с выявленными различиями в программе ClustalO
Figure 1. Comparison of sequences of the study genotypes with the differences revealed using the program ClustalO

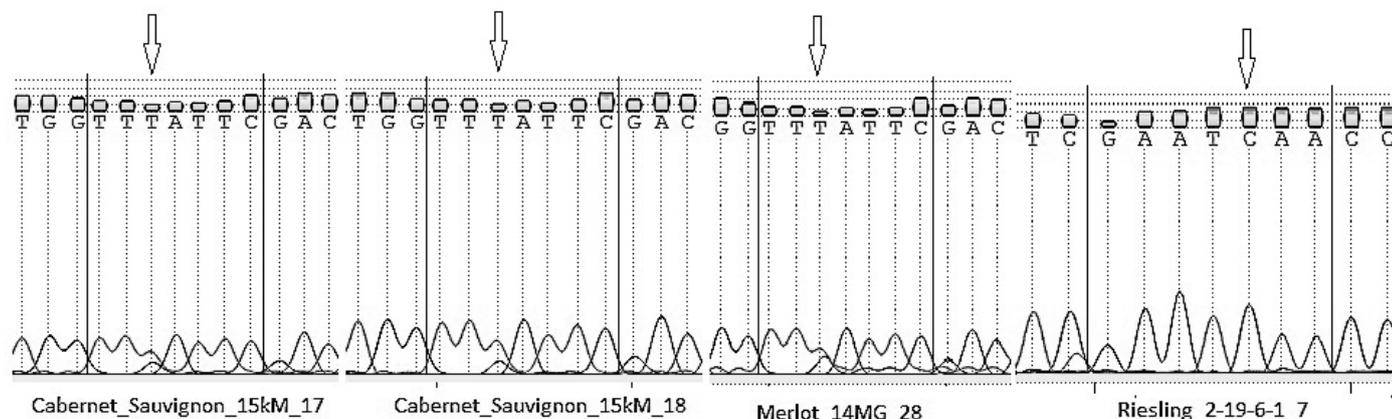


Рис. 2. Сравнение последовательностей окрашенных и неокрашенных генотипов
Figure 2. Comparison of sequences of the study genotypes with colored and noncolored berries

целом и общем, для клоновых генотипов, относящихся к сортам Рислинг, Пино белый, Совиньон белый и Алиготе, не было обнаружено изменений или гетерогенности в строении их аллелей, а строение их было характерным для белоягодных сортов [27, 33]. В это же время в последовательностях клонов сортов Каберне-Совиньон и Мерло были выявлены как изменения, так и гетерогенность, что само по себе интересно.

Таким образом, мы можем увидеть, что у некоторых генотипов имеются отличия, выраженные в моно- и динуклеотидных заменах. При этом отличия показали парные клоны, например, Каберне-Совиньон 15KM, что повышает вероятность достоверности. Интересно также отметить, что клон Мерло 14МГ также показал отличия, схожие с другими краснаягодными

генотипами, имеющими такие же мутации. Несмотря на это, мы провели поиск данных мест в сиквенсах при помощи программы Unipro UGENE.

Изученные окрашенные генотипы имеют отличия в строении последовательности их аллелей (рис. 2). Основное отличие заключается в раздвоении «пиков» при секвенировании, что говорит о наличии сразу двух аллелей, характерных для окрашенных и неокрашенных сортов. Данный вывод можно сделать при поиске того же участка у сорта Рислинг, где аденин заменен на цитозин, в то время как окрашенные сорта имеют обе аллели, что выражается в «двоении» нуклеотидов.

Была выявлена еще один сайт двоения последовательности при секвенировании, что отмечено стрел-

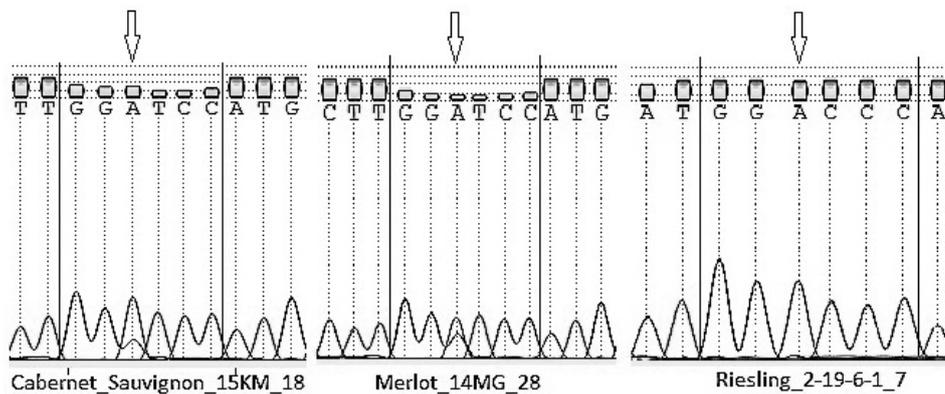


Рис. 3. Нуклеотидные замены, выявленные между окрашенными и неокрашенными сортами

Figure 3. Nucleotide replacements revealed in the study genotypes with colored and noncolored berries

кой на рисунке. Интересным является то, что имеется замена последующего нуклеотида: у окрашенных сортов – тимин, в то время как у неокрашенных – цитозин. Следует отметить, что такие же различия были выявлены и в 298, 299 и 398 нуклеотидах, где обнаружено раздвоение сиквенса. Тем не менее, у клонов Каберне-Совиньон было выявлено наличие аллели, имеющей ретроинверсионную вставку, характерную для сорта Совиньон блан и ответственную за отсутствие окраски. Очевидно, что она могла быть получена им от одного из предков и также была обнаружена посредством секвенирования, которое показало раздвоение некоторых нуклеотидов [7, 30]. Для клонов сорта Мерло установлено, что он является непосредственным родственником сорта Каберне-Совиньон, так как одним из его предполагаемых родителей является Каберне фран [6].

Выводы.

Таким образом, проведенные исследования показали, что изученные генотипы имеют аллели, характерные для групп сортов, обладающих и не обладающих окраской ягод. В то же время исследованные сорта имеют отличия, которые характерны для разных агробиологических групп. Например, для всех белоягодных сортов выявлена схожесть с сортами и клонами, изученными ранее, что говорит о возможности их использования в дальнейшей сравнительной геномике. То же можно сказать об окрашенных сортах, так как у них было подтверждено наличие искомым аллелей, позволяющих экспрессировать антоциановую окраску. Тем не менее, для поиска различий между клонами рекомендуется использовать более переменные участки. Если говорить о генах, контролирующих антоциановую окраску, то наиболее вероятным представляется промотерная последовательность гена VvMybA2, в котором было выявлено наличие 19 полиморфных сайтов [15]. Можно сделать вывод о том, что, хотя клоны не имеют между собой отличия в изученных генах, но обладают аллелями, характерными для сортов, имеющих и не имеющих окраску. Это позволяет их использовать в дальнейших исследованиях как референсные сорта.

Источник финансирования

Работа поддержана грантом РФФИ и Админи-

страции Краснодарского края № 19-44-233003.

Financing source

The research was supported by a grant of the RFBR and the Administration of the Krasnodar region (N 19-44-233003).

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/ References

1. Ashenfelter O. Predicting the prices and quality of Bordeaux wines . The Economic Journal. 2008. №. 529. pp. 174-184.
2. Ashenfelter O., Storchmann K. The economics of wine, weather, and climate change . Review of Environmental Economics and Policy. 2016. №. 1. pp. 25-46.
3. Ashenfelter O., Storchmann K. Using a hedonic model of solar radiation to assess the economic effect of climate change: the case of Mosel Valley vineyards . National Bureau of Economic Research. 2006. №. 12. pp. 122-130.
4. Azuma A., Kobayashi S., Goto-Yamamoto N. et al. Color recovery in berries of grape (*Vitis vinifera* L.) 'Benitaka', a bud sport of 'Italia', is caused by a novel allele at the VvmybA1 locus . Plant Science. 2009. №. 4. pp. 470-478.
5. Boulton R. The copigmentation of anthocyanins and its role in the color of red wine: A critical review . American journal of enology and viticulture. 2001. №. 2. pp. 67-87.
6. Boursiquot J. M., Lacombe T., Laucou V. et al. Parentage of Merlot and related winegrape cultivars of southwestern France: discovery of the missing link . Australian Journal of Grape and Wine Research. 2009. №. 2. pp. 144-155.
7. Bowers J. E., Meredith C. P. The parentage of a classic wine grape, Cabernet Sauvignon . Nature genetics. 1997. №. 1. pp. 84.
8. Brown N. P., Leroy C., Sander C. MView: a web-compatible database search or multiple alignment viewer . Bioinformatics (Oxford, England). 1998. №. 4. pp. 380-381.
9. Drábková L., Kirschner J. A. N., Vlček Ć. Comparison of seven DNA extraction and amplification protocols in historical herbarium specimens of Juncaceae . Plant Molecular Biology Reporter. 2002. №. 2. pp. 161-175.
10. Ferreira V., Castro I., Carrasco D. et al. Molecular characterization of berry skin color reversion on grape somatic variants . Journal of Berry Research. 2018. №. 3. pp. 147-162.
11. Ferreira V., Fernandes F., Carrasco D. et al. Spontaneous variation regarding grape berry skin color: A comprehensive study of berry development by means of biochemical and molecular markers . Food research international. 2017. pp. 149-161.
12. Ferreira V., Pinto-Carnide O., Arroyo-García R. et al. Berry color variation in grapevine as a source of diversity . Plant Physiology and Biochemistry. 2018. №. 4. pp. 240-251.
13. Fogarty J. J. Wine investment and portfolio diversification gains . Journal of Wine Economics. 2010. №. 1. pp. 119-131.
14. Fogarty J. J., Sadler R. To save or savor: A review of approaches for measuring wine as an investment . Journal of Wine Economics. 2014. №. 3. pp. 225-248.
15. Fournier-Level A., Le Cunff L., Gomez C. et al. Quantitative genetic bases of anthocyanin variation in grape (*Vitis vinifera*

- L. ssp. *sativa*) berry: a quantitative trait locus to quantitative trait nucleotide integrated study . *Genetics*. 2009. №. 3. pp. 1127-1139.
16. Johnson M., Zaretskaya I., Raytselis Y. et al. NCBI BLAST: a better web interface . *Nucleic acids research*. 2008. №. 2. pp. W5-W9.
17. Kobayashi S., Goto-Yamamoto N., Hirochika H. Association of VvmybA1 gene expression with anthocyanin production in grape (*Vitis vinifera*) skin-color mutants . *Japanese Society of Horticultural Science*. 2005. №. 74. pp. 196-203.
18. Lawless H. T., Heymann H. Sensory evaluation of food: principles and practices. Springer Science & Business Media, 2010.
19. Lijavetzky D., Ruiz-García L., Cabezas J. A. et al. Molecular genetics of berry colour variation in table grape . *Molecular Genetics and Genomics*. 2006. №. 5. pp. 427-435.
20. Lodhi M. A., Ye G. N., Weeden N. F. et al. A simple and efficient method for DNA extraction from grapevine cultivars and *Vitis* species . *Plant Molecular Biology Reporter*. 1994. №. 1. pp. 6-13.
21. Masset P., Henderson C. Wine as an alternative asset class . *Journal of Wine Economics*. 2010. №. 1. pp. 87-118.
22. Matus J. T., Aquea F., Arce-Johnson P. Analysis of the grape MYB R2R3 subfamily reveals expanded wine quality-related clades and conserved gene structure organization across *Vitis* and *Arabidopsis* genomes . *BMC plant biology*. 2008. №. 1. p. 83.
23. Okonechnikov K., Golosova O., Fursov M. et al. Unipro UGENE: a unified bioinformatics toolkit . *Bioinformatics*. 2012. №. 8. pp. 1166-1167.
24. Parr W. V., Geoffrey White K., Heatherbell D. A. The nose knows: Influence of colour on perception of wine aroma . *Journal of Wine Research*. 2003. №. 2-3. pp. 79-101.
25. Pellegrini N., Simonetti P., Gardana C. et al. Polyphenol content and total antioxidant activity of vini novelli (young red wines) . *Journal of agricultural and food chemistry*. 2000. №. 3. pp. 732-735.
26. Sanning L. W., Shaffer S., Sharratt J. M. Bordeaux wine as a financial investment . *Journal of Wine Economics*. 2008. №. 1. pp. 51-71.
27. Shimazaki M., Fujita K., Kobayashi H. et al. Pink-colored grape berry is the result of short insertion in intron of color regulatory gene . *PLoS One*. 2011. №. 6. C. e21308.
28. Sievers F., Higgins D. G. Clustal Omega, accurate alignment of very large numbers of sequences . *Multiple sequence alignment methods*. Humana Press. Totowa. 2014. №. 6. pp. 105-116.
29. Singleton V. L., Noble A. C. Wine flavor and phenolic substances . *Phenolic, sulfur, and nitrogen compounds in food flavors*. №. 2. 1976. pp. 47-70.
30. Walker A. R., Lee E., Robinson S. P. Two new grape cultivars, bud sports of Cabernet Sauvignon bearing pale-coloured berries, are the result of deletion of two regulatory genes of the berry colour locus . *Plant molecular biology*. 2006. №. 5. pp. 623-635.
31. Walker A. R., Lee E., Bogs J. et al. White grapes arose through the mutation of two similar and adjacent regulatory genes . *The Plant Journal*. 2007. №. 5. pp. 772-785.
32. Waterhouse A. L. The phenolic wine antioxidants . *Handbook of Antioxidants*. 2001. №. 3. pp. 401-416.
33. Yakushiji H., Kobayashi S., Goto-Yamamoto N. et al. A skin color mutation of grapevine, from black-skinned Pinot Noir to white-skinned Pinot Blanc, is caused by deletion of the functional VvmybA1 allele . *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*. 2006. №. 6. pp. 1506-1508.

ORCID ID:

Александр Валериевич Милованов – 0000-0002-6312-1147
Елена Тарасовна Ильницкая – 0000-0002-2446-0971
Андрей Сергеевич Звягин – 0000-0002-2684-5875
Виталий Владиславович Радченко – 0000-0002-4449-3105
Андрей Георгиевич Кошаев – 0000-0002-3904-2860
Леонид Петрович Трошин – 0000-0001-5177-352X

Виноградарство Афганистана

Майхан Хедайтулла, магистрант;

Роман Викторович Кравченко, д-р с.-х. наук, доцент;

Леонид Петрович Трошин, д-р биол. наук, профессор

Кубанский государственный аграрный университет, 350044, Россия, Краснодарский край, Краснодар, Калинина, 13

В статье дан обзор современного состояния и тенденций развития виноградарской отрасли Афганистана. Виноград выращивается практически в каждой части страны, от Кандагара до Такара и Фарьяба. Наиболее интенсивно виноград возделывают в провинциях Кабул, Парван, Каписа, Кандагар, Гильменд, Джавзьян, Герат и Газни. Но в большинстве районов страны культура выращивается не для коммерческого использования, а для семейного потребления. В основном весь виноград Афганистана принадлежит к подвиду *Vitis vinifera sativa* D.C. В стране в наличии большое разнообразие доступных сортов (более 100), но самыми распространёнными являются три местных сорта столового направления использования: Шиндохани, Кишмиш белый и Тайфи розовый. При этом сорта Шиндохани и Кишмиш белый еще используются для приготовления изюма. К другим распространённым сортам винограда относятся Хусайне, Аскери, Голадан, Спен Манга, Надери и Бедана Кишмиш сиах (черный без косточек). Также вводятся в производство такие новые коммерческие сорта как Thompson Seedless, Red Globe, Cardinal, Emperor, Fantasy, Crimson Seedless, Flame Seedless, Ruby, Ribier и Black Emerald. В экспорте Афганистана виноград занимает 4%. В Афганистане виноградная лоза в основном возделывается по местной традиционной системе – на земляных курганах с головчатой формировкой. Используется также система «земля-решетчатая». Производственная система виноградарства Афганистана, его культурные практики, сортимент и послеуборочный процесс все еще традиционны. Поэтому для достижения более высоких результатов необходимо ориентироваться на международные стандарты качества, импортировать и распространять новые технологии, координировать процесс между всеми производителями виноградной продукции, повышать их грамотность.

Ключевые слова: виноград; Афганистан; производственная система; сорта Шиндохани, Кишмиш белый, Тайфи розовый.

Одной из самых важных культур Афганистана на протяжении нескольких веков является виноград. Виноград, широко известный как виноградная лоза (*Vitis vinifera* L.), является одной из старейших культур, принадлежит к семейству *Vitaceae*. Это длинная, гибкая лиана с ежегодно шелушащейся корой.

Виноград используется в качестве сырья для производства сока, джема, желе, уксуса, вина, масла (из семян), изюма и виноградного сиропа. Ягоды винограда содержат различные вещества, обладающие целебными свойствами, антиоксидантной активностью благодаря содержанию в соке ягод 115 и 361 мг/кг общей фенольной кислоты.

Афганский виноград хорошо известен в азиат-

ANALYTICAL REVIEW

Viticulture of Afghanistan

Mayhan Hedaitulla, Roman Viktorovich Kravchenko, Leonid Petrovich Troshin

Kuban State Agrarian University, 13 Kalinina Str., 350044, Krasnodar, Russian Federation

The article provides an overview of modern condition and development trends of the viticulture industry in Afghanistan. Grapes are cultivated in almost every part of the country, from the south to Kandahar and to the north to Takar and Faryaba. The most intensive cultivation areas are the provinces Kabul, Parvan, Kapisa, Kandahar, Helmand, Javzyan, Herat and Ghazni. In most parts of the country, grapes are grown not for commercial use but for family consumption. Most of grape varieties in Afghanistan belong to *Vitis vinifera sativa* D.C. The country has a wide range of available varieties (more than 100), but the most common are three local varieties: 'Shindokhani', 'Kishmishi bely' and 'Typhi rozovy'. These are table varieties. At the same time, 'Shindokhani' and 'Kishmishi bely' are also used for raisin production. Other common grape varieties are 'Hussaini', 'Askari', 'Goladan', 'Spen Manga', 'Naderi' and 'Bedana Kishmishi siah' (black seedless). New commercial varieties 'Thompson Seedless', 'Red Globe', 'Cardinal', 'Emperor', 'Fantasy', 'Crimson Seedless', 'Flame Seedless', 'Ruby', 'Ribier' and 'Black Emerald' are being introduced into cultivation, too. Grapes account for 4% of the country's total exports. In Afghanistan, grapes are mainly cultivated according to the local traditional system on mounds of earth with head training. 'Earth-lattice' trellis is also used. In Afghanistan, grape production, cultural practices, assortment and post-harvest process are still traditional. Therefore, to achieve better results, it is necessary to focus on international quality standards, to import and disseminate new technologies, to coordinate the process with all producers of grape products, and to increase their professional skills.

Keywords: grapes; Afghanistan; production system; 'Shindokhani' varieties; 'Kishmishi bely'; 'Typhi rozovy'.

ском регионе и является перспективным продуктом для экспорта за границу. Он возделывается на площади более 70 тыс.га, что составляет около 48% от общей площади под садовыми культурами и играет важную роль в сельскохозяйственной экономике страны, употребляется свежим, сушеным и в виде виноградного сока. Его годовое производство превышает 600 тыс.т при средней урожайности около 10 т/га. Доход от этого продукта составил 180 млн американских долларов. Средняя цена винограда в Кабуле составляет приблизительно 0.45 USD / кг (доклад ФАО, 2003 г.).

Виноград выращивается практически в каждой части страны, наиболее интенсивно – в провинциях Кабул, Парван, Каписа, Кандагар, Гильменд, Джавзьян, Герат и Газни. Но в большинстве районов культура **выращивается** не для коммерческого использования, а для семейного потребления.

В основном все виноградные лозы Афганистана принадлежат к *Vitis vinifera sativa* D.C. В стране имеется большое разнообразие доступных сортов (более 100), но самыми распространёнными являются три местных сорта столового направления использования: Шиндохани, Кишмиш белый и Тайфи розовый. При этом сорта Шиндохани и Кишмиш белый используются для приготовления изюма (рис. 1).

Как цитировать эту статью:

Хедайтулла М., Кравченко Р.В., Трошин Л.П. Виноградарство Афганистана // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4); С. 299-301 DOI 10.35547/IM.2019.21.4.004

How to cite this article:

Hedaitulla M., Kravchenko R.V., Troshin L.P. Viticulture of Afghanistan. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4): 299-301. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.004 (in Russian)

УДК 634.8 + 631.52

Поступила 30.10.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019



Шиндохани
'Shindokhani'



Кишмиш белый
'Kishmishi bely'



Тайфи розовый
'Typhi rozovy'

Рис. 1. Основные сорта винограда Афганистана
Figure 1. Main grapevine varieties of Afghanistan

К другим распространенным сортам относятся Хусайне, Аскери, Голладан, Спен Манга, Надери и Бедана Кишмиш сиях (черный, без семян). Также вводятся в производство такие новые коммерческие сорта как Thompson Seedless, Red Globe, Cardinal, Emperor, Fantasy, Crimson Seedless, Flame Seedless, Ruby, Ribier и Black Emerald; они начали проникать на зарубежные рынки, особенно в Индию, Пакистан, Англию, Японию, РФ, Германию, Францию, ОАЭ и Центрально-Азиатские республики.

Свежие фрукты составляют только 8% от общего объема экспорта Афганистана, из которых 4% приходится на виноград. Изюм также является экономически одной из самых доходных статей экспорта садоводческих культур в Афганистане. В 1960-х и 1970-х годах экспорт изюма из Афганистана составлял 60% мирового рынка.

В Афганистане виноградная лоза в основном возделывается по местной традиционной системе, на земляных курганах с головчатой формировкой (рис. 2).

Данная система подразумевает использование только ручного труда с почти полным отсутствием системы защиты от болезней и вредителей.

Используется также система «земля-решетка». Решетчатые системы в виде шпалерных состоят из бетонных столбов, вкопанных параллельно виноградным лозам, и стальных проводов, закрепленных на столбах. Эта система, способная выдерживать нагрузку виноградного куста, размещает виноградные лозы на управляемой высоте для взрослого человека среднего роста. В Афганистане решетчатая конструкция обычно строится по двум схемам.

1. Trellising. В системе три оцинкованные проволоки проходят через цементные столбы одна над другой, как струны музыкального инструмента. Эта система подходит для сортов с низким и умеренным ростом, таких как Тайфи и Хусайне, которым требуется система короткой обрезки побегов.

2. Т-образная шпалера. В ней пять оцинкованных

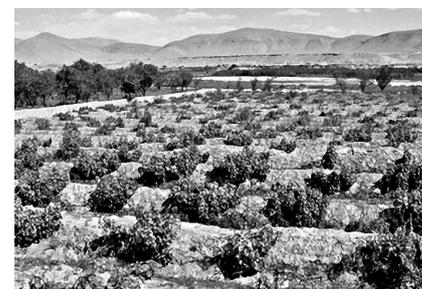


Рис. 2. Культура винограда на земляных курганах
Figure 2. Grapevine cultivars on mounds of earth

проволок прикреплены к горизонтальной планке в верхней части цементных столбов, проходят горизонтально друг к другу, как бельевые веревки. Эта система подходит для быстрорастущих сортов, таких как Кишмиш и Шиндохани.

Но в последнее время все чаще стали применять кордонные системы для механизации труда.

Технология возделывания винограда не отличается от общепринятой. В Афганистане при возделывании винограда сортов Кишмиш и Шиндохани обычно применяют длинную обрезку на 8–10 глазков, иногда до 15 глазков. Для сортов Тайфи и Хусайне применяют короткую обрезку, на 2–4 глазка, которую проводят во второй половине зимы.

Система защиты от сорной растительности базируется в основном на глифосатах.

В Афганистане к самым распространенным болезням относятся мучнистая роса и антракноз. Прохладная влажная погода весной и в начале лета особенно благоприятна для вспышек заболевания. Жаркая и сухая погода замедляет распространение болезни. Лучшим контролем развития болезней является профилактическая программа, начинающаяся за три недели до распускания почек на виноградниках, где в прошлом году уже была отмечена инфекция. Программы контроля основаны на повсеместном применении фунгицидов – за три недели до распускания почек применяют известковую серу, а затем от двух до трех ранних весенних применений медьсодержащих фунгицидов (бордоская смесь, гидроксид меди, оксихлорид меди), дитианон и манкозеп или другие зарегистрированные химические продукты с интервалом в

14 дней.

Против вредителей в основном применяют биологические методы борьбы: феромонные ловушки, уничтожение сорняков (естественной среды обитания вредителей), ограничение пылеобразования. Химический контроль рекомендуется только в том случае, если заражено более 2% растений на винограднике.

Виноград также повреждается птицами и осами. Профилактика проводится главным образом с помощью устройств, которые удерживают птиц на расстоянии от виноградников, а не убивают их внутри него. Приспособления делятся на визуальные (чучела, мертвые птицы, модели хищных птиц, растяжки, флаги или зеркала), акустические (газовые пушки, пегарды; искусственный шум, создаваемый рабочими) и механические (сетка, мешки и т.д.).

Оросительная система: виноградники в основном орошаются каналами и оросительными системами «по борозде», в отдельных случаях используются колодцы. Виноградники орошаются подтоплением с интервалом 10–15 дней.

Изюм. В Афганистане виноград сушат или прямо на солнце [черный и красный изюм Афтаби (высушенный на солнце)] или в кишмиш-хане - глинобитной сушильне, изолированной от прямых солнечных лучей для получения зеленого изюма. Кишмиш-хана может быть довольно длинной, обычно 3 м в ширину (рис. 3).

Таким образом, производственная система виноградарства Афганистана, его культурные практики, сортимент и послуборочный процесс все еще традиционны. Поэтому для достижения более высоких результатов необходимо ориентироваться на международные стандарты качества, импортировать и распространять новые технологии, координировать процесс между всеми производителями виноградной продукции, повышать их профессиональную грамотность.

Источники финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/References

1. Радчевский П.П., Матузок Н.В., Кравченко Р.В., Трошин Л.П., Сидоренко Д.В., Чурсин И.А. Повышение продуктивности технических сортов винограда на основе использования современных технологий// Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс], Краснодар, КубГАУ 2015. № 55. С. 223-228.
Radchevsky P.P., Matuzok N.V., Kravchenko R.V., Troshin

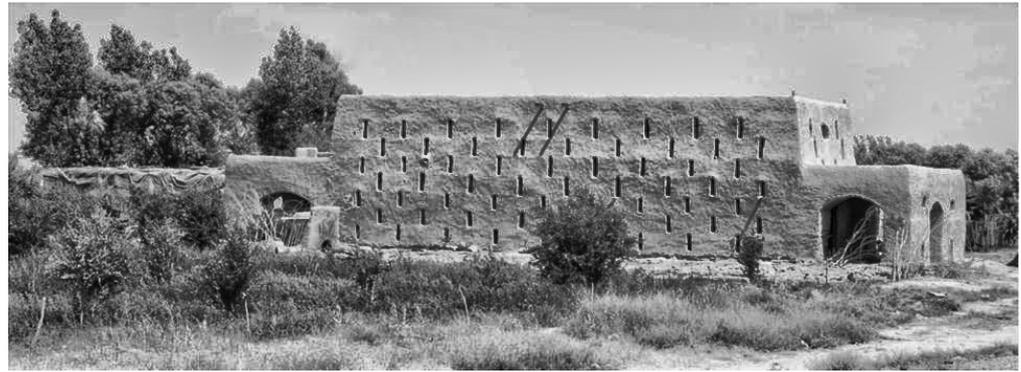


Рис. 3. Глинобитная сушильня кишмиш-хана, Кандагар, 2012
Figure 3. Earthen dryers of Kishmishi-khan, Kandahar, 2012

- L.P., Sidorenko D.V., Chursin I.A. Increasing the productivity of industrial grape varieties based on the use of modern technologies. Scientific journal of KubSAU, [Electronic resource]. Krasnodar, KubSAU 2015. No. 55. pp. 223-228.
2. National Horticulture Development Project of Afghanistan (ANHDO), National Collection. Grape varieties. Available at <http://afghanistanhorticulture.org/pages/Germplasm.aspx>.
3. Afghanistan Statistical Yearbook 2014-2015. Central Statistical Organization. Islamic Republic of Afghanistan. - Kabul, 2016.
4. Bakhshipour A., Jafari A. and Zomorodian A. Vision Based Features in Moisture Content Measurement during Raisin Production 2012. World Applied Sciences Journal, 17: pp. 860-869.
5. Beni B. N., Babaheydari A. K., Beni A. N., Beni M. T. and Ansari F., 2013. Qualitative and Quantitative Analysis of the White Soil: Implication for Production of Grape Syrup. World Applied Sciences Journal, 21: 1829-1834.
6. Brief description of the market: grape export growth prospect. USAID Agricultural Loan Expansion Program in collaboration with the Ministry of Agriculture, Livestock and Irrigation of the Islamic Republic of Afghanistan. Kabul, 2009. Vol. 2.
7. Cantos, E.; Espin J. C.; Tomas-Barberan F. A. Varietal differences among the polyphenol profiles of seven table grape cultivars studied by LC-DAD-MS-MS. J. Agric. Food Chem. 2002, 50, 5691–5696.
8. FAO. Agribusiness handbook – Grapes, Wine. 00153 Rome, Italy, 2009. (<http://www.fao.org/docrep/012/al176e/al176e.pdf>).
9. Kemal-UR-Rahim, K. Overview of horticultural marketing and post-harvest conditions. - Kabul, FAO, 2003.
10. Pastrana-Bonilla E.; Akoh C. C.; Sellappan S.; Krewer G.. Phenolic content and antioxidant capacity of muscadine grapes. J. Agric. Food. Chem. 2003, 51, 5497–5503.
11. Samadi G. R. Deciduous fruits. Kabul University 2013. Chapter. p. 115.
12. Teissedre P. L.; Frankel E. N.; Waterhouse A. L.; Peleg H.; German J. B. Inhibition of in vitro human LDL oxidation by phenolic antioxidants from grapes and wines. J. Sci. Food Agric. 1996, 70, pp. 55–61.

Особенности элитных гибридных форм винограда технического направления селекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия

Иван Викторович Горбунов, канд. биол. наук, науч. сотр., wunsch27@mail.ru, тел.: 89385064297

Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия – филиал Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства и виноделия, Пионерский проспект, 36, город Анапа, Краснодарский край, Россия, 353456

Практические успехи селекции за последние годы свидетельствуют об имеющемся потенциале повышения продуктивности сортов растений. Однако идеальных сортов нет в производстве. Исходя из этого, в селекции очень важно совместить в одном генотипе высокий потенциал продуктивности с широкой экологической пластичностью, получить сорт для каждой агроэкологической зоны возделывания. В настоящее время существует недостаток в сорimente винограда технического направления использования. Возросший интерес к винному туризму диктует необходимость выращивания аборигенных сортов винограда и сортов местной селекции, их доля в реестре должна возрастать. Всё это определяет основные задачи селекции технических сортов винограда: создание сортов, сочетающих высокое качество продукции и адаптивность к абиотическим и биотическим стрессовым факторам, выведение сортов для выработки оригинальных вин, сортов с высоким уровнем сахаронакопления, сортов раннего срока созревания. Изучение этого вопроса для Анапо-Таманской зоны актуально и представляет большой интерес. В результате научно-исследовательской работы по изучению комплекса хозяйственно ценных селекционных признаков у элитных гибридных форм винограда технического направления среднего и позднего сроков созревания позволило выявить ряд особенностей: – элитная гибридная форма III-59-24 выделяется среди остальных исследуемых форм по среднему урожаю ягод с куста (с учетом относительно небольшого среднего количества плодоносных побегов на кусте) – 8,1 кг, по высоким коэффициентам плодоношения и плодородности – 1,1; низкой кислотности ягод – 5,7 г/дм³; – элитная гибридная форма III-62-24 отличается средней урожайностью с куста – 8,2 кг, по высокому коэффициенту плодородности – 1,1, высокому содержанию сахаров в соке ягод – 20,1 г/100 см³; – элитная гибридная форма К-1-74-1 обладает самыми крупными гроздьями, наибольшей урожайностью с одного куста в среднем в сравнении с остальными исследуемыми формами, высокой концентрацией сахаров в ягодах, наибольшими – плодородностью одного побега и массой грозди. Данные элитные гибридные формы винограда будут изучены и в дальнейшем по вышеперечисленным хозяйственно ценным селекционным, агробиологическим, фенологическим и технологическим признакам.

Ключевые слова: виноград; селекция; скрещивание; элита; гибридная форма

Как цитировать эту статью:

Горбунов И.В. Особенности элитных гибридных форм винограда технического направления селекции Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4); С. 302-306. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.005

To cite this article:

Gorbulnov I.V. Peculiarities of elite hybrid wine grape cultivars released by the Anapa Zonal Experiment Station for Viticulture and Winemaking. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4); 302-306. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.005 (in Russian)

УДК 634.8.09

Поступила 4.08.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

ORIGINAL RESEARCH

Peculiarities of elite hybrid wine grape cultivars released by the Anapa Zonal Experiment Station for Viticulture and Winemaking

I.V. Gorbunov

Anapa Zonal Experiment Station of Viticulture and Winemaking – Branch of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture and Winemaking, 36, Pionerskii avenue, 353456, Anapa, Krasnodar region, Russia

Practical success of breeding in recent years shows the existing potential to increase productivity of plant varieties. However, ideal varieties are something grape and wine growing cannot rely on. With this in mind, it is very important to combine high productivity potential and wide ecological plasticity in one genotype, and to develop varieties for each agro-ecological zone of cultivation. Currently, our grape assortment is in want of wine varieties. A growing interest in wine tourism urges the need to cultivate autochthonous grape varieties and local selections and breedings. The proportion of such varieties in the Register should increase. These considerations determine main tasks of wine grape breeding, including good quality of fruit and processed products in combination with adaptivity to abiotic and biotic stress factors, high sugar accumulation and early ripening time, and the possibility to translate such grapes into original wines. To tackle such tasks is timely and of great interest in the Anapa-Taman zone. Research into a complex of economically valuable traits in new mid to late-ripening elite wine grape hybrid forms was done, and a number of peculiarities were revealed: – elite hybrid form III-59-24 stands out for an average yield per vine (8.1 kg), taking into account a relatively small average number of fruit-bearing shoots, high fruiting and fruitfulness coefficients (1.1), and low acidity of berries (5.7 g/dm³); – elite hybrid form III-62-24 has an average yield per vine of 8.2 kg, high fruitfulness coefficient (1.1), and high sugar content of berries (20.1 g/100 cm³); – elite hybrid form K-1-74-1, in comparison to the other study forms, has the largest bunches, the largest average yield per vine, high sugar content of berries, the highest fruitfulness of one shoot, and the highest weight of one bunch. These elite hybrid forms will further be studied for the above economically valuable breeding, agrobiological, phenological and technological traits.

Key words: grapes; selection; crossing; elite; hybrid form.

Введение. Практические успехи селекции за последние годы свидетельствуют об имеющемся потенциале повышения продуктивности сортов растений [4]. Однако идеальных сортов нет в производстве. Исходя из этого, в селекции очень важно совместить в одном генотипе высокий потенциал продуктивности с широкой экологической пластичностью, получить сорт для каждой агроэкологической зоны возделывания.

Характерной особенностью винодельческой продукции является богатство её типов и марок вин, что обусловлено спецификой сортов винограда, технологией приготовления, а также местными природно-климатическими условиями, отличающимися большим разнообразием [2]. В настоящее время всё большую популярность завоёвы-

вают отечественные сорта технического направления использования, устойчивые к морозу, болезням и вредителям [3].

Основными задачами в селекции винограда на современном этапе является создание сортов с коротким периодом вегетации, устойчивых к абиотическим (морозы, заморозки, засуха) и биотическим (возбудители болезней, вредители) факторам среды, с высокой и стабильной урожайностью [8]. Особенно велика потребность в сортах очень раннего и раннего сроков созревания, с крупными и средними нарядными гроздьями, отличающимися необычной формой и красивым цветом ягод, характеризующимися высокими вкусовыми качествами, а также в кишмишных сортах [15-17].

Требования к винным сортам винограда базируются на особенностях типов и марок вин, для приготовления которых они могут быть использованы [18-20]. С этой целью селекционерами АЗОСВиВ проводится большая работа, направленная на выведение новых высококачественных и урожайных технических сортов, адаптированных к местным природно-климатическим условиям, с высокими показателями продуктивности и качества, а также устойчивых к опаснейшему вредителю – филлоксеру.

Особенности селекции растений обусловлены успешным решением задач, которые перед ней стоят. Очень значимо изучение сортового, родового и видового разнообразия культур, влияния окружающей среды на развитие главных признаков, закономерностей наследования этих признаков для гибридизации, а также особенностей процесса селекции и стратегии искусственного отбора [21-25]. Каждый сорт приспособлен к каким-то определенным условиям, и поэтому в разных местностях существуют специализированные станции и хозяйства для проверки и сравнения новых сортов растений [6].

В настоящее время существует недостаток в сортименте винограда технического направления использования. Возросший интерес к винному туризму диктует необходимость выращивания аборигенных сортов и сортов местной селекции, их доля в реестре должна возрастать.

Всё это определяет основные задачи селекции технических сортов винограда: создание сортов, сочетающих высокое качество продукции и адаптивность к абиотическим и биотическим стрессовым факторам, выведение сортов для выработки оригинальных вин, сортов с высоким уровнем сахаронакопления, сортов раннего срока созревания. Изучение этого вопроса для Анапо-Таманской зоны актуально и представляет большой интерес.

Объекты и методы исследования

В ходе научной работы объектами исследования являлись гибридные формы винограда столового направления, выделенные в элиту. Научно-исследовательская работа по изучению гибридных форм на комплекс хозяйственно ценных селекционных признаков проводилась полевыми и лабораторными методами на ампелографической коллекции АЗОСВиВ [5-14].

Система ведения кустов на коллекционном участ-

ке опытной станции – вертикальная шпалера. Формировка – штамбовая, кордонная и по типу «Спирального кордона АЗОС-1». Площадь питания – 3,5 x 2,0 м. Агротехника – общепринятая в виноградарстве. Почва – выщелоченный перегнойно-карбонатный чернозем.

Фенологические наблюдения осуществлялись по общепринятой методике.

Агробиологические учёты проводились в первой половине лета [1]. При этом учитывались: среднее количество на куст глазков, зелёных побегов, плодородных побегов, соцветий, высчитывались – коэффициент плодоношения, коэффициент плодоносности и процент распускания глазков.

В период уборки урожая проводили сбор и взвешивание гроздей всех выделенных кустов. Срок сбора урожая определялся органолептически и на основе пробных анализов. Химический анализ (массовая концентрация сахаров) проводился полевым рефрактометром, а кислотность в соке ягод – методом титрования.

Результаты работы и их обсуждение

В 2018 году было продолжено изучение ранее выделенных перспективных гибридных форм винограда технического направления использования в "элиту":

1) III – 59-49 (Ф/У «Джемте» x Красностоп анапский) технического направления форма, среднего срока созревания.

Грозди средние, по форме цилиндрические, средней плотности, массой 160–180 г.

2) III – 62-20 (Ф/У Джемте x Ркацител) форма технического направления, среднего срока созревания.

Грозди средние, по форме цилиндрические, средней плотности, массой 120–140 г. Ягода средняя, округлой формы, зеленая с загаром, кожица средней плотности. Мякоть сочная. Вкус освежающий.

3) III – 62-23 (Ф/У Джемте x Рислинг рейнский) технического направления форма, среднего срока созревания.

Грозди средние, по форме цилиндрические, средней плотности, массой 180 г. Ягода округлой формы, слегка овальная, зеленая, кожица плотная. Мякоть мясисто-сочная. Во вкусе терпкость.

4) III – 62-24 (Ф\У Джемте x Каберне-Совиньон) форма технического направления, ранне-среднего срока созревания.

Листья средние, пятилопастные, средне-сильно рассеченные, имеют округлую форму. Верхняя поверхность тёмно-зелёная, пузырчатость отсутствует или очень слабая. Нижняя поверхность листьев имеет среднее щетинистое опушение. Зубчики на концах лопастей средней длины, с вогнутыми сторонами. Черешковая выемка закрытая, черешок равен главной жилке листа.

Грозди средние конической формы, по плотности рыхлые, с длинной плодоножкой, массой 180–200 г. Ягоды средние, округлой формы, темно-синие, кожица тонкая, но прочная. Мякоть сочная. Вкус отсутствует. Рост кустов сильный.

5) К-1-74-1 – элитная гибридная форма техниче-

Таблица 1. Фенологические наблюдения элитных гибридных форм винограда селекции АЗОСВиВ технического направления, 2018 г.

Table 1. Phenological observations of elite wine grape hybrid forms released by the Anapa Zonal Experiment Station of Viticulture and Winemaking, 2018

Индекс гибрида	Начало распускания почек	Начало цветения	Начало созревания ягод	Созревание побегов	Полная физиологическая зрелость	Количество дней от начала распускания до полной зрелости ягод
III-62-20	16.04	23.05	15.07	16.08	03.09	140
III-62-21	18.04	23.05	15.07	15.08	06.09	141
III-62-23	22.04	24.05	16.07	15.08	07.09	138
III-62-24	13.04	22.05	16.07	14.08	03.09	143
III-59-24	17.04	24.05	14.07	16.08	29.08	134
III-59-49	18.04	23.05	15.07	16.08	29.08	133
К-I-74-1	19.04	24.05	17.07	17.08	08.09	142
К-II-17-10	19.04	23.05	13.07	13.08	03.09	137

ского направления, среднего срока созревания. Коэффициент плодоношения – 1,0 при средней массе грозди 218,5 г. Урожайность с куста составила 13,6 кг.

б) К-I-17-10 – элитная гибридная форма технического направления, позднего срока созревания. Коэффициент плодоношения – 0,5 при средней массе грозди 230,5 г. Урожайность с куста – 7,5 кг.

Изучение агrobiологических, фенологических и технологических особенностей, позволило выделить элитные гибридные формы как наиболее урожайные и с высоким качеством продукции.

На гибридном участке ежегодно проводятся фенологические наблюдения. Это одна из важных форм работы исследователей при выполнении наблюдений на винограднике, т.к. все агротехнические мероприятия по выращиванию винограда тесно связаны с прохождением отдельных фаз вегетации и покоя (табл. 1).

А это, в свою очередь, необходимо учитывать в селекционном процессе и при выделении элитных гибридных форм по срокам созревания.

Время и продолжительность прохождения виноградом различных фаз в значительной степени зависит от климатических условий местности. Поэтому, чтобы иметь данные о сроках и времени прохождения фаз, необходимо проводить фенологические наблюдения за виноградными кустами, отмечая начало и конец каждой фазы, влияние на их прохождение погодных условий. Погодные условия весны в 2018 году несколько отличались от предыдущего года, что отразилось на ранних фазах вегетации, а также на дальнейшем развитии виноградного растения.

Из фенологических данных следует, что в 2018 году начало распускания почек прошло с 13.04 по 22.04. Цветение проходило с 22.05 по 24.05 при благоприятных условиях, на 2 недели раньше чем в 2017 году – в третьей декаде мая (температура воздуха днём достигала +20,4°C). Во время цветения наблюдалось незначительное выпадение осадков, но это не отразилось на цветении и опылении виноградного растения. Полная физиологическая зрелость раньше всех была отмечена на элитных гибридных формах технического направления - III-59-24 и III-59-49 – 29 августа, а позже всех

- на элитной технической гибридной форме К-I-74-1. К уборке урожая приступили в первой декаде августа, раньше обычных сроков, при жаркой и сухой погоде.

Проведен анализ агrobiологических показателей изучаемых элитных гибридных форм (табл. 2). При этом сделаны следующие выводы:

- самый низкий коэффициент плодоношения у гибридной формы III-59-49 и К-II-17-10 – 0,5, а самый высокий – у III-59-24 – 1,1.

- коэффициент плодоносности всех элитных гибридных форм технического направления колеблется в пределах от 1,1 до 1,3, при этом самый низкий – у форм III-59-49 и К-I-74-1, а самый высокий – у III-62-21 и III-62-23;

- средний урожай с куста максимален у элитной гибридной технической формы К-I-74-1;

- плодоносность одного побега самая высокая у форм К-I-74-1, III-59-24 и III-62-23;

- самыми крупными гроздьями (по массе) отличались формы – К-II-17-10, К-I-74-1, III-62-23.

В результате биохимического анализа ягод исследуемых элитных гибридных технических форм винограда, установлено, что наибольшая концентрация сахаров у форм III-62-24, III-62-21, К-I-74-1. Самая низкая кислотность сока ягод – у элитной гибридной формы III-62-21.

Заключение

Проведенное научное исследование комплекса хозяйственно ценных селекционных признаков у элитных гибридных форм винограда технического направления использования среднего и позднего сроков созревания позволило выявить ряд особенностей:

- элитная гибридная форма III-59-24 выделяется среди остальных исследуемых форм по среднему урожаю ягод с куста (с учетом относительно небольшого среднего количества плодоносных побегов на кусте) – 8,1 кг, по высоким коэффициентам плодоношения и плодоносности – 1,1, низкой кислотности ягод – 5,7 г/дм³;

- элитная гибридная форма III-62-24 отличается средней урожайностью с куста – 8,2 кг, по высокому коэффициенту плодоносности – 1,1; высокому содер-

Таблица 2. Агробиологические показатели элитных гибридных форм винограда технического направления, 2018 год
Table 2. Agrobiological parameters of elite wine grape hybrid forms, 2018

Индекс гибридной формы	Среднее количество глазков, шт.	Среднее количество побегов, шт.	Среднее количество плодовых побегов, шт.	Среднее количество соцветий, шт.	Коэффициент плодородия	Коэффициент плодородности	Процент распускания, %	Масса грозди, г	Плодородность 1 побега, г	Средний урожай с куста, кг	Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	Кислотность, г/дм ³	Дата сбора анализа
III-59-24	59,0	39,0	28,0	41,0	1,1	1,1	66,1	180,0	198,0	8,1	17,8	5,7	06.09
III-59-49	56,0	43,0	21,0	24,0	0,5	1,0	78,0	168,0	84,0	4,0	19,0	7,5	30.08
III-62-20	63,0	54,0	32,0	39,0	0,7	1,2	85,7	170,0	119,0	6,6	17,6	7,0	03.09
III-62-21	57,0	46,0	29,0	39,0	0,8	1,3	80,7	188,0	150,4	7,3	19,8	6,4	06.09
III-62-23	46,0	37,0	28,0	37,0	1,0	1,3	80,4	200,0	200,0	7,4	18,6	7,9	07.09
III-62-24	69,0	61,0	39,0	45,0	0,7	1,1	80,3	183,0	128,1	8,2	20,1	7,8	06.09
K-I-74-1	63,4	60,3	58,0	62,5	1,0	1,0	95,1	218,5	218,5	13,6	19,5	7,0	08.09
K-II-17-10	68,5	57,0	27,5	30,5	0,5	1,1	83,2	230,5	115,0	7,3	18,3	7,2	11.09

жанию сахаров в соке ягод – 20,1 г/100 см³;

– элитная гибридная форма K-I-74-1 обладает самыми крупными гроздьями, наибольшей урожайностью с одного куста в среднем в сравнении с остальными исследуемыми формами, высокой концентрацией сахаров в соке ягод, наибольшими – плодородностью одного побега и массой грозди.

Данные элитные гибридные формы винограда будут изучаться и в дальнейшем по хозяйственно ценным селекционным, агробиологическим, фенологическим и технологическим признакам.

