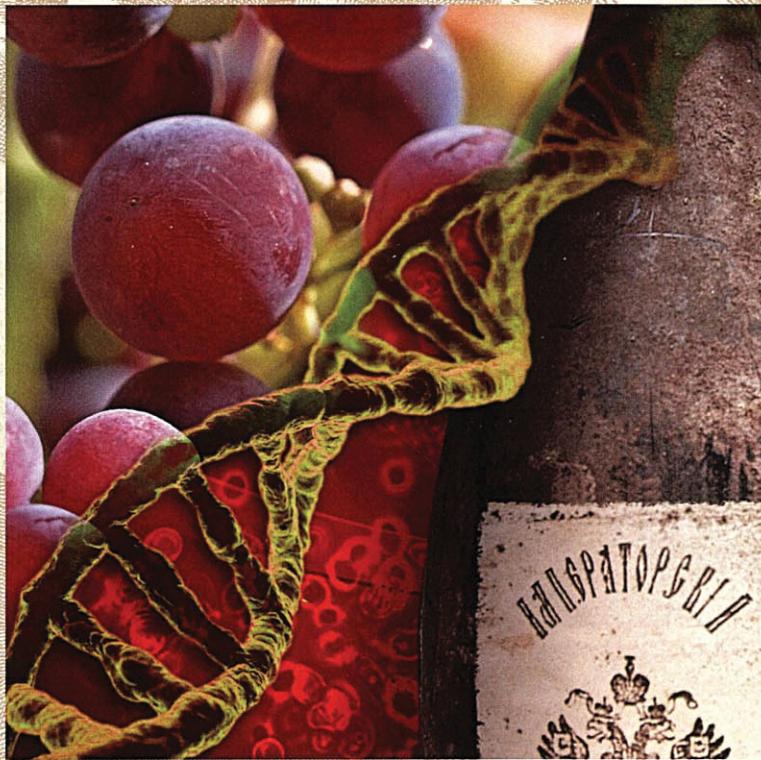


ISSN 2309-9305
2022•24•1

МАГАРАЧ
ВИНОГРАДАРСТВО
и ВИНОДЕЛИЕ



MAGARACH
VITICULTURE
and WINEMAKING

МАГАРАЧ ВИНОГРАДАРСТВО И ВИНОДЕЛИЕ

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

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

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

Заместители главного редактора:

Алейникова Н.В.», д-р с.-х. наук, зам. директора по научной работе, гл. науч. сотр. лаборатории защиты растений ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН»;

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

Ответственный секретарь: Вовковой И.Н., канд. пед. наук, нач. отдела научно-технической информации ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН».

Свидетельство о регистрации СМИ:

ПИ № ФС77-74005 от 19.10.2018 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Журнал зарегистрирован в системе РИИЦ, входит в «Перечень ... ВАК» по специальностям:

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

06.01.08 Плодоводство, виноградарство

06.01.07 Завита растений

06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» - 58301

Редакторы: Клепайло А.И., Колесник Д.С.

Переводчик: Баранчук С.А.

Компьютерная верстка: Филимонов А.В., Булгакова Т.Ф.

Адрес редакции:

298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН»

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

e-mail: edi_magarach@mail.ru

Статьи для публикации подаются на сайте:

magarach-journal.ru

Дата выхода в свет 24.03.2022 г.

Формат 60 x 84 1/8. Объем 12 п.л. Тираж 100 экз.

Адрес издателя и типографии: 298600,

Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН»

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

e-mail: priemnaia@magarach-institut.ru

© ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН», 2022

ISSN 2309-9305

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

Бейбулатов М.Р.», д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр., ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Макаров А.С.», д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр., ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

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

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

Новелло Витторино.», профессор кафедры виноградарства Туринского университета (Италия)

Огансянц 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)

Остроухова Е.В.», д-р техн. наук, гл. науч. сотр., ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

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

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

Петров В.С.», д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. научного центра «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 «ВННИИВиВ «Магарач» РАН» (Россия)

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

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

Файла Освальдо.», проф. Миланского университета (Италия)

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

MAGARACH VITICULTURE and WINEMAKING

Scientific Peer Reviewed Journal
Magarach. Viticulture and Winemaking
Sectoral periodical founded in 1989.
Published 4 times a year.

Founder: Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the Russian Academy of Sciences (FSBSI Magarach).

Chief Editor:

Likhovskoi V.V., Dr. Agric. Sci., Director of the FSBSI All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the Russian Academy of Sciences (RAS).