Источники финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/References

- Агротехнические исследования по созданию интенсивных виноградных насаждений на промышленной основе ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко / под ред. Б.А. Музыченко. – Новочеркасск, 1978. – 168 с.
Agrotechnical research done by the All-Russian Research Institute for Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko with the aim to establish intense grape plantings on a commercial basis. B.A. Mysychenko (Editor) Novocherkassk, 1978. p. 168 (in Russian)
- Айвазян П.К., Докучаева Е.Н. Селекция виноградной лозы. – Киев: Украинская академия сельскохозяйственных наук. 1960. – 344 с.
Aivasyan P.K., Dokuchaeva E.N. Grapevine breeding. Kiev: Ukrainian Academy of Agricultural Sciences. 1960. p. 344 (in Russian)
- Кравченко Л.В. Научное обеспечение устойчивого ведения отрасли виноградарства. – Новочеркасск: ВНИИ-ВиВ. 2005. – С. 13 – 14.
Kravchenko L.V. Theoretical basis for a stable development of the grape industry Novocherkassk. All-Russian Research Institute for Viticulture and Winemaking. 2005. pp. 13-14 (in Russian)
- Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. – Ростов н/Д: Ростовский университет. 1963. – 151 с.
Lazarevskii M.A. Research of grape varieties. Rostov-on-Don: Rostov University. 1963. p. 151 (in Russian)
- Ларькина М.Д., Никулушкина Г.Е., Никольский М.А. Основные методы селекции винограда: учебно-методическое пособие по дисциплине «селекция и генетика овощных, плодовых культур и винограда» / Анапский филиал ФГБОУ ВПО КубГАУ. – Краснодар: Издательский Дом – Юг, 2015. – 40 с.
Larkina M.D., Nikulushkina G.E., Nikolskii M.A. Principal methods of grapevine breeding: Manual and study guide in 'Breeding and genetics of vegetable and fruit crops and grapevine'. Anapa branch of FSBE Institution of Higher Education Kuban State Agrarian University. Krasnodar: Yug Publishing House. 2015. p. 40 (in Russian)
- Методика проведения испытания на отличимость, однородность и стабильность. Виноград RTG/0050/2 [Электронный ресурс]. 2000. URL: <https://gossort.com/16-organizaciya-i-provedenie-isyptaniy.html>
Methodology to test distinction, uniformity and stability. Grapevine RTG/0050/2 (in Russian)
- Аджиев А.М., Худовердов Э.Н. и др. Методическое и аналитическое - обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда: под ред. проф. К.А. Серпуховитиной. А.М. – Краснодар, 2010. – 182 с.
Ajiev, E.N. Khudoverdov et al. Methodological and analytical support for organizing and conducting research into technology of grape production Prof. K.A. Serpukhovitina (Editor) A.M. Krasnodar, 2010. p. 182 (in Russian)
- Недов П.Н. Новые методы фитопатологических и иммунологических исследований в виноградарстве. – Кишинёв: Штиинца. 1985. – 139 с.
Nedov P.N. New methods of phytopathological and immunological research in viticulture Kishinev: Shtiintsa. 1985. p. 139 (in Russian)
- Погосян С.А. Методические указания по селекции винограда. – Ереван: Айастан, 1974. – 226 с.
Pogosian S.A. Methodological guides for grape breeding Yerevan: Aiastan Publishers. 1974. p. 226 (in Russian)
- Программа Северокавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года / под ред. Егорова Е.А. – Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2013. – 202 с.

- Program of the North Caucasian Center for breeding of flower-ornamental crops and grapevine up to 2030. Yegorov E.A. (Editor) Krasnodar: FSBS Institution North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2013. p. 202 (in Russian)
11. Регель Р.Э. Научные основы селекции в связи с предусматриванием константности форм по морфологическим признакам // Тр. 1-го съезда деятелей по селекции сельскохозяйственных растений / г. Харьков. - №. 4. - Харьков, 1911. - С. 13.
Reghel R.E. Theoretical basis for breeding with provision for constancy of forms for morphological traits Proceedings 1-st Congress of operators involved in breeding of agricultural crops Kharkov. № 4. Kharkov, 1911. p. 13 (in Russian)
12. Система виноградарства Краснодарского края. Методические рекомендации: под ред. Е.А. Егорова, И.А. Ильиной, К.А. Серпуховитиной и др. - Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ, 2007. - 125 с.
System of viticulture of the Krasnodar region Methodological recommendations . Ye.A. Yegorov, I.A. Ilyina, K.A. Serpukhovitina et al. (Editors) Krasnodar: Federal State Budget Scientific Institution North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 2007. p. 125 (in Russian)
- Современные методологические аспекты организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве: под ред. акад. Г.В. Еремина. - Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2012. - 569 с.
Modern methodological aspects of organizing the breeding process in horticulture and viticulture Academician G.V. Yeriomin (Editor) Krasnodar North-Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture, 2012. p. 569 (in Russian)
- Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда: под ред. акад. Егорова Е.А., Еремина Г.В., Ильиной И.А. и др. - Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСБВ, 2017. - 282 с.
Modern methodology and tools for evaluation and selection of breeding material of horticultural crops and grapevine Academician Yegorov Ye.A., Yeriomin G.V., Ilyina I.A. et al. (Editors) FSBS Institution North-Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 2017. p. 282 (in Russian)
13. Alleweldt G. Die Resistenzzüchtung von Reben. Rebe Wein. - 1985, pp. 75 - 77.
14. Alleweldt, G. The genetic resources of Vitis / G. Alleweldt, E. Dettweiler -Siebeldingen. FRG, 1994. p. 74
15. Bouquet, A. V. vinifera x Muscadinia hybridization: A new way in grape breeding for disease resistance in France. Proc. 3rd Intern. Symp. Grape Breeding, Davis. 1980, pp. 42-51.
16. Galet P. Dictionnaire encyclopédique des cépages / P. Galet Hachette. 2000. p. 936
17. Gerdemann-Knorck, M. Utilization of assymmetric somatic hybridization for the transfer of disease resistance from Brassica nigra to Brassica napus / M. Gerdemann-Knorck, M.D. Sacristan, C. Breeding. Pestic. Outlook. 1993. №4. pp. 22 - 25.
18. Heuertz, M., Goryslavets, S., Hausman, J.F., Risovanna V. Characterization of grapevine accessions from Ukraine using microsatellite markers. American Journal of Enology and Viticulture. 2008. Vol. 59. pp. 38 - 42.
19. Lefort, F., Massa M., Goryslavets S., Risovanna V. and Troshin L. Genetic profiling of Moldavian, Crimean and Russian cultivars of Vitis vinifera L., with nuclear microsatellite markers. In: Ocnologie. Paris: Editions Tec and Doc., 2003. pp.71-73.
20. Moore, J.N. 'Relains' seedless grape. Hort. Science. - Vol.18. p. 963.
21. Newton R. Molecular and physiological genetics of drought tolerance in forest species / R.J. Newton, E.A. Funkhouser, F. Fong, C.G. Tauer . Forest Ecology and Management. - 1991. - N 43. pp. 225 - 250.
22. Cuharschi, M., Cebanu, V. Optimizarea tehnologiei de cultivare a viței de vie în condițiile Republicii Moldova. Viticultura și Vinificația în Moldova. 2006. N 5. pp. 8-10.
23. Savin, Gh. Crearea și implementarea soiurilor de viță de vie cu diferit grad de apirenie, utilizare diversă și rezistența sporită la factorii abiotici. I.N.V.V // Teze ale conferinței științifice internaționale. Aspecte inovative în viticultură și vinificație-Chișinău, 2005. pp.21-24.

ORCID ID:
Горбунов И.В.: 0000-0002-4702-9148

Реакция местных сортов винограда Крыма на засуху как стресс-фактор биосферы

Алла Анатольевна Полулях, зав. лабораторией ампелографии, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., alla_polulyakh@mail.ru;
Владимир Александрович Волюнкин, гл. науч. сотр. лаборатории ампелографии, д-р с.-х. наук, профессор,
volynkin@ukr.net

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

Для каждого региона виноградарства характерен свой уникальный местный сортимент, который формировался на протяжении длительного времени в определённых условиях, и обладает рядом ценных характеристик и признаков. Крымский полуостров – регион с разнообразными почвенными и климатическими условиями, является родиной более 70 сортов винограда. В статье приведены результаты исследования реакции местных сортов винограда Крыма, произрастающих в ампелографической коллекции Института «Магарач», на сложные засушливые условия лета 2019 года. Результаты исследований послужат для исследований генома винограда с целью поиска генов, отвечающих за признак засухоустойчивости и наиболее продуктивного использования генофонда винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» в селекции новых генотипов, максимально адаптированных к стресс-факторам биосферы.

Ключевые слова: устойчивость к засухе; продуктивность сорта; источники ценных хозяйственных признаков.

Крымский полуостров – один из древнейших регионов виноградарства планеты. Известно, что виноград выращивали здесь более 2,5 тысяч лет тому назад, и всегда виноградарство играло важную роль в жизни народов, заселяющих полуостров [1]. Для каждого региона характерен свой уникальный местный сортимент винограда, который формировался на протяжении длительного времени, в определённых условиях и обладает рядом ценных характеристик и признаков [2, 3]. Крымский полуостров – регион с разнообразными почвенными и климатическими условиями является родиной более 70 сортов винограда [4, 5]. В процессе эволюции у местных сортов выработались свойства произрастать и давать урожай хорошего качества в условиях засушливого климата, на бедных каменистых почвах, на почвах с высоким содержанием солей

Как цитировать эту статью:

Полулях А.А., Волюнкин В.А. Реакция местных сортов винограда Крыма на засуху как стресс-фактор биосферы // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019; 21(4); С. 307–311. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.006

How to cite this article:

Polulyakh A.A., Volynkin V.A. Response of local Crimea grape varieties to drought as a biotic stressor. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4): 307–311. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.006 (in Russian)

УДК 634.84/86:631.524.84

Поступила 23.06.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

ORIGINAL RESEARCH

Response of local Crimea grape varieties to drought as a biotic stressor

Alla Anatolievna Polulyakh, Vladimir Aleksandrovich Volynkin

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

Each grape-growing region has its own unique assortment of grapes which has been formed over a large period of time under definite conditions, and, as a result, possesses a number of valuable characteristics. The Crimean Peninsula, with its diversity of soils and climates, is the birthplace of more than 70 varieties of grapevine. The paper reports responses of local Crimea grape varieties growing in the collection of the Institute Magarach to difficult arid conditions of the summer of 2019. The data obtained will be used for studies on grape genome in search of genes responsible for drought resistance. It will also contribute to an efficient use of grapevine genetic resources maintained in the Institute's collection for breeding new genotypes best adapted to biotic stressors.

Key words: drought resistance; variety efficiency; sources of valuable economic attributes

и извести [6]. В связи с изменением климата, которое особенно ощутимо в последние десятилетия, меняется реакция сортов на воздействия стресс-факторов биосферы [7]. Поэтому изучение местного сортимента Крыма актуально для выявления и использования источников ценных признаков, максимально адаптированных к условиям и потребностям Республики Крым.

Материалы и методы

Место проведения исследований – базовая коллекция винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», которая находится в Западном предгорно-приморском естественном виноградарском регионе Крыма (с. Вилино, Бахчисарайский р-н, Республика Крым). Почва – чернозем южный слабогумусированный мицеллярно-высококарбонатный тяжелосуглинистый слабощелочно-хрящеватый, с плохой водо- и воздухопроницаемостью. Ампелографическая коллекция заложена в 1978 г. по схеме 3,0 x 1,5 м. Кусты сформированы на одноплоскостной шпалере с высотой штамба 70–75 см веерным способом. Занимает площадь 16 га и привита на филлоксероустойчивом подвое Кобер 5ББ. Климатические условия региона позволяют выращивать виноград всех сроков созревания без укрытия кустов на зиму. Агротехнический уход осуществляется по правилам, принятым для данного региона виноградарства. Каждый образец в коллекции представлен 10 кустами.

Объект изучения – 72 местных крымских сорта ампелографической коллекции ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», том числе 44 винных, 13 столово-винных и 15 столовых. В качестве контроля были отобраны 11 крымских автохтонных сортов, которые включены в Госреестр сортов, допущенных для промышленного возделывания в РФ: винные сорта – Капсельский, Кок пандас, Кокур белый, Крона, Кефесия, Сары пандас, Солнечнодолинский; универсальный сорт Солдайя; столовые сорта Шабаш и Асма.

Изучение продуктивности и оценка влияния засухи на характеристики местных сортов винограда Крыма ампелографической коллекции ФГБУН «ВНИИ-ИВиВ «Магарач» РАН» проводились в 2019 году. Средние многолетние показатели средней массы грозди, урожая с куста и силы роста побегов приведены за 2001–2010 гг. В работе использованы методики: «Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis» [8], которая предложена МОВВ и используется в международной практике; «Методы ботанического описания и агробиологического изучения сортов винограда» [9]; «Методика ампелографического описания и агробиологической оценки винограда» [10]. Общая статистическая обработка данных проведена по принятым в селекции и генетике методикам [11] с помощью стандартных программ Microsoft Office.

Метеоданные приводятся по результатам наблюдений метеопоста ООО «Инвест+», который расположен в с. Вилино Бахчисарайского района Республики Крым. Точка расчета прогноза погоды в Вилино: 44° 51' с.ш., 33° 42' в.д.; высота над уровнем моря – 54 м.

Результаты исследований

За период с 1 января по 31 октября 2019 года выпало 398 мм осадков, в течение вегетационного периода (апрель–сентябрь) – 277 мм осадков (рис.). Среднесуточные температуры зимних месяцев: январь – плюс 3,1°C, февраль – плюс 3,2°C. Абсолютная минимальная температура воздуха зимой не опускалась ниже минус 7,5°C. Среднесуточные температуры летних месяцев: плюс 22,6 – °C в июне, плюс 21,7 °C – в июле и плюс 22,6 °C – в августе. Весенние заморозки – от минус 4,0°C до минус 1,0°C, наблюдались в период с 3 по 6 апреля. Дата прохождения через биологический ноль у винограда (установление постоянной среднесуточной температуры выше 10°C) в 2019 году отмечена 25 апреля. Сумма активных температур на 01 октября 2019 года составила 3205,0 °C.

В последние годы наблюдается снижение среднегодового количества атмосферных осадков, и, как правило, небольшого количества осадков, которые выпадают за один раз недостаточно, чтобы влага смогла проникнуть в тяжелосуглинистую почву с плохой водо- и воздухопроницаемостью. Влияние стресс-факторов летнего периода особенно ощутимо при богарном возделывании винограда. Минимальное количество осадков в вегетационный период,

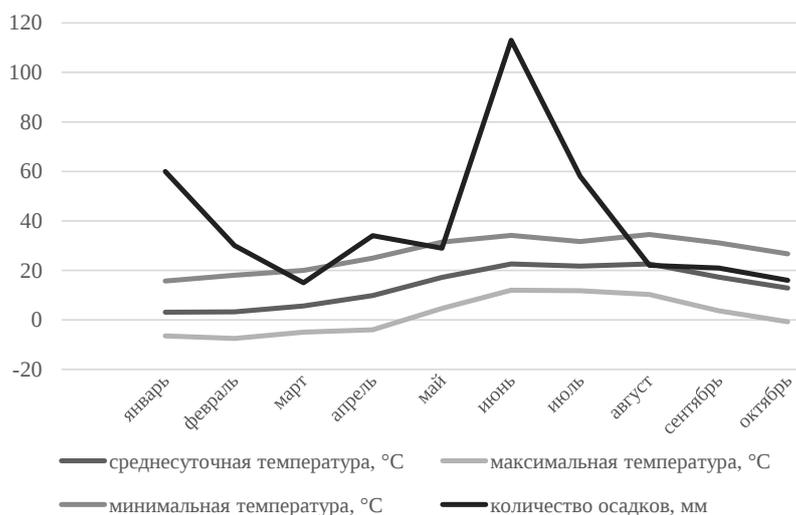


Рис. Характеристика метеоусловий с 1 января по 31 октября 2019 года
Fig. Characterization of weather conditions from 1st of January to 31st of October 2019

приводящее к засухе, воздействие высоких температур и сильные северо-восточные ветры при пониженной влажности воздуха негативно сказываются на жизнедеятельности виноградного куста. При значительном недостатке воздушной и почвенной влаги наблюдается нарушение водного баланса растений и протекающих в них физиологических процессов. В условиях водного дефицита листья винограда начинают потреблять влагу из ягод, в результате чего ухудшаются их рост и развитие, что неблагоприятно сказывается на величине массы грозди, приводит к снижению урожая и его качества [12]. Растения пытаются уменьшить площадь испарения влаги, что приводит к потере листового аппарата.

В результате проведенной оценки реакции 72 местных сортов винограда Крыма в условиях ампелографической коллекции Института «Магарач» на засушливые условия лета 2019 год (таб.) по 9-балльной шкале согласно методике МОВВ [8], установлено, что у сортов Морской 94, Шира изюм и Танагоз ожоги на листьях составляли до 50%; у 28 сортов – Капсельский, Сары пандас, Солнечнодолинский, Айбатлы и др., ожоги листьев доходили до 25%; у сортов Кокур белый, Кефесия, Кок пандас, Абла аганын изюм, Артин зерва, Джеват кара и др. ожоги на листьях составили до 10%, и только у сорта Тергульмек ожогов на листьях не выявлено.

Сорта Морской 94, Танагоз, Демир кара, Крона, Солнечная долина 65, Насурла и Кефесия потеряли более 50% листового аппарата; у сортов Шира изюм, Капсельский, Солнечнодолинский, Айбатлы, Бияс айбатлы, Богос зерва, Капитан Яни кара и др. было выявлено около 25% опавших листьев. У сортов Сары пандас, Амет Аджи Ибрам, Кандаваста, Павло изюм, Солнечная долина 71/7 и др. количество опавших листьев доходило до 10%. Листовой аппарат полностью сохранился у сортов Кок пандас, Артин зерва, Кокур черный, Солнечная долина 58, Халиль изюм, Эмир Вейс, Манжил ал и Тергульмек.

У большинства сортов тургор ягод был слабым, и только сорта Айбатлы, Альбурла, Артин зерва, Асма, Бияс айбатлы, Канагын изюм, Кокурдес белый, Мискет, Солнечная долина 58 и др. тургор ягод сохранили (оценка составила 9 баллов).

Неблагоприятные условия не оказали сильного влияния на изменение силы роста большинства сортов. У 40 сортов, среди которых Танагоз, Демир кара, Кокурдес белый, Мискет, Альбурла, Манжил ал, Кок пандас, Артин зерва и др., сила роста осталась на уровне средних многолетних показателей (коэффициент

Таблица. Реакция местных сортов винограда Крыма на засушливые условия 2019 г.**Table.** Response of local Crimea grape varieties to drought conditions of 2019

Сорт	Устойчивость к засухе, балл			Сила роста побегов				Масса грозди, г				Урожай с куста, кг			
	Сохранение листьев	Ожоги листьев	Тургор ягода	Среднее многолетнее	2019 год	Стандартное отклонение, s0	Коэффициент вариации (V), %	Среднее многолетнее	2019 год	Стандартное отклонение, s0	Коэффициент вариации (V), %	Среднее многолетнее	2019 год	Стандартное отклонение, s0	Коэффициент вариации (V), %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Винные сорта															
Капсельский (к)	5	5	1	7	5	1,4	24	315	240	53,0	19	8,1	6,1	1,4	20
Кокур белый (к)	7	7	9	7	5	1,4	24	280	225	38,8	15	7,7	5,1	1,8	29
Кефесия (к)	3	7	1	7	5	1,4	24	250	200	35,3	16	7,2	4,6	1,8	31
Кок пандас (к)	9	7	9	5	5	0	0	250	230	14,1	6	6,5	5,9	0,4	7
Сары пандас (к)	7	5	1	5	5	0	0	290	256	24,0	9	6,3	5,4	0,6	11
Солнечнодолинский (к)	5	5	1	5	5	0	0	325	230	67,1	24	6,8	4,8	1,4	24
Абла аганын изюм	7	7	1	5	5	0	0	270	250	14,1	5	6,9	6,1	0,5	9
Айбатлы	5	5	9	5	5	0	0	195	175	14,1	8	5,2	3,2	1,4	34
Амет Аджи Ибрам	7	5	1	5	5	0	0	126	120	4,2	3	3,6	1,1	1,7	75
Артин зерва	9	7	9	5	5	0	0	225	196	20,5	10	5,3	4,1	0,8	18
Бияс айбатлы	5	5	9	7	5	1,4	24	250	235	10,6	4	5,1	3,8	0,9	21
Богос зерва	5	5	1	5	5	0	0	210	195	10,6	5	4,4	3,3	0,7	20
Демир кара	3	5	1	5	5	0	0	301	167	94,7	40	5,4	2,9	1,7	43
Джеват кара	5	7	1	5	5	0	0	295	185	77,7	32	7,3	2,6	3,3	67
Кандаваста	7	5	1	7	5	1,4	24	275	162	79,9	37	7,3	4,3	2,1	37
Капитан Яни кара	5	5	1	5	5	0	0	340	330	7,0	2	7,2	6,1	0,7	12
Кокур белый /к.46-10-3	7	7	9	7	5	1,4	24	245	225	14,1	6	7,3	5,4	1,3	21
Кокур белый /к.46-10-6	7	7	9	7	5	1,4	24	270	251	13,4	5	8,2	5,6	1,8	27
Кокур белый полурас-сеченный	7	7	9	7	5	1,4	24	230	152	55,1	29	5,1	2,8	1,6	41
Кокур белый рассечен-ный	7	7	9	7	5	1,4	24	263	150	79,9	39	7,8	3,4	3,1	56
Кокур красный	5	5	1	5	5	0	0	285	265	14,1	5	5,2	3,3	1,3	32
Кокур черный	9	7	1	5	3	1,4	35	160	120	28,2	20	4,2	1,5	1,9	67
Крона	3	5	1	7	5	1,4	24	255	215	28,2	12	6,3	5,6	0,5	8
Морской 19	5	5	1	5	3	1,4	35	140	110	21,2	17	3,2	2,2	0,7	26
Морской 94	3	3	1	5	3	1,4	35	155	133	15,5	11	4,1	2,8	0,9	27
Мурза изюм	7	7	1	5	5	0	0	240	190	35,3	16	5,9	3,9	1,4	29
Павло изюм	7	5	1	5	3	1,4	35	217	155	43,8	24	4,3	1,3	2,1	76
Полковник изюм	5	5	1	5	3	1,4	35	140	120	14,1	11	3,5	1,1	1,7	74
Сале аганын кара	5	5	1	5	5	0	0	300	259	28,9	10	5,2	3,7	1,1	24
Сафта дурмаз	7	7	1	7	3	2,8	57	182	150	22,6	14	4,1	0,3	2,6	122
Солнечная долина 16	7	7	1	5	5	0	0	155	140	10,6	7	4,2	3,3	0,6	17
Солнечная долина 31а	7	7	1	5	5	0	0	175	160	10,6	6	3,9	2,7	0,8	26
Солнечная долина 65	3	5	1	5	5	0	0	290	235	38,8	15	5,6	4,4	0,8	17
Солнечная долина 71/7	7	5	1	5	5	0	0	192	170	15,5	9	5,1	3,4	1,2	28
Сых дане	7	7	1	5	5	0	0	195	180	10,6	6	3,9	2,8	0,8	23
Тергульмек	9	9	9	5	5	0	0	263	233	21,2	9	4,5	3,9	0,4	10
Фирский ранний	5	5	1	7	5	1,4	24	139	130	6,3	5	5,1	3,6	1,1	24
Харко	7	7	9	5	3	1,4	35	210	180	21,2	11	3,9	0,9	2,1	88
Хачадор	5	7	9	5	5	0	0	175	160	10,6	6	4,1	1,5	1,8	66
Херсонесский	7	7	1	7	5	1,4	24	98	95	2,1	2	4,6	3,1	1,1	28
Чивсиз сары	5	5	1	5	3	1,4	35	205	150	38,8	22	3,3	0,3	2,1	118
Чингине кара	5	7	1	7	3	2,8	57	210	200	7,0	3	3,1	0,2	2,1	124
Шира изюм	5	3	1	5	5	0	0	151	130	14,8	11	3,8	1,8	1,4	51
Яных якуб	7	7	9	5	5	0	0	246	150	67,8	34	5,2	3,2	1,4	34
Столово-винные сорта															
Солдайя (к)	7	7	9	7	5	1,4	24	188	159	20,5	12	6,3	5,3	0,7	12
Канагын изюм	7	7	9	5	5	0	0	368	216	107,4	37	7,3	4,3	2,1	37
Кок хабах	7	7	1	7	5	1,4	24	252	220	22,6	10	6,7	4,7	1,4	25

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Кокурдес белый	7	7	9	5	5	0	0	230	210	14,1	6	5,9	4,7	0,8	16
Кутлакский черный	7	5	1	5	5	0	0	130	120	7,0	6	5,1	2,2	2,1	56
Мисгюли кара	7	5	1	7	5	1,4	24	245	205	28,2	13	4,9	4,4	0,3	8
Мискет	7	7	9	5	5	0	0	170	150	14,1	9	3,7	2,8	0,6	20
Солнечная долина 40	7	7	1	7	5	1,4	24	190	130	84,8	53	5,3	2,2	2,2	58
Солнечная долина 58	9	7	9	7	7	0	0	295	265	21,2	8	6,9	6,5	0,3	4
Ташлы	7	7	1	5	5	0	0	325	305	14,1	4	7,9	7,5	0,3	4
Халиль изюм	9	7	9	5	5	0	0	232	147	60,1	32	5,4	3,4	1,4	32
Черный крымский	7	7	1	5	5	0	0	217	205	8,4	4	8,2	4,8	2,4	37
Эмир Вейс	9	7	9	5	5	0	0	280	270	7,0	3	7,1	6,6	0,3	5
Столовые сорта															
Асма (к)	7	7	9	9	7	1,4	18	532	521	7,7	1	10,1	9,6	0,3	4
Шабаш (к)	7	7	1	5	5	0	0	242	202	28,2	13	6,9	5,7	0,8	13
Аджем мискет	7	7	1	5	5	0	0	302	278	16,9	6	5,1	2,7	1,7	44
Аксеит кара	5	5	1	5	5	0	0	330	155	123,7	51	6,9	3,2	2,6	52
Альбурла	7	7	9	7	7	0	0	336	307	20,5	6	7,4	6,4	0,7	10
Дардаган	7	5	1	5	5	0	0	225	185	28,2	14	5,3	4,3	0,7	15
Кирмизи сап судакский	5	5	1	7	5	1,4	24	315	305	7,0	2	6,1	4,8	0,9	17
Кокурдес черный	5	5	1	7	5	1,4	24	250	160	63,6	31	5,5	3,5	1,4	31
Манжил ал	9	7	1	5	5	0	0	267	227	28,2	11	8,5	6,5	1,4	19
Морской 75	7	7	1	7	5	1,4	24	180	150	21,2	13	3,7	2,5	0,8	27
Мускат крымский	7	5	1	5	5	0	0	245	237	5,6	2	3,8	2,3	1,1	35
Мускат кутлакский	7	7	1	5	3	1,4	35	210	180	21,2	11	3,8	1,3	1,7	69
Насурла	3	5	1	5	3	1,4	35	235	210	17,6	8	3,2	1,9	0,9	36
Танагоз	3	3	1	5	5	0	0	270	250	14,1	5	6,3	5,2	0,7	14
Шабаш крупноягодный	7	7	1	7	5	1,4	24	238	228	7,0	3	4,7	1,7	2,1	66
НСР ₀₅	0,4	0,3	0,9	0,2	0,2	0,2	4	16,1	15,5	6,3	3	0,4	0,4	0,2	6

Примечание:

- (к) – сорт-контроль;

- оценка степени устойчивости к засухе и влиянию суховеев при пониженной влажности воздуха: 9 баллов – повреждений не выявлено; 7 – повреждено до 10% тканей или органов; 5 – до 25%; 3 – до 50%; 1 – более 50%;

- тургор ягод: 1 балл – слабый; 9 баллов – в норме;

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

вариации $V=0\%$). Незначительное уменьшение силы роста выявлено у 21 сорта (коэффициент вариации $V=18,24\%$): Асма, Крона, Кефесия, Капсельский, Фирский ранний, Кирмизи сап судакский и др. У сортов Морской 94, Морской 19, Полковник изюм, Чивсиз сары, Павло изюм, Харко, Кокур черный, Чингине кара, Сафта дурмаз, Насурла и Мускат кутлакский выявлено значительное уменьшение силы роста по сравнению со средними многолетними показателями, коэффициенты вариации $V=35$ и 57% .

В результате анализа средней массы грозди 72 местных сортов винограда Крыма в 2019 году по сравнению со средними многолетними показателями, установлено небольшое влияние неблагоприятных погодных условий на среднюю массу грозди у сортов Асма, Капитан Яни кара, Амет Аджи Ибрам, Эмир Вейс, Шабаш крупноягодный и др.: стандартное отклонение s_0 составило 7,7–28,2 г, коэффициент вариации составил $V=1–20\%$. У сортов Чивсиз сары, Солнечнодолинский, Павло изюм, Кокур белый полурассеченный, Кокурдес черный, Джеват кара и Халиль изюм выявлено уменьшение массы грозди в сравнении со средними многолетними показателями. Стандартное отклонение, s_0 38,8–60,1 г, коэффициент вариации $V=22–32\%$. У сортов Яных якуб, Канагын изюм, Кандаваста, Кокур белый рассеченный, Демир

кара, Аксеит кара и Солнечная долина 40 установлено значительное снижение массы грозди в 2019 году по сравнению со средними многолетними показателями. Коэффициент вариации V у этих сортов составил 34–53%, стандартное отклонение составило 67,8–84,8 г.

Анализ показателя урожая с куста у 27 сортов – Айбатлы, Яных якуб, Мускат крымский, Насурла, Черный крымский, Канагын изюм и др., выявил сильное уменьшение урожая с куста в 2019 году по сравнению со средними многолетними показателями. Коэффициент вариации V у этих сортов составил 34–124% и стандартное отклонение – 1,4–2,1 кг. У 23 сортов – Мискет, Богос зерва, Морской 19, Сых дане, Солнечная долина 31а, Морской 75, Бияс айбатлы, Морской 94 и др., изменение показателя урожая с куста в 2019 г., по сравнению со средними многолетними показателями, незначительное. Коэффициент вариации V у этих сортов составил 20–32%, стандартное отклонение – 0,6–1,8 кг. Наименьшие изменения показателя урожая с куста в 2019 г. по сравнению со средними многолетними показателями выявлены у 22 сортов – Асма, Ташлы, Солнечная долина 58, Эмир Вейс, Кок пандас, Крона, Мисгюли кара, Абла аганын изюм и др. Коэффициент вариации V составил 4–19%, стандартное отклонение – 0,3–1,4 кг.

Такими образом, в результате анализа влияния

стресс-факторов летнего периода на продуктивность, силу роста и физиологическое состояние 72 местных сортов винограда Крыма выделены как наиболее засухоустойчивые:

- винные сорта: Кок пандас, Артин зерва и Тергульмек;

- столово-винные сорта: Солнечная долина 58, Халиль изюм и Эмир Вейс;

- столовый сорт Манжил ал.

Результаты исследований послужат для исследований генома винограда с целью поиска генов, отвечающих за признак засухоустойчивости и наиболее продуктивного использования генофонда винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» в селекции новых генотипов, максимально адаптированных к стресс-факторам биосферы.

Источники финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interest

Not declared.

Список литературы / References

1. Негруль А.М. Происхождение культурного винограда и его классификация // Ампе­ло­графия СССР / под ред. Проф. Фролова-Багреева А.М. – М.: Пищепромиздат, 1946. – Т. 1. – С. 159-216.
Negrul A.M. Origin of the cultivated vine and its classification. Ampelography of the USSR under the editorship of Professor Frolov-Bagreev A.M. *Moskva: Pishchepromizdat*, 1946. – Vol.1.- pp. 159-216. (in Russian)
2. Полулях А.А., Волынкин В.А.. Классификация местных сортов винограда Крыма // Виноделие и виноградарство. – Москва: «Пищевая промышленность». – 2006. – с. 34-35.
Polulyah A.A., Volynkin V.A. Classification of local grape varieties of Crimea . *Vinodelie i vinogradarstvo. - Moskva: «Pischevaya promyshlennost`»*. 2006. pp. 34-35. (in Russian)
3. Лиховской В.В., Зармаев А.А., Полулях А.А. и др. // Ампе­ло­графия аборигенных и местных сортов винограда Крыма: монография / Симферополь: ООО «Форма», 2018. 140 с.
Likhovskoi V.V., Zarmaev A.A., Polulyah A.A. Ampelography of aboriginal and local grape varieties of Crimea. *Simferopol` : Forma*, 2018. p. 140. (in Russian)

4. Иванов А.А. Крымские аборигенные сорта винограда. – Симферополь: Крымиздат, 1947. – 79 с.
Ivanov A.A. Crimean aboriginal grape varieties. *Simferopol: Krymizdat*, 1947. – p. 79. (in Russian)
5. Коржинский С.И. Ампе­ло­графия Крыма. – С.-Петербург: Типография Главного Управления Уделов, 1904. – 201 с.
Korzhinskiy S.I. Ampelography of Crimea. – St.Petersburg: *Tipografiya Glavnogo Upravleniya Udelov*, 1904. – p. 201. (in Russian)
6. Полулях А.А. Адаптивный потенциал местных сортов винограда Крыма к экстремальным зимним морозам 2006 года // «Магарач». Виноградарство и виноделие. – 2007. – № 4. – с. 5-8.
Polulyah A.A. Adaptive potential of local grape varieties of Crimea to the extreme winter frosts of 2006. «*Magarach*». *Vinogradarstvo i vinodelie*. 2007. № 4. pp. 5-8. (in Russian)
7. S. Levchenko, V. Volynkin, A.Polulyakh, I. Vasylyk and V. Likhovskoi. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea . Abstracts III international Symposium on Horticultural Crop Wild Relatives, 15 -16 October, 2018, Plovdiv, Bulgaria. 2018. p. 31.
8. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. – OIV, 2009. Website <http://www.oiv.int/fr/>.
9. Лазаревский М.А. Методы ботанического описания и агробиологического изучения сортов винограда. Ампе­ло­графия СССР/ под ред. Проф. Фролова-Багреева А.М. – М.: Пищепромиздат, 1946. – Т.1. – С. 347-401.
Lazarevskiy M.A. Methods of Botanical description and agrobiological study of grape varieties . Ampelography of the USSR / under the editorship of Professor Frolov-Bagreev A. M. *Moskva: Pishchepromizdat*, 1946. – Vol.1. pp. 347-401. (in Russian)
10. Мелконян М.В., Волынкин В.А. Методика ампе­ло­графического описания и агробиологической оценки винограда. – Ялта: ИВиВ «Магарач», 2002. – 27с.
Melkonyan M.V., Volynkin V.A. Methods of ampelographic description and agrobiological evaluation of grapes. – Yalta: *IVI V "Magarach"*, 2002. – p. 27 (in Russian)
11. Лакин Г.Ф. Биометрия. – Москва: Высшая школа, 1990. – 350с.
Lakin G. F. Biometrics. – Moscow: Higher school, 1990. – p. 350 (in Russian)
12. Русанов А.М., Хардикова С.В. Повышение устойчивости винограда к климатическим стресс-факторам Южного Урала // Вестник Оренбургского государственного университета. 2008. № 5 (86). С. 125-130.
Rusanov A.M., Khardikova S.V. Increasing of the resistance of grapes to climatic stress-factors in the South Urals . *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2008. № 5 (86). pp. 125-130. (in Russian)

ORCID ID:

Полулях А.А. <https://orcid.org/0000-0002-1236-8967>

Волынкин В.А. <https://orcid.org/0000-0002-8799-1163>

Изменение некоторых морфологических показателей грозди и ягоды винограда под влиянием регуляторов роста

Елена Федоровна Гинда; канд. с.-х. наук; доцент кафедры садоводства, защиты растений и экологии; gherani@mail.ru
Государственное образовательное учреждение «Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»,
3300, Молдова, г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 128

В статье приведены результаты полевых опытов по изучению применения регуляторов роста растений гиббереллин (100 мг/л), мицефит (10 и 100 мг/л), циркон (0,2; 0,4 и 0,6 мл/л), эпин-экстра (0,05; 0,1 и 0,2 мл/л) и их смесей с целью улучшения морфологических показателей, таких как длина и ширина грозди, количество ягод в грозди и семян в одной ягоде, длина и ширина крупной и горошачейся ягоды винограда сортов столового направления Восторг и Талисман в условиях Приднестровского региона. Установлена зависимость эффективности применения регуляторов роста от срока обработки растений винограда в период вегетации. Результаты исследований показывают, что в условиях Приднестровского региона у изучаемых сортов винограда столового направления Восторг и Талисман при применении регуляторов роста гиббереллин, мицефит, циркон, эпин-экстра и их смесей в испытываемых концентрациях наблюдается изменение количества ягод в грозди и семян в одной ягоде. Также отмечены достоверные изменения морфометрических показателей грозди, крупных и горошачейся ягод.

Ключевые слова: виноград; сорт; регуляторы роста; параметры грозди и ягоды; число ягод и семян.

ORIGINAL RESEARCH

Changes of some morphological parameters of grape bunch and berries under the influence of growth regulators

Elena Fedorovna Ghinda

State Educational Institution Taras Shevchenko Transdnistria State University, 128,
25-Oktyabr'ya str., 3300 Tiraspol, Moldova

The article presents the results of field experiments with the aim to investigate the use of plant growth regulators gibberellin (100 mg/l), mycephitis (10 and 100 mg/l), zircon (0.2; 0.4 and 0.6 ml/l), epin-extra (0.05; 0.1 and 0.2 ml/l) and their mixtures for improvement of morphological parameters such as length and width of the bunch, the number of berries in the bunch and the number of seeds in one berry as well as length and width of large and shot ('chicken') berries in table grape varieties 'Vostorg' and 'Talisman' in the Transdnistria region. The effectiveness of the use of growth regulators was established depending on the period of treatment of grape plants during the growing season. The research results show that, under the conditions of the Transdnistria region, the 'Vostorg' and 'Talisman' varieties undergo changes in the number of berries in the bunch and in the number of seeds in one berry following application of growth regulators gibberellin, mycephitis, zircon, epin-extra at the study concentrations and in mixtures. Significant changes in morphometric parameters of the bunch as well as of large and 'chicken' berries were also noted.

Keywords: grapes variety; growth regulators; parameters of bunches and berries; number of berry seeds.

Введение. Виноградарство является высокодоходной и интенсивной отраслью современного агропромышленного комплекса Приднестровья, имеющей важное народнохозяйственное значение. Для её успешного развития необходимо повысить продуктивность уже существующих насаждений. Это возможно достичь за счет широкого применения достижений научно-технического прогресса, совершенствования сортимента, разработки энергосберегающих интенсивных технологий возделывания винограда. Наиболее перспективным приемом увеличения рентабельности

производства столового винограда является применение регуляторов роста, которые безопасны для человека и имеют высокую степень распада за короткий период.

Ранее проводившимися исследованиями установлено, что применение регуляторов роста приводило как к увеличению, так и к уменьшению количества ягод в грозди повышению массы гроздей за счет увеличения количества ягод в них и массы самих ягод [1]. Известно, что под влиянием гиббереллина, в зависимости от сортовых особенностей, концентрации препарата, сроков и способов обработки, изменяется величина ягод [2]. Установлено, что обработка соцветий бессемянных сортов Loose perlette, Flame Seedless, Мопукка, Мечта и семенного сорта с функционально-женским типом цветка Талисман на этапе постоплодотворения (3–5 день после цветения) приводила к увеличению размеров гроздей и ягод в 1,3–2,3 раза, в зависимости от биологических особенностей сорта [3, 4]. Исследованиями доказано, что регуляторы роста способствуют увеличению размеров ягод у сортов Коарна нягрэ и Мускат гамбургский [5].

Цель исследований – изучить влияние регуляторов роста на морфологические показатели грозди и ягоды столовых сортов винограда раннего и среднего срока созревания Восторг и Талисман.

Объекты и методы исследований. Для оценки эффективности применения регуляторов роста на винограде столового направления использования нами были проведены исследования по изучению отдельных морфологических показателей сортов Восторг и Талисман, выращенных в условиях Приднестровского региона. Полевые опыты проводили на виноградных насаждениях ООО «Градина», с. Парканы Слободзейского района в 2014–2016 гг.

Как цитировать эту статью:

Гинда Е.Ф. Изменение некоторых морфологических показателей грозди и ягоды винограда под влиянием регуляторов роста // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019; 21(4); С. 312-316. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.007 (in Russian)

How to cite this article:

Ghinda E.F. Changes of some morphological parameters of grape bunch and berries under the influence of growth regulators. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4); pp. 312-316. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.007 (in Russian)

УДК 634.8.076:631.811.98

Поступила 18.07.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

Сорт **Талисман** – столовая форма винограда среднего срока созревания (127–135 дней). Цветок функционально женского типа, опыляется хорошо, горошение незначительное. Ягоды размером 35 x 31 мм. Грозди средней плотности, реже – рыхлые, чаще всего конические [6].

Сорт **Восторг** – столовый сорт винограда раннего срока созревания (110–120 дней). Цветок обоеполюй. Ягоды размером 27 x 24 мм. Грозди конические, иногда бесформенные, крупные и очень крупные, умеренно плотные [7].

Культура винограда в зоне проведения исследований неукрывная и орошаемая. Система ведения кустов – вертикальная одноплоскостная шпалера, форма куста – высокоштамбовый двусторонний кордон. Схема посадки – 3,0 x 1,5 м. Почва – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый. Климат – умеренно-континентальный, с мягкой и малоснежной зимой, продолжительным жарким летом и небольшим количеством осадков. В годы исследований, в период с мая по август наблюдалось превышение среднемесячной температуры воздуха на 0,1–2,5°C и снижение количества осадков на 4,6–22,4 мм по сравнению со средними многолетними данными. За период вегетации винограда проводили три междурядные обработки, опрыскивание кустов против болезней и вредителей, операции с зелеными частями куста винограда включали обломку и чеканку зеленых побегов.

Общее количество побегов на кусте у сорта Восторг варьировала в пределах 17,2–18,7 шт., плодородных побегов – 16,1–17,7 шт., бесплодных побегов – 1,0–1,4 шт., соцветий – 18,3–19,7 шт., у сорта Талисман, соответственно, 18,7–19,9; 17,3–18,0; 1,4–1,9 и 18,9–19,8 шт./куст.

Растения винограда обрабатывали водными растворами следующих препаратов: гиббереллин (100 мг/л), мицефит в двух концентрациях – 10 и 100 мг/л; циркон в трех концентрациях – 0,2; 0,4 и 0,6 мл/л; эпин-экстра в трех концентрациях – 0,05; 0,1 и 0,2 мл/л, и их смесями в различные сроки: двукратная обработка (перед цветением + в период роста ягод), в период массового цветения, двукратная обработка (в период массового цветения + в конце цветения). В контрольном варианте кусты опрыскивали водой. Норма расхода рабочей жидкости при обработке растений – 0,4 л/куст.

Для точного определения формы ягоды вычисляли отношение ее длины к ширине (индекс ягоды). Параметры грозди и ягоды измеряли штангенциркулем по методике Простосердова [8]. На основании полученных результатов, форму ягоды относили к одной из следующих категорий: сплюснутые, если отношение длины к ширине меньше 1; округлые – от 1,0 до 1,1; овальные – от 1,1 до 1,3; продолговатые – от 1,3 до 1,6; длинные – больше 1,6 [11]. Математико-статистическую обработку полученных результатов проводили по Доспехову [10] с использованием ПЭВМ и компьютерных программ дисперсионного анализа с помощью программы в табличном редакторе MS Excel 2007 Excel пакета Office корпорации Microsoft.

Обсуждение результатов исследований. Для сортов винограда столового направления использования немаловажное значение имеет размер грозди и ягод. На потребительском рынке наибольшим спросом пользуются грозди среднего и крупного размера, имеющие хорошо развитые ягоды.

Результаты исследований показывают, что размер грозди, число ягод в грозди, число семян в ягоде ва-

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на морфологические показатели грозди винограда при обработке растений регуляторами роста, сорт Восторг

Table 1. Influence of plant growth regulators on morphological parameters of grape bunch under the influence of growth regulators, variety 'Vostorg'

Вариант	Параметр грозди				Число ягод в грозди, шт.	Среднее число семян в 1 ягоде, шт.
	длина см	± к контролю, %	ширина см	± к контролю, %		
Контроль	23,6	-	11,4	-	90,1	1,99
Двукратная обработка растений: перед цветением + в период роста ягод						
Гиббереллин, 100 мг/л	24,8	+5,1	12,1	+6,2	97,4	1,20
Мицефит, 10 мг/л	24,8	+5,1	13,9	+21,9	113,0	0,73
Мицефит, 100 мг/л	25,0	+5,9	14,2	+25,5	120,9	0,95
Циркон, 0,2 мл/л	24,5	+3,8	12,3	+7,9	102,7	1,08
Циркон, 0,4 мл/л	23,4	-0,8	13,2	+15,8	110,8	1,88
Циркон, 0,6 мл/л	23,1	-2,1	12,7	+11,4	98,7	2,03
Эпин-экстра, 0,05 мл/л	25,9	+9,7	13,9	+21,9	102,9	0,96
Эпин-экстра, 0,1 мл/л	24,9	+5,5	13,1	+14,9	117,5	1,12
Эпин-экстра, 0,2 мл/л	26,4	+11,8	12,3	+7,9	135,8	0,99
Обработка растений: в период массового цветения						
Мицефит (10 мг/л) + Циркон (0,4 мл/л) + Эпин-экстра (0,1 мл/л)	26,8	+13,6	15,3	+34,2	119,1	1,02
Двукратная обработка растений: в период массового цветения + в конце цветения						
Мицефит (10 мг/л) + Циркон (0,4 мл/л)	26,7	+13,1	14,4	+26,3	111,9	0,98
Мицефит (10 мг/л) + Эпин-экстра (0,1 мл/л)	24,6	+4,2	13,8	+21,1	118,2	0,86
НСР _{05AB}	3,7	-	2,7	-	9,3	0,16

вируют в различных пределах и подвержены влиянию регуляторов роста в зависимости от сорта винограда.

Установлено, что у сорта Восторг в вариантах двукратной обработки цирконом перед цветением + в период роста ягод в концентрации 0,4 и 0,6 мл/л длина грозди была несущественно, на 0,8 и 2,1%, ниже контроля. Обработка растений в период массового цветения смесью мицефита (10 мг/л) + циркон (0,4 мл/л) + эпин-экстра (0,1 мл/л) привела к существенному, на 3,2 см, увеличению длины грозди (табл. 1).

Двукратная обработка растений мицефитом в концентрации 100 мг/л, смесью мицефит (10 мг/л) + циркон (0,4 мл/л), смесью мицефит (10 мг/л) + циркон (0,4 мл/л) + эпин-экстра (0,1 мл/л) в период массового цветения достоверно способствовала увеличению ширины грозди винограда сорта Восторг.

Существенное увеличение количества ягод в грозди отмечено во всех вариантах, за исключением вариантов с обработкой гиббереллином (100 мг/л) – 97,4 шт. и цирконом (0,6 мл/л) – 98,7 шт., которые оказались на уровне контрольного варианта. Также отмечено существенное увеличение количества ягод в грозди в варианте с обработкой смесью мицефит (10 мг/л) + циркон (0,4 мл/л) + эпин-экстра (0,1 мл/л).

На сорте Восторг отмечено снижение количества семян в одной ягоде на фоне обработок регуляторами роста во всех вариантах опыта, за исключением вариантов с цирконом в концентрации 0,4 и 0,6 мл/л, где среднее количество семян в одной ягоде было на уровне контроля, и составило 1,88 и 2,03 шт. соответственно.

При использовании регуляторов роста для обработки растений винограда сорта Талисман длина грозди существенно увеличивается. Так, в вариантах с двукратной обработкой эпин-экстра (0,05 мл/л) и смесью мицефит (10 мг/л) + эпин-экстра (0,1 мл/л), её длина достигает 27,4 и 28,0 см, что превышает контрольный вариант на 8,3 и 10,7% соответственно (табл. 2).

При двукратной обработке растений винограда сорта Талисман мицефитом (10 мг/л) увеличивается длина и ширина грозди, соответственно, на 5,9 и 7,5%.

На данном сорте наблюдается несущественное снижение длины грозди в вариантах двукратной обработки мицефитом в концентрации 100 мг/л и смесью мицефит (10 мг/л) + циркон (0,4 мл/л). Следует отметить, что двукратная обработка растений винограда гиббереллином в концентрации 10 мг/л, цирконом во всех концентрациях и эпин-экстра в концентрациях 0,1 и 0,2 мл/л привела к снижению ширины грозди.