Deputy Chief Editors:

Aleinikova N.V., Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science, 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.: +7 (3654) 26-21-91

e-mail: edi_magarach@mail.ru

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

Address of the publisher and printing house:

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

tel.: +7 (3654) 23-05-91,

+7 (3654) 26-21-91,

fax: +7 (3654) 23-06-08

e-mail: priemnaya@magarach-institut.ru

EDITORIAL BOARD:

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

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

Beibulatov M.R., Dr. Agric. Sci., Chief Staff Scientist, FSBSI Magarach; Russia

Volkova G.V., Dr. Biol. Sci., Deputy Director, Head of Laboratory of Immunology of FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Biological Protection; Russia

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

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

Guguchkina T.I., Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of Research Centre "Winemaking", FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking; Russia

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

Dolzhenko T.V., Dr. Biol. Sci., Professor, Department of Plant Protection and Quarantine, FSBEI of Higher Education "St.Petersburg State Agrarian University"; Russia

Zamotailov A. S., Dr. Biol. Sci., Professor, Head of Department of Phytopathology, Entomology and Plant Protection, FSBEI of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin"; Russia

Egorov E.A., Academician of the RAS, Dr. Econ. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Advisor to the Federal Scientific Center, FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking; Russia

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

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

Makarov A.S., Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, FSBSI Magarach; Russia

Michlovsky Miloch, Dr. Agric. Sci., Head of Vinselekt Michlovsky plc., owner, oenologist, breeder; Czech Republic

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

Novello Vittorino, Full Professor of Viticulture University of Turin, Italy

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

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

Ostroukhova E.V., Dr. Techn. Sci., Chief Staff Scientist, FSBSI Magarach; Russia

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

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

Petrov V.S., Dr. Agric. Sci., Leading Researcher, Scientific Center «Viticulture», FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking; Russia

Roychev Venelin, Dr. Biol. Sci., Professor, Department of Viticulture, Agricultural University, Plovdiv; Bulgaria

Savin Gheorghe, Dr. Sci., ISPHTA, Chisinau Agricultural Institute M.V.Frunze; Moldova

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

Sineoky S.P., Dr. Biol. Sci., Director of the BRC VKPM NRC «Kurchatov Institute»

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

Troshin L.P., Dr. Biol. Sci., Professor, Department of Viticulture, FSBEI of Higher Education "Kuban State Agrarian University"; Russia

Celik Hasan, Emeritus Professor of Ankara University, Staff Scientist of European University in Lefke; North Cyprus.

СЕЛЕКЦИЯ и
ПИТОМНИКОВОДСТВО _____

- Оригинальное исследование
- 6 **Получение асептической культуры подвоев винограда**
Павлова И.А., Косюк М.И.
- Оригинальное исследование
- 12 **Фенологическая специфичность местных сортов винограда Крыма**
Полулях А.А., Волынкин В.А.

ВИНОГРАДАРСТВО _____

- Оригинальное исследование
- 19 **Новые устойчивые сорта винограда Пино Искра, Керсус, Пино Корс, Волгурнис**
Хафизова А.А., Сартори Е.

ПЛОДОВОДСТВО _____

- Оригинальное исследование
- 26 **Изучение засухоустойчивости клоновых подвоев яблони в Предгорной зоне Крыма**
Сотник А.И., Чакалов Т.С.
- Оригинальное исследование
- 30 **Влияние клоновых подвоев яблони на сроки созревания плодов в Крыму**
Танкевич В.В., Чакалов Т.С., Горб Н.Н.
- Оригинальное исследование
- 35 **Влияние органо-минерального удобрения «Мастер Грин Микс» на продуктивность, рост и развитие деревьев яблони**
Усейнов Д.Р., Челебиев Э.Ф., Кириченко В.С., Халилов Э.С., Денисова О.А.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ _____

- Оригинальное исследование
- 41 **Применение фунгицидов и биопрепаратов для эффективного контроля плесневидных гнилей ягод винограда**
Галкина Е.С., Алейникова Н.В., Андреев В.В., Болотянская Е.А., Шапоренко В.Н.
- Оригинальное исследование
- 48 **Выявление вирусных инфекций винограда в Республике Крым**
Бондаренко Г.Н., Ермолов В.Ю., Алейникова Н.В., Корнилаева О.Н.

ВИНОДЕЛИЕ _____

- Оригинальное исследование
- 55 **Скрининг природных штаммов молочнокислых бактерий вина по устойчивости к рН, температуре и спирту**
Танащук Т.Н., Шаламитский М.Ю., Загоруйко В.И.
- Оригинальное исследование
- 63 **Оценка игристых свойств напитков**
Лутков И.П.
- Оригинальное исследование
- 71 **Совершенствование методологии диагностики кристаллической стабильности вин**
Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Сластья Е.А., Ермихина М.В., Рябинина О.В., Олейникова В.А.
- Оригинальное исследование
- 77 **К вопросу мониторинга содержания этилового спирта и экстракта крепкого алкоголя на выдержке**
Тимофеев Р.Г.
- Аналитический обзор
- 84 **Влияние применения гуммиарабика на качество различных типов вин**
Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А.
- Оригинальное исследование
- 90 **Сенсорная оценка вина Фетяска нягрэ в Республике Молдова**
Ванг Фей, Яо Мэйлинг, Бряхнэ Элизавета, Арпентин Г.Н.

MAGARACH. VITICULTURE AND WINEMAKING
C O N T E N T · 2022·24·1

SELECTION AND NURSERY _____

ORIGINAL RESEARCH

- 6 **Obtaining an aseptic culture of grape rootstocks**

Pavlova I.A., Kosyuk M.I.

ORIGINAL RESEARCH

- 12 **Phenological specificity of local grape varieties of Crimea**

Polulyakh A.A., Volynkin V.A.

VITICULTURE _____

ORIGINAL RESEARCH

- 19 **New resistant grape varieties ‘Pinot Iskra’, ‘Kersus’, ‘Pinot Kors’, ‘Volturnis’**

Khafizova A.A., Sartori E.

FRUIT GROWING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 26 **Study of drought resistance of clonal apple rootstocks in the Piedmont zone of Crimea**

Sotnik A.I., Chakalov T.S.

ORIGINAL RESEARCH

- 30 **The effect of clonal apple rootstocks on the fruit ripening time in Crimea**

Tankevich V.V., Chakalov T.S., Gorb N.N.

ORIGINAL RESEARCH

- 35 **The effect of organic-mineral fertilizer Master Green Mix on productivity, growth and development of apple trees**

Useinov D.R., Chelebiev E.F., Kirichenko V.S., Khalilov E.S., Denisova O.A.

PLANT PROTECTION _____

ORIGINAL RESEARCH

- 41 **The use of fungicides and biological preparations for effective grape mold control**

Galkina Ye.S., Aleinikova N.V., Andreyev V.V., Bolotianskaya E.A., Shaporenko V.N.

ORIGINAL RESEARCH

- 48 **Detection of grape viral infections in the Republic of Crimea**

Bondarenko G.N., Yermolov V.Yu., Aleinikova N.V., Kornilaeva O.N.

WINEMAKING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 55 **Screening of original strains of lactic acid bacteria in wine by resistance to pH, temperature and alcohol**

Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M.Yu., Zagoruiko V.I.

ORIGINAL RESEARCH

- 63 **Evaluation of sparkling properties of beverages**

Lutkov I.P.

ORIGINAL RESEARCH

- 71 **Improvement in the methodology of diagnosing crystalline stability of wines**

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

ORIGINAL RESEARCH

- 77 **On the issue of monitoring the content of ethyl alcohol and strong alcohol extract under aging**

Timofeev R.G.

- 84 **The effect of using gum arabic on the quality of different types of wines**

Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 90 **Sensory evaluation of Fetească Neagră wine in Republic Moldova**

Wang Fei, Yao Meiling, Breahna Elizaveta, Arpentin Gheorghe

Дорогие читатели!

Еще один год остался у нас за плечами. Встречаем весну – пока робкую, но полноводную, что придает надежды и уверенности в будущем урожае земледельцам, в том числе виноградарям.

Продолжаем знакомить вас с результатами научных исследований первого в России научного центра виноградарства и виноделия - института «Магарач».

Переформатирование отечественного рынка вина в результате нового законодательства и комплекса мер по продвижению российской винопродукции на внутренний рынок ставит новые задачи перед отраслевой наукой. Мы должны формировать этот рынок, опережать события. В первую очередь, думаю, следует развивать те направления исследований, по которым у нас в «Магараче» имеется известный приоритет – я имею в виду генетику и селекцию, питомниководство винограда, наши новые сорта и технологию виноделия.

В создании отечественной сырьевой базы виноделия новые сорта по праву должны занять достойное место. Но постоянную «прописку» на земле они обретут при условии уверенности производителя в качестве конечного продукта, его востребованности виноделами и, в конечном счете, потребителями вин и коньяков. Пока известны лишь единичные примеры выпуска марочных вин из Цитронного Магарача и Подарка Магарача. Есть еще немало предубеждений у виноделов старшего поколения на этот счет. Мы должны предоставить универсальные сведения о новых сортах, включая технологическое сортоиспытание, разработать и предложить производителю новые марки вин.

Печальная статистика выпуска контрафактной продукции, употребления суррогатного алкоголя и его негативные последствия говорят о запросе на безопасные натуральные вина эконом-сегмента. Возможно ли их изготовить из сырья новых сортов винограда, более дешевого за счет высокой урожайности и экономии на средствах защиты от вредителей и болезней? Мы должны дать ответ, используя опыт собственного производства, сотрудничество с научными центрами Юга России, малым и средним бизнесом.

Немаловажно самим возродить уникальные технологии виноделия, разработанные в «Магараче» и рассчитанные на небольшие объемы производства. Мы просто обязаны вернуть славу магарачским винам!