Таблица 2. Влияние регуляторов роста на морфологические показатели грозди винограда при обработке ими растений, сорт Талисман

Table 2. Influence of plant growth regulators on morphological parameters of grape bunch, variety 'Talisman'

Вариант	Параметр грозди				Число ягод в грозди, шт.	Среднее число семян в ягоде, шт.
	длина		ширина			
	см	± к контролю, %	см	± к контролю, %		
Контроль	25,3	-	11,9	-	79,0	0,59
Двукратная обработка растений: перед цветением + в период роста ягод						
Гиббереллин, 100 мг/л	26,0	+2,7	11,3	-5,1	102,1	0,34
Мицефит, 10 мг/л	26,8	+5,9	12,8	+7,5	113,2	0,35
Мицефит, 100 мг/л	24,9	-1,6	12,4	+4,2	100,8	0,35
Циркон, 0,2 мл/л	25,5	+0,8	10,8	-9,3	105,7	0,32
Циркон, 0,4 мл/л	26,8	+5,9	11,8	-0,8	107,8	0,35
Циркон, 0,6 мл/л	26,8	+5,9	11,0	-7,5	108,0	0,44
Эпин-экстра, 0,05 мл/л	27,4	+8,3	12,1	+1,7	92,0	0,40
Эпин-экстра, 0,1 мл/л	25,3	0,0	11,4	-4,2	92,0	0,22
Эпин-экстра, 0,2 мл/л	27,0	+6,7	11,0	-7,5	89,7	0,45
Обработка растений в период массового цветения						
Мицефит (10 мг/л) + Циркон (0,4 мл/л) + Эпин-экстра (0,1 мл/л)	25,8	+2,0	11,9	0,0	101,6	0,49
Двукратная обработка растений: в период массового цветения + в конце цветения						
Мицефит (10 мг/л) + Циркон (0,4 мл/л)	24,4	-3,6	10,9	-8,4	102,4	0,30
Мицефит (10 мг/л) + Эпин-экстра (0,1 мл/л)	28,0	+10,7	12,5	+5,1	97,2	0,37
НСР _{05AB}	3,2	-	2,6	-	6,2	0,05

Существенное увеличение количества ягод в грозди отмечено во всех вариантах применения регуляторов роста и их смесей. В варианте с двукратной обработкой мицефитом (10 мг/л) была отмечена наилучшая завязываемость ягод, количество ягод в грозди на 43,3% выше, чем в контроле. Минимальное количество семян – 0,22 шт./ягода отмечено в варианте обработки эпин-экстра (0,1 мл/л).

Нами наблюдалось изменение размеров как крупной ягоды, так и горошащейся у столового сорта Талисман под влиянием регуляторов роста.

Наиболее существенное увеличение размера крупной ягоды отмечено в варианте с двукратной обработкой смесью мицефит (10 мг/л) + циркон (0,4 мл/л): 29,2 мм против 26,6 мм в контроле (табл. 3). Ширина ягоды увеличивалась при двукратной обработке эпин-экстра в концентрации 0,1 мл/л, в то время как длина и ширина грозди уменьшились. Горошащиеся ягоды по размерам существенно превышали контрольный вариант. Исключением оказался вариант двукратной обработки эпин-экстра в концентрации 0,05 мл/л, который находился на уровне контроля.

У сорта Талисман наибольший индекс крупной ягоды – 1,27 – отмечен в варианте с однократной обработкой смесью мицефита (10 мг/л), циркона (0,4 мл/л) и эпин-экстра (0,1 мл/л), здесь ягоды приобрели продолговатую форму. В остальных вариантах с обработкой регуляторами и их смесями ягоды имели округлую форму.

Индекс горошащейся ягоды варьировал от 1,03 в варианте с двукратной обработкой цирконом (0,2 мл/л) до 1,12 – в варианте с однократной обработкой смесью мицефит (10 мг/л) + циркон (0,4 мл/л) + эпин-экстра (0,1 мл/л), т.е. горошащиеся ягоды в вариантах обработки испытываемыми регуляторами роста имели округлую форму.

Противоположная тенденция по линейным параметрам ягоды наблюдается на сорте Восторг (табл. 4).

Только в двух вариантах обработка регуляторами роста приводила к существенному увеличению длины ягод (варианты с двукратной обработкой мицефитом в концентрации 100 мг/л и однократной обработкой смесью мицефит (10 мг/л) + циркон (0,4 мл/л) + эпин-экстра (0,1 мл/л) в период массового цветения). В этих вариантах длина ягод, в сравнении с контролем, увеличилась, соответственно на 1,2 и 0,6 мм или 5,4 и 2,7%. Остальные варианты оказались на уровне или ниже контроля.

Все используемые регуляторы роста и их смеси существенно повлияли на уменьшение ширины ягоды. При обработке растений винограда сорта Восторг регуляторами роста индекс ягоды колебался в пределах 1,17 (гиббереллин, 100 мг/л) – 1,25 (циркон, 0,6 мл/л).

Выводы. Согласно результатам исследований, можно говорить о том, что в условиях Приднестровья у сортов винограда столового направления использования Восторг и Талисман при применении регуляторов роста гиббереллин, мицефит, циркон, эпин-экстра в испытываемых концентрациях в различные сроки наблюдается изменение морфометрических показателей размера грозди, крупной и горошащейся ягоды, количества ягод в грозди и семян в одной ягоде.

Максимальное изменение длины грозди по сравнению с контролем отмечено у сорта Восторг в варианте с однократной обработкой в период массового цветения смесью мицефита (10 мг/л) + циркона (0,4 мл/л) + эпин-экстра (0,1 мл/л) (+13,6%), у сорта Талисман при двукратной обработке в период массового цветения и в конце цветения смесью мицефита (10 мг/л) + эпин-экстра (0,1 мл/л) (+10,7%). Показатель длины крупной ягоды существенно, на 11%, выше контроля у сорта Талисман в варианте с двукратной обработкой в период массового цветения и в конце цветения смесью мицефита (10 мг/л) + циркон (0,4 мл/л). На сорте Восторг максимальная разница с контролем, 5,4%, была получена в варианте с двукратной обработкой перед цветением и в период роста ягод мицефитом в концентрации 100 мг/л.

Достоверное наименьшее количество семян в одной ягоде у сортов Восторг (0,73 шт.)

Таблица 3. Влияние регуляторов роста на линейные параметры ягоды винограда, сорт Талисман

Table 3. Influence of growth regulators on linear parameters of grape berry, variety 'Talisman'

Вариант	Параметры ягоды, мм		Индекс ягоды
	длина	ширина	
Контроль	22,2	19,7	1,13
Обработка растений: перед цветением + в период роста ягод			
Гиббереллин, 100 мг/л	22,3	19,0	1,17
Мицефит, 10 мг/л	22,6	18,4	1,23
Мицефит, 100 мг/л	23,4	19,0	1,23
Циркон, 0,2 мл/л	22,1	17,8	1,24
Циркон, 0,4 мл/л	22,2	18,4	1,21
Циркон, 0,6 мл/л	22,6	18,1	1,25
Эпин-экстра, 0,05 мл/л	21,9	18,5	1,18
Эпин-экстра, 0,1 мл/л	22,4	18,7	1,20
Эпин-экстра, 0,2 мл/л	21,3	17,8	1,20
Обработка растений: в период массового цветения			
Мицефит (10 мг/л) + Циркон (0,4 мл/л) + Эпин-экстра (0,1 мл/л)	22,8	18,4	1,24
Обработка растений: в период массового цветения + в конце цветения			
Мицефит (10 мг/л) + Циркон (0,4 мл/л)	22,6	18,6	1,22
Мицефит (10 мг/л) + Эпин-экстра (0,1 мл/л)	22,5	18,4	1,22
НСР _{05AB}	0,6	0,1	-

Таблица 4. Влияние регуляторов роста на линейные параметры ягоды винограда, сорт Восторг

Table 4. Influence of growth regulators on linear parameters of grape berry, variety 'Vostorg'

Вариант	Параметры ягоды, мм		Индекс ягоды
	длина	ширина	
Контроль	22,2	19,7	1,13
Обработка растений: перед цветением + в период роста ягод			
Гиббереллин, 100 мг/л	22,3	19,0	1,17
Мицефит, 10 мг/л	22,6	18,4	1,23
Мицефит, 100 мг/л	23,4	19,0	1,23
Циркон, 0,2 мл/л	22,1	17,8	1,24
Циркон, 0,4 мл/л	22,2	18,4	1,21
Циркон, 0,6 мл/л	22,6	18,1	1,25
Эпин-экстра, 0,05 мл/л	21,9	18,5	1,18
Эпин-экстра, 0,1 мл/л	22,4	18,7	1,20
Эпин-экстра, 0,2 мл/л	21,3	17,8	1,20
Обработка растений: в период массового цветения			
Мицефит (10 мг/л) + Циркон (0,4 мл/л) + Эпин-экстра (0,1 мл/л)	22,8	18,4	1,24
Обработка растений: в период массового цветения + в конце цветения			
Мицефит (10 мг/л) + Циркон (0,4 мл/л)	22,6	18,6	1,22
Мицефит (10 мг/л) + Эпин-экстра (0,1 мл/л)	22,5	18,4	1,22
НСР _{05AB}	0,6	0,1	-

и Талисман (0,22 шт.) отмечено в вариантах с двукратной обработкой перед цветением и в период роста ягод мицефитом и эпин-экстра (10 и 0,05 мл/л соответственно).

Источники финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы /References

1. Дорожкина Л.А., Раджабов М.К., Ермолаев В.А. Применение ЦИРКОНа для повышения продуктивности виноградных насаждений [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.nest-m.ru/index.php/publikatsii/kultury/plodovo-yagodnye/> (Дата обращения: 12.08.2019 г.).
Dorozhkina L.A., Radjabov M.K., Ermolaev V.A. The usage of ZIRCONE to increase the productivity of grape plantings// [Electronic resource] - URL: <http://www.nest-m.ru/index.php/publikatsii/kultury/plodovo-yagodnye/> (Date of access: 12/08/2019) (in Russian)
2. Мананков М.К., Мананкова О.П. Теоретические аспекты применения гиббереллина в виноградарстве // Ученые записки Симферопольского государственного университета. – 1999. – № 12(51), Т. 2. – С. 39–42.
Manankov M.K., Manankova O.P. Theoretical aspects of use of gibberellin in viticulture// Proceedings Simferopol State University. -1999. –No. 12 (51), vol. 2. pp. 39–42 (in Russian)
3. Дерендовская А.И. Применение препарата GOBBI GIB 2LG (GA 3) на столовых сортах винограда в условиях Республики Молдова//Ампелография, генетика и селекция винограда: прошлое, настоящее и будущее: Междунар. науч. конф.–Виноградарство и виноделие № 3.–2015. – С.64–65.
Derendovskaya A.I. The use of GOBBI GIB 2LG (GA 3) on table grape varieties in the conditions of the Republic of Moldova. International scientific conference "Ampelography, genetics and selection of grapes: past, present and future". Viticulture and winemaking No. 3. 2015. pp. 64–65 (in Rus.)
4. Дерендовская А.И., Перстнев Н.Д. и др. Применение регуляторов роста в технологии возделывания столовых сортов винограда. *Lucrări științifice*, vol. 29, UASM, Chișinău, 2011. pp. 142–151.
Derendovskaya A. I., Perstnev N. D. et al. The use of growth regulators in the technology of cultivation of table grape varieties. *Lucrări științifice*, vol. 29, UASM, Chișinău, 2011. pp.142–151. (in Moldavian)
5. Каббани Самер. Реакция столовых сортов винограда на обработку соцветий регуляторами роста. *Lucrări științifice*, vol. 29, UASM, Chișinău, 2011. pp. 158–167.
Kabbani Samer. The reaction of table grape varieties to treatment of inflorescences with growth regulators. *Lucrări științifice*, vol. 29, UASM, Chișinău, 2011. pp. 158–167 (in Moldavian)
6. Сорт Талисман [Электронный ресурс]. – URL: <https://vinograd.info/sorta/stolovye/talisman.html> (Дата обращения: 12.08.2019 г.).
Variety ‘Talisman’ [Electronic resource]. - URL: <https://vinograd.info/sorta/stolovye/talisman.html> (Date of access:12/08/2019) (in Russian)
7. Сорт Восторг [Электронный ресурс]. – URL: <https://vinograd.info/sorta/stolovye/vostorg.html> (Дата обращения: 12.08.2019 г.).
Variety ‘Vostorg’ [Electronic resource]. - URL: <https://vinograd.info/sorta/stolovye/vostorg.html> (Date of access: 12/08/2019) (in Russian)
8. Простосердов Н.Н. Изучение винограда для определения его использования (увология). – М.: Пищепромиздат, 1963. – 78 с.
Prostoserdiv N.N.. The study of grape to determine its use (uvology). Moscow: *Pishchepromizdat*, 1963. p. 78 (in Russian)
9. Лазаревский М.А., Простосердов Н.Н. Технологическая характеристика винограда и продуктов его переработки (Увология). – М., 1946. – 402 с.
Lazarevsky M.A., Prostoserdiv N.N.. Technological characteristics of grapes and products of grape processing (Uvology). - Moscow, 1946. p. 402 (in Russian)
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
Dospikhov B.A.. Methodology of a field experiment. Moscow: *Kolos*, 1985. p. 351 (in Russian)

ORCID ID:

Гинда Е.Ф. <https://orcid.org/0000-0002-4393-6445>

Изменение элементов фенольного метаболизма у винограда при заражении милдью на фоне прайминга микроорганизмами

Вадим Валерьевич Вялков, магистрант, e-mail: 935346@bk.ru;

Мария Андреевна Сундырева, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., e-mail: taurim2012@yandex.ru

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,

виноградарства, виноделия.

г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, д.39

Работа посвящена изучению изменений в фенольном метаболизме винограда с различной устойчивостью к милдью при применении прайминга микроорганизмами. Исследования были проведены на двух гибридных формах винограда селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ, отличающихся по устойчивости к милдью. В качестве агента прайминга были выбраны симбионтные дрожжи *Saccharomyces cerevisiae* (S.C.). Было установлено существенное снижение развития милдью на листовых дисках, обработанных S.C. Более восприимчивая к милдью ТАНА 33 демонстрировала отложенную по времени реакцию, связанную с изменением общего содержания фенольных соединений, чем более устойчивая форма ТАНА 42. Обработка S.C. приводила к синтезу ресвератрола у обеих гибридных форм. При непосредственном заражении у ТАНА 33 содержание микроботоксичного виниферина увеличилось на 24 часа быстрее, чем у ТАНА 42, но изначально более высокое его содержание в листьях ТАНА 33 через 48 и 96 часов после обработки заметно снижалось, что говорит о повышенном расходе и недостаточной скорости восполнения, возможно, высоким уровнем ингибирования синтеза его предшественника ресвератрола со стороны патогена. Гваяколовая пероксидаза принимает участие в преобразовании ресвератрола в виниферин. Показано, что существенного роста её активности у ТАНА 33 не происходило ни в один из периодов измерений. В противоположность этому, активность гваяколовых пероксидаз увеличивалась у ТАНА 42 через 48 часов после заражения на фоне S.C. Аналогичная тенденция прослеживалась по активности полифенолоксидазы. Хаотичные изменения в содержании стильбенов, низкая ферментативная активность у формы ТАНА 33 может свидетельствовать либо о недостаточном сигнальном пути, либо об отклонениях в процессе. Для формы ТАНА 42 характерна согласованная динамика содержания фенольных соединений, стильбенов, активности ферментов, более ранняя реакция на возбудителя на фоне обработки S.C.

Ключевые слова: виноград; прайминг; фенольные соединения; иммунитет растений

ORIGINAL RESEARCH

Changes in the elements of phenolic metabolism in grapevine upon infection with downy mildew on the background of priming with microorganisms

Vadim Valerievich Vyalkov, Mariya Andreevna Sundyeva

Federal State Budget Scientific Institution North-Caucasian Federal Scientific Centre of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy Str., 350901, Krasnodar, Russia

Changes in phenolic metabolism were studied in two hybrid forms of grapevine using priming with microorganisms. The study forms were released by the North-Caucasian Centre of Horticulture, Viticulture and Winemaking and have different resistance to downy mildew. Symbiont yeast *Saccharomyces cerevisiae* (S.C.) entered as priming agent. A considerably lower development of the disease was registered on leaf disks treated with S.C. The form TAHA 33 which is more susceptible to downy mildew showed a time-delayed response associated with changes in levels of total phenolic compounds in comparison to the form TAHA 42 with a better resistance to downy mildew. Resveratrol synthesis was induced in both study forms by S.C. treatment. Following a direct infection with downy mildew, TAHA 33 showed a 24 h earlier increase in the level of microbe-toxic viniferin than TAHA 42. Nevertheless, 48 and 96 h after the treatment, the initially higher level of viniferin in TAHA 33 leaves went down considerably, which suggests a higher utilization and insufficient replenishment rate of this substance, probably, due to high inhibition of the synthesis of resveratrol, its precursor, by the pathogen. Transformation of resveratrol into viniferin is assisted by guaiacol peroxidase. No substantial increase in its activity was registered in TAHA 33 in any measurement time interval. On the contrary, TAHA 42 showed an increase in guaiacol peroxidase activity 48 h after infection with downy mildew on the background of S.C. treatment. Polyphenol oxidase activity showed a similar tendency. Chaotic changes in stilbene levels and low fermentation activity in TAHA 33 may indicate either an insufficient signaling pathway or aberrations of the process. A concurrent dynamics as to the levels of phenolic compounds and stilbenes and the enzymatic activities as well as an earlier response to the pathogen against the S.C. treatment are characteristic for TAHA 42.

Key words: grapevine; priming; phenolic compounds; plant immunity

Введение. Трудно переоценить роль фенольных соединений в организме растений: они являются основными элементами многих метаболических путей, играют роль фитогормонов, защищают клетки растений от окислительного стресса, являются элементами растительного иммунитета и многое другое. Среди множества путей метаболизма фенольных соединений существует такое ответвление от фенилпропаноидного метаболического пути, как синтез стильбенов. Эти соединения для растений играют важную роль, защищая их от различных биотрофных патогенов [1, 2], УФ-излучения [3], окислительного стресса [4] и других опасностей. Однако у данного механизма есть существенная слабость – весьма длинный метаболический путь [5], а, следовательно, высокая вероятность нарушения пути биосинтеза. При этом множество грибковых патогенов способно на-

Как цитировать эту статью:

Вялков В.В., Сундырева М.А. Изменение элементов фенольного метаболизма у винограда при заражении милдью на фоне прайминга микроорганизмами // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4); С. 317-323. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.008 (in Russian)

How to cite this article:

Vyalkov V.V., Sundyeva M.A. Changes in the elements of phenolic metabolism in grapevine upon infection with downy mildew on the background of priming with microorganisms. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4): 317-323. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.008 (in Russian)

УДК 581.1.036:634.8

Поступила 12.11.2019 г.

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

рушать биосинтез стильбенов [6].

В настоящее время существует необходимость в разработке новых стратегий защиты винограда от распространения основных фитопатогенов, не зависящих от применения пестицидов и генетической устойчивости к единственному возбудителю. Использование защитных способностей иммунной системы растений в сочетании с другими стратегиями может иметь хороший потенциал для лучшей защиты сельскохозяйственных культур. Фенольные соединения растений являются одним из основных барьеров на пути инфицирования патогенами, в связи с чем изучение особенностей их биосинтеза у винограда при разработке новых стратегий защиты имеет важное значение, как в практическом растениеводстве, так и в потенциальном применении в биотехнологии.

Цель работы – изучение изменений в фенольном метаболизме винограда с различной устойчивостью к милдью при применении прайминга микроорганизмами.

Материалы и методы. Эксперимент проводили на листьях винограда двух гибридных форм, отличающихся по устойчивости к милдью: высокоустойчивая форма ТАНА 42 и слабоустойчивая форма ТАНА 33. Листья были собраны на полевом участке в г. Краснодар. Обработки BS – *Bacillus subtilis*, TV – *Trichoderma viride*, SC – *Saccharomyces cerevisiae*, Vi – *Venturia inaequalis*, контроль – вода – проводили путем нанесения капель объемом 25 мкл на лист. Через 24 часа наносили споры *Plasmopara viticola* (PV) путем опрыскивания. Микроорганизмы были выбраны по следующим причинам: BS и TV – антагонистические микроорганизмы, применяемые в растениеводстве для защиты от различных групп патогенов; SC – винные дрожжи – являются естественными симбионтами винограда, заселяющими его ягоды и вегетативные органы; Vi была выбрана в качестве агента прайминга, так как является несовместимым для винограда грибным патогеном.

Эффективность применяемых обработок оценивали на основании развития милдью на листовых дисках диаметром 2 см как процент площади диска, покрытой спороношением. Листовые диски получали при помощи пробочного сверла диаметром 2 см из бессимптомных листьев винограда двух гибридных форм, собранных на полевом участке. В каждом варианте эксперимента использовали 50-60 листовых дисков. Листья обрабатывали 70%-ным этанолом, промывали дистиллированной водой, помещали в чашки Петри с влажной фильтровальной бумагой и обрабатывали исследуемыми микроорганизмами путем нанесения капель объемом 25 мкл на листовую диск. Заражение милдью проводили путем опрыскивания листовых дисков споровой суспензией через 24 часа после применения исследуемых микроорганизмов [7]. Спороношение наблюдалось через 96 часов после инокуляции PV.

Определение содержания метаболитов проводили через 24, 48, 72 и 96 часов после

обработки микроорганизмами при заражении PV и без него.

Для определения общего содержания фенольных соединений и флавоноидов готовили экстракт путем инкубации 0,1 г образца в течение ночи в темноте при +4°C в 2 мл 95%-ного этанола. На следующий день центрифугировали при 15000g 15 минут, супернатант использовали для дальнейших анализов. Определение содержания общих фенольных соединений проводили по методу Фолина-Чокалтеу [8]. Определение содержания флавоноидов проводили по методике, описанной Chang Ch. et al. (2002) [9].

Экстракцию ферментов проводили по методике, описанной Сундыревой М.А. (2015) [10]. Ферментативную активность полифенолоксидазы (РРО) измеряли с использованием катехола в качестве субстрата согласно методике, описанной Queiroz Ch. et al. (2011). Активность РРО измеряли по увеличению поглощения при 420 нм с использованием спектрофотометра Unico2800 UV/VIS (США) [11]. Активность гваяколовой пероксидазы определяли по методике, описанной Н.А. Радюкиной с соавторами (2012) [12]. Содержание стильбенов определялось методом капиллярного электрофореза [13].

Результаты и обсуждение. Более устойчивая к милдью форма ТАНА 42 поражалась патогеном в 1,5 раза меньше, чем слабоустойчивая форма ТАНА 33 (рис. 1). Обработка SC показала очень высокую эффективность, поэтому были исследованы изменения в составе и содержании различных классов фенольных соединений в сравнении с контрольным вариантом.

Для выявления отличий между двумя гибридными формами винограда были измерены основные элементы фенольного метаболизма, а именно, содержание фенольных соединений, трёх основных видов стильбенов: ресвератрола, виниферина, пицеида, флавоноидов, активность в растворе гваяколовой пероксидазы и полифенолоксидазы в листьях винограда без обработок до применения микроорганизмов и заражения милдью (табл.).

Преобладающим среди стильбенов являлся пицеид, что подтверждается данными о количественном соотношении стильбенов в различных частях виноградного растения [14]. Полученные данные так же демонстрируют ещё одну закономерность: более

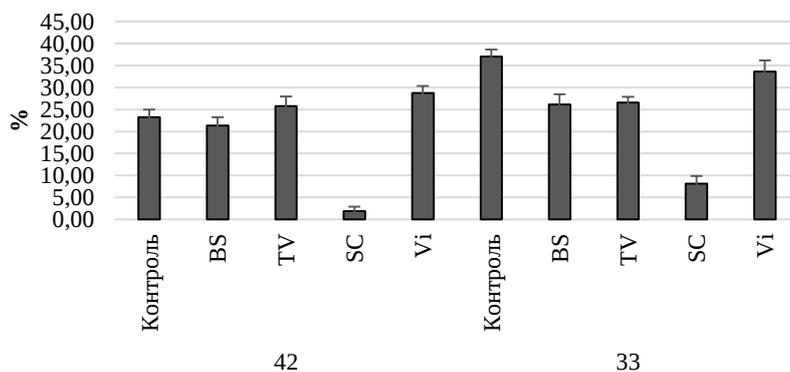


Рис. 1. Поражение винограда милдью на фоне обработок микроорганизмами
Figure 1. Infection of grapevine with downy mildew on the background of microbial treatments

Таблица. Содержание различных фенольных соединений и активность связанных ферментов листьев винограда

Table. Levels of various phenolic compounds in grape leaves

Показатель	ТАНА 33	ТАНА 42
Общее содержание фенольных соединений, мг.экв. галловой кислоты/г сырой массы	30,90 ± 2,03	32,34 ± 4,15
Флавоноиды, мг/г сырой массы	5,65 ± 0,26	4,42 ± 0,08
Ресвератрол, мг/дм ³	6,3 ± 0,60	1,95 ± 0,23
Пицеид, мг/дм ³	23,15 ± 0,68	17,15 ± 0,38
Виниферин, мг/дм ³	8,95 ± 0,88	2,35 ± 0,08
Активность гваяколовых пероксидаз, е.а./мг белка	9,97 ± 0,70	9,04 ± 0,46
Активность полифенолоксидазы, е.а./мг белка	76,07 ± 5,56	104,48 ± 5,18

устойчивый сорт имеет изначально более низкий уровень стильбенов, чем менее устойчивый, с другой стороны, активность полифенолоксидазы и содержание промежуточных соединений у него несколько выше. Это можно объяснить тем, что устойчивые сорта обладают более высокой скоростью синтеза и трансформации фенольных соединений [15].

Содержание фенольных соединений при воздействии патогена, обработке S.C. и комбинированном воздействии с течением времени у исследуемых форм изменялось также неодинаково: обработка S.C. привела у ТАНА 42 к повышению общего содержания фенольных соединений через 24 часа, непосредственно на заражение патогеном повышение их содержания происходило через 72 часа, а при заражении на фоне обработки S.C. – через 96 часов. В листьях формы ТАНА 33 содержание фенольных соединений возросло независимо от способа воздействия. При этом на обработку S.C. без заражения обе формы отреагировали непродолжительным повышением содержания фенольных соединений, с последующим спадом. Причём ТАНА 33 демонстрирует более отложенную по времени реакцию. Общее снижение содержания фенольных соединений относительно контроля говорит

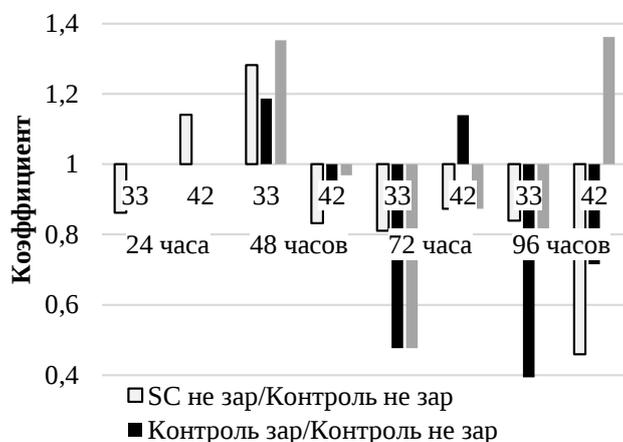
об активации различных биосинтетических процессов, в которых эти вещества необходимы, без увеличения их собственной выработки, а отдельные подъёмы – об активации метаболических путей их биосинтеза (рис. 2) [5].

Следующим этапом является образование флавоноидов. Полученные результаты практически полностью повторяли изменения содержания фенольных соединений на всём протяжении времени исследования у формы ТАНА 42. Вероятно влияние окислительного стресса, переориентирующего метаболизм на синтез стильбенов, преимущественно над синтезом флавонола [16].

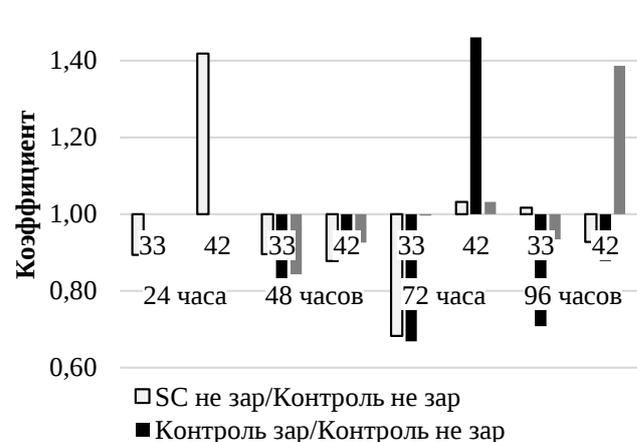
Отдельно стоит отметить динамику флавоноидов у формы ТАНА 33 через 48 часов, после обработки: на данный момент времени был зафиксирован подъём содержания фенольных соединений, однако содержание флавоноидов не только ниже контроля, но и не изменилось за 24 часа, если обратить внимание на содержание при обработке S.C. без заражения (рис. 2). Таким образом, образец ТАНА 33, вероятно, демонстрировал несколько отстающую реакцию на заражение как патогеном, так и S.C.

Ресвератрол и пицеид обладают слабой токсической активностью в отношении *P. viticola*, в то время как d-виниферин является высокотоксичным [17]. Тем не менее, ресвератрол также может расходоваться на сопротивление патогену без трансформации [18]. В исследовании изменения содержания ресвератрола было установлено, что обе гибридные формы синтезировали его при обработке S.C., причём можно наблюдать сначала резкий спад его содержания у ТАНА 33 и последующее нарастание к 72 часам. При заражении же картина несколько другая: у ТАНА 42 обнаруживается резкий подъём к 72 часам с последующим спадом, а у ТАНА 33 содержание хоть и всегда находится ниже контроля, но колеблется около контрольных значений (рис. 3).

Отмечено, что у устойчивых форм синтезированный ресвератрол сразу трансформируется в виниферин [19], в то время как у слабоустойчивых ресвератрол сначала трансформируется в пицеид, а потом уже

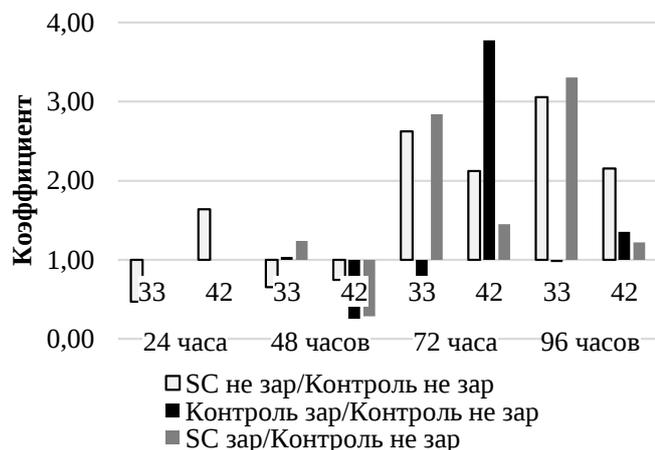


Изменение общего содержания фенольных соединений
Changes in levels of total phenolic compounds

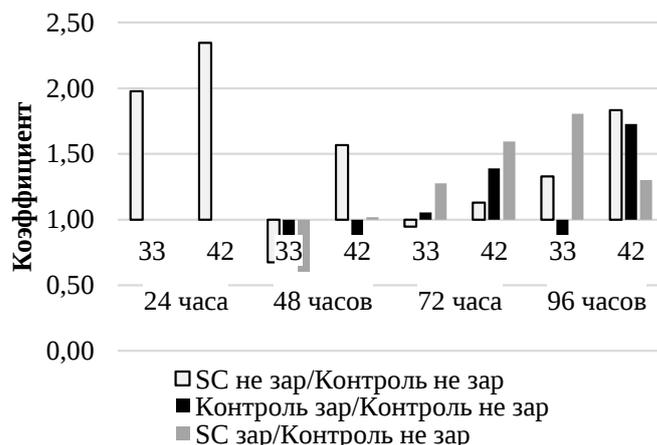


Изменение содержания флавоноидов
Changes in levels of flavonoids

Рис. 2. Изменение содержания фенольных соединений в листьях винограда относительно контроля
Figure 2. Changes in levels of phenolic compounds in grape leaves relative to the control



Изменение содержания ресвератрола
Changes in resveratrol levels



Изменение содержания пицеида
Changes in piceid levels

Рис. 3. Изменение содержания ресвератрола и пицеида в листьях винограда относительно контроля
Figure 3. Changes in resveratrol and piceid levels in grape leaves relative to the control

в виниферин [20]. Согласно полученным данным, содержание пицеида, при обработке S.C., но без заражения, у обеих форм увеличивалось. При этом реакция в виде увеличения синтеза произошла через 24 часа, так же наблюдалось и повторное возрастание, спустя короткий период спада, отмеченный через 48 часов. Исходя из этого можно сделать вывод, что обе формы реагируют на S.C. как на патоген, что, наиболее вероятно, связано с его поверхностными молекулярными структурами, распознаваемыми растением. При заражении растения образование пицеида начало повышаться спустя 72 часа, дополнительное воздействие S.C. усилило эффект у обеих форм (рис. 3).

Как уже упоминалось ранее, именно виниферин является наиболее токсичным для патогенов соединением и его выработка растениями является более мощным защитным механизмом при заражении. Полученные данные свидетельствуют о том, что при непосредственном заражении у ТАНА 33 содержание виниферина увеличилось на 24 часа быстрее, чем у ТАНА 42. С другой стороны, изначально в образцах ТАНА 33 содержалось больше виниферина, чем у ТАНА 42, но через 48 и 96 часов после обработки обнаруживается заметное снижение его содержания, что говорит о повышенном расходе и недостаточной скорости восполнения, возможно, высоким уровнем ингибирования синтеза его предшественника ресвератрола со стороны патогена [21, 22]. Наиболее же сильной оказалась реакция ТАНА 42 на обработку S.C. без заражения, постепенно ослаблявшаяся со временем. Сочетание заражения и обработки S.C. привело к снижению продукции виниферина у обеих форм. Объяснить подобное можно тем, что ранняя реакция организма растения на S.C. приводит к быстрому истощению запасов метаболита, в то же время препятствуя распространению PV (рис. 4).

Гваяколовая пероксидаза, как и другие, фенольные пероксидазы, принимает участие в преобразовании ресвератрола в виниферин, поэтому изменение её активности может

быть показателем изменения скорости исследуемого пути биосинтеза [23]. Это утверждение подтверждается полученными результатами: условия и время, при которых происходит увеличение активности гваяколовой пероксидазы в исследуемых образцах совпадает со скачками количества стильбенов. Также стоит обратить внимание на то, что существенных увеличений её активности у ТАНА 33 не происходило ни в один из периодов измерений. В противоположность этому, активность гваяколовых пероксидаз увеличивалась у ТАНА 42 через 48 часов после заражения на фоне S.C. Полифенолоксидаза – фермент, катализирующий гидроксирование О-монофенолов в О-дифенолы и окисление молекулярным кислородом дифенолов в хиноны. Субстратом для полифенолоксидазы являются монофенолы (аминокислоты тирозин — оксифенилаланин), дифенолы (пирокатехин, кофейная кислота) и трифенолы (хлорогеновая кислота). Активность полифенооксидазы обеспечивает появление таких защитных производных, как лигнин. Динамика активности полифенолоксидазы аналогична предыдущему ферменту у обеих изученных форм винограда. Разница в функционировании этих ферментов прослеживалась у ТАНА 33 в более интенсивном снижении активности полифенолоксидазы при всех типах

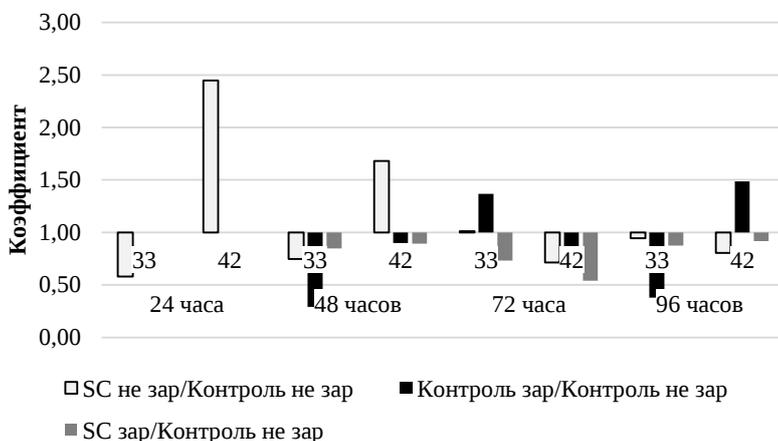
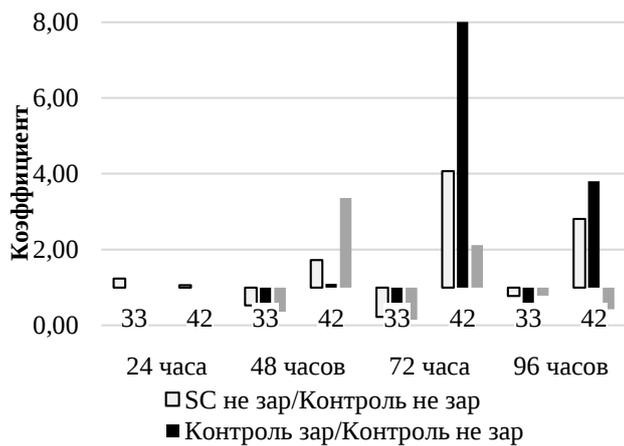
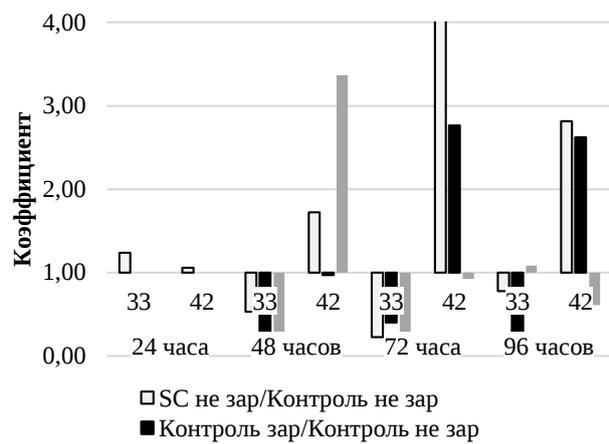


Рис. 4 Изменение содержания виниферина в листьях винограда относительно контроля
Figure 4. Changes in viniferin levels in grape leaves relative to the control



Изменение активности гваяколовой пероксидазы
Changes in guaiacol peroxidase activity



Изменение активности полифенолоксидазы
Changes in polyphenol oxidase activity

Рис. 5. Изменение активности гваяколовой пероксидазы и полифенолоксидазы относительно контроля
Figure 5. Changes in guaiacol peroxidase and polyphenol oxidase activities relative to the control

воздействия. Для ТАНА 42 было характерно большее положительное влияние на активность полифенолоксидазы обработки SC, нежели заражения PV, в сравнении с активностью гваяколовой пероксидазы через 72 часа после обработки (рис. 5).

Есть сведения, что устойчивые сорта демонстрируют специфический хронологический набор событий при заражении, который не наблюдается у чувствительных генотипов, начиная с увеличения активных форм кислорода, сопровождаемого гиперчувствительным ответом, увеличения активности пероксидазы в клетках, фланкирующих зону инфекции, и, наконец, увеличения содержания фенольных соединений [24].

Таким образом, у образца ТАНА 33 мы наблюдали подъём уровня фенольных соединений через 48 часов при любой обработке, чего нельзя сказать об образце ТАНА 42, так как рост синтеза фенольных соединений произошёл раньше (через 24 часа), поскольку устойчивые сорта характеризуются большей скоростью реакции. Говоря о ТАНА 33, стоит заметить, что подъём содержания фенольных соединений и его последующий спад никак не коррелирует с данными как по стильбенам, так и с данными по фенолпропаноидам. Следующим этапом является уже образование ресвератрола из кумароил-КоА. Изменения наступают только при обработке S.C., а при заражении практически нет отклонений от нормы. Аналогичная ситуация с пицеидом. В содержании виниферина есть одно повышение (72 часа), стоящее особняком, но схожее по картине с таковой у ТАНА 42. Вместе с виниферинами птеростильбен является одной из наиболее токсичных форм стильбена, в 10 раз более токсичной, чем ресвератрол [25].

Можно предположить, что у образца ТАНА 33 используются до 72 часов собственные запасы стильбенов, которых у него больше, чем у образца ТАНА 42. В пользу этой теории говорит и снижение активности ферментов, участвующих в их биосинтезе (полифенолоксидазы и гваяколовой пероксидазы). При этом заметны скачкообразные изменения содержания стильбенов (по истечении 48 часов всех разновидно-

стей стильбенов мало, по истечении 72 часов – количество резко растёт, через 96 часов – заметный спад). Подобная хаотичная картина синтеза может свидетельствовать либо о недостаточном сигнальном пути, либо об отклонениях в процессе. Есть утверждения, что патогены могут угнетать синтез стильбенов путём подавления экспрессии необходимых для синтеза белков [26], но наблюдаемая активность ферментов ниже среднего при любой обработке и на всём протяжении исследования говорит в пользу первого предположения.

У образца ТАНА 42 есть совпадения в динамике содержания фенольных соединений, фенилпропаноидов и стильбенов, что определённо говорит об осуществлении процессов синтеза стильбенов. При этом самым ярким примером является содержание всех этих соединений через 72 часа после любой обработки. Стоит отметить, что обработка патогеном и S.C. приводит к более раннему увеличению активности ферментов и, соответственно, снижению содержания стильбенов в дальнейшей перспективе (рис. 4–7). Это позволяет предположить, что обработка растений S.C. вызвала более раннюю реакцию на патоген, с одной стороны, приводящую к более быстрому истощению пула метаболитов-предшественников, но, с другой стороны, за счёт более раннего ответа, позволяющую растению справиться с патогеном на ранних стадиях заражения. Характер влияния S.C. на растение аналогичен воздействию вакцины на человеческий организм.

Изменения, наступающие по истечении 96 часов после заражения, также могут свидетельствовать о начале нового роста синтеза стильбенов, что может быть связано с циклами развития милдью (PV). В ранее проведённых исследованиях отмечается тотальное повышение стильбенов через 12 и 26 дней после заражения патогеном [26].

Выводы. Установлено существенное снижение развития милдью на листовых дисках, обработанных *Saccharomyces cerevisiae* (S.C.) Более восприимчивая к милдью ТАНА 33 демонстрировала отложенную по

времени реакцию, связанную с изменением общего содержания фенольных соединений, чем более устойчивая форма ТАНА 42. Обработка S.C. приводила к синтезу ресвератрола у обеих гибридных форм. При непосредственном заражении у ТАНА 33 содержание микроботоксичного виниферина увеличилось на 24 часа быстрее, чем у ТАНА 42, но изначально более высокое его содержание в листьях ТАНА 33 через 48 и 96 часов после обработки заметно снижалось, что говорит о повышенном расходе и недостаточной скорости восполнения, возможно, высоким уровнем ингибирования синтеза его предшественника ресвератрола со стороны патогена. Гваяколовая пероксидаза принимает участие в преобразовании ресвератрола в виниферин. Существенного роста её активности у ТАНА 33 не происходило ни в один из периодов измерений. В противоположность этому активность гваяколовых пероксидаз увеличивалась у более устойчивой формы ТАНА 42 через 48 часов после заражения на фоне S.C. Аналогичная тенденция прослеживалась по активности полифенолоксидазы. Хаотичные изменения в содержании стильбенов, низкая ферментативная активность у формы ТАНА 33 может свидетельствовать либо о недостаточном сигнальном пути, либо об отклонениях в процессе. Для формы ТАНА 42 характерна согласованная динамика содержания фенольных соединений, стильбенов, активности ферментов, более ранняя реакция на возбудителя на фоне обработки S.C. Обработка растений S.C. вызвала более раннюю реакцию на патоген, приводящую к более быстрому истощению пула метаболитов-предшественников, с одной стороны, но, с другой стороны, за счёт более раннего ответа позволяющая растению справиться с патогеном на ранних стадиях заражения.

Источник финансирования:

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-016-00210 А

Financing source

The research was supported by the grant of the Foundation of Fundamental Research of Russia № 19-016-00210 А.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Благодарности

Выражаем признательность Насонову А.И. и Антоненко М.В. – за предоставление штаммов микроорганизмов для проведения исследований.

Acknowledgment

The authors are grateful to A.I. Nasonov and M.V. Antonenko for providing strains of microorganisms for study.