Чтобы справиться с этими задачами, необходимо иметь достойную материально-техническую базу. Основы уже заложены. Есть производственные насаждения, есть коллекция, есть сельскохозяйственная техника. Нам нужно создать современный цех переработки винограда. Работы в этом направлении постоянно ведутся. Надеюсь, нынешней осенью мы сможем перерабатывать урожай винограда на собственной базе. Теперь слово за виноделами-технологами.



Другой первостепенной задачей в текущем году я вижу участие ученых-виноделов «Магарача» в создании нормативной документации для вин ЗГУ и ЗНМП, своеобразного лица российского виноделия. Уникальность этого лица мы можем создать только общими усилиями отраслевой науки и бизнеса. И эта задача нам по плечу, она уже решалась учеными «Магарача», его 194-летняя история это подтверждает.

Настоящий номер журнала содержит материалы о способах получения асептической культуры подвоев винограда, фенологической специфичности местных сортов винограда Крыма, способах защиты виноградной лозы, в том числе с помощью биопрепаратов. Раздел виноделия представлен актуальным для производства исследованием природных штаммов молочнокислых бактерий вина на их устойчивость к рН, температуре и спирту; исследованием игристых свойств различных напитков; опытом использования гуммиарабика в виноделии; оригинальным способом измерения концентрации этилового спирта и экстракта крепкого алкоголя на выдержке. Изложена также методология диагностики кристаллической стабильности вин.

*Главный редактор
Владимир Лиховской*

Получение асептической культуры подвоев винограда

Павлова И.А.[✉], Косюк М.И.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31
[✉]pavlovairina1965@gmail.com

Аннотация. В связи с возрастающей потребностью в получении материала высоких категорий качества для закладки маточников подвойных лоз винограда проводятся исследования по оптимизации всех этапов технологии клонального размножения подвоев *in vitro*. Цель настоящего исследования состояла в изучении особенностей морфогенеза подвоев винограда в системе *in vitro* на этапе получения асептической культуры. В результате исследований выявлена сортовая специфичность морфогенеза у подвоев Гравесак 11, Гравесак 12 и Феркаль как на этапе побегообразования, так и укоренения. Подвои отличались по регенерирующей способности почки, укоренению побегов, размерам морфологических структур. Установлено, что питательная среда MS, содержащая БАП в концентрации 0,4 мг/л применима для индукции побегообразования на этапе введения в культуру *in vitro* подвоев, а среда PG, содержащая НУК в концентрации 0,05 мг/л - для укоренения образовавшихся побегов. Предстоит, учитывая особенности морфогенеза, выработать стратегию эффективного размножения, для каждого отдельного сорта.

Ключевые слова: морфогенез; побегообразование; укоренение; *in vitro*; эксплант; подвой Феркаль; подвой Гравесак.

Для цитирования: Павлова И.А., Косюк М.И. Получение асептической культуры подвоев винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):6-11. DOI 10.35547/IM.2022.40.55.001

Obtaining an aseptic culture of grape rootstocks

Pavlova I.A.[✉], Kosyuk M.I.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia
[✉]pavlovairina1965@gmail.com

Abstract. In connection with the growing need to obtain the material of high quality categories for establishment of rootstock vine nurseries, the research on optimization of all stages of rootstock clonal propagation technology *in vitro* is carried out. The purpose of this research was to study features of grape rootstock morphogenesis in the system *in vitro* at the stage of obtaining an aseptic culture. As a result of the research, the varietal specificity of morphogenesis was revealed in rootstocks 'Gravesac 11', 'Gravesac 12' and 'Ferkal' at both stages of shoot formation and rooting. The rootstocks differed in bud regenerative ability, shoot rooting, and the size of morphological structures. It was established that the MS nutrient medium, containing BAP at a concentration of 0.4 mg/l, is applicable for induction of shoot formation at the stage of introducing rootstocks into *in vitro* culture, and the PG medium, containing NAA at a concentration of 0.05 mg/l - for rooting the newly formed shoots. It is necessary, taking into account the peculiarities of morphogenesis, to develop a strategy of effective reproduction for each individual variety.

Key words: morphogenesis; shoot formation; rooting; *in vitro*; explant; rootstock 'Ferkal'; rootstock 'Gravesac'.

For citation: Pavlova I.A., Kosyuk M.I. Obtaining an aseptic culture of grape rootstocks. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):6-11 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.40.55.001

Введение

Современное развитие отечественного виноградарства основано на стратегии полного импортозамещения, начиная от посадочного материала и завершая конечной продукцией. При этом создание интенсивных элитных маточников, свободных от карантинных грибных, вирусных, бактериальных, фитоплазменных болезней является первостепенной задачей, поскольку на сегодняшний день отечественная питомниково-водческая база позволяет обеспечить потребность на 25-30% привитыми саженцами, что не может удовлетворить колоссальный ежегодный спрос [1-3].

Помимо улучшения качества посадочного материала и его оздоровления, большое значение имеет уве-

личение разнообразия сортимента подвоев, с учетом почвенно-климатических зон возделывания виноградных насаждений. Важны такие показатели, как солеустойчивость, карбонатоустойчивость, морозо- и засухоустойчивость.

Для получения посадочного материала высоких категорий качества используются современные подходы, основанные на применении биотехнологических методов, а именно технологии клонального микроразмножения винограда *in vitro*, позволяющей провести оздоровление исходного первичного материала и в кратчайшие сроки получить массив полноценных, генетически идентичных саженцев высоких категорий качества [4-7].

Наиболее затратный этап клонального микро-размножения, характеризующийся низкой производительностью при достаточно высоких потерях – по-

Таблица 1. Образование побегов у подвоя Гравесак 11 в зависимости от концентрации БАП в среде**Table 1.** Rootstock 'Gravesac 11' shoot formation depending on the concentration of BAP in the medium

Концентрация БАП, мг/л	Количество первичных эксплантов, шт.	Образование каллуса, %	Образование побега, %	Развитие более одного побега, %
0,6	9	100	0,00	0,00
0,4	7	42,86	42,86	100
0,2	5	40,00	40,00	50

Таблица 2. Получение асептической культуры подвоев винограда**Table 2.** Obtaining an aseptic culture of grape rootstocks

Название подвоя	Количество эксплантов	Количество побегов	Развитие побегов, %	Количество растений	Инфицирование, %	Укоренение, %
Феркаль	23	13	56,52	10	0	76,92
Гравесак 11	21	15	71,43	5	9,52	33,33
Гравесак 12	23	28	121,74	13	0	46,43

лучение асептической культуры [3, 8, 10, 11].

На этом этапе важно добиться полного удаления патогенных микроорганизмов на поверхностных тканях первичных эксплантов путем проведения стерилизации растительного материала [12-14]. Соблюдение технологии при введении в культуру и стерилизации первичных эксплантов во многом определяет качество и категорию посадочного материала, получаемого на выходе.

Помимо качественной стерилизации, успех выращивания растений *in vitro* заключается в правильном подборе исходного материала, времени года для его получения, его размере, соотношении гормонов и генотипа растения [15-19].

В связи с генетической специфичностью морфогенеза у сортов винограда разного происхождения, существует необходимость в совершенствовании технологии для каждого конкретного генотипа, что обеспечит высокий коэффициент размножения с сохранением генетической идентичности.

Цель работы: изучение особенностей морфогенеза подвоев винограда в системе *in vitro* на этапе получения асептической культуры.

Материалы и методы

В качестве материала для исследований использовалась однолетняя лоза подвоев Феркаль и Гравесак (клоны №11 и 12), заготовленная из визуально здоровых маточных кустов. Для получения первичных эксплантов лозу проращивали в стеклянных сосудах с водопроводной водой в комнатных условиях ($t +20-22^{\circ}\text{C}$, влажность 60-65 %) в течение 1-2-х месяцев. Образовавшиеся зеленые побеги отсекали, удаляли листья, разрезали на 1-2 глазковые экспланты, и помещали в стеклянные биксы.

В процессе исследований использовали как принятые в биотехнологии методы, так и методы, разработанные в отделе селекции института «Магарач» [20, 21].

Операции по стерилизации материала, дальнейшим посадкам на питательные среды проводили в ламинарном боксе. Стерилизацию осуществляли

96%-ным этиловым спиртом-ректификатом – 40 с и диацидом в течение 8 мин. с последующей 3-кратной промывкой автоклавированной дистиллированной водой в течение 15 мин. согласно методике. После механических операций экспланты высаживали в культуральные сосуды на модифицированную среду MS [22]. Для индукции побегообразования в среду добавляли разные концентрации цитокинина: 6-бензиламинопурина (БАП): 0,2 мг/л; 0,4 мг/л и 0,6 мг/л. Для укоренения образовавшиеся побеги пересаживали на среду РG, содержащую ауксин: α -нафтилуксуную кислоту (НУК) в концентрации 0,05 мг/л [23]. Культивирование растений осуществлялось на свету при 16-часовом фотопериоде интенсивностью 1500 люкс и температуре $+27^{\circ}\text{C}$.

Обсуждение результатов исследований

Для введения в условия *in vitro* эксплантов побегов подвоя Гравесак 11 использовали три варианта сред с разной концентрацией БАП (табл. 1). Отрицательным фактором, отмеченным на всех средах, было образование каллуса у основания экспланта побега. На среде с 0,6 мг/л БАП на всех эксплантах у основания побега образовывался рыхлый каллус без побегообразования. На среде с 0,2 мг/л образовывались тонкие слабые нежизнеспособные побеги. Оптимальной была концентрация БАП 0,4 мг/л, на данной среде образовывался каллус у основания побега, но при этом индуцировалось развитие нескольких побегов на одном узле.

В дальнейшем материал остальных подвоев высаживали только на среду с концентрацией БАП 0,4 мг/л (табл. 2).