Список литературы/References

1. Kortekamp A. Expression analysis of defence-related genes in grapevine leaves after inoculation with a host and a non-host pathogen // *Plant Physiology and Biochemistry*. 2006. Vol. 44 (1). pp. 58-67. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0981942806000234>
2. Pezet R., Gindro K., Viret O., et al. Glycosylation and oxidative dimerization of resveratrol are respectively

associated to sensitivity and resistance of grapevine cultivars to downy mildew // *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 2003. Vol. 65. pp. 297–303. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0885576505000482>

3. Супрун А.Р., Огнева З.В., Дубровина А.С. и др. Действие р-кумаровой и кофейной кислоты, а также ультрафиолета-С на накопление стильбенов и экспрессию генов, участвующих в биосинтезе стильбенов в хвое Ели Аянской *Picea Jezoensis* // Механизмы устойчивости растений и микроорганизмов к неблагоприятным условиям среды: труды Всерос. науч. конф. 2018. С. 742-743
Suprun A.R., Ogneva Z.V., Dubrovina A.S. The effect of r-coumaric and caffeic acid, as well as ultraviolet-C on the accumulation of stilbenes and the expression of genes involved in the biosynthesis of stilbenes in the needles of Ayan *Picea Jezoensis*. Mechanisms of resistance of plants and microorganisms to unfavorable environmental conditions: Proceeding of All-Russia scientific conference. 2018. pp. 742-743 (in Russian)
4. Mellersh D. G., Foulds I. V. H₂O₂ plays different roles in determining penetration failure in three diverse plant–fungal interactions // *The Plant Journal*. 2002. Vol. 29. pp. 257-268. URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.0960-7412.2001.01215.x>
5. Хелдт Г. Биохимия растений. М. 2014. С. 322
Heldt Hans-Walter. Plant biochemistry. An update transl. from the Germ. 3rd ed. Amsterdam [etc.]: Elsevier Academic Press. 2014. P. 322
6. Vannozzi A., Dry I., Fasoli B. et al. Genome-wide analysis of the grapevine stilbene synthase multigenic family: genomic organization and expression profiles upon biotic and abiotic stresses. *BMC Plant Biol.* 2012. pp. 112-130. URL: <https://bmcpantbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2229-12-130>
7. Ghasemzadeh A., Nasiri A., Jaafar H.Z. et al. Changes in phytochemical synthesis, chalcone synthase activity and pharmaceutical qualities of Sabah Snake Grass (*Clinacanthus nutans* L.) in relation to plant age molecules. *Molecules*. 2014. Vol. 19. pp.17632-17648. URL: <https://www.mdpi.com/1420-3049/19/11/17632>
8. Chang Ch., Yang M., Wen H., Chern J. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*. 2002. Vol. 10. №. 3. pp. 178-182.
9. Сундырева М.А. Физиолого-биохимические методы оценки адаптационных признаков винограда // Инструментальные методы оценки исходного и селекционного материала винограда для высококачественного виноделия. Краснодар. 2015. С. 42-47.
Sundyreva M.A. Instrumental methods to evaluate initial and breeding grapevine material for quality winemaking. Krasnodar. 2015. pp. 42-47. (in Russian)
10. Queiroz Ch., da Silva A. J. R., Mendes Lopes M. L., Fialho E., Valente-Mesquita V. L. Polyphenol oxidase activity, phenolic acid composition and browning in cashew apple (*Anacardium occidentale* L.) after processing. *Food Chemistry*. 2011. № 125. pp. 128-132. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814610010514>
11. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений. под ред Кузнецова В.В. М: Бином, 2012. С. 355-356.
Molecular-genetic and biochemical methods in modern plant biology. Kuznecov V.V. (Editor). Moskow: Binom, 2012. pp. 355-356 (in Russian)
12. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству. Краснодар, 2010. С. 279-283

- Methodological and analytical support of horticultural research. Krasnodar, 2010. pp. 279-283 (in Russian)
13. Fröbel S., Dudenhöffer J., Töpfer R. et al. Transcriptome analysis of early downy mildew (*Plasmopara viticola*) defense in grapevines carrying the Asian resistance locus Rpv10 // *Euphytica*. 2019. pp. 215-228. URL: https://scholar.google.ru/scholar?hl=ru&as_sdt=0%2C5&q=6.%09Fr%C3%B6bel+S.%2C+Dudenh%C3%B6ffer+J.%2C+T%C3%B6pfer+R.%2C+et+al.+Transcriptome+analysis+of+early+downy+mildew+%28Plasmopara+viticola%29+defense+in+grapevines+carrying+the+Asian+resistance+locus+Rpv10+%2F%Euphytica.+2019.+P.+215-228.+&btnG=
 14. Corio-Costet M.F. Monitoring resistance in obligate pathogens by bioassays relating to field use: grapevine powdery and downy mildews fungicide resistance in plant pathogens. 2015. pp. 251-279. URL: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-4-431-55642-8_16
 15. Aziz A., Verhagen B., Magnin-Robert M. et al. Effectiveness of beneficial bacteria to promote systemic resistance of grapevine to gray mold as related to phytoalexin production in vineyards. *Plant and Soil*, 2016. Vol. 405. pp. 141-153. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11104-015-2783-z>
 16. Hasan M., Bae H. An overview of stress-induced resveratrol synthesis in grapes: perspectives for resveratrol-enriched grape products. *Molecules*. 2017. Vol. 22, 294. doi:10.3390/molecules22020294. URL: <https://www.mdpi.com/1420-3049/22/2/294>
 17. Chitarra W., Perrone I., Avanzato C. G. et al. Grapevine grafting: scion transcript profiling and defense-related metabolites induced by rootstocks. *Front. Plant Sci*. 2017. Vol. 8. doi: 10.3389/fpls.2017.00654. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2017.00654/full>
 18. Richard T., Abdelli-Belhad A., Xavier V. et al. *Vitis vinifera* canes, a source of stilbenoids against downy mildew. *OENO One*. 2016. Vol. 50. pp. 137-143. URL: <http://oenone.eu/article/view/1178>
 19. Dercks W., Creasy L.L. The significance of stilbene phytoalexins in the *Plasmopara viticola*-grapevine interaction. *Physiol. Mol. Plant Pathol*. 1989. Vol. 34. pp. 189-202. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/088557658990043X>
 20. Hok S., Attard A., Keller H. Getting the most from the host: how pathogens force plants to cooperate in disease. *The American Phytopathological Society*. 2010. Vol. 23. pp. 1253-1259. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/abs/10.1094/MPMI-04-10-0103>
 21. Kortekamp A., Zyprian E. Characterization of *Plasmopara*-resistance in grapevine using in vitro plants. *Journal of Plant Physiology*. 2003. Vol. 160. pp. 1393-1400. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0176161704705325>
 22. Carvalho L. C., Vidigal P., Amancio S. Oxidative stress homeostasis in grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Front. Environ. Sci*. 2015. Vol. 3. doi: 10.3389/fenvs.2015.00020. URL: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2015.00020/full>
 23. Способ получения ресвератрола: пат. 2326165 РФ. Федореев С.А., Киселев К.В., Дубровина А.С., и др. Заявл. 05.10.06; Опубл. 10.06.08. - Бюл. № 16. - 8 с. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2326165>
Fedoreyev S.A., Kiselev K.V., Dubrovina A.C. A method to obtain resveratrol: pat. Pat. 2326165 RF. Zayavl. Filed 05.10.06; Publ. Opubl. 10.06.08. - Byul. Bull. № 16. p. 8. URL: <http://www.freepatent.ru/patents/2326165> (in Russian)
 24. Milli A., Cecconi D., Bortesi L. et al. Proteomic analysis of the compatible interaction between *Vitis vinifera* and *Plasmopara viticola*. *Journal of Proteomics*. Vol. 75. 2012. P. 1284-1302. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1874391911005574>
 25. Lachman J., Kotíková Z., Hejtmánková A. et al. Resveratrol and piceid isomers concentrations in grapevine shoots, leaves, and tendrils. *Horticultural Science*. 2016. Vol. 43. P. 25-32. URL: https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/258_2014-HORTSCI.pdf

ORCID iD:

Вялков В.В. – 0000-0003-1152-5091

Сундырева М.А. – 0000-0002-1338-1725

Влияние подвоя и сорта на биометрические показатели окулянтов груши в питомнике

Александр Иванович Сотник, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр., зав. отделом плодовых культур;
 Валентина Викторовна Танкевич, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр., зав. лабораторией питомниководства
 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного знамени «Никитский ботанический сад –
 Национальный научный центр РАН», отделение «Крымская опытная станция садоводства»
 Ялта, пос. Никита, sadovodstvo.koss@mail.ru

Одним из факторов повышения урожайности и рентабельности плодовых насаждений является использование клоновых подвоев, экологически адаптированных к природным условиям региона, устойчивых к стрессовым факторам, а также хорошо совместимых с большинством сортов. В статье представлены результаты исследований за 2009–2014 гг. по уточнению элементов технологии выращивания посадочного материала груши в условиях Крыма. Проведен анализ полученных данных сравнительного изучения перспективных и районированных клоновых подвоев для груши (ВА-29, ИС 2-10, КА 53, КА 86, КА 92) с сортами (Бере Арданпон, Изумрудная, Изюминка Крыма, Мария, Мечта, Отечественная, Таврическая) адаптированными для почвенно-климатических условий Крыма. Изучено их влияние на рост, развитие и выход саженцев. Исследуемый набор отвечает требованиям современного садоводства. Интенсивные насаждения необходимо закладывать стандартным посадочным материалом, отвечающим современным требованиям. Цель исследований – дать оценку подвоям и сорто-подвойным комбинациям груши в питомнике по комплексу хозяйственно-биологических признаков и выделить перспективные для совершенствования сортамента Крыма и юга России. В проведенных исследованиях в питомнике, по основным параметрам выделены подвои крымской селекции серии КА. Средний выход стандартных однолетних саженцев на исследуемых подвойных формах составил 77–85%.

Ключевые слова: груша; клоновый подвой; сорт; окулянт; питомник; совместимость; саженец

Введение. Новые тенденции в интенсификации садоводства направлены на возделывание плодовых насаждений семечковых культур, в частности, груши, со сдержанной силой роста, скороплодных, высокопродуктивных, обладающих ценными вкусовыми достоинствами. В Крыму груша является второй по распространению семечковой культуры [1].

Отечественные и зарубежные ученые добились серьезных успехов в совершенствовании ее сортимента и подвоев [2]. Для каждой зоны необходимо сделать выбор подвоя не-

Как цитировать эту статью:

Сотник А.И., Танкевич В.В. Влияние подвоя и сорта на биометрические показатели окулянтов груши в питомнике // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4): С. 324–327. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.009 (in Russian)

How to cite this article:

Sotnik A.I., Tankevich V.V. The effect of rootstock and scion on biometric parameters of whip grafted pear shoots in the nursery. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4): 324–327. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.009 (in Russian)

УДК 634.11:631.52
 Поступила 11.10.2019
 Принята к публикации 18.11.2019
 © Авторы, 2019

ORIGINAL RESEARCH

The effect of rootstock and scion on biometric parameters of whip grafted pear shoots in the nursery

Alexander Ivanovich Sotnik, Valentina Viktorovna Tankevich
 State Budgetary Institution of Science "Nikitsky Botanical Garden–National Science Center", branch "Crimean Gardening Experimental Station"
 298648, Russia, Republic of Crimea, Yalta, Nikita Settlement

One of fruit yield and profitability drivers is the use of clonal rootstocks that have been environmentally adjusted to the natural conditions of a region. These rootstocks also must be resistant to stress factors and well-compatible with most varieties. The paper reports results of research of 2009–2014 aimed to clarify the elements of planting material cultivation technology in the conditions of the Crimea. We analyzed data of a comparative study of rootstock-scion combinations of promising and released clonal rootstocks for pear (VA-29, IS 2-10, KA 53, KA 86, KA 92) and pear varieties ('Bere Ardanpon', 'Izumrudnaya', 'Izuminka Kryma', 'Mariya', 'Mechta', 'Otechestvennaya', 'Tavrisheskaya') that were adapted to the soil and climatic conditions of the Crimea, including Crimean breedings. The effect of the rootstocks on the growth, development and output of seedlings was studied. The study set meets requirements of modern horticulture. Intensive plantings should be established with a standard planting material that meets modern requirements. The goal of the study was to evaluate pear rootstock-and-scion combinations in the nursery based on a number of economic and biological traits and to reveal those promising for improvement of fruit assortment in the Crimea and in the south of Russia. As a result, 'KA' series rootstocks bred in the Crimea were sorted out for main parameters. The average output of standard yearlings on the study rootstocks was 77–85%.

Key words: pear; clonal rootstocks; variety; whip grafted shoot; nursery; compatibility; seedling

обходимой силы роста, экологически устойчивого для данной местности, совместимого с основными сортами региона и оказывающего благоприятное воздействие на привитые сорта. Для того чтобы урожайность садов была высокой и стабильной необходимо даже в одной зоне районировать несколько подвоев, которые по-разному реагируют на почвенные условия и микроклимат данной делянки [3, 4]. Удачно подобранные подвои и сорто-подвойные комбинации в сочетании с рациональными типами формировок и садов позволят получить значимый экономический эффект.

Одним из сдерживающих факторов распространения груши является ее высокая требовательность к условиям выращивания. Большая часть климатических требований выполнима в Крыму, тем не менее, почвенное разнообразие полуострова и особенно повышенное содержание CaCO_3 требует подбора и создания подвоев, адаптированных к отдельным микроразнообразиям. Ошибки, допущенные при выборе земельного участка, подвоя, сортимента, схемы посадки плодовых и ягодных культур, практически невозможно устранить [5].

Подвой оказывает значительное влияние на зимостойкость и морозостойкость плодового дерева, силу роста, биохимические процессы, урожайность, сроки вступления в плодоношение и особенности продуктивности фотосинтеза [6–8]. Переход отечественного садоводства на интенсивные типы садов на слаборослых подвоях с высокой и сверхвысо-

кой плотностью посадки выдвигает повышенные требования к качеству посадочного материала, который должен обеспечивать высокую скороплодность садов (с началом плодоношения многих сорто-подвойных комбинаций уже в год высадки в сад) и быстрые темпы нарастания урожайности с выходом насаждений на уровень их максимальной продуктивности на 4-й, максимум – 5-й год. Это должно обеспечить и быструю (на 3–4 год) окупаемость вложенных средств, которые составляют от 5 до 7 тыс. долл./га.

Цель исследований – оценка подвоев и сорто-подвойных комбинаций груши в питомнике по комплексу хозяйственно-биологических признаков и выделение перспективных для совершенствования сортимента Крыма и юга России.

Объекты и методы исследований. Исследования проводили в 2009–2014 гг. на первом и втором полях питомника Крымской опытной станции садоводства, ныне отделение Никитского ботанического сада. Объектами исследований служили подвойные формы айвы. Схема опыта: отводки подвоев ВА 29 (к), КА 53, КА 86, КА 92 высаживали в первое поле питомника по схеме 70 x 15 см. В августе, в год посадки, их окулировали сортами груши Бере Арданпон(к), Изюминка Крыма, Изумрудная, Мария, Мрия, Отечественная, Таврическая. Повторность опыта трехкратная. При изучении слаборослых клоновых подвоев для груши в питомнике учитывали следующие показатели: приживаемость клоновых подвоев в первом поле, количество подвоев, подошедших к окулировке, высоту саженцев, диаметр штамба, площадь листьев, а также количество разветвлений, суммарный прирост и выход однолеток во втором поле питомника.

Исследование проводили по стандартным методикам сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [9], изучение подвоев – по методике Гулько [10]. Статистическая обработка данных выполнена по Доспехову [11].

Качественную характеристику посадочного материала определяли по ГОСТ Р 53135-2008 "Посадочный материал плодовых, ягодных, субтропических, орехоплодных, цитрусовых культур и чая". Технические условия.

Результаты и обсуждение. Из популяции подвойных форм для груши, созданных в течение ряда лет на Крымсадстанции, выделен ряд подвоев серии КА: КА 53, КА 61, КА 86, КА 92 с высокими хозяйственно-биологическими свойствами в маточнике (устойчивость к атмосферной засухе, хлорозу, бурой пятнистости листьев, продуктивность), а также комплексом морфометрических показателей (высота, диаметр штамба, площадь листовой поверхности, количество боковых побегов, суммарный прирост) комбинаций этих подвоев с сортами груши в полях питомника.

В результате изучения клоновых подвоев айвы в маточнике выделены полукарликовый (КА 92) и среднерослый типы – КА 53, КА 86.

Рядом авторов доказано, что рост деревьев и продуктивность плодовых насаждений, их скороплодность во многом зависят от качества посадочного материала. Отмечено, что не все типы подвоев, облада-

ющих высокими показателями в маточнике, отвечают аналогичным требованиям в питомнике и наоборот. Поэтому при проведении отбора лучших подвоев для создания высокопродуктивных насаждений груши необходимо изучить их в питомнике в сочетании с перспективными сортами в конкретных почвенно-климатических условиях [12].

Весной 2009–2013 гг. подвой айвы серии КА–КА 53, КА 86, КА 92 (селекции КОСС), ИС 2–10, ВА–29 (контроль) высаживались в первое поле питомника по схеме 70 x 15 см, т.е. 95 тыс. шт./га. Приживаемость подвоев, независимо от их типа и года исследования, существенно не отличалась и в среднем составила 90–93%. Разница в приживаемости отводков айвы по годам (4–5%) математически не доказана (ВА-29 – 92–94% и КА – 88–93%).

Исходный диаметр высаженных отводков изучаемых подвоев в среднем за все годы составлял 8–10 мм. К концу июля большая часть отводков (92–96%) подошла к окулировке и имела высокую камбиальную активность. Следует отметить, что интенсивность прохождения физиологических процессов зависит от ряда факторов, таких как погодные условия, уровень агротехники и, в первую очередь, биологических особенностей подвоя. В наших исследованиях высокая камбиальная активность у отводков ВА-29 отмечена во второй декаде июля, у подвоев серии КА – в третьей. В августе 2010–2014 гг. подвой груши были заокулированы сортами: Бере Арданпон (к), Изумрудная, Изюминка Крыма, Мрия, Мария.

Приживаемость глазков в среднем по сортам составила (%): Бере Арданпон – 89-96; Изумрудная, Изюминка Крыма – 86-94; Мрия, Мария – 92-94. Изучение сорто-подвойных сочетаний груши проводили в одинаковых условиях, на общем агротехническом фоне. Влажность почвы на участке за годы исследований не опускалась ниже 65% от наименьшей влагоемкости (НВ).

При осенней ревизии окулировок была отмечена очень высокая приживаемость глазков сорта Мария на подвоях КА 53, КА 92: 96% в среднем за два года. Более низкая приживаемость всех сортов отмечена на подвое ВА-29 (89–91%). Разница по сортам несущественна (3–5%). Часть заокулированных глазков в осенний период проросла. Большой процент этого явления (15–16%) отмечен у сортов Бере Арданпон, Изюминка Крыма, Мрия. По другим изучаемым сортам осенью пробуждалось 10–13% окулировок. На подвое ВА-29 проросшие осенью глазки составляли 12–17%, на подвоях серии КА – 10–14%. Разница между вариантами на 95%-ном уровне математически не подтверждена.

Активное отрастание окулянтов 2010–2014 гг. зафиксировано в первой половине мая. Именно в этот период за годы исследований сумма активных температур превышала 600°C, относительная влажность воздуха не опускалась ниже 72–75%, а влажность почвы составляла 72% от НВ. Наиболее интенсивный период роста приходился на конец июня–июль.

К середине июня окулянты достигали высоты 69–82 см. Затем происходило затухание роста. Вторая вол-

на отмечена в июле. В этот период 2010 г. среднесуточный прирост по сортам Бере Арданпон, Мрия, Мария на подвоях ВА 29, КА 53, КА 86 составлял 3,5–3,9 см, в 2011 г. – 3,7–4,1 см. В последующие годы динамика роста была аналогичной. Саженцы сортов Изюминка Крыма, Изумрудная на подвое КА 92 в июле отрастали за сутки на 3,1–3,2 см в 2010 г. На других подвоях прирост варьировал в пределах 3,2–3,4 см. Активный рост продолжался до начала августа. Затем отмечено затухание, и очередная волна роста наблюдалась в начале сентября. Ход динамики роста окулянтов во все годы исследований примерно одинаков.

Влияние температуры на отдельные физиологические процессы, протекающие в растении, в конечном итоге проявляется в ее действии на рост. Как указывалось выше, рост растений при повышении температуры от 10 до 30°C увеличивается в среднем в 1,5–2,0 раза. Дальнейшее ее повышение приводит к угнетению роста. Наиболее благоприятна температура для фотосинтеза – от 15 до 30 °С. Продуктивность фотосинтеза зависит от суммарной площади листьев растений [12]. В наших опытах саженцы во всех вариантах были хорошо облиственны. Суммарная площадь листьев всех изучаемых сортоподвойных сочетаний соответствует оптимуму, в пересчете на 1 растение площадь листьев составляет 0,53–0,61 м². Считается, что оптимальной суммарной площадью листьев для саженцев плодовых является 25–40 тыс.м² на гектар [13]. Это дает основание утверждать, что в питомнике саженцы груши на различных изучаемых нами подвоях имеют одинаковую облиственность, способствующую оптимальной фотосинтетической деятельности листа.

Условия произрастания саженцев способствовали тому, что к концу вегетации большая часть однолетних саженцев груши соответствовала требованиям ГОСТ. Биометрические показатели саженцев в среднем за годы исследований представлены в табл.

В целом посадочный материал пяти изученных сортов груши на подвоях ВА-29, КА 53 и КА 86 по основным параметрам соответствует требованиям ГОСТ Р 53135–2008. На подвое КА 92 по сорту Изюминка Крыма по показателю «диаметр штамба» получено 19% нестандартных саженцев.

Общий выход саженцев за годы исследований составляет в среднем около 80 тыс. шт./га. Разница по годам незначительна. Небольшая она и по сортоподвойным сочетаниям. Большой процент стандартного посадочного материала получен на подвоях КА 53, КА 86, ВА-29.

Хорошим ростом в питомнике характеризуются сорта Мария и Мрия. По всем показателям саженцы этих сортов (77–81%) на всех подвоях, кроме КА 92, отвечали требованиям ГОСТ Р 53135–2008. Общий выход в этих вариантах составил более 85 тыс./га. По сортам Изумрудная и Бере Арданпон выход стандарта несколько меньше (66–77 тыс.шт./га). Наименьший выход стандартных саженцев отмечен по сорту Изюминка Крыма на подвое КА 92. В 2010 г. он составил 54 тыс. шт., причем более 40% не соответствовало требованиям первого сорта. Объясняется это умерен-

Таблица. Качественная характеристика саженцев груши в зависимости от сортоподвойных сочетаний. Схема посадки- 0,7 x 0,15 м

Table. Qualitative characterization of pear seedlings as affected by rootstock-and-scion combinations. Planting at 0.7 x 0.15 m

Подвой	Средний диаметр штамба, см	Количество боковых ответвлений, шт.	Средняя длина боковых побегов, см	Угол отхождения боковых ветвей, градус
Бере Арданпон				
ВА– 29 (к)	1,4	5,6	58	45-50
КА 53	1,5	6,0	56	45-48
КА 86	1,6	6,3	57	47-53
КА 92	1,3	5,5	24	43-45
Изумрудная				
ВА– 29 (к)	1,5	5,8	44	43-47
КА 53	1,5	6,3	46	45-50
КА 86	1,6	6,0	46	48-50
КА 92	1,2	6,1	39	45
Изюминка Крыма				
ВА– 29 (к)	1,4	5,4	46	45-48
КА 53	1,5	5,8	49	45-50
КА 86	1,5	5,7	47	46-51
КА 92	1,1	5,2	42	43-46
Мрия				
ВА– 29 (к)	1,4	6,3	43	45-48
КА 53	1,5	6,4	45	45-48
КА 86	1,4	6,5	44	45-47
КА 92	1,3	6,1	41	45-47
Мария				
ВА– 29 (к)	1,5	6,5	45	45-51
КА 53	1,6	6,6	47	48-52
КА 86	1,6	6,7	47	51-52
КА 92	1,4	6,2	42	48-51

ной силой роста данного сочетания в питомнике. Сортоподвойные сочетания всех изученных сортов на подвоях КА 86 и КА 53 дают высокий выход саженцев первого сорта (79–89%), у которых количество боковых побегов длиной более 40 см составляло 5,7–6,7 шт., а угол отхождения превышал 45°.

Признаков несовместимости при изучении сортоподвойных сочетаний груши в питомнике не отмечено. Таким образом, в наших исследованиях доказано, что подвой собственной селекции КА 53 и КА 86 способствуют обеспечению лучших биометрических показателей роста однолетних саженцев груши в питомнике. Биометрические показатели саженцев по фракциям разных сортоподвойных комбинаций, дают возможность выделять подвой разной силы роста. Установлено, что подвой ВА-29, КА 53 и КА 86 в питомнике относятся к среднерослым, а КА 92 – к слаборослым.

Выводы

1. В полях питомника рост и развитие саженцев на изученных клоновых подвоях груши КА 53 и КА 86, сортов Изумрудная, Мария, Мрия, Отечественная, Таврическая характеризовались большей высотой, площадью листовой поверхности и диаметром штамба. Наименьшие ростовые параметры были отмечены у сорта Изюминка Крыма на подвоях ВА-29, КА 61, КА 92, что говорит как о влиянии подвоя на рост однолеток, так и сортовых различий.

2. Выход стандартных однолетних саженцев на исследованных подвойных формах составил 77–85%.

3. Анализ комплекса полученных хозяйственно-биологических данных клоновых подвоев для груши в питомнике даёт основание сделать вывод о перспективности использования в Крыму подвоев крымской селекции КА 53, КА 86, КА 92.

Источник финансирования:

Работа выполнена в рамках ГЗ № 0829-2019-0033

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/References

- Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В. Актуальные аспекты развития садоводства в Республике Крым // Плодоводство и ягодоводство России. – М., 2017. – Т. XLIX. – с. 312-316
Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V. Actual aspects of development of horticulture in the Republic of the Crimea. *Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii*. Moscow, 2017. Vol. XLIX. pp. 312-316 (in Russian)
- Соломатин Н.М., Папихин Р.В., Чурикова Н.Л., Честных Д.Ю. и др. Результаты и перспективы селекции зимостойких слаборослых клоновых подвоев яблони в Мичуринском ГАУ // Актуальные проблемы интенсификации плодородия в современных условиях: матер. междунар. конф.- Самохваловичи, 2013. С. 130-133.
Solomatin N.M., Papikhin R.V., Churikova N.L., Chestnykh D.Yu. Results and prospects of breeding winter-hardy poorly vigorous clonal rootstocks of apple at the Michourin SAU. Actual problems of horticulture intensification under present-day conditions: Proceedings International conference. Samokhvalovichi, 2013. pp. 130-133. (in Russian)
- Сотник А.И., Танкевич В.В. Оценка адаптационного потенциала сорто-подвойных сочетаний груши (*Pyrus communis* L.) в условиях Крыма // Труды Кубанского государственного аграрного университета. Краснодар, 2017. № 4 (67). С. 245-249
Sotnik A.I., Tankevich V.V. Evaluation of adaptive potential of pear (*Pyrus communis* L.) rootstock-and-scion combinations in the conditions of the Crimea. Transactions of Kuban State Agrarian University. Krasnodar, 2017. № 4 (67). pp. 245-249 (in Russian)
- Танкевич В.В. Влияние подвоев на рост и продуктивность яблони в Крыму // Плодоводство: научн. труды / РУП «Институт плодородия» Беларусь. – Самохваловичи, 2013. – Т. XXV. – С. 353-358 (in Russian)
Tankevich V.V. The effect of rootstocks on apple growth and productivity in the Crimea. *Plodovodstvo: nauchn. trudy*. – «Institut plodovodstva» Belarus'. Samokhvalovichi, 2013. Vol. XXV. pp. 353-358 (in Russian)
- Минаков И.А. Основные тенденции развития садоводства // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – Мичуринск, 2013. – № 5. – С. 80-85.
Minakov I.A. Principal trends of horticultural development. Reporter of Michourin State Agrarian University. Michourinsk, 2013. № 5. pp. 80-85. (in Russian)
- Григорьева Л.В., Чупрынин А.Ю. Особенности продуктивности фотосинтеза, накопления биомассы и роста клоновых подвоев яблони в питомнике // Биологические основы садоводства и овощеводства: Материалы междунар. конф.- Наукograd, 2010.- С. 12-21.
Grigorieva L.V., Chuprynin A.Yu. Peculiarities of photosynthetic productivity, biomass accumulation and growth of apple clonal rootstocks in the nursery. Biological basis for gardening and vegetable-growing: Proceedings International conference. Naukograd, 2010. pp. 12-21. (in Rus.)
- Папихин Р.В., Соломатин Н.В., Честных Д.Ю., Чурикова Н.Л. Сравнительное изучение новых слаборослых клоновых подвоев яблони в маточнике // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – Мичуринск, 2012. – Ч. 1. – № 1. – С. 50-53
Papikhin R.V., Solomatin N.V., Chestnykh D.Yu., Churikova N.L. A comparative study of new poorly-vigorous clonal rootstocks of apple in the mother material nursery. Reporter of Michourin State Agrarian University. Michourinsk, 2012. Vol. 1. № 1. pp. 50-53. (in Russian)
- Тарова З.Н., Соломатин Н.М., Никанорова Л.И., Фролова С.В. Оценка устойчивости подвоев яблони селекции МичГАУ и их влияния на зимостойкость привитых сортов по некоторым биохимическим показателям // АГРО XXI. – Мичуринск, 2012. № 1 – С. 10
Tarova Z.N., Solomatin N.M., Nikanorova L.I., Frolova S.V. Evaluation of resistance of apple rootstocks bred by the Michourin SAU and their effect on winter-hardiness of grafted varieties for a number of biochemical parameters. AGRO XXI. Michourinsk, 2012. № 1 pp. 10-12. (in Russian)
- Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК / Отв. ред. Е.Н. Седова и Т.П. Огольцова. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 127 – 130.
A program and methodology for variety studies of fruit, berry and nut crops / E.N. Sedova and T.P. Ogoltsova (Managing Editors). Orel: Vserossiyskiy nauchno-issledovatel'skiy institut seleksii plodovykh kul'tur, 1999. pp. 127 – 130. (in Russian)
- Гулько И.П. Методические рекомендации по комплексному изучению клоновых подвоев яблони – К., 1982. – 20 с.
Goulko I.P. Methodological recommendations for complex studies of clonal rootstocks of apple. Kiev, 1982. p. 20 (in Russian)
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
Dospikhov B.A. Methodology of field experiment (with basic principles of statistical processing of results) Manual. Moscow: Kolos, 1979. p. 416 (in Russian)
- Гусейнов Ш.Н., Майбородин С.В., Манацков А.Г. Листовая поверхность и продуктивность фотосинтеза насаждений при различных способах ведения и формирования кустов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие», 2018. – № 4. – С.22 – 24.
Guseinov Sh.N., Maiborodin C.V., Manatskov A.G. Leaf surface and photosynthesis efficiency of plantations under different methods of vine bush training and shaping. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018. № 4. pp.22-24. (in Russian)
- Фулга И.Г. Изучение фотосинтетической поверхности растений. – Кишинев, 1975. – 179 с.
Fulga I.G. A study of photosynthetic surface of plants. Kishinev, 1975. p. 179 (in Russian)

ORCID ID:

Сотник А.И.- <https://orcid.org/0000-0001-8405-5321> ;
Танкевич В.В. - <https://orcid.org/0000-0001-5816-599x>.

Оценка штаммов молочнокислых бактерий по способности усваивать L-яблочную кислоту

Татьяна Николаевна Танащук, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией микробиологии, magarach_microbiol.lab@mail.ru; тел.: +79892405952;

Максим Юрьевич Шаламитский, мл. науч. сотр. лаборатории микробиологии, mshalamitskiy@yahoo.com; тел.: +79780226148;

Дмитрий Юрьевич Погорелов, науч. сотрудник лаборатории химии и биохимии вина, pogdmi@mail.ru

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

Из всех процессов, вызываемых молочнокислыми бактериями в винах, единственно полезным является яблочно-молочное брожение (ЯМБ), основной метаболической характеристикой которого является ферментное преобразование двухосновной L-яблочной кислоты в одноосновную L-молочную кислоту и углекислый газ, в результате чего кислотность вина понижается. В работе представлены результаты изучения способности 39 природных штаммов молочнокислых бактерий родов *Leuconostoc* и *Lactobacillus* к усвоению L-яблочной кислоты. При проведении работ использовали методы и подходы, общепринятые в микробиологии виноделия. Способность штаммов молочнокислых бактерий проводить процесс яблочно-молочного брожения тестировали по затратам L-яблочной кислоты на поддержание жизни клеток, не размножающихся делением. Расчет потребления L-яблочной кислоты осуществляли по данным изменения титруемой кислотности среды в процессе культивирования штаммов, предварительно проведя математическую обработку массива расчетных характеристик бинарных систем, построенных на основе варьирования различных соотношений яблочной и молочной кислот. Отбор перспективных штаммов молочнокислых бактерий для ЯМБ проводили по результатам двухступенчатого скрининга. На первом этапе штаммы оценивали по ростовой активности, на втором этапе – по активности усваивать L-яблочную кислоту. Отмечено, что штаммы молочнокислых бактерий рода *Leuconostoc* характеризовались более продолжительным временем роста, чем штаммы рода *Lactobacillus*. Изучение динамики роста 88 природных штаммов молочнокислых бактерий позволило отобрать 39 штаммов с высокой ростовой активностью, у которых накопление клеточной биомассы через 24-48 ч культивирования, в зависимости от штамма, составило около 10^8 – 10^9 клеток/см³. При изучении потенциальной возможности 39 природных штаммов молочнокислых бактерий осуществлять процесс яблочно-молочного брожения установлено, что большинство штаммов обладали достаточно высокой активностью к потреблению L-яблочной кислоты. Данное свойство отмечено у 94% исследованных молочнокислых бактерий кокковой формы, что подтверждает их характеристику как типичных агентов яблочно-молочного брожения в практике виноделия. Среди молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* с такой характеристикой отмечены только 50% штаммов, однако перспектива их использования в качестве активных кислотопопонижателей также высока.

Ключевые слова: L-яблочная кислота; L-молочная кислота; рацемат; энантиомеры кислот; яблочно-молочное брожение; малат декарбоксилаза; питательная среда; активность роста; титруемая кислотность.

Как цитировать эту статью:

Танащук Т.Н., Шаламитский М.Ю., Погорелов Д.Ю. Оценка штаммов молочнокислых бактерий по способности усваивать L-яблочную кислоту // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.328-332. DOI 10.55547/IM.2019.21.4.010

How to cite this article:

Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M.Yu., Pogorelov D.Yu. Evaluation of strains of lactic acid bacteria for capability to assimilate L-malic acid. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4). pp. 328-332. DOI 10.55547/IM.2019.21.4.010 (in Russian)

УДК 663.252.4:579.862/.864:577.15

Поступила 30.10.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

ORIGINAL RESEARCH

Evaluation of strains of lactic acid bacteria for capability to assimilate L-malic acid

Tatiana Nikolaievna Tanashchuk, Maksim Yurievich Shalamitskiy, Dmitrii Yurievich Pogorelov

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

Malolactic fermentation (MLF) is the only useful process of all caused in wine by lactic acid bacteria. Enzymatic transformation of dibasic L-malic acid into monobasic L-lactic acid and carbon dioxide enters as the key metabolic characteristic of MLF, which leads to deacidification of wine. Capability of 39 native lactic acid strains of the genera *Leuconostoc* and *Lactobacillus* to assimilate L-malic acid was studied using conventional methods and approaches of microbiology of wine. The capability of the study strains to conduct MLF was tested by L-malic acid utilization for maintaining viability of non-fissiparous cells. L-malic acid utilization was calculated by changes in titratable acidity of medium during cultivation of the study strains. This was preceded by a mathematical treatment of a set of estimated characteristics of binary systems established based on the variation of malic to lactic acid ratios. Lactic acid strains promising for MLF were selected following a two-step screening during which the growth of the study strains and their activity with refer to L-malic acid assimilation were evaluated. The time-course of growth was longer in lactic acid strains of *Leuconostoc* than in those of *Lactobacillus*. The growth dynamics of a total of 88 native lactic acid strains was assessed, and 39 strains with a high growth efficiency were selected. Strain-dependant cell biomass accumulation of these strains was around 10^8 - 10^9 cells/cm³ after 24-48 h of cultivation. A sufficiently high activity with refer to L-malic acid assimilation was found in the majority of the 39 native lactic acid strains tested for potential capability to conduct malolactic fermentation. This feature was observed in 94% of the studied coccal form of lactic acid bacteria, which proves that they are typical agents of malolactic fermentation for winemaking, and in not more than 50% of the study lactic acid bacteria of *Lactobacillus*. Nevertheless, the prospects for their use as active deacidifiers are also high.

Key words: L-malic acid; L-lactic acid; racemate; enantiomeric acid; malolactic fermentation; malate decarboxylase; growth medium; growth activity; titratable acidity.

Введение. В условиях технологического процесса виноделия могут развиваться только очень немногие группы микроорганизмов, среди которых важное место занимают молочнокислые бактерии. Из всех процессов, вызываемых молочнокислыми бактериями в вине, единственным полезным является яблочно-молочное брожение (ЯМБ), вопросы которого подробно отражены в литературе [1-7]. Основной метаболической характеристикой этого процесса является ферментное преобразование двухосновной L-яблочной кислоты в одноосновную L-молочную кислоту и углекислый газ [8, 9], в резуль-

тате чего кислотность вина снижается. В контролируемых условиях прохождения ЯМБ также способствует повышению биологической стабильности вина и усилению желаемых органолептических изменений столовых вин [10, 11]. Роль молочнокислых бактерий в последние годы повысилась в результате тенденций к уменьшению использования SO_2 и потребительских предпочтений винам с меньшей кислотностью и большей комплексностью. Традиционно многие виноделы создают условия для спонтанного прохождения этого процесса, однако естественный процесс ненадежный и может занять продолжительное время. В современном виноделии особая роль отводится проведению индуцированного ЯМБ с применением чистых культур молочнокислых бактерий. Надежность проведения такого процесса напрямую зависит от применяемых штаммов, основным критерием отбора которых является их высокая декарбоксилирующая активность.

Прохождение яблочно-молочного брожения во многом определяется активностью внутриклеточного фермента малат-декарбоксилазы, который был выделен из молочнокислых бактерий *Lactobacillus* spp., *Oenococcus oeni* и *Lactococcus lactis* и охарактеризован [13, 14], а также скоростью транспортирования L-яблочной кислоты в клетку и L-молочной кислоты из клетки, процесс которого еще недостаточно изучен [15]. По данным С. Лафон-Лафуркад, данный фермент может иметь конститутивный и индуктивный характер и его активность по отношению к L-яблочной кислоте может зависеть от штамма и используемого способа подготовки стартовой культуры [16].

Цель исследования – оценить способность природных штаммов молочнокислых бактерий усваивать L-яблочную кислоту и отобрать перспективные для проведения процесса ЯМБ.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись 88 природных штаммов молочнокислых бактерий родов *Lactobacillus* и *Leuconostoc* из рабочей коллекции отдела микробиологии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН, сформированной по результатам исследований 2015-2017 гг. [17].

В качестве сред культивирования использовали жидкую не селективную синтетическую среду MRS [18] и опытную среду следующего состава (г/дм³): DL-яблочная кислота – 3,5; гидрофосфат

калия (K_2HPO_4) – 2,0; сульфат магния семиводный ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) – 0,125; сульфат марганца четырехводный ($\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) – 0,125. Посевы культивировали при температуре $28 \pm 0,5^\circ\text{C}$ при перемешивании 2 раза в день.

Активность роста штаммов МКБ оценивали нефелометрически. Накопительные культуры получали при культивировании на среде MRS, засевной материал вносили в количестве 2%. Отмечали штаммы, при культивировании которых оптическая плотность клеточной суспензии через 48 ч достигала значения не менее 0,5 при длине волны 590. Для характеристики штаммов по накоплению биомассы строили кривые зависимости оптической плотности бактериальной суспензии от сухой массы клеток для палочковидной и кокковой форм бактерий.

При изучении способности штаммов МКБ усваивать яблочную кислоту применяли тест на яблочно-молочную активность не размножающихся делением клеток [16, 19]. Биомассу накопительных культур, полученную при культивировании на среде MRS, отделяли от культуральной жидкости центрифугированием и несколько раз промывали стерильной дистиллированной водой. Затем отделенные от воды клетки в количестве 50 мг переносили в пробирки с 10 см³ опытной среды. Через 4 ч и 20 ч определяли массовую концентрацию титруемых кислот в среде методом титриметрии [20].

Расчет потребления яблочной кислоты осуществляли по данным изменения титруемой кислотности до и после инкубирования пробы. Для этого предварительно была проведена математическая обработка массива расчетных характеристик бинарных систем, построенных на основе варьирования различных соотношений яблочной и молочной кислот, с учетом особенностей их катионного и анионного состава, максимально близких по содержанию к опытным вариантам сред. При моделировании систем учитывали, что рК энантиомеров яблочной кислоты в чистых растворах совпадают между собой и не отличаются от рК рацемата яблочной кислоты, пренебрегая при этом влиянием на результат расчета защитных коллоидных веществ, образующихся в культуральной жидкости при ЯМБ, а также наличием других компонентов, способных незначительно влиять на протолитические свойства пробы. Все расчеты были подготовлены с учетом уравнений материального баланса, соблюдением принципа электронейтральности и особенностей катионного состава поликомпонентных систем по методам, изложенным в литературе [21-23]. Для определения расхода яблочной кислоты в экспериментальных вариантах результаты эмпирического анализа были

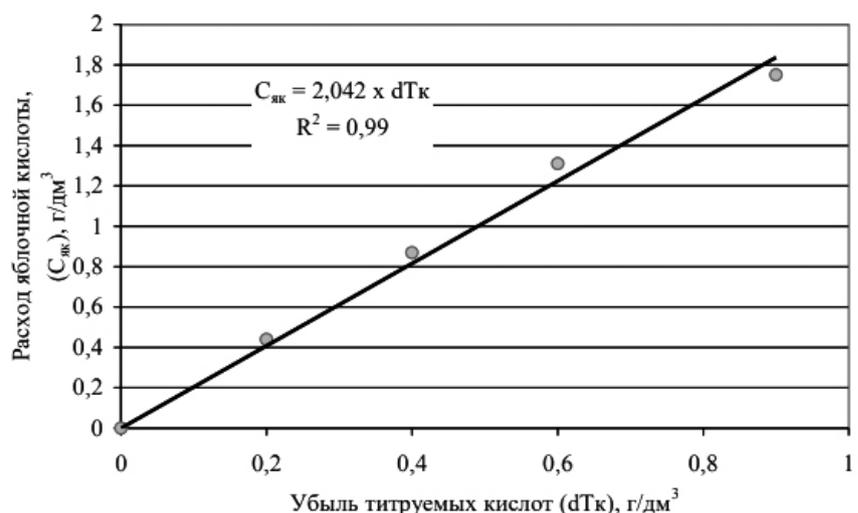


Рис. Математическая взаимосвязь между расходом яблочной кислоты и убылью титруемых кислот при культивировании штамма

Fig. Mathematical relationship between consumption of malic acid and decrease of titratable acids in the process of strain cultivation

обработаны математически (рис.).

Обсуждение результатов

Отбор перспективных штаммов молочнокислых бактерий для ЯМБ проводили по результатам двухступенчатого скрининга. На первом этапе штаммы оценивали по ростовой активности, на втором этапе давали оценку по активности усваивать ими L-яблочную кислоту.

Изначально высокая плотность клеток бактерий в вине способствует быстрому декарбоксилированию L-яблочной кислоты [8, 24, 25], поэтому важным показателем при отборе перспективных штаммов МКБ для проведения процесса ЯМБ в высококислотных винах является их способность в оптимальные сроки накапливать большую биомассу. Существует мнение, что для прохождения яблочно-молочного брожения в вине численность популяции молочнокислых бактерий должна быть не менее 10^6 клеток/см³ [2, 8]. Для отбора молочнокислых бактерий по данному показателю мы проводили скрининг штаммов на среде MRS, которая является полной питательной средой и наиболее часто используется для получения накопительных культур [26]. Изучение динамики роста 88 природных штаммов молочнокислых бактерий позволило отобрать 39 штаммов, оптическая плотность (D_{590}) клеточной суспензии которых через 24–48 ч культивирования, в зависимости от штамма, составила 0,8–1,0, что соответствует примерно 10^8 – 10^9 клеток/см³ [27–29]. Полученные данные показали, что штаммы молочнокислых бактерий рода *Leuconostoc* характеризовались более продолжительным временем роста, чем штаммы рода *Lactobacillus*. Начало роста для 17 отобранных штаммов рода *Leuconostoc* было отмечено через 16–24 ч, начало стационарной фазы роста наблюдали через 72–96 ч, а завершение накопления биомассы в зависимости от штамма отмечено через 4–7 сут. и составляло в диапазоне 0,350–0,659 мг/см³ (сухая масса) или 1,170–2,200 мг/см³ (влажная масса). Начало роста для 22 изолятов рода *Lactobacillus* наблюдали через 5–8 ч, начало стационарной фазы роста – через 15–48 ч, а завершение накопления биомассы в зависимости от штамма отмечено через 1–3 сут. в диапазоне 2,480–5,160 мг/см³ (сухая масса) или 8,247–17,200 (влажная масса).

Известно, что молочнокислые бактерии, выделенные из вин, характеризуются различными способностями по превращению яблочной кислоты в молочную. Для рекомендации штамма в качестве стартовой культуры проведения яблочно-молочного брожения он должен характеризоваться вы-

Таблица. Характеристика штаммов МКБ по активности усвоения L-яблочной кислоты

Table. Characterization of lactic acid strains for activity with refer to L-malic acid assimilation

Коллекционный номер	Продолжительность культивирования, ч	Δ титруемых кислот до и после культивирования пробы, г/дм ³	Потребление L-яблочной кислоты, %
род <i>Leuconostoc</i>			
К.3, К.4, К.6, К.17, К.19, К.22	4	0,51 – 0,60	63,8 – 75,0
	20	0,67 – 0,76	83,8 – 95,0
К.1, К.14, К.21, К.25, К.26, К.48	4	0,35 – 0,44	47,5 – 55,0
	20	0,66 – 0,73	82,5 – 91,3
К.13, К.49	4	0,16 – 0,19	20,0 – 23,8
	20	0,66 – 0,69	82,5 – 86,3
К.18, К.40	4	0,03	3,8
	20	0,19	23,8
К.24	4	нет	нет
	20	нет	нет
род <i>Lactobacillus</i>			
П.4, П.10, П.11, П.37, П.45, П.46, П.47, П.60	4	0,51 – 0,63	63,8 – 78,8
	20	0,63 – 0,70	78,8 – 87,5
П.14	4	0,38	47,5
	20	0,70	87,5
П.78	4	0,13	16,3
	20	0,63	78,8
П.83	4	нет	нет
	20	0,38	47,5
П.19, П.27, П.28, П.32, П.33, П.34, П.43, П.44, П.61, П.64, П.65	4	нет	нет
	20	нет	нет

сокой активностью усвоения яблочной кислоты, способствуя прохождению ЯМБ в оптимальные сроки.

В таблице представлены результаты исследования активности изолятов МКБ усваивать яблочную кислоту через 4 ч и 20 ч после задачи в среду культивирования 50 мг/см³ влажной биомассы бактерий.

Анализ полученных данных показал, что 69 % исследованных штаммов МКБ обладали способностью к потреблению L-яблочной кислоты, на что указывает снижение титруемой кислотности среды в процессе культивирования. Для 31% штаммов изменение титруемой кислотности не наблюдали. Из 12 штаммов, не проявивших способность сбраживать L-яблочную кислоту, 11 штаммов являются представителями рода *Lactobacillus*. Эти данные подтверждают многочисленные сведения о том, что основными типичными кислотопонижателями в практике виноделия являются штаммы рода *Leuconostoc*.

По эффективности снижения титруемой кислотности и потребления яблочной кислоты из 27 штаммов МКБ, как коковой, так и палочковидной формы, к активным кислотопонижателям отнесли 24 штамма (14 штаммов рода *Leuconostoc* и 10

штаммов рода *Lactobacillus*), для которых потребление L-яблочной кислоты через 20 ч культивирования составило около 80-90%. Однако эти штаммы отличались между собой по количеству потребленной L-яблочной кислоты в первые 4 ч культивирования, что указывает на штаммовые отличия, связанные с адаптацией при переходе с потребления углеводов на усвоение низкокалорийного субстрата – яблочной кислоты.

Выявлены 3 штамма (2 штамма рода *Leuconostoc* и 1 штамм рода *Lactobacillus*), обладающие слабой активностью к сбраживанию L-яблочной кислоты, что возможно связано с более медленным ее транспортированием в клетку. Через 20 ч потребление L-яблочной кислоты этими штаммами кокковой формы составило 23,8%, а штаммом палочковидной формы — 47,5 %.

На основании анализа полученных данных нами отмечены 23 штамма молочнокислых бактерий, усваивающих до 87,5-95,0 % L-яблочной кислоты за 20 ч при вносимой в среду культивирования дозе влажной биомассы 5 г/дм³.

Выводы

Изучение потенциальной возможности 39 природных штаммов молочнокислых бактерий осуществлять процесс яблочно-молочного брожения позволило установить, что большинство штаммов обладают достаточно высокой активностью к потреблению L-яблочной кислоты. Данный признак отмечен у 94% исследованных молочнокислых бактерий кокковой формы, что подтверждает их характеристику как типичных агентов яблочно-молочного брожения в практике виноделия. Среди молочнокислых бактерий рода *Lactobacillus* таким признаком обладали только 50%, однако перспектива их использования в качестве активных кислотопонижателей также высока.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания 0833-2019-0009.

Financing source

The work was conducted under public assignment 0833-2019-0009.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Квасников Е.И., Кондо Г.Ф. Молочнокислые бактерии вина и основы регулирования их жизнедеятельности. М.: Пищевая промышленность, 1964. 45 с.
Kvasnikov E.I., Kondo G.F. Lactic acid bacteria of wine and fundamentals of regulating their vital activity. Moscow: *Pishchevaia promeshlennost*, 1964. 45 p. (in Russian)
2. du Toit M., Engelbrecht L., Lerm E., Krieger-Weber S. *Lactobacillus*: the next generation of malolactic fermentation starter cultures — an overview. *Food Bioprocess Technol.*, 2011. Vol. 4. № 6. pp. 876-906. doi: 10.1007/s11947-010-0448-8
3. Bartowsky E.J. *Oenococcus oeni* and malolactic fermentation — moving into the molecular arena. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 2005. 11:174-187.
4. Izquierdo Cañas P.M., García Romero E., Gómez Alonso S.,

Fernández González M. and Palop Herreros M. L. L. Amino acids and biogenic amines during spontaneous malolactic fermentation in Tempranillo red wines /P. M. Izquierdo Cañas, E. García Romero, S. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2007. 21:731-735.