По итогам введения лучшие результаты по скорости побегообразования показал подвой Феркаль. Так, побеги этого подвоя в среднем образовывались на 12-14 день после введения первичного экспланта в условия *in vitro*, в то время как у подвоев Гравесак 11 и Гравесак 12 побеги образовывались лишь на 15-17 день.

По количеству образовавшихся побегов лучший результат получен по подвою Гравесак 12 – всего развилось 28 побегов. Учитывая, что растения данного

подвоя чаще всего образовывали более 1 побега на узле, процент побегообразования составил 121,74%. При этом на укоренение было пересажено лишь 13 побегов, поскольку остальные были слабо жизнеспособны и склонны к отмиранию. По подвою Гравесак 11 были получены аналогичные результаты, процент побегообразования составил 71,43%, получено 15 побегов, 5 из которых были высажены на укоренение. Подвой Феркаль показал самый низкий процент побегообразования – 56,52%. Так, по данному подвою всего образовалось 13 побегов, по 1 на узле, 10 из которых были пересажены на укоренение. Согласно полученным данным, доля укорененных побегов растений подвоя Феркаль составила 76,92%, а по подвоям Гравесак 11 и Гравесак 12 – была менее 46% (рис. 1). Таким образом, несмотря на высокие показатели побегообразования, подвой Гравесак 11 и Гравесак 12 заметно уступают подвою Феркаль по укоренения побегов.

На узле первичного экспланта подвоя Феркаль, как правило, образовывался один мощный, быстрорастущий побег с крупными листьями, характеризую-

щийся линейным ростом (рис. 2).

У растений подвоя Гравесак отмечен кустообразный рост побегов. Кроме того, побеги образовывались тонкие, нитевидные, с мелкими недоразвитыми

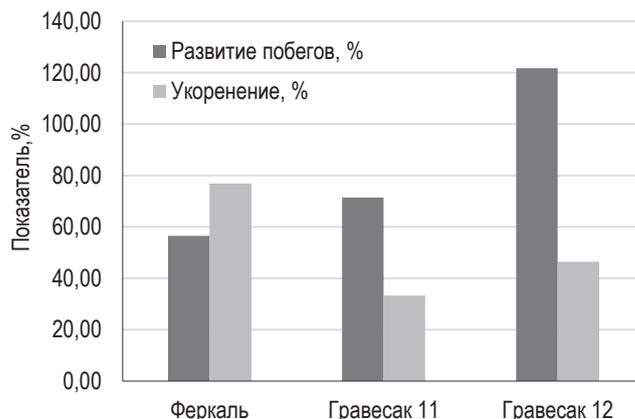


Рис. 1. Динамика морфогенеза подвоев на этапе получения асептической культуры

Fig. 1. Dynamics of rootstock morphogenesis at the stage of obtaining an aseptic culture

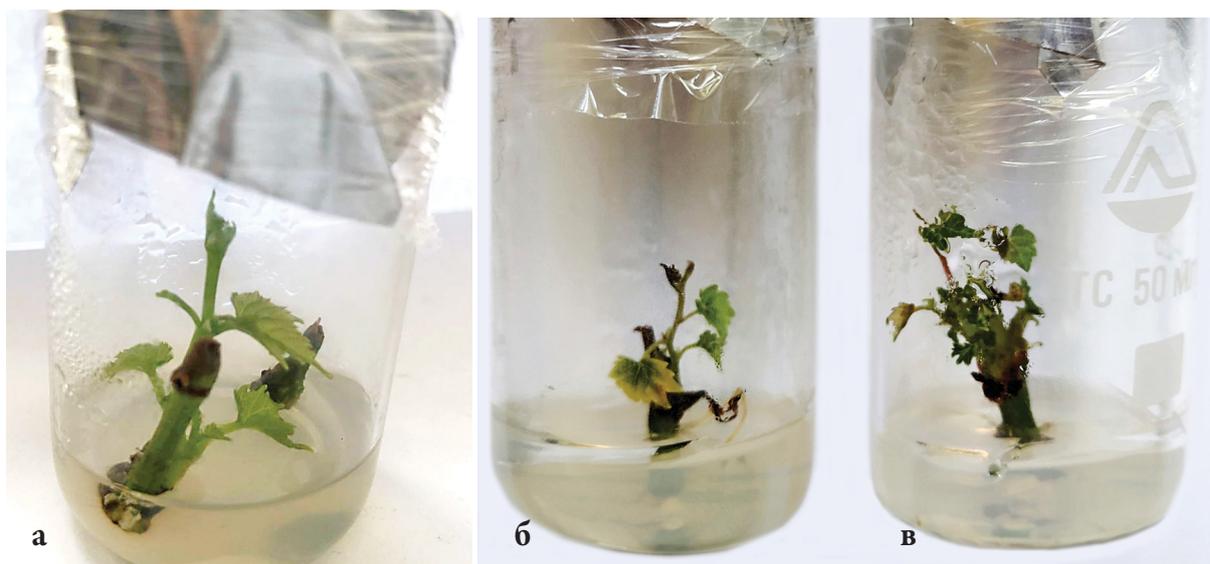


Рис. 2. Образование побегов из почек первичного экспланта: а – Феркаль; б – Гравесак 11; в – Гравесак 12
Fig. 2. Formation of shoots from the primary explant buds: а – 'Ferkal'; б – 'Gravesac 11'; с – 'Gravesac 12'