5. Liu S.-Q. Malolactic fermentation in wine—Beyond deacidification. *Journal of Applied Microbiology*, 2002. 92: 589-601.
6. Henick-Kling T. Malolactic fermentation. *Wine Microbiology and Biotechnology*. Eds Fleet G.H. Chur: *Harwood Academic Publishers*, 1993. pp. 289-326.
7. Горина В.А. Проблемные вопросы биологии молочнокислых бактерий вина. Симферополь: Таврия плюс, 2000. – 104 с.
Gorina V.A. Complex issues of biology of wine lactic acid bacteria. Simferopol: *Tavria Plus*, 2000. 104 p. (in Russian)
8. Handbook of Enology. Volume 1. The Microbiology of Wine and Vinifications 2nd Edition /P. Ribéreau-Gayon, D. Dubourdieu, B. Donèche, A. Lonvaud. 2006 John Wiley & Sons. 497 p. Ltd ISBN: 0-470-01034-7
9. Zapparoli G., Tosi E., Azzolini M., Vagnoli P., Krieger S. Bacterial inoculation strategies for the achievement of malolactic fermentation in highalcohol wines. *S. Afr. J. Enol. Vitic*, 2009. 30:49-55.
10. Lòpez R., Lòpez-Alfaro I., Gutiérrez A. R., Tenorio C., Carijo P., Gonzàles-Arenzana L. and Santamaría P. Malolactic fermentation of Tempranillo wine: contribution of the lactic acid bacteria inoculation to sensory quality and chemical composition. *Int. J. Food Science Tech.* 2011. 46 :166-174.
11. Capozzi V., Russo P., Beneduce L., Weidmann S., Grieco F., Guzzo J. & Spano G. Technological properties of *Oenococcus oeni* strains isolated from typical southern Italian wines. *Lett. Appl. Microbiol.* 2010. 5:327-334.
12. Costello P.J., Francis I.L. and Bartowsky E.J. Variations in the effect of malolactic fermentation on the chemical and sensory properties of Cabernet Sauvignon wine: interactive influences of *Oenococcus oeni* strain and wine matrix composition. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 2012. 18:287-301.
13. Bartowsky E.J. *Oenococcus oeni* and malolactic fermentation — moving into the molecular arena. *Aust. J. Grape Wine Res.*, 2005. 11:174-187.
14. Miller B.J., Franz C. M. A. P., Cho G.-S., du Toit M. Expression of the malolactic enzyme gene (mle) from *Lactobacillus plantarum* under winemaking conditions. *Curr. Microbiol.* 2011. Vol. 62. № 6. pp. 1682-1688. doi:10.1007/s00284-011-9914-4.
15. Konings W.N. The cell membrane and the struggle for life of lactic acid bacteria. *Anton. Leeuw. Int. J. G.* 2002. 82:3-27.
16. Lafon-Lafourcade S. Propriétés de l'enzyme malygue des bactères lactiques isolees de vins. *Conn. Vigne Vin.* 1970. № 3. pp. 273-282.
17. Танащук Т.Н. Выделение и характеристика молочнокислых бактерий виноделия. "Магарач". Виноградарство и виноделие. 2018. № 3(105). С. 84-86.
Tanashchuk T.N. Isolation and performance profile of lactic acid bacteria in winemaking. *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2018. № 3(105). pp. 84-86 (in Russian).
18. De Man J.C., Rogosa M., Sharpe M.E. A medium for the cultivation of *Lactobacilli*. *J. Appl. Bact.* 1960. Vol. 23. № 1. pp. 130-135.
19. Работнова И.Л. Культивирование микроорганизмов. Промышленная микробиология/ Под общ. ред. Н.С.Егорова. Москва: Высшая школа, 1989. С.130-131.
Robotnova I.L. Cultivation of microorganisms. Industrial microbiology / Edited by N.S. Yegorov. Moscow: *Higher School*, 1989. pp. 130-131. (in Russian)

20. Гержилова В.Г. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.
Gerzhikova V.G. Methods of technochemical control in winemaking / Edited by V.G. Gerzhikova. Simferopol: Tavrída Publ., 2009. 304 p. (in Russian).
21. Булатов М.И. Расчеты равновесий в аналитической химии. Москва: Химия. 1984. 184 с.
Bulatov M.I. Calculation of equilibriums in analytical chemistry. Moscow: Chemistry. 1984. 184 p. (in Russian).
22. Тессман А.Б., Иванов А.В. Программа «Acid-base Calculator» для расчета кислотно-основных равновесий в водных растворах // Вестник Московского университета. – 2001. Серия 2. Химия. Т. 42. №1. С. 19–22.
Tessman A.B., Ivanov A.V. The program "Acid-base Calculator" for calculation of acid-base equilibriums. *Reporter of Moscow University*. 2001. Series 2. Chemistry. Vol. 42. №1. pp.19-22 (in Russian).
23. Moreno J., Peinado R. *Enological Chemistry*. London: Academic Press. 2012. 442 p.
24. Lafon-Lafourcade S. Factors of the malo-lactic fermentation of wines / *Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food* // Eds. Carr J.G., Cutting C.V., Whiting G.C. London: Academic Press. 1975. pp. 43-53.
25. Gao C., Fleet G.H. The degradation of malic acid by high density cell suspensions of *Leuconostoc oenos*. *J. Appl. Bacteriol.* 1994. 76:632-637.
26. Carr F.J., Chill D., Maida N. The Lactic acid bacteria: a literature survey. *Crit. Rev. Microbiol.* 2002. Vol. 28. № 4. pp. 281-370. doi:10.1080/1040-840291046759.
27. Валидов Ш.З., Панькова Н.В., Козлова Е.В., Кузьмин Н.П., Клименко В.В., Боронин А.М. Схема быстрого выделения и идентификации *Lactobacillus plantarum* с использованием НП-ПЦР / *Микробиология*. – 1998. – Т.67. – №3. – С. 384-390.
Validov Sh.Z., Pan'kova N.V., Kozlova E.V., Kuzmin N.P., Klimenko V.V., Boronin A.M. A scheme for rapid isolation and identification of *Lactobacillus plantarum* using RT-PCR. *Microbiology*. 1998. Vol. 67. №3. pp.384-390 (in Russian).
28. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Молекулярное клонирование. М.: «Мир». 1984. 479 с.
Maniatis T., Fritsch E.F., Sambrook J. *Molecular cloning/* Moscow: Mir. 1984. 479 p.
29. Maniatis T., Fritsch E.F., Sambrook J. *Molecular cloning: a laboratory manual*. N.Y.: Cold Spring Harbor Laboratory. 1982. 545 p.

ORCID iD

Танашук Т.Н. <https://orcid.org/0000-0002-7847-1246>
Шаламитский М.Ю. <https://orcid.org/0000-0001-5888-6228>
Погорелов Д.Ю. <https://orcid.org/0000-0001-6388-9706>

Влияние почвенно-климатических условий на качество красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон (Республики Дагестан и Крым)

Эсланда Абдурахмановна Халилова, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии, eslanda61@mail.ru;

Светлана Цалистиновна Котенко, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии;

Эльвира Ахмедовна Исламмагомедова, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории биохимии и биотехнологии, islammagomedova@mail.ru;

Аида Алевдиновна Абакарова, ст. лаборант лаборатории биохимии и биотехнологии, aida.abakarva@rambler.ru

Прикаспийский институт биологических ресурсов обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Республика Дагестан, Махачкала, ул. М. Гаджиева, 45

Представлены результаты исследований влияния почвенно-климатических условий на некоторые биохимические свойства красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон, произрастающего в предгорно-прибрежных виноградарских регионах Дагестана и Крыма. Проведен сравнительный анализ почв, сформированных на продуктах выветривания известняков, мергелей и сланцев, пригодных для выращивания винограда Каберне-Совиньон. В условиях невысокой плодородности почв и, соответственно, низкого показателя гумуса, определенную значимость приобрело значение глубины минерализованных грунтовых вод, которое имело преимущество в отдельной экосистеме Республики Дагестан по сравнению с Крымом. Гранулометрический состав почв регионов неоднороден в связи с различиями в происхождении геологических пород. Отмечен климатический фактор: субтропический и средиземноморский. Установлено, что вина, приготовленные из сорта винограда Каберне-Совиньон, обогащены биологически ценным компонентным составом фенольных и минеральных веществ; имеют высокую дегустационную характеристику. Обнаружено, что винные образцы отличаются повышенным количеством фенольных соединений, влияющих на такие сенсорные составляющие как цвет, терпкость, горечь и ароматический профиль. Накопление в виноматериалах катионов кальция, натрия, железа, магния, цинка, в меньшей степени – калия и меди обусловлено типом почвы и влиянием различных климатических факторов в условиях прибрежных экосистем. Показано, что повышенное содержание катионов калия, натрия, железа и цинка характерно для дагестанского красного вина, кальция и магния – для образцов вина из Западного предгорья Крыма. В винах отмечено высокое содержание антоцианов, олигомерных и полимерных процианидинов – мощных антиоксидантов, которые, как и другие фенольные соединения, являются «компонентом местности». Одновременно с этим, независимо от происхождения винограда, терруарные вина имеют свою неповторимую особенность аромата и вкуса. Полученные данные по влиянию почвенно – климатических условий прибрежных регионов Дагестана и Крыма на специфику красных столовых вин представляют большой интерес для биотехнологии виноделия.

Ключевые слова: экосистема; почва; виноградное растение; вино; биохимия.

ORIGINAL RESEARCH

The effect of soil and climatic conditions on the quality of 'Cabernet-Sauvignon' red table wines (Republics of Daghestan and the Crimea)

Eslanda Abdurakhmanovna Khalilova, Svetlana Tsalistinova Kotenko, Elvira Akhmedovna Islammagomedova, Aida Alevdinovna Abakarova

Caspian Institute of Biological Resources of Daghestan Federal Research Centre of Russian Academy of Sciences, 45, M. Gadzhieva st., Makhachkala, Russia

The paper reports the effects of soil and climatic conditions on a number of biochemical parameters of red table 'Cabernet-Sauvignon' wines grown in the premountainous-littoral regions of the Republics of Daghestan and the Crimea. A comparative analysis of soils of the study regions showed that they are best suited for grape growing. Chestnut carbonate soils of the study regions have been formed on the weathering products of limestone, marl and, partially, clay shale. Under low soil fertility and, accordingly, low humus level, the depth of mineralized groundwaters becomes of considerable importance, and, in this respect, an individual ecosystem in Daghestan is advantageous if compared to the Crimea. The granulometric composition of soils in the study regions is heterogeneous due to differences in the origin of geological rocks. The study regions enjoy subtropical and Mediterranean climates. The altitudes above the sea level and the geographical coordinates of the grape-growing territories of the study regions are almost identical. It was established that 'Cabernet Sauvignon' materials lend themselves to wines enriched with a biologically valuable complex of phenolics and mineral substances, and their sensory appreciation is high. Samples from the Derbent district of the Republic of Daghestan are characterized with high levels of potassium, sodium, iron and zinc cations; high levels of calcium and magnesium cations are typical of samples from the west of the pre-mountainous areas of the Crimea. Levels of phenolic compounds affecting such sensory components of wine as color, astringency, bitterness and aroma profile are almost identical in materials of the study regions. Anthocyanins, procyanidin oligomers and polymers (powerful antioxidants which, along with other phenolics, are 'terroir components'), accumulate in materials of the study regions in sufficiently high quantities. The revealed diversity of individual biochemical and technological characteristics of materials of the study regions indicates that climatic factors of ecosystems with chestnut soils are more important for the quality of the products than their geographical locations. The data obtained provides additional information on the specific nature of wines grown in different regions where soil fertility in combination with agrochemical and agroclimatic factors makes an important contribution to the quality of the final agricultural product. At the same time, regardless of the origin of grapes, 'terroir' material of each region has unique aromas and flavors.

Key words: ecosystem; soil; grape plant; wine; biochemistry.

Как цитировать эту статью:

Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А., Абакарова А.А. Влияние почвенно-климатических условий на качество красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон (Республики Дагестан и Крым) // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.333-337. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.011

How to cite this article:

Khalilova E.A., Kotenko S.Ts., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A. The effect of soil and climatic conditions on the quality of 'Cabernet-Sauvignon' red table wines (Republics of Daghestan and the Crimea). Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4). pp. 333-337. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.011 (in Russian)

УДК 663.21: 663.253

Поступила 27.08.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

Введение. Известно, что на специфику вкуса и аромата вина влияют экосистемы, где культивируются виноградные лозы. Связь между сенсорными атрибутами вина и его происхождением называют «терруарным» эффектом. Концепция терруара – уникальное сочетание особенностей почвы, рельефа, ландшафта, климата, взаимодействие которых исключает рассмотрение влияния отдельных факторов. Почва как основной показатель терруара влияет на фенологию винограда, обеспечивает водоснабжение в виноградной лозе, биохимический состав винограда, температуру в корневой зоне. Состав почвы не может быть идеально подходящим для роста всех сортов виноградного растения и парадоксально, что лучшие результаты для производства высококачественных красных вин могут быть приобретены на бедных и неплодородных почвах [1, 2]. Кроме того, виноградное растение может иметь высокий биохимический потенциал, в том числе ароматических и фенольных веществ, микроэлементов, богатство цвета и вкуса на одной территории с определенным типом почв и, напротив, не менее ценный биохимический комплекс соединений на таких же почвах, но в другой экосистеме [3].

Ранее нами были получены результаты технологических и биохимических характеристик красного столового вина, приготовленного с использованием винограда Каберне-Совиньон, произрастающего на каштановых карбонатных почвах Дербентского района Республики Дагестан [4–6]. Безусловно, сорт винограда Каберне-Совиньон подходит для создания уникальных вин с кондициями, которые способствуют сохранению микробиологической стойкости и биохимических показателей на длительное время. Возник интерес, как изменятся биохимически ценные показатели качества вина, в том числе фенольные и минеральные соединения, в зависимости от географической зоны произрастания используемого в технологии винограда (табл. 1). Накопление этих составля-

ющих в винограде и, соответственно, вине, обусловлено химическим составом, теплообеспеченностью и структурой почв [7, 8]. Характеристика минеральных и фенольных веществ, определяющих характер брожения, хранения и органолептических характеристик вина, позволит установить связь между качественными показателями напитка и местностью выращивания винограда [9–11].

Дербентский район Республики Дагестан (А). Поселок Геджух расположен на реке Дарвагчай, в 20 км к северо-западу от города Дербент, ограничен с юго-запада хребтом предгорий, а с востока – Каспийским морем. Морское побережье представлено узкой полосой (100–500 м) приморских террас, состоящих из песка, ракушек и морских наносов. Низменность сложена древнекаспийскими и третичными отложениями, прикрытыми сверху делювиальными и аллювиальными наносами. Вблизи предгорий она всхолмлена невысокими (30–80 м), мягко очерченными уваловидными возвышенностями. Характерной чертой этой территории является обилие тепла, мягкий климат и непродолжительные теплые зимы, интенсивность солнечного света составляет 2000 ч/год, годовые осадки – 400–500 мм в год.

Западный предгорно-прибрежный район Республики Крым (Б) расположен вдоль западного побережья Черного моря, на территории северных и северо-западных склонов гор; занимает территорию близ гг. Балаклава, Севастополь и западной части Бахчисарайского района до реки Булганак. В морфоструктурном отношении данная экосистема расположена в пределах аккумулятивной низменной равнины, сложенной преимущественно лёссовидными суглинками, а крайняя северная часть – в пределах структурно-денудационной возвышенной равнины, сложенной неогеновыми известняками. Характерен степной умеренно-жаркий засушливый климат с мягкой зимой, интенсивность солнечного света – 2500 ч/год, годовое

Таблица 1. Агрохимические и агроклиматические показатели отдельных экосистем регионов Республик Дагестан и Крым

Table 1. Agrochemical and agroclimatic indicators of individual ecosystems of the study regions of the Republics of Daghestan and the Crimea

Регион	Географические координаты	Высота над уровнем моря, м	Форма рельефа	Природные ландшафты	Ландшафтная растительность	Тип почвы	Гранулометрический состав	Содержание гумуса, % (0-20 см)	Глубина грунтовых вод	Климат	Сумма активных температур, °С
А Дербентский район (Дагестан)	42°07'29" с.ш. 48°03'44" в.д.	200	предгорье, прибрежье к Каспийскому морю	сухостепная, делювиально-аллювиальная и абразионно-аккумулятивная террасовидная низменность	эфемерово-полюнное, ромашковое разнотравье	каштановые карбонатные	тяжелые суглинки, глина, су-пес, песок	2-3	ниже критической глубины 1-3 м	субтропический	3700–4000
Б Западно-предгорный Крым	44° 37' с.ш. 32°28' в.д.	200-400	предгорье, прибрежье к Черному морю	грядово-волнисто-равнинный	многолетние ксерофильные растения, лекарственные и ядовитые растения, разнотравье	каштановые карбонатные	глинистые сланцы, суглинки, редко песок, известняки и мергель	3-4	дефицит грунтовых вод 8 м в пределах местных антиклиналий и синклиналий	средне-морской	3300–3500

количество осадков – 450–600 мм.

Основными мероприятиями по охране плодородия земель региона А является защита почв от абразии, региона Б – эрозии.

В связи с этим актуальны биохимические исследования красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон, произрастающего в условиях прибрежных предгорных экосистем Республик Дагестан и Крым.

Материалы и методы исследования

Материалом исследований служили красные столовые вина из винограда сорта Каберне-Совиньон, произрастающего в предгорно-прибрежной зоне – пос. Геджух, Дербентский район, Республика Дагестан и Западной предгорно-прибрежной, Республика Крым. Полупроизводственные испытания проведены на ОАО «Дербентский завод игристых вин» по «красному способу» – согласно методическим рекомендациям [12, 13]. Физико-химические показатели вина исследовали стандартизированными и принятыми в виноделии методами [14, 15]. Качественный и количественный состав фенольных веществ определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) с использованием хроматографической системы Agilent Technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором по методикам [16]. Исследование макро- и микроэлементного состава красных столовых вин осуществляли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе «Savant AAS» (USA) [17]. Все определения проводили в трех повторностях.

Результаты исследований и их обсуждение.

Получив результаты исследований биохимических свойств красного столового вина из винограда Каберне-Совиньон, произрастающего на территории предгорно-прибрежной зоны Дербентского района, возник интерес, как агроклиматические и агрохимические факторы могут повлиять на плодородие почвенного покрова, виноградное растение и полученное из него вино в условиях различных приморских экосистем. Сопоставительный анализ данных показателей для изучаемых регионов приведен в табл. 1.

Большое значение для культуры винограда имеет высота над уровнем моря, которая почти идентична для регионов, и географические координаты местности. В условиях невысокой плодородности каштановых карбонатных почв из региона А и, соответственно, низкого показателя гумуса, определенную значимость приобретает значение глубины минерализованных грунтовых вод, которое имеет преимущество в сравнении с регионом Б. Вертикальный профиль каштановых почв дифференцирован. Гумусовый горизонт имеет серую окраску разной интенсивности. В средней части профиля отмечаются трещины, белые пятна карбонатов, иллюстрирующие формирование их в аридных климатических условиях. Отмечаются признаки гипсового засоления.

Предгорье региона Б отличается теплым и влаж-

ным климатом, сравнительно богатой растительностью, соответственно почвы обладают повышенными значениями гумуса. В предгорной зоне Б мощность гумусовых горизонтов увеличивается в связи с повышением количества атмосферных осадков, где тенденцией является увеличение развития растительности. Почвенные горизонты содержат карбонаты, гумус на уровне средних показателей, встречаются щебень и галечные отложения. Почвы изучаемых территорий сформировались на продуктах выветривания известняков, мергелей и частично глинистых сланцев.

Гранулометрический состав почв регионов неоднороден в связи с различиями в происхождении геологических пород. Важное значение для развития виноградного растения имел и климатический фактор: для региона А – субтропический, Б – средиземноморский.

В образцах вин, полученных из красного технического сорта винограда Каберне-Совиньон регионов А и Б, изучены массовые концентрации катионов металлов и отдельные соединения полифенолов (табл. 2). Анализ минеральных веществ в образцах вин показал до-

Таблица 2. Дегустационная оценка и компонентный состав фенольных и минеральных веществ красного столового винограда Каберне-Совиньон в зависимости от региона исследования

Table 2. Sensory appreciation and componential composition of phenolics and mineral substances of 'Cabernet-Sauvignon' red table materials depending on the study region

Определяемые вещества	Зона произрастания винограда	
	Предгорно-прибрежная (Республика Дагестан) [4]	Западная предгорно-прибрежная (Республика Крым) [18]
	массовая концентрация, мг/дм ³	
Калий	618,400	546,000
Кальций	1,750	54,000
Натрий	19,570	9,000
Магний	22,580	61,000
Железо	4,890	0,830
Медь	0,055	0,050
Цинк	0,100	0,050
Антоцианы	139,00	71,000
Фенольные вещества (ФВ)	1678,00	1734,00
Олигомерные процианидины	155,000	103,000
Полимерные процианидины	1400,000	1445,000
Объемная доля этилового спирта, %	11,300	12,800
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	6,2	6,3
Дегустационная оценка	цвет темно-рубиновый; аромат яркий, ягодный, с оттенками смородины; вкус полный с длительным ягодным послевкусием. Дегустационный балл 8.6	цвет рубиновый, насыщенный; яркий аромат, с характерными нотками сафьяна и вишни, плотный по структуре; вкус богатый, гармоничный; длительное послевкусие. Дегустационный балл 8.8

статочное высокое и почти идентичное их суммарное содержание – 667.35 : 670.93 мг/дм³ (А : Б). Согласно полученным данным, количественное содержание металлов соответствует общепринятым стандартам качества красных столовых вин и, соответственно, обеспечивает стойкость вин против появления касса.

Установлено, что концентрация макроэлементов Na, K, Ca, Mg составляла 99.23 : 99.86% (А : Б) от общей суммы изучаемых элементов. В винах обнаружено доминантное количество калия 92.67 : 81.38% (А : Б), обеспечивающее бактерицидные свойства вин [19, 20]. Избыток доступного калия в почве может привести к повышению рН в соусе и вине [21]. Обычно высокие уровни этого микроэлемента обнаруживаются в почвах, полученных из пород, содержащих большое количество полевого шпата, иллита, слюды вулканических пород, сланца [22], что подтверждается нашими данными. Содержание магния, входящего в состав около 300 ферментов, составляло 3.37 : 9.09% (А : Б). Достаточно большое влияние на технологический процесс и качество вина оказывает натрий – 2.93 : 1.34% (А : Б). Несколько повышенное количество натрия в образце из региона А обусловлено, возможно, региональной спецификой каштановых почв. Количество цинка в вине из региона А вдвое больше, что может быть связано с хранением виноматериала. Содержание кальция накапливается в виноматериалах при использовании винограда, выращенного на известковых почвах: 0.26 : 8.05% (А : Б), что объясняет повышенное количество его в виноматериале из региона Б.

Следует отметить, что виноматериалы из региона А отличаются повышенным содержанием катионов калия, натрия, железа и цинка; образцы Западного предгорья Крыма – повышенным содержанием кальция и магния.

Результаты исследования фенольных соединений, влияющих на такие сенсорные составляющие вина, как цвет, терпкость, горечь и ароматический профиль, почти идентичны в виноматериалах (табл. 2). Накопление антоцианов, олигомерных и полимерных процианидинов – мощных антиоксидантов, достаточно высокое в экспериментальных винах, что может быть обусловлено агроклиматическим фактором местностей, технологией производства [23, 24]. Известен важный вклад полимерных процианидинов в терпкость красного столового вина, где уровень полимерных полифенолов может быть использован в качестве показателя его терпкости [25].

Выводы

Проведен сравнительный анализ почв, сформированных на продуктах выветривания известняков, мергелей и сланцев, из предгорно-прибрежных виноградарских регионов республик Дагестан и Крым, пригодных для выращивания винограда сорта Каберне-Совиньон. Установлено, что образцы экспериментальных терруарных вин имели высокую дегустационную характеристику; биологически ценный компонентный состав фенольных и минеральных веществ. Накопление в виноматериалах катионов кальция, натрия, железа, магния, цинка, в меньшей степени – калия и меди обусловлено типом почвы и влиянием

различных климатических факторов в условиях прибрежных экосистем исследуемых регионов. Следует отметить, что повышенное содержание катионов калия, натрия, железа и цинка характерно для дагестанского красного вина, кальция и магния – для образцов вина из Западного предгорья Крыма.

Результаты исследования биохимического состава вин являются дополнительной информацией о специфике их из разных регионов, где плодородие почвы в совокупности с агрохимическими и агроклиматическими факторами является важной составляющей конечного продукта сельского хозяйства.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Leeuwen C., Roby J.-P., Rességuier L. Soil-related terroir factors: a review. *Oeno one*. 2018. Vol. 52 (2). pp. 173–188. <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2018.52.2.2208>.
- Leeuwen C., Rességuier L. Major soil-related factors in terroir expression and vineyard siting. *Elements*. 2018. Vol. 14 (3). pp. 159–165. doi:10.2138/gselements.14.3.159.
- Falcão L.D., Revel G., Perello M.C., Moutsiou A., Zanús M.C., Bordignon-Luiz M.T. A survey of seasonal temperatures and vineyard altitude influences on 2-methoxy-3-isobutylpyrazine, C₁₃-norisoprenoids, and the sensory profile of Brazilian Cabernet Sauvignon wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2007. Vol. 55. №9. pp. 3605–3612.
- Исламмагомедова Э.А., Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Абакарова А.А. Минеральный состав красного столового вина, полученного с использованием нового штамма *S. cerevisiae* Y-4270 // Пищевая промышленность. 2018. № 8. С. 66–69. Islammagomedova E.A., Kotenko S.Ts., Khalilova E.A., Abakarova A.A. The mineral composition of a red table wine obtained using a new strain of *S. cerevisiae* Y-4270. *Food processing Industry*. 2018. № 8. pp. 66–69 (in Russian).
- Котенко С.Ц., Халилова Э.А., Исламмагомедова Э.А., Абакарова А.А., Пальян Ю.Л. Ароматобразующие вещества в красных столовых винах при использовании штамма *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 // Пищевая промышленность. 2018. № 9. С. 38–41. Kotenko S.Ts., Khalilova E.A., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A., Palian Yu.L. Aroma-forming substances in table red wines using *Saccharomyces cerevisiae* Y-4270 strain. *Food processing Industry*. 2018. № 9. pp. 38–41 (in Russian).
- Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Аливердиева Д.А., Исламмагомедова Э.А., Абакарова А.А., Гасанов Г.З., Миллуева А.Г. Жирные кислоты и антимикробные свойства красного столового вина // Российская сельскохозяйственная наука. 2018. Вып. 6. С. 72–76. doi: 10.3103/S106836741806006X. Khalilova E.A., Kotenko S.Ts., Aliverdiyeva D.A., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A., Gasanov G.Z., Milluyeva A.G.. Fatty acids and antimicrobial properties of red table wine. *Agricultural Science of Russia*. 2018. Issue 6. pp.72–76. doi: 10.3103/S106836741806006X (in Russian).
- Matallana E., Aranda A. Biotechnological impact of stress response on wine yeast. *Letters in Applied Microbiology*. 2017. Vol. 64 (2). pp. 103–110.

8. Warmling M.T., Albuquerque J.A., Warmling M.I., Rufato L., Andognini J. Effect of soil classes and climatic conditions on the productive characteristics and composition of Cabernet Sauvignon grapes. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*. 2018. Vol. 40. № 6. pp. 1–15.
9. Тоцилина 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. С. 14–17.
Tochilina R.P., Goncharova S.A., Khorosheva E.V., Semipyatnyy V.K. Peculiarities of the mineral composition of Don wines and wine materials as an identification indicator of the place of origin. *Winemaking and viticulture*. 2016. № 3. pp. 14–17 (in Russian).
10. Anli R.E., Vural N. Antioxidant Phenolic Substances of Turkish Red Wines from Different Wine Regions. *Molecules*. 2009. 14 (1). P. 289–297. DOI: 10.3390/molecules14010289.
11. Blesic M., Drmac M., Batinic K., Spaho N., Murtić M., Zele M., Croat. J. Levels of selected metals in wines from different Herzegovinian viticultural localities. *Food Sci. Technol*. 2017. Vol. 9 (1). pp. 1–10.
12. Валуйко Г.Г., Шольц Е.П., Трошин Л.П. Методические рекомендации по технологической оценке сортов винограда для виноделия / ВНИИВиВ «Магарач», 1983. 72 с.
Valuiko G.G., Sholts E.P., Troshin L.P. Methodological recommendations for the technological evaluation of grapes for winemaking. VNIIViV «Magarach». 1983. 72 p. (in Russian).
13. Справочник по виноделию / Под ред. Г.Г. Валуйко, В.Т. Косюры (Изд. 3-е, перераб. и доп.). Симферополь: Таврида. 2005. 588 с.
Winemaking Guide / Edited by G.G. Valuiko, V.T. Kosyura. Simferopol: *Tavrida Publ*. 2005. 588 p. (in Russian).
14. Аристова Н.И. Методики выполнения измерений физико-химических показателей для контроля качества винопродукции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2014. № 4. С. 36–39.
Aristova N.I. Methodologies to measure physico-chemical parameters for wine quality control. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2014. № 4. pp. 36–39 (in Russian).
15. Методы технохимического и микробиологического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.
Methods of technochemical and microbiological control in winemaking / Edited by V.G. Gherzhikova. Simferopol: *Tavrida Publ*. 2009. 304 p. (in Russian).
16. Р 4.1. 1672-03 Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. 184 с.
R 4.1. 1672-03 Guidelines for quality control and safety of biologically active food additives. Moscow: *Federal Center of State Sanitary and Epidemiologic Inspectorate of the Ministry of Public Health of Russia*. 2004. 184 p. (in Russian).
17. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.: Химия, 1984. С. 21–229.
Lurye Yu.Yu. Analytical chemistry of industrial wastewater. Moscow: *Chemistry*. 1984. pp. 21–229 (in Russian).
18. Аристова Н.И., Черноусова И.В., Панов Д.А., Лутков И.П., Зайцев Г.П. Определение фенольных и минеральных веществ в виноматериале из винограда сорта Каберне Совиньон / Ученые записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. Биология, химия. Т. 2 (68). 2016. № 3. С. 76–82.
Aristova N.I., Chernousova I.V., Panov D.A., Lutkov I.P., Zaytsev G.P. Determination of phenolic and mineral substances in Cabernet Sauvignon wine materials. Proceedings of Crimean Federal University Named after V.I. Vernadskii. *Biology, Chemistry*. Vol. 2 (68). 2016. № 3. pp. 76–82 (in Russian).
19. Viviers M., Smith M., Wilkes E., Smith P., Johnson D. The role of trace metals in wine 'reduction'. *Wine & Viticulture Journal*. 2014. 29 (1). pp. 38–40.
20. Walker G. Metals in yeast fermentation processes. *Advances in applied microbiology*. 2004. Vol. 54. pp. 197–229.
21. Soyer J.-P., Molot C. Fertilisation potassique et composition des moûts; évolution durant la maturation du raisin. *Progrès agricole et viticole*. 1993. Vol. 110. pp. 174–177.
22. Huggett J. Geology and wine: a review. Proceedings of the geologists association. 2006. Vol. 117. pp. 239–247.
23. Pérez Magariño S., González-Sanjosé M.L. Physicochemical parameters justifying the vintage qualifications in wines from Spanish Protected Designation of Origin. *Eropean food research and technology*. 2002. Vol. 214. pp. 444–448.
24. Asproudi A., Piano F., Anselmi G., Di Stefano R., Bertolone E., Borsa D. Proanthocyanidin composition and evolution during grape ripening as affected by variety: Nebbiolo and Barbera cv. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 2015. Vol. 49 (1). pp. 59–69. doi.org/10.20870/oeno-one.2015.49.1.93
25. Sun B., de Sá M., Leandro C., Caldeira I., Duarte F.L., Spranger I. Reactivity of polymeric proanthocyanidins toward salivary proteins and their contribution to young red wine astringency. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2013. Vol. 61 (4). pp. 939–946. doi: 10.1021/jf303704u

О влиянии сахаросодержащих компонентов на качество игристых вин

Александр Семёнович Макаров, д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией игристых вин, makarov150@rambler.ru;
Игорь Павлович Лутков, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр., лаборатории игристых вин, igorlutkov@mail.ru;
Наталья Александровна Шмигельская, канд. техн. наук, науч. сотр., лаборатории игристых вин, nata-ganaj@yandex.ru;
Виктория Алексеевна Максимовская, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; lazyrit@gmail.com;
Галина Владимировна Сивочуб, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; galina.sivochub@gmail.com;
Оксана Михайловна Белякова, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин ksusha220272@rambler.ru

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

В статье представлены результаты исследований по влиянию различных сахаросодержащих компонентов, используемых для приготовления игристых вин, на их качество, в том числе типичные свойства. Показано, что практически все исследуемые опытные игристые вина, приготовленные с использованием различных сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения, имели более высокую дегустационную оценку по сравнению с контролем (приготовленным с использованием тиражного ликёра). Установлено, что игристые вина, выработанные на основе недобродов, имели более высокие показатели пенистых свойств, лучшую насыщенность диоксидом углерода, высокое содержание общего и связанного диоксида углерода, более высокую массовую концентрацию фенольных веществ и интенсивность окраски. Красные игристые вина, приготовленные на основе недобродов, содержали меньшее количество альдегидов, по сравнению с контрольными образцами, приготовленными с использованием тиражного ликёра. Образцы игристых вин, приготовленные с использованием суслу виноградного концентрированного, имели более высокую массовую концентрацию титруемых кислот, что обусловлено концентрированием в процессе вакуумирования суслу не только сахаров, но и органических кислот и ряда других веществ экстракта. Использование ликёрного виноматериала при приготовлении красных игристых вин практически не изменяло массовую концентрацию фенольных веществ, но внесло новую гамму в букет и вкус игристого вина. Следует отметить, что каждый из исследуемых сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения имеет свои преимущества и недостатки. И в зависимости от поставленных задач может применяться для приготовления высококачественных игристых вин.

Ключевые слова: физико-химические показатели; дегустационная оценка; качество; мистель; сусло; недоброд; ликёр; пенистые свойства; диоксид углерода.

Введение. В настоящее время на рынке винодельческой продукции представлен широкий ассортимент игристых вин. Однако при всём богатстве выбора потребитель зачастую отдаёт предпочтение оригинальным винам, вырабо-

ORIGINAL RESEARCH

The effects of sugar-containing components on the quality of sparklings

Alexander Semionovich Makarov, Igor Pavlovich Lutkov, Natalia Alexandrovna Shmigelskaia, Viktoria Alekseevna Maksimovskaia, Galina Vladimirovna Sivochoub, Oksana Mikhailovna Beliakova

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

The effects of various sugar-containing components used in production of sparklings on their quality were studied. Practically all study sparklings manufactured with the use of various sugar-containing components of grape origin had higher tasting scores compared to controls where tirage liqueur was used. Sparklings manufactured from materials in which fermentation was not allowed to complete were superior in foaming properties and saturation with carbon dioxide, in addition to high levels of total and bound carbon dioxide, increased levels of phenolic substances, and a more intense color. Red sparklings from materials with incomplete fermentation had lower aldehyde levels in comparison to controls. Sparklings manufactured with the use of vacuum must were higher in titratable acidity since, besides sugars, vacuumization involves concentration of organic acids and other extract components. The use of liqueur wine material for manufacturing of red sparklings practically did not change the levels of phenolic components but added new aromas and flavours. Each of the study sugar-containing components of grape origin has advantages and disadvantages and can be used to manufacture quality sparklings with different tasks in mind.

Key words: physico-chemical indices; tasting score; quality; mистelle; must; material with uncomplete fermentation; liqueur; foaming properties; carbon dioxide.

танным из натурального сырья с сохранением максимального количества полезных компонентов исходного винограда. Существует запрос на использование при производстве игристых вин альтернативных тиражному и резервуарному ликёрам сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения.

Существует несколько способов приготовления тиражной/резервуарной смеси с требуемой сахаристостью, среди которых использование тиражного/резервуарного ликёра с применением свекловичного или тростникового сахара, виноградного суслу, концентрированного виноградного суслу, недобродов, мистелей, ликёрных виноматериалов и др. [1-7]. Исследованиям некоторых из них посвящён ряд работ. В частности, Бурдой В.Е. и Пановой Э.П. проводилось сравнение физико-химических характеристик игристых вин, приготовленных с использованием ликёра и криоконцентрата виноградного суслу [8]. Буртовым О.А. исследовались и сравнивались

Как цитировать эту статью:

Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Белякова О.М. О влиянии сахаросодержащих компонентов на качество игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.338-343. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.012

How to cite this article:

Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Beliakova O.M. The effects of sugar-containing components on the quality of sparklings. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4). pp. 338-343. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.012 (in Russian)

УДК 634.85:663.223.11(470.75)

Поступила 07.11.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

процессы концентрирования сусла вымораживанием и выпариванием [9]. И было установлено, что крио-концентраты имеют ряд преимуществ перед концентрированным суслом, полученным с помощью выпаривания под вакуумом, прежде всего связанных с сохранением ароматических веществ исходного сусла. Также известны способы производства игристых вин с использованием ликёрных виноматериалов и мистелей. Например, при производстве «Севастопольского игристого» [10] и «Бакинского игристого» [11] используют ликёрные виноматериалы, а при производстве мускатных игристых вин – мистели [12].

Ранее проводились исследования по приготовлению игристых вин с использованием сусла и недобродов [13-16]. И было установлено, что из недоброженного сусла можно готовить игристые вина марки «брют», отличающиеся более выразительным сортовым ароматом и высокими типичными свойствами (пенистыми и игристыми). В игристых винах из недобродов, как правило, содержится меньше альдегидов, чем в контрольных образцах игристых вин, полученных с использованием ликёра [13]. В то же время сравнение мускатных игристых вин, полученных из недобродов с мускатными игристыми винами, приготовленными с использованием ликёра и сусла, показало, что содержание терпенов в первом случае было ниже, что было связано с более длительным контактом вина с дрожжевым осадком при анаэробной выдержке. А также в мускатных игристых винах из недобродов были отмечены лёгкие сусляные тона [14]. Кроме того, проводились исследования причин появления недобродов в результате спонтанной остановки брожения при первичном брожении [17], такие факторы важно учитывать при закладке тиражей, чтобы брожение в бутылках или в сосудах под давлением при шампанизации проходило полностью.

Целью наших исследований являлось изучение влияния применения при шампанизации различных сахаросодержащих компонентов на качество игристых вин.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись игристые вина, приготовленные из: виноматериалов урожая

2017 г. из винограда Каберне-Совиньон, произрастающего в с. Орловка, г. Севастополь, с. Угловое Бахчисарайского р-на, п. Гурзуф, выработанных по белому (п/б) и по красному (п/к) способам, с использованием сусла, сусла виноградного концентрированного (вакуум-сусла), недобродов, мистелей, ликёрных виноматериалов и ликёра (контроль).

В сезон 2017 г. в условиях микровиноделия были приготовлены столовые виноматериалы, сусло, сусло виноградное концентрированное, недоброды, мистели, ликёрные виноматериалы, а также ликёр (контроль), согласно требованиям действующей нормативной документации [18]. Для проведения процесса первичного брожения использовали дрожжи из Коллекции микроорганизмов виноделия института «Магарач»: для белых сортов расу «47-К», для красных сортов расу «Каберне». Выработанные виноматериалы соответствовали требованиям ГОСТ 32030 «Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия». Затем проводили закладку тиражей с использованием полученных виноматериалов и различных сахаросодержащих компонентов с таким расчётом, чтобы в тиражной смеси массовая концентрация сахаров находилась в пределах 22-24 г/дм³. Для проведения вторичного брожения использовали расу «Севастопольская 23» из Коллекции микроорганизмов виноделия института «Магарач». Шампанизация недобродов проводилась на дрожжах первичного брожения, а закладка этих тиражей осуществлялась непосредственно в сезон виноделия. Послетиражная выдержка кюве составила не менее 9 мес. В полученных игристых винах определяли физико-химические показатели согласно [19], в том числе пенистые свойства (V_{\max} – максимальный объём пены, см³; $t_{\text{раз}}$ – время разрушения пены, с) согласно СТО 01580301.015–017 «Столовые виноматериалы для игристых вин, напитки, насыщенные диоксидом углерода. Определение пенистых свойств», а содержание различных форм диоксида углерода – согласно [20]. Математическую обработку проводили с помощью программы Microsoft Office Excel.

Обсуждение результатов

Результаты анализов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Показатели химического состава игристых вин

Table 1. Chemical indices of the composition of the study sparklings

Наименование образца	Объёмная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация						
		титруемых кислот, г/дм ³	суммы ФВ, мг/дм ³	мономерных ФВ, мг/дм ³	полимерных ФВ, г/дм ³	КВ, мг/дм ³	альдегидов, мг/дм ³	аминного азота, мг/дм ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9
КС п/б (с. Орловка) + ликёр	13,5	6,2	188	165	23	20	51,9	140
КС п/б (с. Орловка) + сусло	12,9	6,2	200	174	26	17	123,2	126
КС п/б (с. Орловка) + СВК	13,5	6,6	210	173	37	13	103,8	161
КС п/к (с. Орловка) + ликёр	13,5	6,9	1313	492	821	170	59,0	154
КС п/к (с. Орловка) + сусло	12,5	6,9	1287	556	731	157	81,0	154
КС п/к (с. Орловка) + СВК	13,4	7,3	1207	498	709	165	70,4	168
КС п/к (с. Орловка) из недоброда	12,4	6,9	1329	598	731	175	56,3	168
КС п/б (с. Угловое) + ликёр	13,5	6,4	238	177	61	12	80,1	294
КС п/б (с. Угловое) + мистель	13,4	6,3	228	187	41	13	99,4	287

1	2	3	4	5	6	7	8	9
КС п/б (с. Угловое) + сусло	13,4	6,4	227	180	47	15	89,8	294
КС п/б (с. Угловое) + СВК	13,5	6,8	250	208	42	13	92,4	287
КС п/б (с. Угловое) из недоброда	13,4	6,5	269	229	40	15	96,8	287
КС п/к (с. Угловое) + ликёр	13,5	7,3	1033	355	678	137	74,8	273
КС п/к (с. Угловое) + мистель	13,5	7,2	953	329	624	130	62,5	273
КС п/к (с. Угловое) + сусло	13,0	6,8	985	329	656	126	57,2	287
КС п/к (с. Угловое) + СВК	13,4	7,4	1070	336	734	139	75,7	280
КС п/к (с. Угловое) + ликёрный в/м	13,5	7,3	1075	360	715	156	70,4	270
КС п/к (с. Угловое) из недоброда	12,9	7,6	1165	400	765	181	55,4	280
КС (п. Гурзуф) п/б + ликёр	13,4	5,7	410	216	194	19	57,2	119
КС (п. Гурзуф) п/б + мистель	13,5	5,6	394	209	185	19	70,4	109
КС (п. Гурзуф) п/б + сусло	13,5	5,6	402	201	201	19	96,8	98
КС (п. Гурзуф) п/б + СВК	13,5	5,9	454	236	218	16	86,2	126
КС (п. Гурзуф) п/б из недоброда	13,4	5,8	421	245	176	17	66,0	123
КС (п. Гурзуф) п/к + ликёр	13,5	5,9	1191	357	834	136	77,4	105
КС (п. Гурзуф) п/к + мистель	13,5	6,0	1160	363	797	120	60,7	133
КС (п. Гурзуф) п/к + сусло	13,0	5,0	1138	365	773	124	66,0	112
КС (п. Гурзуф) п/к + СВК	13,5	6,2	1260	415	845	134	49,3	147
КС (п. Гурзуф) п/к + ликёрный в/м	13,5	5,4	1239	355	884	135	70,4	140
КС (п. Гурзуф) п/к из недоброда	13,4	5,6	1350	455	895	178	66,0	126

Примечание: КС – Каберне-Совиньон; п/б – по белому способу; п/к – по красному способу; в/м – виноматериалы; ФВ – фенольные вещества; СВК – красящие вещества, СВК – сусло виноградное концентрированное.

Исходя из полученных данных, было установлено, что давление диоксида углерода во всех образцах игристых вин соответствовало нормативной документации – не менее 300 кПа и находилось в пределах 480-830 кПа. Практически все исследуемые опытные игристые вина, приготовленные с использованием различных сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения, имели более высокую дегустационную оценку по сравнению с контролем (приготовленным с использованием тиражного ликёра).

Установлено, что игристые вина, выработанные на основе недобродов, имели более высокие показатели пенистых свойств, лучшую насыщенность диоксидом углерода, высокое содержание общего и связанного диоксида углерода, более высокую массовую концентрацию фенольных веществ и интенсивность окраски. Красные игристые вина, приготовленные на основе недобродов, содержали меньшее количество альдегидов, по сравне-

Таблица 2. Физико-химические показатели игристых вин

Table 2. Physico-chemical indices of the study sparklings

Наименование образца	И	pH	P _{изб} , кПа	mCO ₂ общ., г	mCO ₂ св., г	V _{max} , см ³	t _{раз} , с	ДО, балл
КС п/б (с. Орловка) + ликёр	0,078	2,9	590	7,089	0,394	400	43	8,94
КС п/б (с. Орловка) + сусло	0,079	2,9	580	7,089	0,250	400	30	8,96
КС п/б (с. Орловка) + СВК	0,075	2,9	710	8,965	0,965	420	>60	9,02
КС п/к (с. Орловка) + ликер	1,288	3,0	560	7,410	0,873	450	>60	9,16
КС п/к (с. Орловка) + сусло	1,220	3,1	570	7,410	0,830	430	>60	9,17
КС п/к (с. Орловка) + СВК	1,324	3,0	690	8,873	1,056	460	>60	9,07
КС п/к (с. Орловка) из недоброда	1,355	3,0	790	9,514	0,652	480	48	9,21
КС п/б (с. Угловое) + ликёр	0,102	3,2	480	6,175	0,423	450	16	9,00
КС п/б (с. Угловое) + мистель	0,103	3,2	620	7,775	0,766	370	12	9,01
КС п/б (с. Угловое) + сусло	0,095	3,2	660	8,690	1,178	300	9	9,10
КС п/б (с. Угловое) + СВК	0,104	3,1	640	7,547	0,429	385	13	9,08
КС п/б (с. Угловое) из недоброда	0,076	3,1	590	7,775	0,865	675	25	9,08
КС п/к (с. Угловое) + ликёр	1,049	3,3	560	7,684	1,119	470	20,5	9,11
КС п/к (с. Угловое) + мистель	0,967	3,3	580	7,775	1,040	390	17	9,09
КС п/к (с. Угловое) + сусло	0,976	3,3	580	7,318	0,472	410	19	9,17
КС п/к (с. Угловое) + СВК	1,087	3,2	700	9,148	1,267	400	18	9,14
КС п/к (с. Угловое) + ликёрный в/м	0,872	3,2	600	7,775	0,791	400	17,5	9,12
КС п/к (с. Угловое) из недоброда	1,300	3,2	740	9,376	1,018	570	25,5	9,20
КС (п. Гурзуф) п/б + ликёр	0,170	3,2	590	8,004	1,141	700	>60	8,93
КС (п. Гурзуф) п/б + мистель	0,181	3,1	590	7,775	0,964	680	>60	8,97
КС (п. Гурзуф) п/б + сусло	0,139	3,1	690	8,690	0,897	590	43	8,97
КС (п. Гурзуф) п/б + СВК	0,166	3,1	600	8,232	1,256	630	45	8,97
КС (п. Гурзуф) п/б из недоброда	0,152	3,1	670	8,873	1,180	730	>60	8,97
КС (п. Гурзуф) п/к + ликёр	0,830	3,3	600	8,004	1,075	750	>60	9,01
КС (п. Гурзуф) п/к + мистель	0,736	3,3	630	8,141	1,018	760	>60	9,03
КС (п. Гурзуф) п/к + сусло	0,797	3,4	660	8,599	0,975	750	>60	9,10
КС (п. Гурзуф) п/к + СВК	0,890	3,3	650	8,416	1,119	800	>60	9,11
КС (п. Гурзуф) п/к + ликёрный в/м	0,826	3,3	570	7,547	0,955	800	>60	9,10
КС (п. Гурзуф) п/к из недоброда	1,031	3,3	830	10,245	1,145	850	>60	9,08

Примечание: И – интенсивность окраски, P_{изб} – избыточное давление CO₂ в бутылке, кПа; mCO₂ общ – общее содержание диоксида углерода в бутылке; mCO₂ св – содержание связанных форм диоксида углерода в бутылке; V_{max} – максимальный объём пены; t_{раз} – время разрушения пены; ДО – дегустационная оценка; СВК – сусло виноградное концентрированное.

нию с контрольными образцами, приготовленными с использованием тиражного ликёра.

Кроме того, обращает на себя внимание то, что все образцы игристых вин, выработанные из винограда, выращенного в п. Гурзуф, имели более высокие пенистые свойства и, в то же время, более низкую концентрацию аминного азота, чем аналогичные образцы из других зон. Образцы игристых вин, выработанные из винограда, выращенного в с. Угловое, имели большее содержание аминного азота и отличались по этому показателю от аналогичных образцов из других зон в 2-3 раза. В розовых винах из винограда, выращенного в п. Гурзуф, соотношение мономерных и полимерных фракций фенольных веществ было 1:1, в то время как подобное соотношение в игристых винах из с. Орловка и с. Угловое составило 5-7 и 3-5 раз соответственно, что согласуется с ранее полученными данными о влиянии зоны произрастания винограда на физико-химические показатели игристых вин [21-24].

Также была обнаружена корреляция между массовой концентрацией полимерных фракций фенольных веществ и максимальным объёмом пены: для розовых игристых вин $r = 0,777$, для красных игристых вин $r = 0,834$, что согласуется с данными, полученными ранее [25-28].

Образцы игристых вин, приготовленные с использованием суслу виноградного концентрированного, имели более высокую массовую концентрацию титруемых кислот, что обусловлено концентрированием в процессе вакуумирования суслу не только сахаров, но и органических кислот и ряда других веществ экстракта [29-31]. Однако процесс вакуумирования, применявшийся в ходе концентрирования суслу, несколько обеднил ароматическую гамму за счёт потери легколетучих соединений как полученного суслу виноградного концентрированного, так и игристого вина, что было определено дегустационной комиссией.

Использование мистеля в качестве сахаросодержащего компонента в данном случае не улучшило органолептические характеристики игристых вин, в то же время привело к снижению общего содержания фенольных веществ, по-видимому, за счёт разбавления, поскольку мистель был приготовлен из слабоокрашенного суслу винограда Каберне-Совиньон с добавлением этилового спирта. В этом мистель уступает, к примеру, интенсивно окрашенному ликёрному вино материалу из сорта Каберне-Совиньон, причём не только по цветовым характеристикам и содержанию фенольных веществ, но и по ароматическому комплексу. Если в мистеле больше сохраняется аромат исходного винограда, то в ликёрном вино материале появляются новые вещества, образовавшиеся в процессе брожения. Поэтому использование ликёрного вино материала при приготовлении красных игристых вин практически не изменяло массовую концентрацию фенольных веществ, но внесло новую гамму в букет и вкус игристого вина. С этой точки зрения мистель как сахаросодержащий компонент, вероятнее, ближе к винограду суслу. Однако есть и отличия: поскольку сусло до момента использования при шампанизации хранилось при температуре, близкой к точке замер-

зания, из него происходило выпадение в осадок винного камня и ряда других экстрактивных веществ, а в мистеле происходило простое разбавление вносимым для консервирования суслу этиловым спиртом и частичное выпадение осадка винного камня и экстрактивных веществ.

Выводы

Показано, что практически все исследуемые опытные игристые вина, приготовленные с использованием различных сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения, имели более высокую дегустационную оценку, по сравнению с контролем (приготовленным с использованием тиражного ликёра).

Установлено, что игристые вина, выработанные на основе недобродов, имели более высокие показатели пенистых свойств, лучшую насыщенность диоксидом углерода, высокое содержание общего и связанного диоксида углерода, более высокую массовую концентрацию фенольных веществ и интенсивность окраски.

Красные игристые вина, приготовленные на основе недобродов, содержали меньшее количество альдегидов, по сравнению с контрольными образцами, приготовленными с использованием тиражного ликёра. Использование суслу для шампанизации способствовало повышению пенистых и игристых свойств готовой продукции. Образцы игристых вин, приготовленные с использованием суслу виноградного концентрированного, имели более высокую массовую концентрацию титруемых кислот, что обусловлено концентрированием в процессе вакуумирования суслу не только сахаров, но и органических кислот и ряда других веществ экстракта.

Использование ликёрного вино материала при приготовлении красных игристых вин практически не изменяло массовую концентрацию фенольных веществ, но внесло новую гамму в букет и вкус игристого вина. Установлена корреляция между массовой концентрацией полимерных форм фенольных веществ и максимальным объёмом пены: для розовых игристых вин $r = 0,777$, для красных игристых вин $r = 0,834$.

Следует отметить, что каждый из исследуемых сахаросодержащих компонентов виноградного происхождения имеет свои преимущества и недостатки. И в зависимости от поставленных задач может применяться для приготовления высококачественных игристых вин. Исследования в этом направлении планируются продолжить.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках Государственного задания ФАНО России № 0833-2015-0016.

Financing source

The study was conducted under public assignment of the FASO of Russia № 0833-2015-0016.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Макаров А.С. Производство шампанского. Под ред. Валушко Г.Г. – Симферополь: Таврия, 2008. – 416 с.

- Makarov A. S. Production of Champagne / Ed. Valuiko G.G. Simferopol: *Tavria*, 2008. 416 p. (in Russian).
2. Косюра В.Т. Игристые вина. История, современность и основные направления производства: Монография. Краснодар, 2006. 504 с.
Kosyura V.T. Sparkling wines. History, modernity and main directions of production: Monograph. Krasnodar, 2006. 504 p. (in Russian).
 3. Buxaderas Susana, Lopez-Tamames Elvira. Sparkling wines: features and trends from tradition. *Advances in food and nutrition research*, 2012. Vol. 66. pp. 1-45.
 4. Kemp Belinda, Hogan Casey, Xu Shufen, Lisa Dowling, Debbie Inglis. The impact of wine style and sugar addition in liqueur d'expedition (dosage) solutions on traditional method sparkling wine composition. *Beverages*, 2017, Vol. 3(1), № 7. <https://doi.org/10.3390/beverages3010007>
 5. Schmitt Matthias, Christmann Monika. The use of dextrose in winemaking / 39th World Congress of vine and wine, Bento Goncalves, BIO web of conferences, Brazil, 2016. Vol. 7, UNSP 02034. DOI: 10.1051/bioconf/20160702034
 6. Joshi V.K., Sharma S., Thakur A.D. Wines: white, red, sparkling, fortified and cider. Current developments in biotechnology and bioengineering: food and beverages industry, 2017. pp. 353-406. DOI: 10.1016/B978-0-444-63666-9.00013-3
 7. Jackson Ronald S. Styles and Types of Wine // Wine tasting: a professional handbook, 3-rd edition, 2017. pp. 293-335. DOI: 10.1016/B978-0-12-801813-2.00007-0
 8. Панова Э.П., Бурда В.Е. Криоконцентрат виноградного суслу – достойная альтернатива резервуарному ликёру при производстве игристых вин // Межд. конф., посвящённая 150-летию со дня рождения В.И. Вернадского Прикладная физико-неорганическая химия. Севастополь, 23-26.09.2013. С. 314-315.
Panova E.P., Burda V.E. Cryoconcentrate of grape must - a worthy alternative to reservoir liquor in the production of sparkling wines / International conference dedicated to the 150th anniversary of V.I. Vernadsky. *Applied physical and inorganic chemistry*. Sevastopol, September 23-26, 2013. pp.314-315 (in Russian).
 9. Буртов О.А. Концентрирование виноградного суслу методом вымораживания и его использование в виноделии / Сб. тезисов докл. ко II Всес. науч. конф. молодых учёных-виноградарей и виноделов. – Ялта, 9-10 апреля 1970 г. М., 1970. С.78-79.
Burtov O.A. Concentration of grape must with the method of freezing and its use in winemaking / Digest of abstracts for the second All-Union scientific conference Young winegrowers and vinemakers (Yalta, April 9-10, 1970). Moscow, 1970. pp.78-79 (in Russian).
 10. Шольц-Куликов Е.П., Филиппов А.М. Игристые вина Крыма и их технология. Симферополь: Крым, 1967. 136 с.
Scholz-Kulikov E.P., Filippov A.M. Sparkling wines of the Crimea and their technology. Simferopol: "Crimea", 1967. 136 p. (in Russian).
 11. Гавриш Г.А., Мехтиев У.Д., Макарян О.А. Приготовление виноматериалов для оригинального красного игристого вина в Азербайджане / Баку: «За технический прогресс», 1975. №9. С.54-56.
Gavrish G.A., Mehtiyev U.D., Makaryan O.A. Preparation of wine materials for the original red sparkling wine in Azerbaijan. Baku: "For technological progress", 1975. № 9. pp. 54-56 (in Russian).
 12. Мацко А.П., Ковалев Н.Н., Бекасова А.В. Мускаты игристые Киевского завода шампанских вин «Столичный»// Виноделие и виноградарство, 2007. № 1. С.13.
Matsko A.P., Kovalev N.N., Bekasova A.V. Muscat sparklings of the Kiev Stolichny Champagne Winery. *Winemaking and Viticulture*. 2007. № 1. p. 13 (in Russian).
 13. Макаров А.С., Лутков И.П., Шалимова Т.Р., Луткова Н.Ю. О производстве игристых вин из виноградного суслу // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». Т. XLIV. Ялта, 2014. С. 78-81.
Makarov A.S., Lutkov I.P., Shalimova T.R., Lutkova N.Yu. On the production of sparkling wines from grape must. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of NIViV "Magarach"*. Vol. XLIV. Yalta, 2014. pp. 78-81 (in Russian).
 14. Макаров А.С., Лутков И.П., Ульянцев С.О., Луткова Н.Ю. Особенности накопления терпеновых спиртов в мускатных игристых винах в зависимости от способа их производства // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. № 55(01). С.153-164.
Makarov A.S., Lutkov I.P., Ulyantsev S.O., Lutkova N.Yu. Features of the accumulation of terpene alcohols in muscat sparkling wines depending on the method of their production. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2019. № 55 (01). pp.153-164 (in Russian).
 15. Caliar Vinicius, Panceri Carolina Pretto, Rosier Jean Pierre, et al. Effect of the Traditional, Charmat and Asti method production on the volatile composition of Moscato Giallo sparkling wines. *LWT-food science and technology*, 2015. Vol.61 (2). pp. 393-400. DOI: 10.1016/j.lwt.2014.11.039
 16. Angeles Pozo-Bayon Maria, Martinez-Rodriguez Adolfo, Pueyo Encarnacion, et al. Chemical and biochemical features involved in sparkling wine production: from a traditional to an improved winemaking technology. *Trends in food science & technology*, 2009. Vol. 20 (6-7). pp. 289-299. DOI: 10.1016/j.tifs.2009.03.011
 17. Макаров А.С., Лутков И.П., Кречетова В.В., Кишкковская С.А., Иванова Е.В., Погорелов Д.Ю., Колосова А.А. О причинах появления недобродов при брожении суслу // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Т. XLVII. Ялта, 2018. С. 52-56.
Makarov A.S., Lutkov I.P., Kretchetova V.V., Kishkovskaya S.A., Ivanova E.V., Pogorelov D.Yu., Kolosova A.A. On major reasons for residual sugar formation during must fermentation. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of "VNNiViV" Magarach" RAS"*. Vol. XLVII. Yalta, 2018. pp. 52-56 (in Russian).
 18. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции/ Под общей ред. Н.Г. Саришвили / Утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия РФ 5 мая 1998 г. М.: Пищепромиздат, 1998. 242 с.
Collection of basic rules, technological instructions and regulatory materials for the wine production/ Under the general editorship of N.G. Sarishvili. Approved by the Ministry of Agriculture and Food of the Russian Federation on May 5, 1998. Moscow: *Pishchepromizdat*, 1998. 242 p. (in Russian).
 19. Методы теххимического контроля в виноделии/ Под ред. Гержиковой В.Г. – 2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.
Methods of technochemical control in winemaking / Ed. Gerzhikova V.G. Simferopol: *Tavrida*, 2009. 304 p. (in Russian).
 20. Лутков И.П. Совершенствование объёмного метода определения массовой концентрации диоксида углерода // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». Т. XLI, ч. 1. Ялта, 2011. С. 71-74.
Lutkov I.P. Improving the volumetric method for determining the mass concentration of carbon dioxide. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of NIViV "Magarach"*. Vol. XLI, part 1. Yalta, 2011. pp. 71-74 (in Russian).

- Russian).
21. Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Васылык А.В., Максимовская В.А., Яланецкий А.Я., Шалимова Т.Р., Кречетова В.В. Особенности красных игристых вин, выработанных из сорта винограда Каберне-Совиньон // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019; 21(3): С.256-260. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.013
 - Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Vasylyk A.V., Maksimovskaia V.A., Yalanetskii A.Ya., Shalimova T.R., Krechetova V.V. Peculiarities of red sparkling wines produced from 'Cabernet-Sauvignon' grapes. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019; 21(3): С.256-260. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.013 (in Russian).
 22. Poerner Naira, Rodrigues Eliseu, Celso Paulo Gustavo, et al. Analytical differentiation of the base wines for sparkling from two viticultural regions of Rio Grande do Sul. *Ciencia rural*, 2010. Vol.40(5). pp. 1186-1192.
 23. Souza A.S., Fernandes A.P., Araujo R.G.O., Andrade R.F., Vinhas A.C.A. Screening the geographical origin of Brazilian wines according to their elemental composition. *Current analytical chemistry*, 2017. Vol.13(6). pp. 515-523. DOI: 10.2174/1573411013666170203154922
 24. Yamashita Gabrielli Harumi, Anzanello Michel Jose, Soares Felipe, et al. Hierarchical classification of sparkling wine samples according to the country of origin based on the most informative chemical elements. *Food control*, 2019. Vol. 106, № UNSP 106737. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.106737
 25. Макаров А.С., Лутков И.П., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Шалимова Т.Р., Ульяновцев С.О. Влияние штамма дрожжей на показатели химического состава и качество красных игристых вин // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018. № 50(02). С.111-122.
 - Makarov A.S., Lutkov I.P., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Shalimova T.R., Ulyantsev S.O. The influence of the yeast strain on the chemical composition and quality of red sparkling wines. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2018. № 50 (02). pp.111-122 (in Russian).
 26. Kemp Belinda, Conde Bruna, Jegou Sandrine. Chemical compounds and mechanisms involved in the formation and stabilization of foam in sparkling wines. *Critical reviews in food science and nutrition*, 2019. Vol:59 (13). pp.2072-2094.
 27. Martinez-Lapuente Leticia, Guadalupe Zenaida, Ayestaran Belen, Perez-Magarino Silvia. Role of major wine constituents in the foam properties of white and rose sparkling wines. *Food chemistry*, 2015. Vol.174. pp. 330-338.
 28. Pueyo E., Martin Alvarez P.J., Polo M.C. Relationship between foam characteristics and chemical composition in wines and cavas (sparkling wines). *American Journal of enology and viticulture*, 1995. Vol. 46, Issue 4, pp. 518-524.
 29. Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Погорелов Д.Ю., Рябинина О.В., Ермихина М.В. Критерии оценки подлинности суслу виноградного концентрированного // Виноделие и виноградарство, 2015, №6. – С.21-24.
 - Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Pogorelov D.Yu., Ryabinina O.V., Ermikhina M.V. Criteria for Assessing the Authenticity of Concentrated Grape Must. *Winemaking and viticulture*. 2015. №6. pp.21-24 (in Russian).
 30. Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Гержилова В.Г. Обоснование показателей для подтверждения виноградного происхождения концентрированного суслу // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Т. XLVI. Ялта, 2016. С. 62-65.
 - Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Gerzhikova V.G. Rationale for the criteria used to confirm the origin of concentrated grape musts. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of "VNNiViV" Magarach RAS*". Vol. XLVI. Yalta, 2016. pp.62-65 (in Russian).
 31. Гниломедова Н.В., Рябинина О.В., Ермихина М.В. Трансформация профиля сахаров и кислот при концентрировании виноградного суслу // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017. №1. С. 44-46.
 - Gnilomedova N.V., Ryabinina O.V., Ermikhina M.V. Transformation of sugar-acid profile in the process of grape must concentration. *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2017. №1. pp.44-46 (in Russian).

ORCID iD:

Макаров А.С. <https://orcid.org/0000-0001-8497-5056>Лутков И. П. <https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>Шмигельская Н.А. <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>Максимовская В.А. <https://orcid.org/0000-0002-2867-7510>

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Влияние физико-химических показателей вин на значения температуры насыщения

Виктория Григорьевна Гержилова, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, hv26@mail.ru;

Надежда Станиславовна Аникина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией химии и биохимии вина, hv26@mail.ru;

Антонина Валерьевна Весютова, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, foxt.80@mail.ru;

Дмитрий Юрьевич Погорелов, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, pogdmi@ro.ru;

Марианна Вадимовна Ермихина, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, mariannaermikhina@mail.ru;

Ольга Викторовна Рябинина, мл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, olgar@list.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», ул. Кирова 31, Ялта 298600, Российская Федерация

Одной из важнейших проблем качества винопродукции является ее стабильность, обеспеченная научно обоснованными методами диагностики и приемами технологической обработки с целью предотвращения возникновения дестабилизации. Причиной кристаллообразования является нарушение ионного равновесия под влиянием изменений концентрации катионов и анионов, наличием в системе стимуляторов и ингибиторов этого процесса. Одним из тестов на склонность к кристаллическим помутнениям вин является показатель «температура насыщения», который рассчитывают по разнице электропроводности до и после добавления битартрата калия ($T_{\text{нас}}(\text{KHTar})$). Целью работы являлось выявление взаимосвязи между компонентным составом вина и его физико-химическими свойствами, выраженными pH и $T_{\text{нас}}(\text{KHTar})$. Объектами исследований были белые и красные столовые сухие виномастеральные и вина. В образцах были определены pH, температура насыщения битартрата калия, содержание ионов калия, винной кислоты и ее форм. Объем выборки составил 83 образца. В результате исследования было установлено, что стабильные белые вина характеризовались значениями $T_{\text{нас}}(\text{KHTar})$ в интервале 10,9-13,5 °С, красные вина – 14,4-16,8 °С. Выявлена и математически описана взаимосвязь между показателями теста кристаллической дестабилизации вина и содержанием участников процесса, которую обуславливает массовая концентрация битартрат-ионов, зависящая от величины pH и содержания винной кислоты. Результаты будут использованы для усовершенствования системы диагностики вин при оценке их склонности к кристаллической калиевой дестабилизации.

Ключевые слова: кристаллическая стабильность; винная кислота; калий; pH; столовые вина; тесты к кристаллическим помутнениям.

ORIGINAL RESEARCH

Influence of physico-chemical indices of wines on saturation temperature

Viktoriya Grigoryevna Gerzhikova, Nadezhda Stanislavovna Anikina, Antonina Valerievna Vesutova, Dmitry Yurievich Pogorelov, Marianna Vadimovna Ermikhina, Olga Viktorovna Ryabinina

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

Stability is an important element of the quality of wine and must be enabled by science-based diagnostic methods and treatment technologies with the view to prevent destabilization. Crystal formation is caused by ionic imbalances as affected by changes in cation and anion levels and the presence of promoters or inhibitors of this process in the system. Potassium bitartrate saturation temperature ($T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$) is an index to be relied on while testing wines for liability to crystal haze, and is calculated by the difference in the conductivity measurements prior to and after the addition of potassium bitartrate. The study was aimed to reveal an interrelationship between the componential composition of wine and its physico-chemical characteristics in terms of pH and $T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$. Red and white dry table wines and wine materials were used as objects of research. The sample number was formed by a total of 83 samples in which pH, saturation temperature $T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$ and levels of ions of potassium, tartaric acid and its forms were measured. The $T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$ values of stable white wines varied within 10.9-13.5°C, and the $T_{\text{sat}}(\text{KHTar})$ values of stable red wines ranged from 14.4 to 16.8°C. An interrelationship between the data derived from the test for crystalline destabilization of wine and the levels of the agents of the process was revealed and mathematically described. This interrelationship is determined by mass concentration of bitartrate ions which depends on pH values and the levels of tartaric acid. The results obtained will be used to improve the diagnostics system of wines in testing for liability to potassium crystalline destabilization.

Key words: crystalline stability; tartaric acid; potassium; pH; table wines; tests for crystalline haze.

В системе обеспечения розливостойкости винопродукции важное место отводится предотвращению помутнений, вы-

званных кристаллизацией тартратных солей калия и кальция. Существующие способы предупреждения кристаллических помутнений имеют ряд недостатков и не всегда дают желаемый результат. Разработка новых способов их диагностики и стабилизации не теряет своей актуальности [1–6].

В странах с развитым виноделием для промышленной диагностики склонности винопродукции к кристаллическим видам помутнений широко используются инструментальные методы анализа, важное место среди которых занимают кондуктометрические методы, основанные на измерении электропроводности до и после внесения в пробу затравки битартрата калия или тартрата кальция. В настоящее время в литературе описано несколько модификаций таких методов, результатом которых может быть либо прямое получение значения электропроводности, либо его перевод в так называемые единицы температуры насыщения, характеризующей оптимальный в отношении стабильности температурный ре-

Как цитировать эту статью:

Гержилова В.Г., Аникина Н.С., Весютова А.В., Погорелов Д.Ю., Ермихина М.В., Рябинина О.В. Влияние физико-химических показателей вин на значения температуры насыщения. «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.344-348. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.013

How to cite this article:

Gerzhikova V.G., Anikina N.S., Vesutova A.V., Pogorelov D.Yu., Ermikhina M.V., Ryabinina O.V. Influence of physico-chemical indices of wines on saturation temperature. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019; 21(4). pp. 344-348. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.013 (in Russian)

УДК 663.25

Поступила 11.10.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

жим хранения конкретного виноматериала [7-10].

В мировой практике для диагностики кристаллических помутнений и оценки эффективности обработки виноматериалов холодом зачастую используют метод, базирующийся на кондуктометрическом методе определения показателя температуры насыщения пробы битартратом калия при разных значениях температуры, в частности, близкой к 0°C [7-8]. Результатом анализа является получение целочисленного значения так называемого «фактора кристаллизации», свидетельствующего об эффективности обработки виноматериала холодом, его потенциальной стабильности к кристаллическим помутнениям, а также наличия веществ различного происхождения, введенных в виноматериал с целью обеспечения его стабильности (препаратов карбоксиметилцеллюлозы, метавинной кислоты, гуммиарабика, маннопротеина).

Показатель температуры насыщения битартратом калия ($T_{\text{нас}}(\text{КНТар})$) – это значение температурного режима хранения вина, при котором данное вещество образует насыщенный раствор, начинается процесс кристаллообразования, осадок битартрата калия становится заметным в вине визуально [9]. Температура насыщения и температура хранения вина имеют решающее значение для оценки склонности виноматериалов к кристаллической дестабилизации. Если температура хранения ниже температуры насыщения на 3-4°C, вино считается потенциально кристаллически нестабильным. Вино сохраняет кристаллическую стабильность, если температура его хранения равна или немного выше температуры насыщения.

Продукция современного отечественного виноделия обладает уникальными особенностями, обусловленными региональными и сортовыми особенностями, что требует пересмотра установленных режимов и параметров тестирования кристаллической стабильности вин.

Теоретическую основу нашей работы составляют современные представления о существовании в виноградном сусле и вине трех форм винной кислоты [1]: молекулярной (недиссоциированной формы в виде H_2T), диссоциированной по I ступени в виде битартрат-иона (HT^-), образующего с ионом калия (K^+) малорастворимую соль битартрата калия, и диссоциированной по II ступени формы тартрат-иона (T^{2-}). Последний также обладает способностью образовывать нерастворимую в условиях вина соль тартрата кальция. Соотношение форм винной кислоты и полнота ее диссоциации зависят от pH среды. Значения pH определяют ионы водорода, образующиеся при диссоциации кислот и их кислых солей, а также катионы металлов. В частности, при значении pH 2,95 на недиссоциированную форму винной кислоты приходится 51,3 %, на диссоциированную по первой и второй ступени – по 45,9 и 2,8 % соответственно. При величине pH = 3,95 соотношение форм винной кислоты составляет 6,5; 57,8 и 35,7 % соответственно [11-15].

Таким образом, при низких значениях pH от 2,8 до 3,2 молекулярная форма винной кислоты превалирует среди других ее форм, и соли винной кислоты не образуются. Напротив, при высоких значениях pH от 3,9

до 4,2 доминируют ионные формы винной кислоты, и возможность образования солей значительно увеличивается [5].

Показатель ионизации органических кислот (pK) во многом зависит от химических особенностей строения молекул, полноты диссоциации и количественного содержания в растворе. В случае многоосновных органических кислот при соотношении равновесных концентраций молекулярной и диссоциированной по первой ступени форм в количестве 1:1 показатель константы ионизации может численно совпадать со значением pH такого раствора [12]. По данным П. Рибера-Гайона и сотр. [16], для винной кислоты значения констант ионизации по первой и второй ступени диссоциации составляют $pK_1 = 3,01$ и $pK_2 = 4,05$; для яблочной – $pK_1 = 3,46$ и $pK_2 = 5,05$ соответственно. В вине при существующих значениях pH от 2,8 до 4,2 в основном реализуются процессы, связанные с I ступенью диссоциации винной и яблочной кислот [15, 16].

Целью работы являлось выявление взаимосвязи между компонентным составом вина и его физико-химическими свойствами, выраженными pH и температурой насыщения битартратом калия.

Методика проведения исследований

Объектами исследований являлись белые и красные столовые сухие вина, прошедшие технологическую обработку, стабильные к коллоидным и кристаллическим помутнениям, разлитые в бутылку и выдержанные в течение гарантийного срока хранения. Дестабилизированные образцы были отбракованы, стабильные – подвергнуты испытаниям на розливостойкость к кристаллическим калиевым помутнениям.

Массовую концентрацию винной кислоты определяли методом ВЭЖХ, ионов калия – атомно-адсорбционным методом, pH – потенциометрическим, электропроводность – кондуктометрическим методами [9]. Массовую концентрацию $\text{C}(\text{HTar}^-)$ получали расчетным путем по таблицам зависимости степени диссоциации органических кислот от pH [1].

Вторая часть наших исследований заключалась в математической обработке результатов исследований белых столовых виноматериалов с различной устойчивостью к калиевым помутнениям, оцениваемой по температуре насыщения. Температуру насыщения определяли по формуле [9]:

$$T_{\text{нас}}(\text{КНТар}) = T - \frac{E_1 - E_2}{33}, \quad (1)$$

где T – температура выполнения анализа; E_1 и E_2 – электропроводность образца до и после внесения битартрата калия; мкСм/См.

В качестве контроля использовали формулу вычисления показателя температуры насыщения битартратом калия, полученную Н.М. Рудышиной (Разработка методов контроля и способа стабилизации вин против кристаллических помутнений, вызываемых битартратом калия: дисс... канд. техн. наук. – Ялта, 1985. – С. 138):

$$T_{\text{нас}}(\text{КНТар}) = \frac{571 - \Delta\sigma}{28}, \quad (2)$$

где $\Delta\sigma$ – разность значений электропроводности до и

после добавления битартрата калия в пробу.

Для математической обработки использовали пакет статистики Excel MS Office, с помощью которой устанавливали зависимость температуры насыщения по битартрату калия от содержания компонентов виноматериалов. Общий объем выборки составил 83 образца.

Результаты и их обсуждение

Изучение стабильных образцов вин (табл. 1, табл. 2) показало, что значения температуры насыщения по битартрату калия в белых винах варьируют в интервале 10,9–13,5°C, составляя в среднем 12,4°C. Красные вина отличались более высокими величинами исследуемого показателя: 14,4–16,8°C (среднее значение – 15,6°C).

Систематизация результатов исследования образцов виноматериалов, характеризующимися различными значениями pH и $T_{\text{нас}}$ (КНТар), содержанием винной кислоты, ее битарtrat-ионов, катионов калия позволила выявить зависимость температуры насыщения от массовой концентрации винной кислоты, диссоциированной по I ступени (рис. 1).

Зависимость описывается следующим уравнением регрессии ($r = 0,87$; $R^2 = 0,76$):

$$Y = 6,82 \cdot X + 4,47, \quad (3)$$

где Y – $T_{\text{нас}}$ (КНТар), температура насыщения по калию, °C; X – $C(\text{НТар}^-)$, массовая концентрация битарtratной формы винной кислоты, г/л.

Исследуемые образцы были сгруппированы по значениям $T_{\text{нас}}$ (КНТар) (табл. 2), для каждой из пяти групп определены диапазоны и средние значения участников процесса кристаллообразования. Анализ представленных данных показывает, что повышение температуры насыщения виноматериалов сопровождается увеличением массовой концентрации битарtrat-иона и снижением содержания иона калия в системе.

Математический анализ экспериментальных данных позволил выявить зависимость

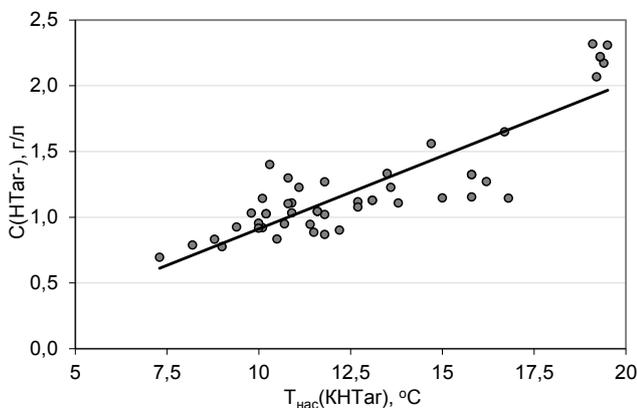


Рис. 1. Математическая взаимосвязь между показателем величины температуры насыщения битартрата калия виноматериала и концентрацией битарtrat-иона в системе

Fig. 1. Mathematical interrelationship between index of potassium bitartrate saturation temperature in the study wine materials and bitartrate ion concentration in the system

Таблица 1. Температура насыщения битартрата калия стабильных вин

Table 1. Potassium bitartrate saturation temperature of stable wines

Но- мер об- раз- ца	pH	Массовая концентрация, г/л			ионов калия (K ⁺)	$T_{\text{нас}}$ (КНТар), °C
		форм винной кислоты				
		молеку- лярной (H ₂ T)	битарtrat- ионов (HT)	тарtrat- ионов (T ²⁻)		
Белые вина						
1	3,27	0,65	1,23	0,16	0,703	12,8
2	3,28	0,58	1,12	0,15	0,773	12,1
3	3,33	0,50	1,08	0,16	0,650	11,8
4	3,37	0,54	1,27	0,21	0,549	13,1
5	3,34	0,61	1,33	0,20	0,669	13,0
6	3,24	0,64	1,11	0,13	0,519	12,1
7	3,71	0,22	1,16	0,41	1,080	12,3
8	3,62	0,27	1,10	0,32	0,880	11,9
9	3,40	0,45	1,15	0,20	0,600	12,3
10	3,31	0,63	1,25	0,22	0,440	13,0
11	3,40	0,48	1,19	0,23	0,560	12,6
12	3,45	0,41	1,16	0,23	0,680	12,4
13	3,25	0,53	0,95	0,12	0,700	10,9
Красные вина						
14	3,80	0,23	1,47	0,64	0,907	14,4
15	3,51	0,56	1,81	0,41	0,934	16,8
16	3,92	0,17	1,58	0,90	0,826	15,2
17	3,64	0,40	1,77	0,53	0,989	16,5
18	3,71	0,35	1,77	0,61	0,902	16,5
19	3,44	0,57	1,58	0,31	0,778	15,3
20	3,35	0,64	1,45	0,23	0,558	14,4
21	3,43	0,61	1,64	0,31	0,581	15,6

Таблица 2. Варьирование значений показателя температуры насыщения битартрата калия в зависимости от состава среды*

Table 2. Variation in the numerical values of index of potassium bitartrate saturation temperature depending on the composition of the medium

Номер группы	$T_{\text{нас}}$ (КНТар), °C	Массовая концентрация, г/л	
		$C(\text{НТар}^-)$	ионов калия
1	<u>7,3 – 9,8</u> 8,8	<u>0,696 – 1,032</u> 0,842	<u>0,636 – 0,675</u> 0,652
2	<u>10,2 – 11,8</u> 11,1	<u>0,834 – 1,401</u> 1,066	<u>0,387 – 0,743</u> 0,555
3	<u>12,2 – 13,8</u> 13,1	<u>0,902 – 1,332</u> 1,127	<u>0,519 – 0,773</u> 0,649
4	<u>14,7 – 16,8</u> 15,8	<u>1,145 – 1,649</u> 1,321	<u>0,433 – 0,649</u> 0,555
5	<u>19,1 – 19,5</u> 19,3	<u>2,068 – 2,318</u> 2,217	<u>0,450 – 0,575</u> 0,51

Примечание: * в числителе – диапазоны значения показателя, в знаменателе – его средняя величина

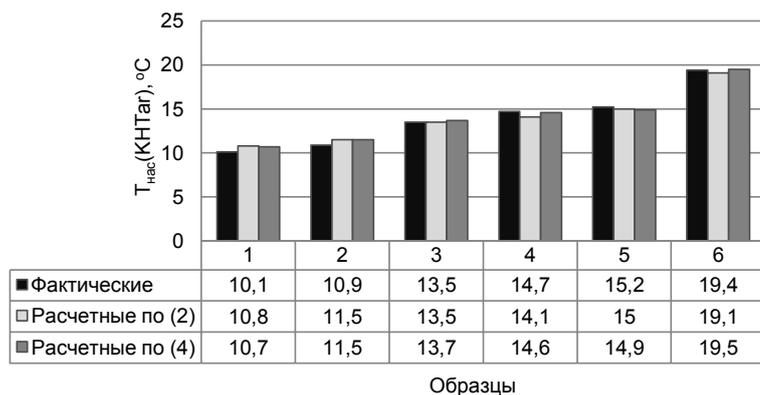


Рис. 2. Сравнительная характеристика экспериментальных и математических значений температуры насыщения битартратом калия образцов виноматериалов

Fig. 2. Comparative characterization of experimental and estimated numerical values of potassium bitartrate saturation temperature of the study wine materials

между температурой насыщения и массовой концентрацией битартратной формы винной кислоты и ионов калия, которая описывается следующим уравнением регрессии ($r = 0,91$; $R^2 = 0,83$):

$$Y = 6,81 \cdot X_1 - 0,19 \cdot X_2 + 4,6, \quad (4)$$

где X_1 – массовая концентрация битартрат-ионов, г/л; X_2 – массовая концентрация ионов калия, г/л.

Соответствие между математическими моделями (2) и (4) и фактическими результатами измерений демонстрирует хорошую корреляцию экспериментальных данных и адекватную точность описанных взаимосвязей (рис. 2). Разница между фактическими и расчетными значениями $T_{\text{нас}}$ (КНТар) для диапазона 10,1-10,9°C составляет 0,6-0,7°C, для диапазона 13,5-14,7°C – 0-0,6°C, для диапазона 15,2-19,4°C – 0,1-0,3°C.

Полученные формулы математически описывают процесс калиевой дестабилизации вина с разных теоретических позиций. Формула (2) устанавливает зависимость температуры насыщения по битартрату калия от интегрального показателя – электропроводности, характеризующего катионно-анионный баланс исследуемых образцов вина. Формула (4) описывает влияние на значения показателя $T_{\text{нас}}$ (КНТар) основных участников процесса кристаллической дестабилизации вина – винной кислоты и калия. Между значениями $T_{\text{нас}}$ (КНТар), полученными по разным формулам, существует тесная взаимосвязь ($r = 0,99$; $R^2 = 0,98$).

Выводы

Таким образом, математически описана взаимосвязь между показанием тестов кристаллической дестабилизации вин и содержанием участников процесса, которую обуславливает массовая концентрация битартрат-ионов, зависящая от величины рН и содержания винной кислоты, при этом баланс катионов и анионов фиксируется значениями электропроводности изучаемой среды. Результаты будут использованы для совершенствования системы диагностики вин при оценке их склонности к кристаллической калиевой дестабилизации.

Источник финансирования

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

Financing source

The study was conducted under public assignment of the

Ministry of Education and Science of Russia
№ 0833-2019-0024.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

No declared.

Список литературы / References

- Berg H., Berg H., Keefer R. Analytical Determination of Tartrate Stability in Wine. I. Potassium Bitartrate. *American Journal Enology and Viticulture*. 1958. Vol. 9. Issue 4. pp.180-193.
- Würdig G., Müller F. Bestimmung des Sättigungstemperatur von Weinen durch Zeifähigkeitsmessung. *Weinwirtschaft*. 1980. Bd. 116. № 23. pp.720-726, 728.
- Храпов А.А., Агеева Н.М. Влияние степени дисперсности препаратов битартрата калия на эффективность их использования для стабилизации вин // Пищевая технология, 2016. № 5-6 (353-354). С. 38-41.
Khrapov A.A., Ageeva N.M. Impact of the degree of dispersion of potassium bitartrate preparations on efficiency of their use for stabilization of wines. *Food technology*. 2016. № 5-6 (353-354). pp. 38-41 (in Russian).
- Панова Э.П., Кацева Г.Н., Бурда В.С. Влияние низких температур на физико-химические свойства виноградного суслу / Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Серия «Биология и химия». 2010. Т. 23 (62). № 1. С. 31-34.
Panova E.P., Katceva G.N., Burda V.S. The influence of low temperatures on physico-chemical properties of must. *Scientific Notes of Taurida V.Vernadsky National University. Series: Biology and chemistry*. 2010. Vol.23 (62). № 1. pp. 31-34 (in Russian).
- Waterhouse A., Sacks G., Jeffery D. Understanding Wine Chemistry. New York, *John Wiley & Sons*. 2016. 470 p.
- Виноградов В.А., Загоруйко В.А., Кулев С.В., Чаплыгина Н.Б. Оборудование для комплексной обработки виноматериалов против коллоидных и кристаллических помутнений // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». Т. XLIV, Ялта, 2014. С. 86-92.
Vinogradov V.A., Zagorouiko V.A., Kulev S.V., Chaplygina N.B. Equipment for complex treatment of wine materials against colloidal and crystal clouds. *Collection of scientific works of NIViV "Magarach"*. Vol. XLIV. Yalta, 2014. pp. 86-92 (in Russian).
- Würdig G., Müller T., Friedrich G. Bestimmung der Weinsteinättigungstemperatur durch verbesserte Leitfähigkeitsmessung. *Die Weinwirtschaft-Technik*. 1985. №6. pp.188-201.
- Зинькевич Э.Л., Гержилова В.Г., Щербина В.А. Фактор кристаллизации как критерий определения склонности виноматериалов и вин к кристаллическим помутнениям // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 2013. № 3. С. 38-40.
Zinkevich E.L., Gerzhikova V.G., Shcherbina V.A. The crystallization factor as a criterion of determining the crystallization tendency and wine tendency for clouding of the crystalline. *Horticulture, Viticulture and Winemaking of Moldova*. 2013. № 3. pp. 38-40 (in Russian).

9. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. Симферополь, Таврида. 2009. 304 с. Methods of technochemical control in winemaking / Edited by V.G. Gerzhikova. Simferopol, *Tavrida Publ.* 2009. 304 p. (in Russian).
 10. Гнилomedова Н.В., Аникина Н.С., Червяк С.Н. Дестабилизация вин. Кристаллообразование калиевых солей // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019. 21(3). С. 261-266. DOI 10.35547/iM.2019.21.3.014.
Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Chervyak S.N. Wine destabilization. Potassium salts crystal formation. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2019. 21(3). pp. 261-266. DOI 10.35547/iM.2019.21.3.014 (in Russian).
 11. Крешков А.П. Основы аналитической химии. Качественный и количественный анализ // Физико-химические методы анализа. М., 1970. Т.3. 472 с.
Kreshkov A.P. Fundamentals of analytical chemistry. Qualitative and quantitative analysis. *Physical-chemical methods of analysis.* Moscow, 1970. Vol. 3. 472 p. (in Russian).
 12. Шелудько О.Н., Стрижов Н.К. Применение комплексного анализа при оценке качества винодельческой продукции / Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018. № 5-6 (365-366). С. 116-120.
Sheludko O.N., Strizhov N.K. Application of integrated analysis in the evaluation of the quality of wine products. *News of institutes of higher education. Food Technology.* 2018. № 5-6 (365-366). pp. 116-120 (in Russian).
 13. Гержикова В.Г., Червяк С.Н., Аникина Н.С., Гнилomedова Н.В., Михеева Л.А., Ермихина М.В. К вопросу о выявлении добавок воды в столовых виноматериалах // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018. № 2. С. 44-46.
Gerzhikova V.G., Chervyak S.N., Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Mikheeva L.A., Ermikhina M.V. Revisiting the issue of water detection in table wine materials. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2018. № 2. pp. 44-46 (in Russian).
 14. Гержикова В.Г., Погорелов Д.Ю., Ермихина М.В., Михеева Л.А. Модификация метода определения буферной емкости столовых виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018. № 1. С. 44-46.
Gerzhikova V.G., Pogorelov D.Yu., Ermikhina M.V., Mikheeva L.A. Modification of the method for determining buffer capacity of table wine materials. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2018. № 1. pp. 44-46 (in Russian).
 15. Moreno J., Peinado R. Enological Chemistry. Buffering Capacity of Wines. London, *Academic Press.* 2012. pp. 223-251.
 16. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. *Traité d'oenologie Chimie du vin. Stabilisation et traitements.* Paris, Dunod. 2012. p. 453.
- ORCID iD
Гержикова В.Г. <https://orcid.org/0000-0003-3211-4507>
Аникина Н.С. <https://orcid.org/0000-0001-5282-3426>
Веслютова А.В. <https://orcid.org/0000-0003-3815-5756>
Погорелов Д.Ю. <http://orcid.org/0000-0001-6388-9706>
Ермихина М.В. <https://orcid.org/0000-0001-6457-2129>
Рябинина О.В. <https://orcid.org/0000-0002-5078-4515>

Прогнозирование кристаллической стабильности вин. Обзор методов

Нонна Владимировна Гниломедова, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, 231462@mail.ru;

София Николаевна Червяк, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, Sofi4@list.ru;

Антонина Валерьевна Весютова, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; foxt.80@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия "Магарач" РАН", 298600, Россия, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31

Кристаллизация битартрата калия, вызванная химическим взаимодействием катионов калия и анионов винной кислоты, является одним из наиболее часто встречаемых видов дестабилизации вин. Для обеспечения розливостойкости продукции необходимо достоверное прогнозирование образования осадка, что даст возможность применять превентивные технологические меры. Проведена систематизация и дана сравнительная характеристика существующих тестов на кристаллическую стабильность вин, в основу которых заложены различные принципы: расчетные, провокационные и инструментальные. Расчетные методы построены на математических действиях с учетом содержания и/или соотношения непосредственных участников реакции (винная кислота, калий), а также содержания титруемых кислот и этилового спирта, pH. Провокационные методы основаны на создании условий (охлаждение), при которых ускоряются естественные процессы кристаллообразования. Инструментальные методы предполагают измерение электропроводности с помощью кондуктометра и оценку ее изменения при пересыщении системы вина битартратом калия. Наименее достоверными считаются расчетные методы, не учитывающие особенности вина как сложной минерально-органической системы, в первую очередь это относится к красным винам. Прогнозирование стабильности по результатам холодовых тестов характеризует способность вина к выпадению кристаллов на данный момент, но требует длительного времени для проведения анализа; тесты, основанные на изменении электропроводности, достаточно оперативны и позволяют сделать вывод о потенциальной устойчивости системы к кристаллообразованию. Обоснована необходимость разработки достоверного способа диагностики розливостойкости виноматериалов для выбора схемы их технологической обработки и контроля эффективности стабилизации.

Ключевые слова: битартрат калия; холодовой тест; кондуктометрия; электропроводность; тест «мини-контакт»; температура насыщения.

Обеспечение стабильности готовой продукции является важным моментом при производстве вин. Под этим понятием подразумевается состояние, при котором в продукте не будут проявляться нежелательные физические или органолептические изменения в течение гарантийного срока при условиях хранения, соответствующих нормативной документации. Одним из наиболее частых

ANALYTICAL REVIEW

Prediction of crystalline stability of wines. A review of methods

Nonna Vladimirovna Gnilomedova, Sofia Nikolaievna Cherviakov, Antonina Valerievna Vesuyutova

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

Potassium bitartrate crystallization caused by chemical interaction between cations of potassium and anions of tartaric acid is a most frequent type of wine destabilization. To achieve wine stability, sediment formation must be reliably predicted, which will enable application of preventive technological measures. Available tests for crystalline stabilization of wines basing on different principles were classified and characterized on a comparative basis. Calculation methods rely on mathematical operations referring to levels and/or ratios of immediate reaction agents (tartaric acid and potassium). Provocation methods establish conditions accelerating destabilization processes (changes in temperature, levels of titratable acids and tartaric acid, pH). Instrumental methods involve conductivity measurement and consideration of changes in the index when the wine system becomes supersaturated with potassium bitartrate. The lowest reliability is associated with calculation methods since they do not take into account specific features of wine as a complex mineral and organic system. Cold tests provide information about properties of wine at a definite moment while those using conductivity changes allow to conclude about potential resistance of the system to crystallization. The need is substantiated for developing a reliable method to diagnose stability of wine materials so that a scheme of their technological treatment can be selected and stabilization effectiveness controlled.

Key words: potassium bitartrate; cold test; conductometry; conductivity; mini-contact test; saturation temperature.

видов дестабилизации вина является образование кристаллического осадка битартрата калия в результате взаимодействия катионов калия и анионов винной кислоты [1-4]. Устойчивость вина к выпадению битартрата калия зависит от множества факторов, в первую очередь это относится непосредственно к концентрации участников образования нерастворимых солей. На кристаллическую стабильность также влияет качественный состав и количественное содержание компонентов вина (этилового спирта, коллоидных веществ, органических и неорганических катионов и анионов) и условия среды – по мере охлаждения вина растворимость калиевой соли винной кислоты резко снижается [1, 4-6].

Образовавшиеся в вине кристаллы легко обнаружить методом сенсорного анализа, что вызывает определенные опасения потребителей относительно безопасности данного напитка [7], поэтому задача производителей заключается в производстве качественной продукции, одним из элементов которой

Как цитировать эту статью:

Гниломедова Н.В., Червяк С.Н., Весютова А.В. Прогнозирование кристаллической стабильности вин. Обзор методов. «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.349-356. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.014

How to cite this article:

Gnilomedova N.V., Cherviakov S.N., Vesuyutova A.V. Prediction of crystalline stability of wines. A review of methods. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4). pp. 349-356. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.014 (in Russian)

УДК: 663.252.35/.258.2:54-128.2/4

Поступила 12.11.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

является товарный вид. В связи с этим обоснование достоверного способа диагностики розливостойкости виноматериалов для выбора схемы их технологической обработки и контроля эффективности стабилизации является актуальным.

Мировое сообщество виноделов располагает различными методиками определения склонности виноматериалов и вин к кристаллической дестабилизации, что отражено в многочисленных литературных источниках [2, 8-14]. Однако разнообразие существующих способов прогнозирования, их несовершенство, а также отсутствие четких технологических рекомендаций для отечественных вин затрудняет управление качеством и не позволяет в полной мере гарантировать стабильность готовой продукции.

Целью данного литературного обзора являлось изучение методических подходов к определению склонности вин к выпадению кристаллов битартрата калия.

Обобщение литературных данных позволило нам провести систематизацию существующих способов прогнозирования кристаллической стабильности вин:

- расчетные базируются на математических действиях с числовым выражением концентрации и/или соотношения непосредственных участников реакции, а также спирта и величины рН и сопоставление полученных результатов с ранее рассчитанными параметрами [3, 9, 15-22];

- провокационные предполагают изменение условий внешней среды (охлаждение), ускоряющих процессы естественной кристаллизации битартрата калия и образование кристаллов, видимых невооруженным глазом [3, 10, 11, 15, 16, 23-29];

- инструментальные основаны на определении изменения электропроводности при пересыщении системы вина битартратом калия и сравнении со значениями, рекомендованными для стабильных вин [6, 9, 11, 15, 16, 23-28, 30-35].

РАСЧЕТНЫЕ МЕТОДЫ

Определение концентрации продукта (Тест Берга и Кифера)

Первая попытка теоретического прогнозирования вин к кристаллической дестабилизации была предпринята в середине XX века [9, 15, 17]. Результаты проведенного расчета процентного содержания форм тартрат-анионов в зависимости от рН и содержания этилового спирта модельных растворов были изложены в соответствующих таблицах. По мнению разработчиков экстраполяция полученных данных на систему вина позволяет сделать вывод о кристаллической стабильности винопродукции, проведя вычисление:

$$СП(КНТар) = \frac{C(K^+) \cdot C(ВК) \cdot \omega(НТар^-)}{100}, \quad (1)$$

где СП(КНТар) – концентрация продукта в форме битартрата калия, моль/л; $C(K^+)$ – концентрация ионов калия, моль/л; $C(ВК)$ – концентрация винной кислоты, моль/л; $\omega(НТар^-)$ – доля битартрат-иона, рассчитанная по табличным данным, %.

Полученные данные сравнивают с многолетними исследованиями соответствующего типа вина и делают заключение о его потенциальной нестабильности. Очевидно, что однозначный вывод возможно получить только при наличии банка данных, составленно-

Таблица 1. Предельная концентрация битартрата калия для стабильных вин ($\times 10^{-5}$), моль/л

Table 1. Ultimate concentration of potassium bitartrate for stable wines ($\times 10^{-5}$), mol/l

Вино	Температура, не вызывающая кристаллообразование, °С		
	0	5	10
столовое белое	9,4	14,6	23,6
столовое розовое	8,8	13,7	22,1
столовое красное	17,6	27,3	44,2
портвейны	10,6	18,6	29,3

го с учетом зоны возделывания винограда, сортового состава, технологических особенностей производства вина и других параметров.

По данным Leske et al., максимальное значение концентрации продукта составляет $8,0 \times 10^{-5}$ моль/л для белых вин и $18,0 \times 10^{-5}$ моль/л – для красных вин; превышение этих максимумов свидетельствует о кристаллической нестабильности образцов [15].

Продолжением данного методического подхода явилась работа по установлению температуры хранения вина, при которой высока вероятность обеспечения его кристаллической стабильности. Эмпирически была установлена связь между теоретически рассчитанным содержанием битартрата калия и фактически условиями хранения (табл. 1) [16].