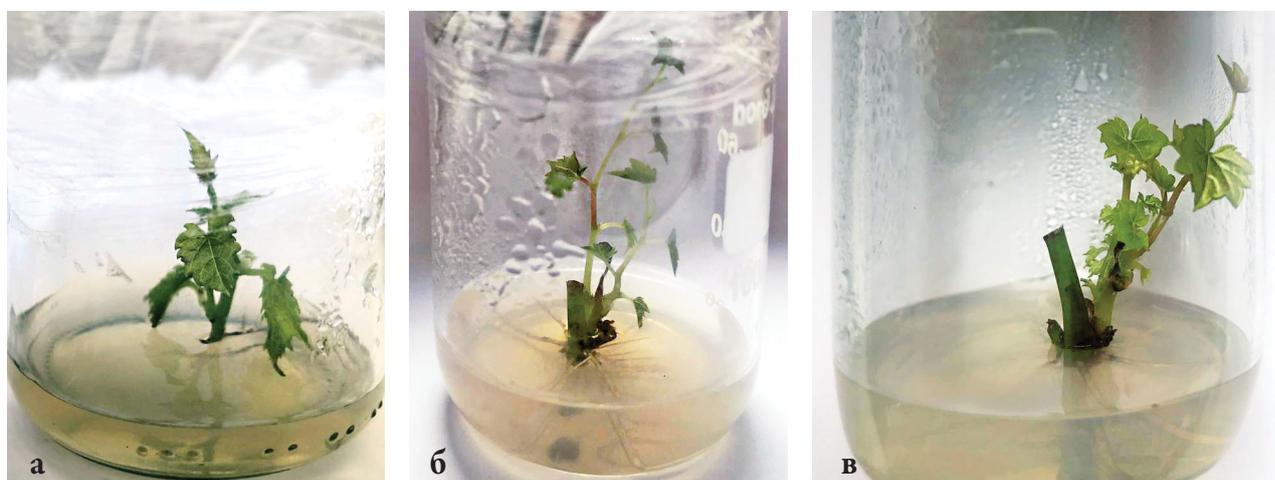


Рис. 3. Укоренение побегов: а – Феркаль; б – Гравесак 11; в – Гравесак 12
Fig. 3. Rooting of shoots: а – 'Ferkal'; б – 'Gravesac 11'; с – 'Gravesac 12'

листьями. Позже отмечалось отмирание части побегов и замещение их новыми побегами, образующимися на одном узле.

Пересадка со среды для введения на среду для размножения осуществлялась двумя приемами: срезанием побега с первичного экспланта и его пересадкой и пересадка с участком первичного экспланта (рис. 3). Применение первого приема целесообразно для подвоя Феркаль, который образует достаточно мощные и жизнеспособные побеги, способные к самостоятельному укоренению.

Поскольку у подвоя Гравесак формировались слабые побеги, склонные к кущению, а затем к отмиранию, пересадку их на среду для размножения осуществляли с участком первичного экспланта. Было отмечено, что применение данного приема позволяет ускорить процесс размножения, поскольку такое растение быстрее развивает корни, а также наблюдается ускоренное развитие побегов, относительно растений, пересаженных 1 способом. Таким образом, по результатам исследований, данный прием признан приоритетным для растений со слабым побегообразованием.

Укоренение подвоев после пересадки на среду для размножения варьировало от 43,5% у подвоя Феркаль до 23,8% у подвоя Гравесак 11.

Выводы

На развитие растений в системе *in vitro* оказывает влияние множество факторов. Одним из основных факторов являются биологические особенности сорта, которые определяют модель поведения растений данного сорта в определенных условиях. В результате исследований выявлена сортовая специфичность морфогенеза у подвоев Гравесак 11, Гравесак 12 и Феркаль как на этапе побегообразования, так и укоренения. Подвой отличались по регенерирующей способности почки, укоренению побегов, размерам морфологических структур. Установлено, что питательная среда MS, содержащая БАП в концентрации 0,4 мг/л применима для индукции побегообразования на этапе введения в культуру *in vitro* подвоев, а среда PG, содержащая НУК в концентрации 0,05 мг/л для укоренения образовавшихся побегов. Предстоит, учитывая особенности морфогенеза, выработать стратегию эффективного размножения для каждого отдельного сорта.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0561-2019-0001 и аспирантской работы.