В последующих исследованиях опытным путем было установлено, что из-за перенасыщенности вина виннокислыми солями фактическое содержание битартрата калия в виноматериалах в 1,5-2 раза выше расчетных величин, в том числе полученных для стабильных образцов. Данное явление можно объяснить наличием в вине веществ, связывающих ионы калия и винной кислоты в комплексные соединения, а также наличием протекторов кристаллообразования в виде высокомолекулярных веществ, катионов натрия и магния, а также анионов других органических кислот. Расчетный метод также не учитывает содержание кальция, принимающего участие в образовании малорастворимой виннокислой соли [3, 18, 19]. Известны случаи, когда вина с высокой массовой концентрацией тартратных солей были стабильными, в то время как наличие кристаллического осадка отмечалось в образцах с низким содержанием непосредственных участников процесса [18].

Определение стабильности виноматериалов по предельно допустимой концентрации ионов калия

Метод основан на расчетном определении критического для образования тартратных кристаллов содержания калия [20] и предполагает использование специально разработанной номограммы. В исследуемой пробе определяют объемную долю этилового спирта, рН, массовую концентрацию калия и винной кислоты и рассчитывают по таблицам произведение растворимости битартрата калия для соответствующей температуры хранения вина.

Теоретическую концентрацию калия (СК, г/л) вычисляют по формуле

$$C_K = \frac{PP}{C_{BK}} \cdot k, \quad (2)$$

где ПР – произведение растворимости битартрата калия; $C_{\text{вк}}$ – массовая концентрация винной кислоты, г/л; k – поправочный коэффициент.

Величину СК сравнивают с реальным содержанием калия. Виноматериал считается стабильным к кристаллообразованию, если фактическая концентрация калия не превышает расчетную.

Определение стабильности виноматериалов по абсолютной концентрации ионов калия

Сведения о максимально допустимой концентрации ионов калия в винах для предотвращения их кристаллической дестабилизации в литературе представлены неоднозначно: по данным Н.М. Агеевой, образец считается стабильным, если содержание указанного катиона не превышает 400 и 600 мг/л для столовых и ликерных вин соответственно; согласно исследованиям Г.Г. Валушко, концентрация ионов калия должна составлять менее 450 мг/л [18, 36], превышение данного предела может привести к формированию кристаллического осадка. При этом фактическое содержание ионов калия в винах может достигать 1800 мг/л [27].

Программный продукт «Mextar»

Для прогнозирования кристаллической стабильности вин был предложен математический инструмент – компьютерная программа «Mextar» [21, 22]. Используя такие значения, как содержание титруемых кислот, винной кислоты и калия, данный программный продукт позволяет оценить физико-химическое состояние вина. Учитываются также коэффициенты ионной активности, доля вовлеченных ионов, количество солей винной кислоты, которые могут быть осаждены при данной температуре. С помощью «Mextar» можно определить необходимое количество кислоты для подкисления или снижение её содержания для достижения заранее выбранного уровня pH или общей кислотности. Широкое распространение данного метода сдерживается ограниченной доступностью программного обеспечения.

Таким образом, расчетные методы опираются в основном на определение содержания только непосредственных участников реакции, в отдельных случаях с учетом pH и содержания этилового спирта. Многочисленные фактические данные свидетельствуют о низкой достоверности выводов, полученных на основании математических расчетов, что связано с отсутствием учета ингибирующего влияния коллоидных веществ и ионов других металлов.

ПРОВОКАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ

Принцип методов заключается в воспроизведении реальных условий, обуславливающих формирование ядер кристаллов (первичная кристаллизация) и их дальнейший рост (вторичная кристаллизация) [24].

Холодовой тест

Вариант 1. Эталонный тест МОВВ имитирует типичные «потребительские» условия, которые могут возникнуть при охлаждении бутылки вина после её приобретения покупателем. Метод основан на явлении самопроизвольного первичного кристаллообразования (без добавки зародышевых кристаллов) и подразумевает выдержку аликвоты вина объемом 20-200 мл при отрицательной температуре в течение ше-

сти суток. Для столовых вин температурный режим составляет минус 4 °С, для ликерных вин – минус 7 °С [11]. По некоторым данным для провокации тарtratной дестабилизации достаточно трехдневного охлаждения [15, 16] или выдержки вина в течение 15 дней при 0 °С [3]. Наличие осадка по окончании выдержки, а также нерастворение образовавшихся кристаллов при температуре ≥ 20 °С свидетельствует о потенциальной потере стабильности данного образца.

Вариант 2. Метод предполагает внесение затравки для инициирования процесса дестабилизации [27, 28]. В 10 мл вина вносят несколько кристалликов битартрата калия и выдерживают образец 1-2 суток. Для столовых вин температура экспозиции составляет минус $(3,5 \pm 0,5)$ °С, для ликерных – минус $(7,5 \pm 0,5)$ °С.

Результаты оценивают визуально. Количество и размер образовавшихся кристаллов, превышающие внесенную затравку, свидетельствует о склонности образца к кристаллической дестабилизации.

Тест замораживание-оттаивание

Вариант 1. Данный тест заключается в сокращении времени экспозиции до 24 ч и выдержке аликвоты образца при температуре минус 18 °С [11, 15]. Образец вина, предварительно отфильтрованный через мембранный фильтр с размерами пор 0,4 мкм, помещают на ночь в морозильную камеру. На следующий день образец размораживают при комнатной температуре (≥ 20 °С) и проверяют на наличие кристаллических включений. Тест считается положительным (вино склонно к тарtratной дестабилизации) в случае присутствия отдельных кристаллов или выраженного осадка.

Вариант 2. Модификация предыдущего теста заключается в измерении электропроводности образца до и после выдержки в течение 24 ч при температуре минус 20°С. Изменение показателя представляют в относительных единицах измерения [13, 14].

Метод нельзя считать достаточно объективным, так как на результаты определения в значительной степени влияют такие факторы, как содержание в вине этилового спирта и коллоидных веществ, а также технические параметры морозильной камеры. К тому же в большинстве вин, замерзающих при такой экстремальной температуре, образуется кристаллический осадок. При этом результаты фактической стабильности показали значительные расхождения с предполагаемой склонностью к образованию битартрата калия. При отрицательном результате теста вино гарантированно устойчиво к выпадению тарtratных солей [25]. По данным Zoetlein, данный метод характеризует скорость кристаллизации и не является достоверным тестом на стабильность [10, 15].

Тест с изменением содержания кислот

Данные тесты предназначены для прогнозирования в лабораторных условиях количественного снижения кислотности при выборе режимов и параметров холодной обработки.

Вариант 1. Изменение титруемой кислотности.

Образец вина охлаждают до минус 2 °С, добавляют 4 г/л битартрата калия, перемешивают в течение двух часов и фильтруют [11]. Изменение титруемой кислотности рассчитывают по значению показателя

до и после холодого воздействия и выбирают уровень удаления винной кислоты, желаемый для винодела.

Вариант 2. Изменение содержания винной кислоты. Методика предполагает измерение снижения концентрации винной кислоты в образце до и после холодого воздействия при минус 4 °С в течение 6 дней [23].

Тесты с изменением содержания винной кислоты эффективны только в отношении виноматериалов, технологическая схема которых в качестве превентивных мер по обеспечению кристаллической стабильности предусматривает обработку холодом. В случае использования ионного обмена или электродиализа метод не дает точного прогноза, так как механизмы указанных процессов значительно отличаются от кристаллизации битартрата калия при пониженной температуре. При внесении в вино препаратов-ингибиторов кристаллообразования (карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ), маннопротеины, гуммиарабик, полиаспартат, метавинная кислота (МВК)) данная методика также не эффективна [11, 23, 29].

Таким образом, методы холодого воздействия воспроизводят условия дестабилизации вина с учетом особенностей его химического состава и позволяют оценить фактическую стабильность образца на данный момент. При этом они не учитывают дальнейшую трансформацию системы в процессе выдержки и хранения виноматериалов и готовой продукции, что снижает достоверность прогноза потенциальной устойчивости продукта к выпадению кристаллического осадка [22, 24, 26].

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ

Принцип инструментальных методов оценки кристаллической стабильности вин основан на измерении электропроводности образца с помощью кондуктометра при индуцированном кристаллообразовании. Учитывая, что именно ионы калия и винной кислоты в наибольшей степени обеспечивают способность вина проводить электрический ток, уменьшение их концентрации, как участников реакции, приводит к снижению значений данного показателя, что позволяет оценить потенциальную тартратную нестабильность вина [34].

Кондуктометрический тест «мини-контакт»

Представленный тест является одним из наиболее распространенных методов теххимического контроля в мировом виноделии [9, 14, 15, 23-26, 30, 31].

Методика предполагает охлаждение прозрачного вина до минус 2 °С, после чего измеряется начальное значение электропроводности. Повторное определение показателя проводят после насыщения образца битартратом калия в количестве 1 г и перемешивания пробы в течение двух часов [11].

Склонность вин к калиевым помутнениям определяется на основании расчета изменения электропроводности:

$$\Delta\chi = \frac{E_1 - E_2}{E_1} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $\Delta\chi$ – изменение электропроводности, %; E_1 – начальная электропроводность, См/см; E_2 – конечная электропроводность, мСм/см.

Столовые вина считаются стабильными, если ве-

личина $\Delta\chi$ не превышает 5 %, для ликерных вин этот показатель составляет не более 10 % [11]. По другим данным, критическое значение разницы электропроводности может быть ниже 3-4 % для белых и розовых вин и 1,5 % для красных вин, что объясняется компенсаторным влиянием коллоидных веществ [25].

Boss et al. была проведена работа по обоснованию режимов и параметров теста, на основании полученных результатов рекомендуемая доза битартрата калия составила 10 г/л, экспозиция – 4 мин при 0 °С [23].

Согласно литературным источникам кондуктометрический тест имеет множество модификаций, которые предполагают:

- внесение 4 г/л битартрата калия в 100 мл вина и перемешивание при температуре минус 4 °С в течение 4 ч или 5 ч [14];

- внесение 1 г/л битартрата калия и перемешивание 4 мин при 0 °С [31];

- добавление 1 г/л битартрата калия в 100 мл вина, измерение электропроводности каждую 1-2 мин. при постоянном перемешивании до стабилизации значения, что достигается в течение 20-30 мин. [9];

- внесение 10 г/л битартрата калия при температуре 0 °С для белых и 5 °С для красных вин [15];

- внесение 6 г/л битартрата калия при температуре 0 °С независимо от цвета вина [30].

Из приведенных данных видно, что в модификациях кондуктометрического метода варьируют все параметры аналитического определения: количество вносимого битартрата калия, продолжительность его контакта с вином, температура экспозиции. Учитывая тот факт, что проводимость раствора в значительной степени зависит от его температуры [33], расхождение в условиях проведения анализа может существенно сказаться на конечном результате, что повлечет за собой недостоверные выводы по кристаллической стабильности/нестабильности вина. От температуры также зависит и скорость выведения битартрата калия из системы [6]. В изложенных методиках варьирование температурных режимов проведения теста составляет от минус 4 °С до 5 °С, что может привести к различному снижению содержания калия и винной кислоты, формирующих кристаллическую решетку внесенного битартрата калия. Время экспозиции колеблется от 4 мин. до 5 ч, что не может не отразиться на снижении электропроводности и, соответственно, на результатах теста.

Некоторые авторы выражают результаты теста не в относительных «%», а в абсолютных единицах измерения [28, 32]. Так, для вин типа херес, при его выдержки в течение 1 недели при минус 4 °С показано, что разница исходной и конечной электропроводности 10 мкСм/см свидетельствует о стабильности образца [32].

Тест «мини-контакт» является достаточно точным индикатором тартратной стабильности для белых и розовых вин. Однако в отношении красных вин данный подход менее информативен, так как не учитывает защитное влияние фенольных и пектиновых веществ [11, 23, 24].

Разнообразие модификаций данного метода требует их тщательной проверки в лабораторных и про-

изводственных условиях для обоснования наиболее достоверной методики с целью дальнейшего практического применения.

Температура насыщения вина (метод Вюрдига)

Температура насыщения ($T_{\text{нас}}$) (син. – точка насыщения) определяет минимальную температуру, при которой в данном вине битартрат калия еще способен оставаться в диссоциированной, то есть растворенной форме. При этом с одной стороны, наблюдается насыщенность битартратом калия, с другой – имеется «потенциал» для кристаллизации солей и выпадения их в осадок. Если температура образца при хранении в емкости или бутылке меньше, чем $T_{\text{нас}}$, битартрат калия переходит в нерастворенное состояние, что проявляется в выпадении винного камня.

Метод заключается в измерении электропроводности до и после внесения в образец битартрата калия. Вина, содержащие избыток углекислого газа, предварительно подвергают дегазации. В стакан помещают 40 мл образца и оставляют на 30 мин. для установления комнатной температуры, которая не должна быть ниже 18°C, фиксируют температуру T .

С помощью кондуктометра измеряют исходную электропроводность образца E_1 . Вносят 400 мг битартрата калия и перемешивают на магнитной мешалке на протяжении 30 мин. Через 3-4 мин после оседания кристаллов без перемешивания снимают показание шкалы кондуктометра E_2 .

Температуру насыщения виноматериала битартратом калия вычисляют по формуле [11, 27, 28]:

$$T_{\text{нас}} = T - \frac{(E_2 - E_1)}{33}, \quad (4)$$

где $T_{\text{нас}}$ – температура насыщения, °C; T – температура образца, °C; E_1 – начальная электропроводность, мкСм/см; E_2 – конечная электропроводность, мкСм/см.

Склонность вин к кристаллической дестабилизации определяют в соответствии с табл. 2.

Позже были предложены модифицированные формулы расчета температуры насыщения с учетом их технологических особенностей: при оценке белых вин значение знаменателя составляет 29,3, для розовых и красных вин – 58,3 (при температуре образца 29,9°C) [3].

Сопоставительная оценка температуры насыщения с температурой фактической дестабилизации показала, что разница между указанными показателями зависит от объемной доли этилового спирта в образце и должна составлять не менее 15°C при содержании спирта 11% об. и 12°C – при 12,5% об. Последнее также распространяется на виноматериалы, предназначенные для производства игристых вин, в которых содержание спирта повысится в результате вторичного брожения. Например, чтобы игристое вино оставалось фактически стабильным при минус 4°C, его температура насыщения не должна превышать 8°C [3].

По другим данным, результаты теста, превышающие предельно допустимое значение, приве-

денное в табл. 2, свидетельствует лишь о высокой потенциальной склонности к кристаллообразованию, которая не обязательно будет реализована [15].

Фактор кристаллизации

Фактор кристаллизации – это число, которое указывает, на сколько градусов Цельсия уменьшается температура насыщения после контактного метода (обработка холодом в присутствии затравочных кристаллов битартрата калия) в сравнении с ее исходным значением [37, 38]. Если результат имеет отрицательное выражение, то существует вероятность, что в вино были добавлены ингибиторы кристаллообразования (метавинная кислота или карбоксиметилцеллюлоза).

Фактор кристаллизации определяют по формуле 5, выводы делают в соответствии с табл. 3.

$$ФК = T_{\text{нас исх}} - T_{\text{нас КМ}}, \quad (5)$$

где $T_{\text{нас исх}}$ – температура насыщения исходного вина, °C; $T_{\text{нас КМ}}$ – температура насыщения вина после контактного метода, °C.

Для расчета данного показателя определяют начальную электропроводность вина, затем в 45 мл пробы вносят 0,4 г битартрата калия и перемешивают в течение 15 мин. после оседания осадка (примерно через 15 мин.) еще раз

Таблица 2. Температура насыщения и стабильность вин разных типов [11, 15]

Table 2. Saturation temperature and stability of different types of wines

Тип вина	Температура насыщения	Выводы и рекомендации
Виноматериалы для игристых и шампанских вин	$\leq 10^\circ\text{C}$	стабильно
	$\leq 12^\circ\text{C}$	стабильно
Белые и розовые вина	$\geq 12^\circ\text{C} \leq 16^\circ\text{C}$	вина нестабильны даже при внесении ингибиторов кристаллообразования – КМЦ, МВК или их сочетания
	$\geq 16^\circ\text{C} \leq 20^\circ\text{C}$	очень нестабильно, необходима стабилизация холодом или электродиализом с последующей добавкой КМЦ
	$\geq 20^\circ\text{C}$	экстремально нестабильно, необходима стабилизация холодом или электродиализом
Высокоэкстрактивные белые вина	$\leq 15^\circ\text{C}$	стабильно
	$\geq 15^\circ\text{C} \leq 19^\circ\text{C}$	нестабильно даже при внесении ингибиторов кристаллообразования – КМЦ, МВК и или их сочетания
	$\geq 19^\circ\text{C}$	очень нестабильно, необходима стабилизация холодом или электродиализом с последующей добавкой КМЦ
Легкие красные вина	$\leq 15^\circ\text{C}$	стабильно
	$\geq 15^\circ\text{C} \leq 20^\circ\text{C}$	нестабильно даже при внесении ингибиторов кристаллообразования
	$\geq 20^\circ\text{C}$	очень нестабильно, необходима стабилизация холодом или электродиализом с последующей добавкой ингибиторов
Экстрактивные красные вина	$\leq 18^\circ\text{C}$	стабильно
	$\geq 18^\circ\text{C} \leq 21^\circ\text{C}$	вина нестабильны, возможно внесение ингибиторов для красных вин и электродиализ
	$\geq 21^\circ\text{C}$	вина в высокой степени нестойкие, необходима стабилизация холодом или электродиализом

измеряют электропроводность и рассчитывают исходную температуру насыщения по формуле:

$$T_{\text{нас исх}} = T - \frac{(E_2 - E_1)}{30}, \quad (6)$$

где $T_{\text{нас исх}}$ – температура насыщения до обработки холодом, °С; T – температура образца, °С; E_1 – электропроводность до внесения битартрата калия, мкСм/см; E_2 – электропроводность после внесения битартрата калия, мкСм/см.

Затем пробу охлаждают в морозильной камере до минус 5-0 °С, перемешивают на протяжении 15 минут, выдерживают 12 ч, декантируют и оставляют при комнатной температуре (около 22 °С) для самосогревания, после чего снова измеряют электропроводность.

Рассчитывают температуру насыщения после контактного метода:

$$T_{\text{нас КМ}} = T - \frac{(E_3 - E_1)}{30}, \quad (7)$$

где $T_{\text{нас КМ}}$ – температура насыщения после обработки холодом, °С; T – температура образца, °С; E_1 – электропроводность до внесения битартрата калия, мкСм/см; E_3 – электропроводность после внесения битартрата калия и обработки холодом, мкСм/см.

Кондуктометрический тест с учетом концентрации калия

В данном тесте стабильность образцов определяют по изменению концентрации калия до и после насыщения [11]. Методика проведения теста заключается в следующем: 200 мл прозрачного вина охлаждают до минус 2 °С, вносят 0,8 г битартрата калия, перемешивают пробу вина в течение двух часов, фильтруют через мембранный фильтр с размером пор 0,45 мкм для удаления всех кристаллов битартрата калия:

$$\Delta C = C_1 - C_2, \quad (8)$$

где C_1 – начальная массовая концентрация калия, мг/л; C_2 – конечная массовая концентрация калия, мг/л.

Считается, что данный тест имеет высокую эффективность по выявлению потенциальной тартратной

нестабильности вина. В таблице 4 приведены критерии для стабильных вин. Если полученное значение не соответствует указанной величине, то образец считается склонным к кристаллической дестабилизации и требует технологической обработки.

Тестирование вина на приборе Stabilab

Прибор «Stabilab» позволяет выполнять два разных теста – DIT % (Degré d'Instabilité Tartrique – степень нестабильности тартратов) и ISTC 50 (Indice de Stabilité Tartaric – индекс стабильности винной кислоты) [16, 35].

DIT %. Температура вина до начала анализа должна быть в пределах 15-25 °С. Образец доводят до минус 4 °С, добавляют битартрат калия в количестве 4 г и перемешивают в течение 4 ч при автоматическом измерении электропроводности каждые 10 мин. Результаты обрабатывают с помощью компьютерного программного пакета, вычисляющего DIT %, что позволяет получить практические рекомендации по дальнейшей обработке вина.

ISTC 50. В вино добавляют битартрат калия из расчета 0,5 г/л. Образец помещают на водяную баню с температурой 36 °С на 30 мин. для полного растворения соли, после чего охлаждают до минус 4 °С (2 ч – белые и розовые вина и 4 ч – красные вина). Измеряют электропроводность до и после охлаждения. Электропроводность измеряют каждые 10 мин. Соответствующее компьютерное программное обеспечение рассчитывает ISTC 50. Белые и розовые вина считаются стабильными, если падение электропроводности составляет < 3 мкСм/см между 40 и 120 мин., красные – < 5 мкСм/см между 40 и 240 мин. анализа.

Высокая точность прогноза в сочетании с конкретными технологическими рекомендациями удобна для условий производства, но широкое распространение данного метода сдерживается специфичностью оборудования, укомплектованного соответствующим программным продуктом.

Таким образом, кондуктометрические тесты являются современными и широко распространенными в мировом виноделии способами контроля кристаллической стабильности. Большинство из них не требуют высокотехнологичного оборудования, просты в исполнении и доступны в условиях лаборатории винодельческого предприятия. Более четкое представление о склонности образца можно получить сочетанием величины температуры насыщения и холодового теста, в этом случае винодел получает фактический и долгосрочный прогноз кристаллической стабильности вина. Однако для внедрения данных методов в отечественное виноделие в рамках теххимического контроля требуется провести их апробацию, уточнить режимы и параметры анализа и установить критические величины показателей, свидетельствующие о потенциальной дестабилизации образца.

Идентификация осадка

Оценка склонности вин к тартратной дестабилизации также подразумевает определение природы осадка, сформировавшегося при хранении вина, в процессе холодового тестирования в лабораторных условиях или в готовой продукции.

В чистых пересыщенных растворах форма образо-

Таблица 3. Значение фактора кристаллизации и технологический вывод [37, 38]

Table 3. Numerical value of crystalization factor and technological conclusions

Значение фактора кристаллизации	Вывод
более 5	требуется обработка против кристаллической дестабилизации
2-5	достаточно перед розливом внести метавинную кислоту
0-2	образец стабилен
минус 3-0	была добавка метавинной кислоты или карбоксиметилцеллюлозы

Таблица 4. Значения теста для стабильных вин [11]

Table 4. Numerical values of conductometric test for stable wines

Тип вина	Изменение массовой концентрации калия, мг/л
сухое белое	≤ 20
полусладкое белое	≤ 30
сухое красное	≤ 50
сладкое	≤ 70

вавшихся кристаллов зависит от катионно-анионного состава [39], что подтверждается при микроскопировании осадка [36], однако идентификация осадка вина только по морфологическим признакам затруднительна. Это связано с возможным одновременным соосаждением битартрата калия и тартрата кальция, а также потерей растворимости других солей (двойного тартрата калия-кальция, малата кальция). На построение кристаллической решетки также влияет высокая концентрация фенольных и полисахаридных веществ, что приводит к формированию кристаллов атипичной формы (отсутствие осей симметрии и четких граней) [1, 39, 40].

Наиболее простым способом выявления катиона, участвующего в формировании осадка, является тест с раствором серной кислоты: в случае калиевой соли кристаллы растворяются, при наличии в составе кальция происходит мгновенное образование нового нерастворимого соединения – сульфата кальция (гипса). При микроскопировании это вещество идентифицируется по формированию сростка кристаллов игольчатой формы [27].

Определить катион также можно сжиганием кристаллического осадка в пламени спиртовой или газовой горелки: калий придает пламени фиолетовый цвет, кальций – кирпично-красный [27, 41].

Наиболее информативным вариантом идентификации осадка виннокислой соли является применение высокотехнологических методов, позволяющих анализировать различные жидкости. С помощью капиллярного электрофореза, атомно-абсорбционной спектроскопии, высокоэффективной жидкостной хроматографии можно исследовать химический состав раствора, полученного при растворении кристаллов.

Точная идентификация природы кристаллов является важным моментом в установлении причины кристаллообразования и позволяет принять адекватные технологические меры по предотвращению дестабилизации готовой продукции.

Выводы

Обобщение литературных данных позволяет заключить, что аналитическая база теххимического контроля в мировом виноделии представлена большим разнообразием методов прогнозирования кристаллической стабильности вин, различающихся заложенными принципами, параметрами проведения анализа, а также достоверностью получаемых прогнозов. На данный момент виноделы не располагают унифицированным высокоточным методом, что обуславливает необходимость разработки комплексной системы диагностики и выявления взаимосвязи их информативности с фактической устойчивостью вин.

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

No declared.

Список литературы / References

1. Waterhouse A.L., Sacks G.L., Jeffery D.W. Understanding wine chemistry. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Inc., 2016, 443 p.
2. Lasanta C., Gómez J. Tartrate stabilization of wines. Trends in Food Science and Technology, 2012. 28 (1): 52-59.
3. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. *Traité d'oenologie: Chimie du vin - Stabilisation et traitements*. 5^é ed. Paris: Dunod, 2004, T. 2: 656 p.
4. Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Червяк С.Н. Дестабилизация вин. Кристаллообразование калиевых солей // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019, 3(109). С. 261-266. DOI: 10.35547/IM.2019.21.3.014. Gnilomedova N., Anikina N., Chervyak S. Wine destabilization. Potassium salts crystal formation. *Magarach. Viticulture and winemaking*, 2019, 3(109). pp. 261-266 (in Russian).
5. Гержилова В.Г., Червяк С.Н., Погорелов Д.Ю., Михеева Л.А., Щербина В.А. Влияние катионов на прогнозирование стабильности белых столовых виноматериалов к кристаллическим помутнениям // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2016, №3. С.25-27. Gerzhikova V.G., Cherviak S.N., Pogorelov D.Yu., Mikheieva L.A., Shcherbina V.A. The influence of cations on the prediction of white table base wine stability to crystal haze. *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2016, № 3. pp. 25-27 (in Russian).
6. De Yoreo J.J., Vekilov P.G. Principles of crystal nucleation and growth. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 2003, 54 (1): 57-93.
7. Ponce F., Mirabal-Gallardo Y., Versari A., Felipe Laurie V. The use of cation exchange resins in wines: Effects on pH, tartrate stability, and metal content. *Cien. Inv. Agr.*, 2018, 45(1): 82-92. DOI 10.7764/rcia.v45i1.1911.
8. Guise R., Filipe-Ribeiro L., Nascimento D., Bessa O., Nunes F.M., Cosme F. Comparison between different types of carboxymethylcellulose and other oenological additives used for white wine tartaric stabilization. *Food Chemistry*, 2014, 156: 250-257.
9. Zoecklein B. A Review of Potassium Bitartrate Stabilization of Wines. *Department of Horticulture. Virginia Polytechnic Institute and State University*, 1988. URL: <https://www.apps.fst.vt.edu/extension/enology/downloads/PotBitar.pdf> (date of application: 22.04.2019).
10. Zoecklein B., Fugelsang K.C., Gump B., Nury F.S. Wine Analysis and Production. *Tartrates and Instabilities Springer US*, New York, 1999: 228-241. doi 10.1007/978-1-4757-6967-8/.
11. Swarts A. A look at tartrate stabilization of wine in the South African wine industry. *PhD thesis Cape Wine Academy*, 2017 URL: <https://www.icwm.co.za/dissertations/downloadable-dissertations/100-2017-swarts-anton-a-look-at-tartrate-stabilisation-of-wine-in-the-south-african-wine-industry/file> (date of application: 10.04.2019).
12. Cold Stabilization Options for Wineries, 2016 <https://extension.psu.edu/cold-stabilization-options-for-wineries> (date of application: 06.05.2019).
13. Henriques P., Alves A.M.B., Rodrigues M., Geraldés V. Controlled freeze-thawing test to determine the degree of deionization required for tartaric stabilization of wines by electro dialysis. *Food Chemistry*, 2019, 278: 84-91.
14. Henriques P., Geraldés V., Alves A.M., Rodrigues M. Wine tartaric stabilization by electro dialysis. Water consumption reduction and development of a new test to determine the deionization degree to impose to electro dialysis. URL: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/1689244997258037/Extended%20Abstract.pdf> (date of application: 05.05.2019).
15. The Australian Wine Research Institute. Measurement of Cold Stability of Wine. URL: http://www.awri.com.au/industry_

- support/winemaking_resources/laboratory_methods/chemical/cold_stab/ (date of application: 06.05.2019).
16. Haze and Sediments. Understanding Cold Stability Testing. URL: <https://www.etslabs.com/library/16> (date of application: 05.05.2019).
 17. Berg H.W., Keefer R.M. Analytical determination of tartrate stability in wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1959 (10) 3: 105-109.
 18. Агеева Н.М. Стабилизация виноградных вин: теоретические аспекты и практические рекомендации. Краснодар: СКЗНИИСиВ Россельхозакадемии, 2007, 251 с. Ageeva N.M. Stabilization of grape wines: theoretical aspects and practical recommendations. Krasnodar: *SKZNIISiV Rosselhozakademii*. 2007. 251 p. (in Russian).
 19. Berta P., Carosso M., Spertino M. Tartaric stability. URL: <https://www.goettert-software.de/downloads/CheckStab/Tartaric%20Stability-ENG.pdf> (date of application: 23.04.2019).
 20. Павленко Н.М., Огородник С.Т., Рудышина Н.М. Методы контроля обработки холодом. Современные методы регулирования технологических процессов виноделия // Сб. науч. тр. ВНИИВиПП "Магарач". Т. XXIII. Ялта, 1986. С.94-105. Pavlenko N.M., Ogorodnik S.T., Rudyshina N.M. Cold processing control methods. Modern methods of regulation of technological processes of winemaking // *Collection of scientific works VNIIViPP "Magarach"*. Vol. XXIII. Yalta, 1986. pp. 94-105.
 21. Devatine A., Gerbaud V., Gabas N., Blouin J. Prediction and mastering of wine acidity and tartaric precipitations: the Mextar® software tool. *Journal international des sciences de la vigne et du vin*, 2002, (36), 2: 77-91. DOI: <https://doi.org/10.20870/oeno-one.2002.36.2.973>.
 22. Gerbaud V., Gabas N., Blouin J., Crachereau J.C. Study of wine tartaric acid salt stabilization by addition of carboxymethylcellulose (CMC): comparison with the «protective colloids» effect. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 2010, 44(3): 135-150. doi: 10.20870/oeno-one.2010.44.4.1474.
 23. Bosso A., Panero L., Petrozziello M., Sollazzo M., Asproudi A., Motta S., Guaita M. Use of polyaspartate as inhibitor of tartaric precipitations in wines. *Food Chemistry*, 2015, 185, 17346: 1-6.
 24. Bosso A., Motta S., Petrozziello M., Guaita M., Asproudi A., Panero L. Validation of a rapid conductimetric test for the measurement of wine tartaric stability. *Food Chemistry*, 2016, 212: 821-827.
 25. Low L.L. Evaluation of tartrate stabilization technologies for wine industry. A dissertation for degree of Doctor of Philosophy. *The university of Adelaide*, Australia, 2007: 231.
 26. Cabrita, M.J., Garcia, R., Catarino, S. Recent developments in wine tartaric stabilization (Book Chapter). *Recent Advances in Wine Stabilization and Conservation Technologies*. Nova Science Publishers, 2016: 49-63.
 27. Методы технoхимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. [2-е изд]. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с. Methods of technochemical control in winemaking / Edited by V.G.Gerzhikova. Simferopol: *Tavrida Publ.*, 2009. 304 p. (in Russian)]
 28. Щербина В.А., Гержикова В.Г., Ткаченко Д.П. Сравнительный анализ тестов на склонность белых столовых вин к кристаллическим помутнениям с их фактической стабильностью // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». Т.XLIII. Ялта, 2013: 63-65. Shcherbina V.A., Gerzhikova V.G., Tkachenko D.P. Comparative analysis of tests for the tendency of white table wines to crystalline opacities with their actual stability. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of NIViV "Magarach"*. Vol.XLIII. Yalta, 2013: 63-65 (in Russian).
 29. Coulter A.D., Holdstock M.G., Cowey G.D., Simos, C.A., Smith P.A., Wilkes E.N. Potassium bitartrate crystallisation in wine and its inhibition. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 2015/21: 627-641.
 30. Berovič, M., Košmer, T. Monitoring of potassium hydrogen tartrate stabilization by conductivity measurement. *Acta Chimica Slovenica*, 2008, 55(3): 535-540.
 31. Lambri M., Colangelo D., Dordoni R., De Faveri D.M. The effects of different protein:tannin ratios on the tartrate-holding capacity of wine model solutions. *Food research international*, 2014, 62: 441-447.
 32. Gómez Benítez J., Palacios Macías V.M., Veas López R., Pérez Rodríguez L. Prediction of tartrate stability of sherry wines by a conductimetric system with rapid response. *Food Chemistry*, 2003, 81(3): 457-462.
 33. Barron J.J., Ashton C. The effect of temperature on conductivity measurement. URL: https://www.camlab.co.uk/originalimages/sitefiles/tech_papers/tempcondmeas.pdf (дата обращения: 06.05.2019).
 34. Gonçalves F., Fernandes C., Cameira dos Santos P., De Pinho M.N. Wine tartaric stabilization by electrodialysis and its assessment by the saturation temperature. *Journal of Food Engineering*, 2003, 59, Issue 2-3: 229-235.
 35. Marsh R. Stabilab™ - the new Standard in Tartrate Stability testing. URL: https://www.winechek.com/item/download/22_b256fd705a926c68ea10504c31028d78 (date of application: 05.05.2019).
 36. Валуйко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация виноградных вин/ Под ред. Валуйко Г.Г. Симферополь: Таврида, 2002. 207 с. Valuiko G.G., Zinchenko V.I., Mehuzla N.A. Grape wine stabilization. Edited by Valuiko G.G. Simferopol: *Tavrida Publ.*, 2002. 207 p. (in Russian).
 37. Зинкевич Э.Л., Гержикова В.Г., Щербина В.А. Фактор кристаллизации, как критерий определения склонности виноматериалов и вин к кристаллическим помутнениям // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 2013, 3: 38-40. Zinkevich E.L., Gerzhikova V.G., Shcherbina V.A. The crystallization factor, as a criterion for determining the propensity of wine materials and wines to crystalline opacities. *Horticulture, Viticulture and Winemaking of Moldova*. 2013, 3: 38-40 (in Russian).
 38. Friedrich G. Weinsteinstabilisierung notwendig. *Der Deutsche Weinbau*, 2004, 16-17: 22-26.
 39. Справочник химика 21. Химия и химическая технология. URL: <https://chem21.info/info/890861/> (дата обращения: 25.04.2019). Chemist's guide 21. Chemistry and chemical technology. URL: <https://chem21.info/info/890861/> (date of application 25.04.2019).
 40. Lankhorst P.P., Voogt B., Tuinier R., Lefol B., Pellerin P., Virone C. Prevention of Tartrate Crystallization in Wine by Hydrocolloids: The Mechanism Studied by Dynamic Light Scattering. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017, 65, Issue 40: 8-8929.
 41. Евразийская экономическая комиссия. 2.3. Идентификация 2.3.1. Качественные реакции. 05/2017:20301. URL: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/deptexreg/LS1/Documents/2.3.1%20.%20D0%9A%D0%B0%D1%87%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%80%D0%B5%D0%B0%D0%BA%D1%86%D0%B8%D0%B8.pdf> (дата обращения: 07.05.2019). Eurasian Economic Commission 2.3. Identification 2.3.1. Quality reactions (date of application: 07.05.2019).

Влияние многоцветной азиатской коровки (*Harmonia axyridis* Pallas) на качество белых и красных столовых виноматериалов

Елена Павловна Странишевская¹, д-р с.-х. наук, профессор, зав. лабораторией органического виноградарства, stranishevskayaelena@gmail.com;

Елена Алексеевна Матвейкина¹, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории органического виноградарства, helen-19@mail.ru;

Елена Викторовна Остроухова¹, д-р. техн. наук, ст. науч. сотр. зав. лаборатории тихих вин, bioxim2012@mail.ru;

Наталья Юрьевна Луткова¹, м.н.с. лаборатории тихих вин, lutkova1975@mail.ru;

Надежда Ивановна Шадура¹, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории органического виноградарства, shadura-82@mail.ru;

Виталий Александрович Володин¹, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований, mgr-magarach@gmail.com

Денис Александрович Романов², канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории генетики насекомых, dromanov_16@mail.ru

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

²Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук, Россия, г. Москва, ГСП-1, ул. Губкина, д. 3

В настоящей публикации представлены результаты исследования влияния контаминирования сырья биоматериалом *Harmonia axyridis* на качество столовых виноматериалов. В Республике Крым *H. axyridis* идентифицировали в 2013 году, она стала активно распространяться по всему полуострову и ежегодно наращивать свою численность. При этом повышается риск контаминации продукции виноградарства, и как следствие – снижение качества винопродукции. Установлено, что искусственное заражение мезги (виноград сорта Каберне-Совиньон) или сусла (виноград сорта Ркацители) биоматериалом *H. axyridis* в дозах, соответственно, 4-150 и 5-80 имаго на 10 кг не оказало влияния на количественное содержание этилового спирта, остаточных сахаров и титруемых кислот, а также величину pH в столовых сухих виноматериалах. Отмечено, что белые виноматериалы, полученные из контаминированного биоматериалом *H. axyridis* сырья, по сравнению с контрольными образцами характеризовались повышенной (в 1,6 раза) концентрацией летучих кислот, красные – меньшим (на 8 %) содержанием фенольных веществ. Установлено, что внесение в мезгу перед брожением раздавленных имаго *H. axyridis* в количестве 10 шт/10 кг и более приводит к существенному ухудшению органолептического качества красных столовых сухих виноматериалов, проявляющемуся в потере сортового аромата, появлению несвойственных вину лекарственных, земляных и подвальных оттенков, разлаженности вкуса, неприятном послевкусии. В случае белых столовых сухих виноматериалов введение в сусло гемолимфы *H. axyridis* из расчета 5 имаго на 10 кг винограда и выше обуславливает резкое искажение сенсорных характеристик виноматериалов, делая их вовсе непригодными к употреблению.

Ключевые слова: *Harmonia axyridis*; гемолимфа; инвазивный вид; виноград; вино; качество.

ORIGINAL RESEARCH

The effect of harlequin ladybird (*Harmonia axyridis* Pallas) on the quality of white and red table wine materials

Elena Pavlovna Stranishevskaya¹, Elena Alekseevna Matveikina¹, Elena Viktorovna Ostroukhova¹, Natalia Yurievna Lutkova¹, Nadezhda Ivanovna Shadura¹, Vitalii Aleksandrovich Volodin¹, Denis Aleksandrovich Romanov²

¹ Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russian Federation;

² Federal State Budget Scientific Institution "Institute of General Genetics Named after N.I. Vavilov" of Academy of Sciences of Russia, 4, Gubkin Str., GSP-1, Moscow, Russia

The effect of contamination of primary vinification products with bio-material of *Harmonia axyridis* on the quality of table wine materials was studied. Levels of ethanol, titratable acids and residual sugars as well as pH of both white and red dry table wine materials were not affected by artificial contamination of 'Cabernet Sauvignon' crush and 'Rkatsiteli' must with *H. axyridis* at 4-150 and 5-80 imagoes per 10 kg, respectively. In relation to controls, white wine materials derived from the contaminated primary vinification products had 1.6-fold higher levels of volatile acids, with lower levels of phenolics by 8% in their red counterparts. In red dry table wine materials, addition of grape crush prior to fermentation with crushed imagoes of *H. axyridis* at 10 individuals per 10 kg and more resulted in a considerable deterioration of their sensory quality, manifested by loss of variety aroma, emergence of 'medicinal', earthy and 'cellar'-type taints, imbalanced taste and unpleasant finish. In white dry table materials, addition of must with hemolymph of *H. axyridis* at 5 imagoes per 10 kg and more led to a dramatic distortion of their sensory characteristics and rendered them absolutely unsuitable for use.

Key words: *Harmonia axyridis*; hemolymph; invasive species; grapes; wine; quality.

Как цитировать эту статью:

Странишевская Е.П., Матвейкина Е.А., Остроухова Е.В., Луткова Н.Ю., Шадура Н.И., Володин В.А., Романов Д.А. Влияние многоцветной азиатской коровки (*Harmonia axyridis* Pallas) на качество белых и красных столовых виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.357-362. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.015

How to cite this article:

Stranishevskaya E.P., Matveikina E.A., Ostroukhova E.V., Lutkova N.Yu., Shadura N.I., Volodin V.A., Romanov D.A. The effect of harlequin ladybird (*Harmonia axyridis* Pallas) on the quality of white and red table wine materials. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4). pp. 357-362. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.015 (in Russian)

УДК 632.8:634.8+663.22

Поступила 11.10.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

Появление и быстрое распространение новых инвазивных видов – актуальная экологическая задача, требующая незамедлительного принятия превентивных мер [1]. Процесс вторжения чужеродных инвазивных видов включает в себя различные этапы, в частности, интродукцию, укоренение, увеличение численности и географическое распространение [2]. По заключениям международных экспертов инвазии чужеродных видов являются второй по значимости (после антропогенного загрязнения среды) причиной вымирания аборигенных видов, потери биоразнообразия и экономической значимости экосистем. Экономические издержки от биологических инвазий для США оценивались в 120 млрд долл. США, Индии – 117 млрд долл. США, Бразилии – 50 млрд долл. США и эта цифра может продолжать расти в будущем [3, 4].

Многоцветная азиатская божья коровка – широкий полифаг. Обладая способностью менять пищевую специализацию, *H. axyridis* наносит вред плодовым, ягодным культурам, виноградным насаждениям. На виноградниках массовое нашествие *H. axyridis* наблюдается за 2-3 недели до сбора урожая.

Изначально *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773) была преднамеренно интродуцирована в несколько стран для биологического контроля различных членистоногих. Однако сам хищник стал инвазивным видом, влияющим на динамику и состав комплекса фитофагов и хищных видов насекомых путем прямого или косвенного взаимодействия с установленными видами [4-7] и входит в число 100 инвазивных организмов, наиболее опасных для Европы [8]. Данный вид склонен к массовым скоплениям в жилых помещениях, и может кусать людей и вызывать аллергические реакции [4, 9].

Впервые в Крыму *H. axyridis* идентифицировали в 2013 году. От момента обнаружения до настоящего времени *H. axyridis* ежегодно наращивает свою численность и активно распространяется по всему полуострову [10, 11]. Поэтому очень важно проводить мониторинг виноградных насаждений, с целью контроля ареала распространения, численности азиатской божьей коровки, и в случае необходимости, проведения защитных мероприятий для минимизации риска контаминации продукции виноградарства.

В процессе переработки винограда гемолимфа раздавленных жуков попадает в сусло [9, 12, 13]. В гемолимфе *H. axyridis* содержатся алкалоиды и пиразины: Harmonine, 3-Hydroxypiperidine-2-one, 2,5-Dimethyl-3-methoxypyrazine, 2-Isopropyl-3-methoxypyrazine, 2-sec-Butyl-3-methoxypyrazine, 2-Isodutil-3-methoxypyrazine [13]. Присутствие всего 1 особи *H. axyridis* на виноградной грозди приводит к формированию в вине нежелательных ароматов и привкусов (арахиса, перца, спаржи в белых винах; земляного и травянистого привкусов в красных). Этот эффект обусловлен наличием в винах трех п-гетероциклических веществ – метоксипирaziнов (MPS). MPS являются нормальными вторичными метаболитами винограда, которые образуются из аминокислот и локализуются преимущественно в кожице (до 200×10^{-9} г/кг). Они участвуют в качестве чрезвычайно мощных одорантов в фор-

мировании сортового аромата и вкуса вин. Превышение пороговых концентраций MPS в результате попадания в сусло гемолимфы раздавленных жуков, приводит к ухудшению качества вина [8, 9, 12, 14]. По оценкам различных групп исследователей, пороговую плотность *H. axyridis* для загрязнения вина колеблется в пределах 0,2-0,4, 0,9 и 1,3-1,5 жука на кг винограда [12].

Цель работы – исследование влияния контаминирования сырья биоматериалом *H. axyridis* на качество столовых виноматериалов.

Объекты и методы проведения исследований

Для изучения влияния разных уровней загрязнения урожая жуками *H. axyridis* на органолептические характеристики и химические показатели виноматериалов были проведены модельные эксперименты по искусственному загрязнению мезги или сусла измельченными имаго или гемолимфой *H. axyridis*.

Для проведения исследований в 2017 году использовали виноград сорта Каберне-Совиньон (*Vitis vinifera* L.), в 2018 году виноград сорта Ркацители (*Vitis vinifera* L.). Каберне-Совиньон и Ркацители – широко распространенные сорта, в том числе и на территории Республики Крым. Виноград этих сортов используется для производства высококачественных вин разных типов: столовые, игристые, ликерные.

Участки виноградников, с которых отбирали сырье для производства виноматериалов, расположены в Бахчисарайском районе, 2006 года посадки. Почвенно-климатическая зона: Юго-западный Крым (Западный предгорно-приморский район); грунты: черноземы южные, черноземы южные мицелярно-карбонатные. В течение двух лет в этом районе на виноградниках в период начала сахаронакопления и созревания винограда фиксировали наличие *H. axyridis*, с 2016 по 2018 год численность увеличилась в 2,7 – 3,0 раза.

В винограде определяли массовую концентрацию сахаров (ареометрическим методом) и титруемых кислот (титриметрическим методом, в пересчете на винную кислоту), активную кислотность (рН – потенциометрическим методом), рассчитывали показатель технической зрелости (ПТЗ) [15, 16]. Из данных, представленных в табл. 1, следует, что значения физико-химических показателей винограда, используемых в исследованиях партиях, соответствует требованиям, предъявляемым к винограду, предназначенному для производства белых и красных столовых виноматериалов (Виноград свежий машинной и ручной уборки для промышленной переработки. Технические условия: ГОСТ 31782-2012) [15, 17].

При реализации эксперимента указанные партии винограда сортов Каберне-Совиньон и Ркацители

Таблица 1. Физико-химические показатели винограда
Table 1. Physical and chemical parameters of grape berries

Сорт винограда	Массовая концентрация, г/дм ³		рН	ПТЗ
	сахаров	титруемых кислот		
Каберне-Совиньон	223	6,3	3,64	295
Ркацители	194	5,4	3,39	223

были случайным образом разделены на 6 частей, каждая по 10 кг. Из винограда каждой части в условиях микровиноделия по общепринятым схемам [18] были приготовлены красные и белые столовые сухие виноматериалы.

При приготовлении красных столовых виноматериалов с использованием сорта Каберне-Совиньон после дробления винограда с гребнеотделением на дробилке валкового типа и сульфитации (препарат ВАКТОЛ, «MartinVialatte», Франция) мезги из расчета 75 ± 5 мг диоксида серы на кг, в пять опытных партий мезги (2-О ... 6-О) вносили измельченных имаго *H. axyridis*, в количествах, представленных в табл.2, и тщательно перемешивали. В контрольную партию мезги (1-К) имаго *H. axyridis* не вносили. Мацерацию опытных и контрольной партий мезги осуществляли путем настаивания (с плавающей шапкой) в течение 24 ч с перемешиванием (3-4 раза) при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и последующим брожением мезги на чистой культуре дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* – штамм I-525 (ЦКП Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач») при температуре $23 \pm 3^\circ\text{C}$ в стеклянной таре с плавающей шапкой с перемешиванием 7 – 8 раз в сутки. Контроль процесса брожения осуществляли по изменению относительной плотности бродящего сусла, при достижении значений которой менее 1,017 (табл. 2) мезгу прессовали на корзиночном прессе. Сусло дображивали насухо.

При приготовлении белых столовых виноматериалов из винограда сорта Ркацители мезгу, полученную после отделения гребней и дробления ягод, прессовали на ручном прессе корзиночного типа; полученные партии сусла сульфитировали препаратом ВАКТОЛ из расчета 75 мг общего диоксида серы на дм^3 . В опытные партии сусла вносили гемолимфу имаго *H. axyridis* в количествах, представленных в табл.2. После тщательного перемешивания сусло опытных и контрольной партий отстаивали в течение 20 ч при температуре $16-18^\circ\text{C}$. Брожение осветленного сусла осуществляли на чистой культуре дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* – штамм I-187 (ЦКП Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач») при температуре $20 \pm 2^\circ\text{C}$ в

стеклянной таре до полного сбраживания сахаров.

Белые и красные виноматериалы после самоосветления и декантации хранили в стеклянной таре без доступа воздуха в темноте при температуре $12-14^\circ\text{C}$ в течение 30 сут.; затем осуществляли их органолептическое тестирование и физико-химический анализ.

Анализ химического состава и физико-химических характеристик виноматериалов осуществляли принятыми в энохимии методами [15] и согласно ГОСТ 32095-2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения объемной доли этилового спирта»; ГОСТ 32114-2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот»; ГОСТ 32001-2012 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации летучих кислот»; ГОСТ 26188-2016 «Продукты переработки фруктов и овощей, консервы мясные и мясорастительные. Метод определения pH». Дегустация виноматериалов проводилась специалистами ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН, в соответствии с «Положением о дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», утвержденным 17.07.2017 г., по 10-балльной шкале для виноматериалов виноградных необработанных (оценка не ниже 7,50 баллов). Экспериментальные данные обрабатывали методами вариационной статистики с использованием программы Statistica 10.

Результаты исследований и их анализ

Результаты физико-химического анализа контрольных и опытных образцов, полученных из контаминированного биоматериалом *H. axyridis* сырья, виноматериалов представлены в табл. 3 и 4. Из данных таблиц следует, что все виноматериалы по объемной доле этилового спирта, массовой концентрации остаточных сахаров, титруемых и летучих кислот, общего диоксида серы соответствуют требованиям ГОСТ 32030. Величина показателя pH в образцах виноматериалов составляла от 3,33 до 3,47. Отмечено, что в опытных виноматериалах из винограда сорта Ркацители, полученных из сусла, контаминированного гемолимфой *H. axyridis* из расчета 10-80 имаго на 10 кг винограда, концентрация летучих кислот превы-

Таблица 2. Схема экспериментальных исследований

Table 2. Experimental design

Вариант опыта	Сорт (партия) винограда		
	Ркацители	Каберне-Совиньон	
	биоматериал <i>Harmonia axyridis</i>		концентрация остаточных сахаров в сусле при прессовании мезги, г/ дм^3
	гемолимфа	измельченные имаго	
	количество, в пересчете на имаго, шт/10 кг		
1-К	0	0	51
2-О	5	4	24
3-О	10	10	35
4-О	20	20	53
5-О	40	50	17
6-О	80	150	35

Таблица 3. Показатели химического состава виноматериалов из винограда сорта Ркацители

Table 3. Chemical parameters of 'Rkatsiteli' wine materials

Образец	Объемная доля этилового спирта, % об	Массовая концентрация					pH
		титруемых кислот, г/ дм^3	летучих кислот, г/ дм^3	диоксида серы, мг/ дм^3		фенольных веществ, мг/ дм^3	
				своб.	общий		
1-К	12,3	5,2	0,46	20	51	253	3,47
2-О	12,1	6,0	0,32	32	54	301	3,40
3-О	12,3	7,7	0,82	20	52	340	3,33
4-О	11,9	5,1	0,90	22	51	257	3,45
5-О	12,0	5,2	0,58	19	50	323	3,42
6-О	12,1	5,3	0,57	18	42	293	3,44

шала такую в контрольных виноматериалах в среднем в 1,6 раза. Массовая концентрация фенольных веществ в виноматериалах из винограда сорта Ркацители варьировала в диапазоне 253-340 мг/дм³, сорта Каберне-Совиньон – 1399-1628 мг/дм³. В красных опытных виноматериалах отмечено снижение содержания фенольных компонентов в среднем на 8% относительно контроля. При этом массовая концентрация красящих веществ (антоцианов) в контрольных и опытных виноматериалах из винограда сорта Каберне-Совиньон значимо не отличалась и составляла, соответственно, 216 мг/дм³ и 217-343 мг/дм³. Значения показателей интенсивности и оттенка цвета (сумма и отношение оптической плотности виноматериалов при длинах волн 420 и 520 нм) красных виноматериалов контрольных и опытных образцов находились на одном уровне: 0,892-1,033 и 0,553-0,619, соответственно.

Органолептическое тестирование виноматериалов показало, что опытные и контрольные образцы были прозрачными. Все образцы виноматериалов из винограда Каберне-Совиньон характеризовались рубиновым цветом, из винограда Ркацители – светло-соломенным цветом. Вместе с тем внесение биоматериала *H. axyridis* в мезгу или сусло оказало отрицательное влияние на аромат и вкус виноматериалов.

В случае белых столовых сухих виноматериалов из винограда Ркацители потеря сортового аромата и вкуса наблюдалась уже при контаминации сусла гемолимфой *H. axyridis* из расчета 5 имаго на 10 кг винограда. Так, если контрольные виноматериалы характеризовались ароматом цветочного направления с пряно-медовыми оттенками и чистым сортовым вкусом, то в аромате и вкусе опытных виноматериалов 2-О проявились лекарственные и неприятные тона (табл. 5). По мере увеличения количества вносимого в сусло биоматериала *Harmonia axyridis* в аромате виноматериалов последовательно усиливались травянистые, животные и гнилостные оттенки, переходящие во вкус, которых характеризовался разлаженностью, неприятной горечью. По единодушному мнению экспертов, опытные образцы из винограда сорта Ркацители не соответствовали требованиям, предъявляемым к белым столовым сухим виноматериалам, были оценены менее, чем на 7,5 баллов, и сняты

Таблица 4. Физико-химические показатели виноматериалов из винограда сорта Каберне-Совиньон

Table 4. Physical and chemical parameters of 'Cabernet-Sauvignon' wine materials

Показатель	Образец					
	1-К	2-О	3-О	4-О	5-О	6-О
Объемная доля этилового спирта, % об	12,7	12,5	12,7	12,9	11,8	12,0
сахаров, г/дм ³	0,7	0,8	0,6	0,9	1,0	1,1
титруемых кислот, г/дм ³	4,6	4,5	4,4	4,8	3,7	4,7
летучих кислот, г/дм ³	0,20	0,13	0,20	0,13	0,20	0,20
диоксида серы своб., мг/дм ³	22	20	23	22	22	23
диоксида серы общий, мг/дм ³	114	112	113	122	115	118
фенольных веществ, мг/дм ³	1628	1493	1563	1552	1399	1446
красящих веществ (антоцианов), мг/дм ³	216	222	217	343	296	317
Оттенок цвета D ₄₂₀ D ₅₂₀	0,599	0,553	0,600	0,594	0,619	0,584
Интенсивность цвета D ₄₂₀ +D ₅₂₀	0,892	0,986	0,715	1,033	0,905	1,004
pH	3,41	3,40	3,43	3,42	3,45	3,39

Таблица 5. Органолептическая характеристика аромата и вкуса контрольных и опытных виноматериалов

Table 5. Sensory characterization of aromas and flavors of controls and experiment wine materials

Образец	Терминологическое описание аромата и вкуса
Сорт винограда Каберне-Совиньон	
1-К	Аромат – чистый, ягодно-плодового направления, с пасленовыми оттенками; вкус – чистый, полный, с ягодными оттенками
2-О	Аромат – ягодно-пряный, с молочными и фруктовыми оттенками, с растительными оттенками; вкус – полный, танинный, с легкими тонами фиалки
3-О	Аромат – приглушенный, ягодный, с легкими травянистыми и лекарственными оттенками; вкус – облегченный, недостаточно гармоничный, с посторонними оттенками в послевкусии
4-О	Аромат – приглушенный ягодный с посторонними эфирными оттенками; вкус – облегченный, вяжущий, травянистый, с неприятным послевкусием
5-О	Аромат – приглушенный ягодный, с посторонними тонами (лекарственные, необработанной кожи, подвально-пыльными); вкус – облегченный, с посторонними оттенками
6-О	Аромат – приглушенный, неприятный, с лекарственными и землистыми оттенками; вкус – облегченный, негармоничный, с лекарственно-землистыми оттенками
Сорт винограда Ркацители	
1-К	Аромат – умеренный, цветочного направления с пряно-медовым оттенком; Вкус – сортовой, чистый, облегченный.
2-О	Аромат – легкий цветочный с посторонними лекарственными и неприятными оттенками; вкус – полный с неприятными оттенками
3-О	Аромат – невыраженный, окисленный с травянистыми оттенками и тонами квашения; вкус – разлаженный, травянистый с посторонними тонами
4-О	Аромат – умеренный с травянистыми тонами и посторонними (животными) оттенками; вкус – простой, разлаженный, с неприятной горечью
5-О	Аромат – нечистый, с сильными эфирными и гнилостными оттенками; вкус – разлаженный, жидкий, простой
6-О	Аромат – нечистый с животными и гнилостными тонами, переходящими во вкус; вкус – простой, разлаженный, уставший

с дегустации (рис.).

Контрольные виноматериалы из винограда сорта Каберне-Совиньон отличались ягодно-плодовым ароматом с пасленовыми оттенками, полным гармоничным вкусом. Внесение в мезгу перед брожением раздавленных имаго *H. axyridis* в количестве 4 шт. на

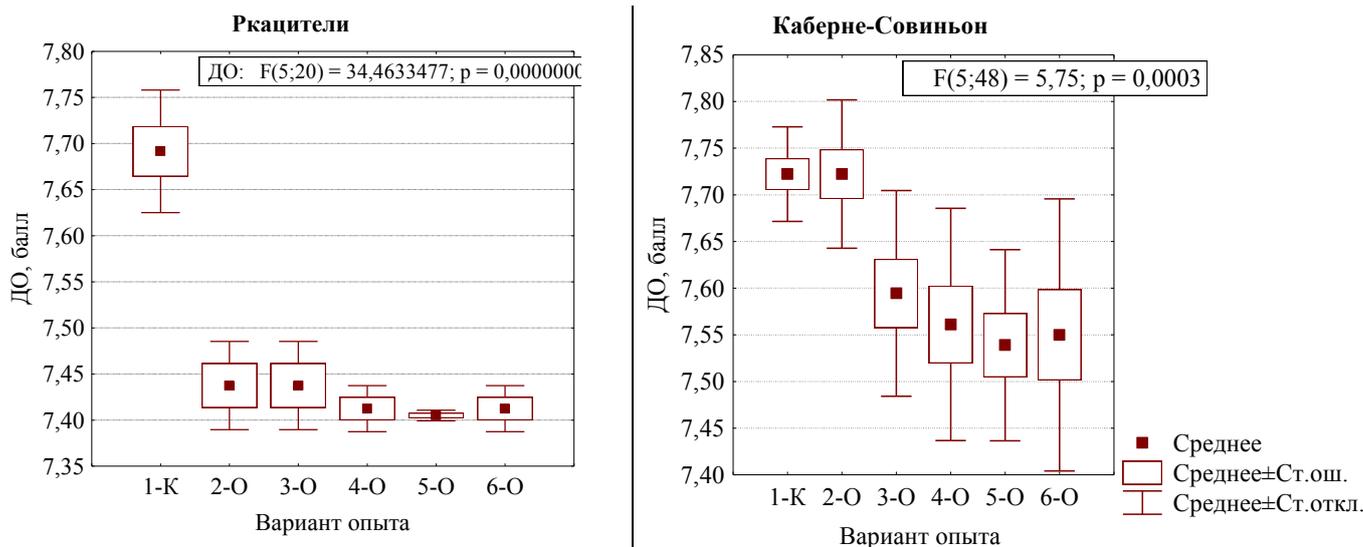


Рис. Дегустационные оценки (ДО) контрольных и опытных образцов, полученных из контаминированного биоматериалом *H. axyridis* сырья, виноделий

Fig. Tasting scores of controls and experiment wine materials derived from primary vinification products contaminated with *H. axyridis*

10 кг мезги не оказало существенного влияния на качество красных столовых виноделий: в аромате образцов 2-О добавились молочные, пряные и легкие растительные оттенки, вкус оставался полным, достаточно гармоничным. Дегустационная оценка виноделий 1-К и 2-О составляла 7,71 баллов.

При увеличении дозы вносимого в мезгу измельченного имаго с 10 до 150 шт/10 кг в аромате виноделий последовательно усиливались неприятные травянистые и лекарственные оттенки, проявлялись эфирные, землистые, подвальные тона. Вкус образцов виноделий характеризовался как облегченный, разлаженный с постепенно усиливающимися неприятными оттенками, которые в образце 6-О приобретают выраженный землистый тон. Опытные виноделия 3-О – 6-О из винограда Каберне-Совиньон оценены на 7,57-7,51 балла.

Выводы

Искусственное заражение мезги (виноград Каберне-Совиньон) или сусла (виноград Ркацители) биоматериалом *H. axyridis* в дозах, соответственно, 4-150 и 5-80 имаго на 10 кг винограда не оказало влияния на количественное содержание этилового спирта, остаточных сахаров и титруемых кислот, а также величину рН в столовых сухих виноделиях. Отмечено, что белые виноделия, полученные из контаминированного биоматериалом *H. axyridis* сырья, по сравнению с контрольными виноделиями характеризовались повышенной (в 1,6 раза) концентрацией летучих кислот, красные – меньшим (на 8 %) содержанием фенольных веществ.

Внесение в мезгу перед брожением раздавленных имаго *H. axyridis* в количестве 10 шт/10 кг и более приводит к существенному ухудшению органолептического качества красных столовых сухих виноделий, проявляющемуся в потере сортового аромата, появлению несвойственных вину лекарственных, землистых и подвальных оттенков, разлаженности вкуса,

неприятном послевкусии. В случае белых столовых сухих виноделий введение в сусло гемолимфы *H. axyridis* из расчета 5 имаго на 10 кг винограда и выше обуславливает резкое искажение сенсорных характеристик виноделий, делая их вовсе непригодными к употреблению.

Источники финансирования

Работа выполнена при поддержке гранта РФ: номер проекта 16-16-00079-П.

Financing source

The research was supported by a grant of the RNF: Project No 16-16-00079-P.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/ References

1. Абрамова Л.М. Зеленая чума: биологическая угроза растений-чужеземцев // Экология и жизнь. 2001. № 3. С. 70-74. Abramova L.M. Green plague: a biological threat of alien plants. *Ecology and Life*. 2001. №3. pp. 70-74 (in Russian).
2. Brown P.M.J., Roy D.B., Harrower C., Dean H.J., Steph Sorke, Helen E Roy Spread of a model invasive alien species, the harlequin ladybird *Harmonia axyridis* in Britain and Ireland. *Scientific Data* volume 5, Article number: 180239 (2018). DOI: 10.1038/sdata.2018.239.
3. Примак Р. Основы сохранения биоразнообразия/Пер. сангл. О.С. Якименко, О.А. Зиновьевой. – М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. 256 с. Primak R. Fundamentals of biodiversity conservation / Trans. from English O.S. Yakimenko, O.A. Zinovieva. Moscow: Publishing House of the Scientific and Educational center, 2002. 256 p. (in Russian).
4. Roy H.E., Wajnberg E., Eds. From Biological Control to Invasion: the Ladybird *Harmonia axyridis* as a Model Species. Springer. 2008. 287 P. Previously published in. *BioControl – special issue*. 2008. Vol. 53. № 1. pp. 1-292.
5. Peter M. J. Brown, Cathleen E. Thomas, Eric Lombaert et al. The global spread of *Harmonia axyridis* (Coleoptera:

- Coccinellidae*): distribution, dispersal and routes of invasion. *BioControl*. 2011. Vol. 56. Iss. 4. pp. 623–641.
6. Benoît Facon, Ruth A. Hufbauer, Ashraf Tayeh et al. Inbreeding depression is purged in the invasive insect *Harmonia axyridis*. *Current Biology*. 2011. Vol. 21. Iss. 5. pp. 424–427.
 7. Андрианов Б.В., Блехман А.В., Горячева И.И., Захаров-Гезехус И.А., Романов Д.А. и др. Азиатская божья коровка *Harmonia axyridis*: глобальная инвазия. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2018. 143 с.
Boris Andrianov, Alla Blekhan, Irina Goryacheva, Iia Zakharov-Gezekhus, Denis Romanov. Asian ladybird *Harmonia axyridis*: Global invasion. Moscow: *KMK Scientific Press Ltd*. 2018. 143 p. (in Russian).
 8. DAISE (Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe) [Electronic resource] URL: www.europe-aliens.org. (Date of application 12.04.2019 г.).
 9. Язловецкий И., Суменкова В. Инвазия многоцветной азиатской коровки *Harmonia axyridis* в Республику Молдова: свершившийся факт// *Cercetări Ştiinţifice*. 2013. №2 (68). С. 19-26.
Yazlovetskii I., Sumenkova I. Invasion of the Republic of Moldova by harlequin ladybird: an accomplished fact. *Cercetări Ştiinţifice*. 2013. №2 (68). pp. 19-26 (in Russian).
 10. Захаров И.А., Романов Д.А. Распространение и некоторые биологические особенности инвазивного вида *Harmonia axyridis* на Крымском полуострове. *Российский Журнал Биологических Инвазий*. 2017. № 4. С. 54-56.
Zakharov I.A., Romanov D.A. Distribution and some biological features of invasive species *Harmonia axyridis* in the Crimea. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2017. №4. pp. 54-56. (in Russian).
 11. Странишевская Е.П., Шадура Н.И., Матвейкина Е.А., Володин В.А., Романов Д.А. Распространение азиатской божьей коровки в биоценозах Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018. №1. С. 26-27.
Stranishevskaya E.P., Shadura N.I., Matveikina E.A., Volodin V.A., Romanov D.A. Asian ladybird distribution in the biocenoses of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018. №1. pp. 26-27. (in Russian).
 12. Pickering G.J., Ker K., Soleas G.J. Determination of the critical stages of processing and tolerance limits for *Harmonia axyridis* for 'ladybug taint' in wine. *Vitis*. 2007. № 46 (2). pp. 85–90.
 13. Гелашвили Д.Б., Крылов В.Н., Романова Е.Б. Зоотоксикология: биоэкологические и биомедицинские аспекты. Учебное пособие. – Нижний Новгород: Изд-во ННГУ, 2015. 770 с.
Gelashvili D.B., Krylov V.N., Romanova E.B. Zootoxinology: bioecological and biomedical aspects. Manual. Nizhni Novgorod: *State University Press*. 2015. 770 p. (in Russian).
 14. Susanne Kögel, Andreea Botezatu, Christoph Hoffmann, Gary Pickering. Methoxypyrazine composition of Coccinellidae-tainted Riesling and Pinot noir wine from Germany. *Science of Food and Agriculture*. Vol. 95. Iss. 3. 2015. pp. 509-514.
 15. Методы технoхимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: Таврида, 2009. – 303 с. Methods of technochemical control in winemaking / Edited by V.G.Gerzhikova. Simferopol: *Tavrida Publ.*, 2009. 303 p. (in Russian).
 16. Валуйко Г.Г., Шольц Е.П., Трошин Л.П. Методические рекомендации по технологической оценке сортов винограда для виноделия. – Ялта, ВНИИВиВ «Магарач», 1983. – 72 с.
Valuiko G.G., Sholts E.P., Troshin L.P. Methodological recommendations for the technological evaluation of grapes for winemaking. Yalta, *All-Union Research Institute of Enology and Viticulture "Magarach"*. 1983. 72 p. (in Russian).
 17. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю., Зайцева О.В., Еременко С.А. Качество винограда как фактор развития виноделия с географическим статусом // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018. № 3 (105). С. 77-79.
Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeygolova P.A., Lutkova N.Yu., Zaitseva O.V., Yeremenko S.A. Grape quality as a factor for the development of winemaking with geographical status. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018. №3 (105). pp. 77-79 (in Russian).
 18. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции / Под общей ред. Н.Г. Сарисвили/ Утв. Министерством сельского хозяйства и продовольствия РФ 5 мая 1998 г. – М.: Пищепромиздат, 1998. – 242 с. Compendium of basic rules, technological instructions and normative documents concerning vinification products/ N.G. Sarisvili (Editor)/ Affirmed by Ministry of Agriculture and Food of RF on May 5, 1998. Moscow: *Food Industry Publishers*, 1998. 242 p. (in Russian).

ORCID ID

Странишевская Е.П. <https://orcid.org/0000-0002-2840-5638>
Матвейкина Е.А. <https://orcid.org/0000-0001-9109-7394>
Остроухова Е.В. <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>
Луткова Н.Ю. <https://orcid.org/0000-0002-8126-7596>
Шадура Н.И. <https://orcid.org/0000-0002-8365-0521>
Володин В.А. <https://orcid.org/0000-0002-2842-6092>
Романов Д.А. <https://orcid.org/0000-0003-3340-9278>

Особенности состава органических кислот винограда и коньячных виноматериалов

Ольга Алексеевна Чурсина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., гл. науч. сотр. лаборатории коньяка, olal45@mail.ru, тел. (3654) 23-40-95;

Виктор Афанасьевич Загоруйко, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаборатории коньяка, зав. лабораторией коньяка, vikzag51@gmail.com;

Людмила Алексеевна Легашева, мл. науч. сотр. лаборатории коньяка, lusi2402@gmail.com;

Алина Васильевна Мартыновская, мл. науч. сотр. лаборатории экспериментального виноделия и коллекционных вин, alino4ka81292@mail.ru;

Елена Леонидовна Удод, науч. сотр. лаборатории коньяка, urupa.epops@yandex.ru;

Дмитрий Юрьевич Погорелов, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, pogdmi@ro.ru

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

Представлены результаты исследований состава органических кислот интродуцированных, селекционных и аборигенных сортов винограда и виноматериалов для коньячного производства. Показано, что селекционные сорта винограда Первенец Магарача и Рислинг Магарача, а также интродуцированные сорта Коломбар, Совиньон зеленый, Ркацителли при достижении технической зрелости способны накапливать высокий уровень содержания органических кислот, который зависит от климатических условий года и зоны произрастания винограда. Наиболее высокая доля винной кислоты отмечена в образцах винограда сортов Коломбар, Ркацителли и Первенец Магарача, а наиболее низкая – в сорте винограда Совиньон зеленый, в составе органических кислот которого превалировала яблочная кислота. В сорте винограда Шабаш, отличающегося низкими значениями содержания титруемых кислот, отмечено минимальное значение суммарной доли винной и яблочной кислот. Анализ компонентов ароматобразующего комплекса коньячных виноматериалов из винограда, достигшего технической зрелости, выявил тесную обратную зависимость между показателями массовой концентрации титруемых кислот в винограде и суммы летучих компонентов виноматериалов, в том числе летучих кислот и высших спиртов. Установленные закономерности позволят регулировать содержание высших спиртов в коньячных дистиллятах с целью улучшения их качества.

Ключевые слова: сорт винограда; техническая зрелость; массовая концентрация сахаров; титруемые кислоты; винная кислота; яблочная кислота; ароматобразующие вещества.

Введение. В формировании качества винодельческой продукции важная роль принадлежит органическим кислотам винограда, которые определяют органолеп-

ORIGINAL RESEARCH

Peculiarities of the organic acid composition of grapes and wine materials for brandy production

Olga Alekseevna Chursina, Victor Afanasievich Zagorouiko, Ludmila Alekseevna Legasheva, Alina Vasilyevna Martynovskaya, Elena Leonidovna Udod, Dmitry Yurievich Pogorelov

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

The organic acid composition of fruits and wine materials for brandy production was studied in European, newly-bred and autochthonous grape varieties. On attaining industrial ripeness, the newly-bred varieties 'Pervenets Magaracha' and 'Riesling Magaracha' as well as the introduced varieties 'Colombar', 'Sauvignon vert' and 'Rkatsiteli' accumulated high levels of organic acids depending on the climatic conditions of the year and the growing area. The highest proportion of tartaric acid was found in 'Colombar', 'Rkatsiteli' and 'Pervenets Magaracha' grapes while fruits of 'Sauvignon vert' had the lowest proportion of this component, with malic acid as its prevailing organic acid. The lowest summated proportion of total tartaric and malic acids was recorded in fruits of 'Shabash', the variety known for its low titratable acidity. Analysis of components of the aroma-forming complex of brandy wine materials derived from the study grapes at industrial ripeness revealed a close reverse interrelationship between titratable acidity of the study grapes and the sum of volatile components of the wine materials, including volatile acids and higher alcohols. The established regularities will make it possible to control levels of higher alcohols in brandy distillates to improve their quality.

Key words: grape variety; industrial ripeness; mass concentration of sugars; titratable acids; tartaric acid; malic acid; aroma-forming substances.

тические свойства, а также коллоидную, кристаллическую, биохимическую и микробиальную стабильность вина [1-6]. Их содержание в вине зависит от сорта винограда, климатических и агроэкологических условий его возделывания, степени зрелости, технологических приемов производства виноматериалов, условий брожения, особенностей метаболизма микроорганизмов и др. [7-14].

Высокое содержание органических кислот, по мнению ряда авторов, способствует сохранению сортового аромата, защите виноматериалов от развития вредной бактериальной микрофлоры и снижению активности окислительных ферментов, что особенно актуально для коньячного производства, в котором применение диоксида серы запрещено [1, 7, 8]. По данным Н.М. Агеевой и Р.В. Аванесьянца, уборку винограда целесообразно проводить в период максимального содержания в ягодах аскорбиновой кислоты, что позволяет снизить отрицательное влияние окислительных процессов и продуктов окисления на качество коньячного дистиллята [15].

Как цитировать эту статью:

Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Легашева Л.А., Мартыновская А.В., Удод Е.Л., Погорелов Д.Ю. Особенности состава органических кислот винограда и коньячных виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(4). С.365-367. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.016.

How to cite this article:

Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Martynovskaya A.V., Udod E.L., Pogorelov D.Yu. Peculiarities of the organic acid composition of grapes and wine materials for brandy production. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(4). pp. 365-367. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.016 (in Russian)

УДК 663.241:663.253.1/2

Поступила 07.11.2019

Принята к публикации 18.11.2019

© Авторы, 2019

Органические кислоты влияют также на интенсивность проходящих при ферментации и перегонке процессов эфи́ро- и альдеги́дообразования [7, 16-18]. Подкисление коньячных виноматериалов, по данным Э.Я. Мартыненко, обусловило накопление сложных эфиров и высших альдегидов в коньячном дистилляте и способствовало повышению качества готового продукта [7]. При этом отмечено, что массовая концентрация титруемых кислот в коньячных виноматериалах должна быть не ниже 8,0 г/дм³.

В сложении аромата виноматериалов и букета коньячных дистиллятов важную роль играют ароматические вещества винограда (сложные и энантичные эфиры, терпеноидные соединения, ароматические спирты и др.), уровень которых возрастает при созревании винограда. Повышению качества коньячных дистиллятов способствует переработка винограда при содержании сахаров не ниже 160 г/дм³ [1, 14, 15, 19].

Массовая концентрация титруемых кислот в сортах винограда вида *Vitis vinifera*, широко используемых в столовом виноделии, при достижении технической зрелости составляет, в основном, 5,0-7,0 г/дм³. Перспективными для коньячного производства являются высокопродуктивные, устойчивые к биотическим и абиотическим стрессорам, селекционные сорта, полученные скрещиванием между этими и другими видами рода *Vitis*, характеризующиеся высоким запасом кислот при созревании [20-22]. Для выявления соответствия сортов винограда рекомендуемым требованиям значительный практический интерес представляет исследование состава органических кислот при достижении технической зрелости ягоды.

Целью исследований явилось изучение состава органических кислот винограда интродуцированных, селекционных и аборигенных сортов из разных почвенно-климатических зон Крыма и виноматериалов для коньячного производства.

Объекты и материалы исследований

Материалами исследований являлись виноград урожая 2014-2018 гг. интродуцированных (*Vitis vinifera*) сортов (Алиготе, Совиньон зеленый, Ркацители, Коломбар), сортов селекции Института «Магарач» (Первенец Магарача, Рислинг Магарача), аборигенного сорта (Шабаш), произрастающих в нескольких почвенно-климатических зонах Республики Крым: Предгорной (с. Вилино Бахчисарайского р-на), Южнобережной (г. Ялта) и Восточной (пгт. Коктебель, г. Феодосия); коньячные виноматериалы, полученные в условиях микровиноделия по стандартной технологии (дробление винограда с гребнеотделением, отделение сусла, отстаивание сусла 12 ч при температуре 10-12°C, брожение сусла с использованием чистой культуры дрожжей из коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач» (КМВ «Магарач»)) [23]. Всего было использовано 51 партия винограда, выработано 152 партии виноматериалов.

Анализ химического состава виноматериалов проводили общепринятыми методами [24]. Массовую концентрацию сахаров определяли по ГОСТ 31782. Массовую концентрацию органических кислот в сусле и виноматериалах определяли методом ВЭЖХ

(хроматограф Shimadzu LC20AD Prominence, Япония) по методике, аналогичной [25]. Исследование комплекса ароматобразующих веществ виноматериалов осуществляли путем газохроматографического разделения компонентов на хроматографе Agilent Technology 6890 с масс-спектрометрическим детектором. Органолептическую оценку виноматериалов и дистиллятов проводили с привлечением дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Результаты исследований систематизировали, обрабатывали методами математической статистики, с применением программного обеспечения компьютерных технологий.

Обсуждение результатов

Для исследования органических кислот использовали технически зрелый виноград разных сортов с массовой концентрацией сахаров 160-260 г/дм³ (табл. 1).

Высокий уровень содержания титруемых кислот, составляющий 8,0 г/дм³ и выше, отмечен в отдельные годы в винограде сортов Рислинг Магарача, Коломбар, Первенец Магарача, Совиньон зеленый и Ркацители. Сорта винограда Алиготе и Шабаш отличаются более низкими значениями показателя, не превышающими 7,0 г/дм³.

По содержанию суммы органических кислот лидируют сорта винограда Рислинг Магарача и Коломбар, уровень показателя в которых достигает значений 11,5-11,7 г/дм³ (табл. 2). Наиболее низкое суммарное содержание органических кислот отмечено в сорте винограда Ркацители (в среднем 6,8 г/дм³).

Основную долю в составе органических кислот исследуемых сортов винограда составляли винная и яблочная кислоты, соответственно 37-63 % и 18-51 % от общей суммы, в зависимости от сорта винограда.

Наиболее высокая доля винной кислоты отмечена в образцах винограда сортов Коломбар, Ркацители

Таблица 1. Глюкоацидиметрические показатели (ГАП) сортов винограда для коньячного производства
Table 1. Glucoacidimetric indices of the study grape varieties for brandy production

Сорт винограда	Массовая концентрация, г/дм ³ , диапазон/среднее значение		рН	ГАП
	сахаров	титруемых кислот		
Первенец Магарача	160-212 187,6	4,1-9,8 6,8	2,9-3,4 3,1	1,7-4,9 2,7
Рислинг Магарача	170-212 184,7	4,4-8,5 6,4	3,1-3,4 3,3	2,0-3,9 3,1
Алиготе	191-231 208,3	5,0-6,8 6,1	3,2-3,3 3,3	2,8-4,6 3,5
Ркацители	167-260 188,2	4,2-9,5 6,9	2,9-3,4 3,1	2,0-4,5 2,8
Коломбар	160-199 177	6,9-11,9 9,2	2,9-3,1 3,0	1,6-2,3 1,9
Совиньон зеленый	207-210 208,5	7,7-9,7 8,7	3,2-3,5 3,3	2,2-2,7 2,4
Шабаш	160-188 172,2	3,3-5,6 4,4	3,1-3,5 3,3	2,8-5,2 4,1

Таблица 2. Массовая концентрация органических кислот сортов винограда для коньячного производства**Table 2.** Mass concentrations of organic acids of the study grape varieties for brandy production

Сорт винограда	Массовая концентрация, г/дм ³ диапазон/среднее значение				Отношение массовой концентрации винной кисло- ты к яблочной кислоте
	лимон- ной кислоты	винной кислоты	яблочной кислоты	суммы молочной и янтарной кислот	
Первенец Магарача	0,2-0,4 0,3	4,4-7,9 5,8	1,7-3,9 2,4	0,4-1,0 0,7	1,2-4,2 2,7
Рислинг Магарача	0,1-0,2 0,2	4,2-5,7 5,0	3,2-3,3 3,3	2,8-3,6 3,2	1,3-1,8 1,5
Алиготе	0,1	4,8-6,1 5,5	1,8-2,0 1,9	0,9-2,6 1,8	2,7-3,1 2,9
Ркацители	0,1-0,2 0,2	3,5-6,4 4,4	1,1-2,1 1,8	0,2-0,5 0,4	1,8-5,8 2,5
Коломбар	0,2	6,4-8,7 7,6	2,7-3,2 3,0	0,2-1,1 0,7	2,4-2,7 2,5
Совиньон зеленый	0,4	3,2-3,4 3,3	4,4-4,5 4,5	0,6-0,7 0,7	0,7-0,8 0,7
Шабаш	0,1	3,5-5,3 4,6	0,7-2,2 1,6	1,6-3,0 2,5	2,4-5,0 3,3

**Рис. 1.** Доля органических кислот сортов винограда, %**Fig. 1.** Proportion of organic acids of the study grape varieties, %

и Первенец Магарача (63-66 %). Доля яблочной кислоты в этих сортах составила 26-27 % от суммы органических кислот (рис. 1). Содержание органических кислот существенно варьировало в зависимости от климатических условий года и зоны произрастания. Например, для сорта винограда Первенец Магарача из Южнобережной и Предгорной зон Крыма диапазон массовой концентрации винной и яблочной кислот при равном уровне сахаров в винограде составил, в среднем 4,5-6,6 г/дм³ и 1,8-3,0 г/дм³ соответственно, а соотношение органических кислот – 2,1 и 4,2. С увеличением содержания винной кислоты активная кислотность винограда возрастает, что связано с более высоким коэффициентом диссоциации винной кислоты, который в 2,6 раза выше, чем у яблочной кислоты.

Более низкая доля винной кислоты отмечена в сортах Алиготе, Шабаш и Рислинг Магарача – 59-43 %, а наиболее

низкое содержание – в сорте винограда Совиньон зеленый – 37 %. Характеризуясь высокой массовой концентрацией титруемых кислот при созревании винограда, сорт Совиньон зеленый отличался от предыдущих сортов преобладаванием в их составе яблочной кислоты, доля которой превышала 50 %.

В составе органических кислот сорта винограда Шабаш, характеризующегося наиболее низкими значениями содержания титруемых кислот, суммарная доля винной и яблочной кислот также оказалась наиболее низкой (70 %) в сравнении с другими сортами (до 92 %).

Эти особенности сортов винограда оказали влияние на состав органических кислот в полученных виноматериалах, несмотря на то, что при брожении их концентрация заметно изменилась: снизилось содержание винной и яблочной кислот, возрос уровень содержания лимонной и молочной кислот (рис. 2).

Отмечено, что снижение содержания яблочной кислоты при брожении происходит более интенсивно, чем винной кислоты. Так, массовая концентрация яблочной кислоты уменьшилась, в среднем, в 2,3 раза, винной – в 1,8 раза, причем с повышением уровня органических кислот в сусле их снижение в винноматериале проходит более интенсивно. Наиболее заметное уменьшение содержания винной кислоты отмечено в образцах виноматериалов Рислинг Магарача (в 3,1 раза), а яблочной кислоты – в образцах виноматериалов Совиньон зеленый. Расходование органических кислот обусловлено как степенью их усвоения микроорганизмами при брожении, так и снижением их растворимости в спиртовой среде. Содержание лимонной кислоты возросло во всех образцах виноматериалов в среднем в 2,3 раза, а молочной – в 2,2 раза. Образование органических кислот может происходить при спиртовом брожении побочных продуктов, а также при яблочно-молочном брожении.

Кластерный анализ винноматериалов по составу органических кислот позволил условно выделить 2 группы, в первую из которых вошли винноматериалы, полученные из сортов винограда Первенец Магарача, Ркацители, Совиньон зеленый и Коломбар, во вторую – Алиготе, Шабаш и Рислинг Магарача. При равной массовой концентрации сахаров винограда обеих групп (190-191 г/дм³) содержание титруемых кислот в винноматериалах первой группы составило в среднем 7,3 г/дм³ (в сусле в среднем 8,0 г/дм³), в образцах второй группы – 4,5 г/дм³ (в сусле в среднем 5,6 г/дм³) (рис. 3). Коэффициенты корреляции между содержанием суммы органических кислот в винограде и винноматериале составили $r = 0,610$, что подтверждает влияние сорта винограда на состав органических кислот в винноматериале.

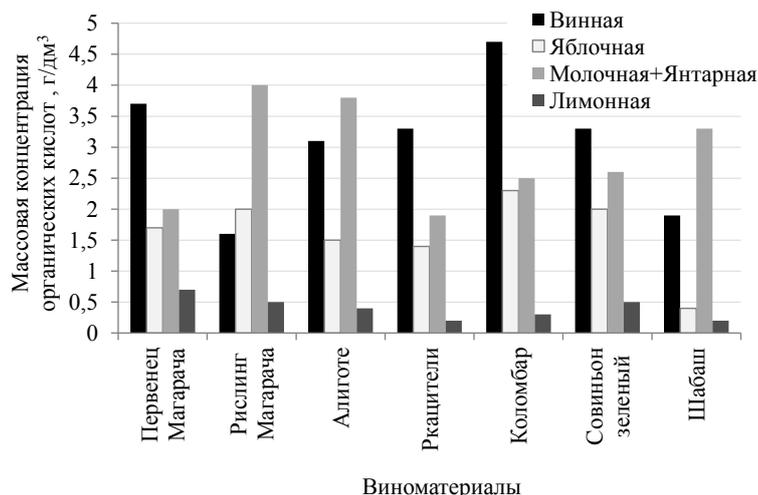


Рис. 2. Массовая концентрация органических кислот в коньячных виноматериалах

Fig.2. Mass concentrations of organic acids in the study wine materials for brandy production

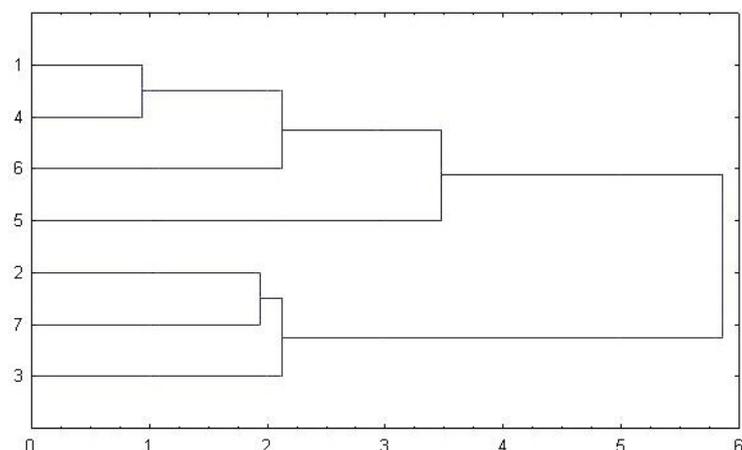


Рис. 3. Дендрограмма по составу органических кислот виноматериалов из винограда сортов: 1 – Первенец Магарача; 2 – Рислинг Магарача; 3 – Алиготе; 4 – Ркацители; 5 – Коломбар; 6 – Совиньон зеленый; 7 – Шабаш

Fig. 3. Dendrogram for the composition of organic acids of wine materials derived from the study grape varieties: 1 – ‘Pervenets Magarach’a; 2 – ‘Riesling Magarach’a; 3 – ‘Aligoté’; 4 – ‘Rkatsiteli’; 5 – ‘Colombard’; 6 – ‘Sauvignon vert’; 7 – ‘Shabash’.

Изучение влияния содержания титруемых кислот исследуемых сортов винограда, достигших технической зрелости, на комплекс ароматобразующих компонентов коньячных виноматериалов показало на значимом уровне, что с их увеличением в винограде в виноматериале снижается массовая концентрация изоамилового спирта и гексанола, ряда летучих кислот (уксусной, масляной, изовалериановой, каприловой), а также фенилэтилового спирта. На высоком уровне значимости (r -Пирсона= 0,280 при $p=0,05$) установлены обратные взаимосвязи между показателями содержания титруемых кислот в винограде и суммы летучих компонентов виноматериалов, в том числе летучих кислот и высших спиртов.

Для винограда, не достигшего технической зрелости, установлено негативное влияние содержания титруемых кислот на содержание сложных эфиров в виноматериале ($r = -0,426$), что подтверждает целесообразность использования в коньячном производстве винограда с массовой концентрацией сахаров не ниже 160 г/дм³.

Выводы

В работе представлены результаты исследований состава органических кислот интродуцированных, селекционных и аборигенных сортов винограда, культивируемых в Крыму, и виноматериалов для коньячного производства.

Показано, что селекционные сорта винограда Первенец Магарача и Рислинг Магарача, а также интродуцированные сорта Коломбар, Совиньон зеленый, Ркацители при достижении технической зрелости (массовая концентрация сахаров не ниже 160 г/дм³) способны накапливать высокий уровень содержания органических кислот, который зависит от климатических условий года и зоны произрастания винограда. Наиболее высокая доля винной кислоты отмечена в образцах винограда сортов Коломбар, Ркацители и Первенец Магарача, а наиболее низкая – в сорте винограда Совиньон зеленый, в составе органических кислот которого преобладала яблочная кислота. В сорте винограда Шабаш, отличающегося низкими значениями содержания титруемых кислот, отмечено минимальное значение суммарной доли винной и яблочной кислот.

Анализ компонентов ароматобразующего комплекса коньячных виноматериалов из винограда, достигшего технической зрелости, выявил тесную обратную зависимость между показателями титруемой кислотности в винограде и суммы летучих компонентов виноматериалов, в том числе летучих кислот и высших спиртов. Установленные закономерности позволяют регулировать содержание высших спиртов в коньячных дистиллятах с целью улучшения их качества.

Источник финансирования

Работа выполняется в рамках Государственного задания Минобрнауки России № 0833-2019-0012.

Financing source

The study was conducted under public assignment № 0833-2019-0012.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Скурихин И.М. Химия коньяка и бренди. М.: ДеЛиПринт, 2005. 296 с.
Skurihin I.M. Chemistry of cognac and brandy. Moscow: DeLi print Publ., 2005, 296 p. (in Russian).
- Rib´ereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubouardieu D. Handbook of enology. Volume 2. The chemistry of wine stabilization and treatments. 2nd edition. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd, 2006. 441 p.
- Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. М.: Легкая и пищевая пром-ть, 1983. 240 с.
Rodopulo A.K. Fundamentals of winemaking biochemistry. Moscow: Legkaja i pishhevaja Promyshlennost Publ., 1983, 240 p. (in Russian).

4. Moreno J., Peinado R. *Enological chemistry*. London: *Academic Press*, 2012. 442 p. DOI: 10.1016/C2011-0-69661-9.
5. Chidi B.S., Bauer F.F., Rossouw D. Organic acid metabolism and the impact of fermentation practices on wine acidity – a review. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2018. Vol. 39. N 2. pp. 315–329. DOI: 10.21548/39-2-3172.
6. Robles A., Fabjanowicz M., Chmiel T., Piotka-Wasyłka J. Determination and identification of organic acids in wine samples. Problems and challenges. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 2019. Vol. 120. P. 115630. DOI: 10.1016/j.trac.2019.115630.
7. Мартыненко Э.Я. Виноград для производства высококачественных коньяков // Виноград и вино России. 2000. № 2. С. 22-23.
Martynenko E.Ya. Grapes for the production of high-quality cognac. *Grapes and Wines of Russia*. 2000. № 2. pp. 22-23 (in Russian).
8. Хибахов Т.С. Сырьевая база коньячного производства // Виноделие и виноградарство. 2002. № 2. С. 12–14.
Hiabahov T.S. Raw materials base of cognac manufacture. *Winemaking and Viticulture*. 2002. № 2. pp. 12–14 (in Russian).
9. Rienth M., Torregrosa L., Sarah G., Ardisson M., Brillouet J.M., Romieu C. Temperature desynchronizes sugar and organic acid metabolism in ripening grapevine fruits and remodels their transcriptome. *BMC Plant Biology*. 2016. № 16: 164. 23 p. DOI: 10.1186/s12870-016-0850-0.
10. Conde C., Silva P., Fontes N., Dias A.C.P., Tavares R.M., Sousa M.J., Agasse A., Delrot S., Gerós H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. *Food*. 2007. № 1. pp. 1–22.
11. Soyer Y. Koca N., Karadeniz F. Organic acid profile of Turkish white grapes and grape juices. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2003. Vol. 16 (5). pp. 629–636. DOI: 10.1016/S0889-1575(03)00065-6.
12. Ramon-Portugal F., Seiller I., Taillandier P., Favarel J.L., Nepveu F., Strehaiano P. Kinetics of production and consumption of organic acids during alcoholic fermentation by *Saccharomyces cerevisiae*. *Food Technology and Biotechnology*. 1999. № 37 (4). pp. 235–240.
13. Chidi B.S., Rossouw D., Buica A.S., Bauer F.F. Determining the impact of industrial wine yeast strains on organic acid production under white and red wine-like fermentation conditions. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2015. Vol. 36. № 3. pp. 316–327. DOI: 10.21548/36-3-965.
14. Мартыненко Н.Н. Современная технология получения коньячных виноматериалов высокого качества // Виноделие и виноградарство. 2018. № 1. С. 15–28.
Martynenko N.N. Modern technology of receiving quality cognac wine materials. *Winemaking and Viticulture*. 2018. № 1. pp. 15–28 (in Russian).
15. Агеева Н.М., Аванесьянц Р.В. Биохимические особенности производства коньячных виноматериалов. Краснодар, 2011. 135 с.
Ageeva N.M., Avanes'janc R.V. Biochemical features of the production of cognac wine materials. Krasnodar, 2011. 135 p. (in Russian).
16. Shinohara T., Shimizu J., Shimazu Y. Esterification Rates of Main Organic Acids in Wine. *Agric. Biol. Chem.* 1979. № 43 (11). pp. 2351–2358.
17. Saerence S.M.G., Delvaux F.R., Verstrepen K.J., Van Dijck P., Thevelein J.M., Delvaux F.R. Parameters affecting ethyl ester production by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.* 2008. № 74 (2). pp. 454–461. DOI: 10.1128/AEM.01616-07.
18. Saerence S.M.G., Delvaux F.R., Verstrepen K.J., Thevelein J.M. Production and biological function of volatile esters in *Saccharomyces cerevisiae*. *Microb. Biotechnol.* 2010. № 3 (2). pp. 165–177. DOI: 10.1111/j.1751-7915.2009.00106.x.
19. 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). С. 168–173. DOI: 10.35547/iM.2019.21.2.018.
Chursina O.A., Legasheva L.A., Zagorouiko V.A., Solovyova L.M., Soloviev A.E., Udod E.L., Martynovskaya A.V., Uluantsev 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). pp. 168–173 (in Russian).
20. Teissedre P.L. Composition of grape and wine from resistant vines varieties. *OENO One*. 2018. Vol. 52. № 3. pp. 211–217. DOI: 10.20870/oeno-one.2018.52.3.2223.
21. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Загоруйко В.А. Технологическая оценка сорта винограда Первенец Магарача для коньячного производства // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019. № 21 (3). С. 272–276. DOI: 10.35547/iM.2019.21.3.016.
Chursina O.A., Legasheva L.A., Zagorouiko V.A. Technological assessment of 'Pervenets Magarach' grapes for brandy production. *Magarach. Viticulture and winemaking*. 2019. № 21 (3). pp. 272–276 (in Russian).
22. Оселедцева И.В., Кирпичева Л.С. Оценка степени влияния сортового фактора на варьирование параметров состава легколетучей фракции коньячных виноматериалов и молодых коньячных дистиллятов // Вестник АПК Ставрополья. 2015. № 1 (17). С. 246–252.
Oseledceva I.V., Kirpicheva L.S. Assessment of the influence of long factor on variation of parameters of the factions volatile cognac wine materials and young brandy distillate. *Agricultural Bulletin of Stavropol Region*. 2015. № 1 (17). pp. 246–252 (in Russian).
23. Танащук Т.Н., Кишковская С.А., Иванова Е.В., Скорикова Т.К. Коллекция микроорганизмов виноделия. Каталог культур. Ялта: ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», 2017. 174 с.
Tanashhuk T.N., Kishkovskaya S.A., Ivanova E.V., Skorikova T.K. Collection of microorganisms of winemaking. Catalog of cultures. Yalta: *FGBUN «VNNIIViV «Magarach» RAN» Publ.*, 2017. 174 p. (in Russian).
24. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. – Симферополь: Таврида, 2009. 303 с.
Methods of technochemical control in winemaking / Edited by V.G.Gerzhikova. Simferopol: *Tavrida Publ.*, 2009. 303 p. (in Russian).
25. Coelho E.M., Padilha C.V., Miskinis G.A., Barosso A.G., Lima M. Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2018. Vol. 66. pp. 160–167. DOI: 10.1016/j.jfca.2017.12.017.

ORCID iD

Чурсина О.А., <https://orcid.org/0000-0003-4976-0871>Загоруйко В.А., <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>Легашева Л.А., <https://orcid.org/0000-0002-5617-1357>Погорелов Д.Ю., <https://orcid.org/0000-0001-6388-9706>