Financing source

The research was conducted under public assignment No. 0561-2019-0001 and postgraduate work.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Мулюкина Н.А., Зеленинская Н.Н., Джабурия Л.В. Применение методов культуры тканей и органов *in vitro* для размножения исходного клонового материала винограда //

Садоводство и виноградарство. 2013;2:36-40.

2. Ребров А.Н., Дорошко Н.П., Трошин Л.П. Некоторые аспекты создания базисных маточников винограда в условиях Усть-Кундрюченского песчаного массива // Научный журнал КубГАУ. 2018; 135(01):1-22. Doi: 10.21515/1990-4665-135-012. <http://ej.kubagro.ru/2018/01/pdf/12.pdf>
3. Чекмарев Л.А., Олейников Н.П., Лиховской В.В. Методические рекомендации по созданию базовых маточников винограда с использованием метода *in vitro*. Ялта. 2010:1-19.
4. Батукаев А.А., Гаплаев М.Ш. Теоретические и практические основы оздоровления и размножения плодово-ягодных культур и винограда биотехнологическим методом // Актуальные проблемы биотехнологии: оздоровление и размножение плодовых, ягодных, дикорастущих культур винограда. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. Махачкала. 2019:95-112.
5. Бугаенко Л.А., Иванова-Ханина Л.В. Морфогенез винограда в культуре *in vitro* // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И.Вернадского Серия «Биология, химия». Т. 24(63). 2011;2:73-82.
6. Дорошенко Н.П. Оздоровление, клональное микро размножение и депонирование винограда в культуре *in vitro* // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;3:49-51.
7. Клименко В.П., Павлова И.А. Оптимизация условий для оздоровления роста и развития растений, полученных с помощью биотехнологических методов // Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. Київ, 2012;16:261-264.
8. Jamwal M., Singh B., Sharma N., Kumar R., Sharma A., Sharma R.M., Parmar A.M. *In vitro* regeneration of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. 'Perlette'. World Journal of Agricultural Sciences. 2013;9(2):161-166. DOI: 10.5829/idosi.wjas.2013.9.2.1712.
9. Kinfе B., Feyssa T., Bedada G. *In vitro* micropropagation of grape vine (*Vitis vinifera* L.) from nodal culture. African Journal of Biotechnology. 2017;16(43):2083-2091. DOI: 10.5897/AJB2016.15803.
10. Křižan B., Ondrušiková E., Moudrá J. The effect of media composition on multiplication of grape rootstocks *in vitro*. Acta Universitatis Sagriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. 2012;60(8):141-144. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.611181>.
11. Kwon J.H., Park Y.S., Kim S.H., Heo J.Y. Evaluation of Genetic Stability and Effects of Plant Growth Regulators for *in vitro* Propagation of Underutilized *Vitis amurensis* 'Cheongsan'. Not Bot Horti Agrobo. 2019;47(3):987-994. DOI:10.15835/nbha47311599.
12. Lazo-Javalera M.F., Troncoso-Rojas R., Tiznado-Hernandez M.E., Martinez Tellez M.A., Vargas-Arispuro I., Islas-Osuna M.A., Rivera-Dominguez M. Surface disinfection procedure and *in vitro* regeneration of grapevine (*Vitis vinifera* L.) axillary buds. SpringerPlus 5, 453 (2016). DOI 10.1186/s40064-016-2081-0.
13. Motha K., Singh S.K., Singh R., Ram C., Srivastav M., Verma M.K., Dev R. Comparative *in vitro* propagation of stress tolerant grape (*Vitis* spp.) rootstocks and assessment of clonal fidelity of plantlets. The Horticultural Society of India. 2017;74(3):317-325. DOI: 10.5958/0974-0112.2017.00065.2.
14. Suarez D.L., Celis N., Anderson R.G., Sandhu D. Grape Rootstock Response to Salinity, Water and Combined Salinity and Water Stresses. Agronomy. Switzerland. 2019, 9, 321:1-18. doi:10.3390/agronomy9060321. <https://www>

researchgate.net/publication/333853060.

15. Tehrim S., Mirza M.Y., Sajid G.M. Comparative study of different growth regulators for efficient plant regeneration in grapes. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 2013;26:275–289.
16. Toma R.S. Micropropagation response of three grape vines (*Vitis vinifera* L.) cultivars to ferrous, nitrate and growth regulators. *Vegetos An International Journal of Plant Research*. 2018; 31(3):126–131. doi=10.5958/2229-4473.2018.00084.8.
17. Yancheva S., Marchev P., Yaneva V., Roichev V., Tsvetkov I. *In vitro* propagation of grape cultivars and rootstocks for production of pre-basic planting material. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018; 24(5):801–806.
18. Bettoni J.C., Costa M.D., Gardin J.P.P., Kretschmar A.A. and Souza J.A. *In Vitro* Propagation of Grapevine Cultivars with Potential for South of Brazil. *American Journal of Plant Sciences*. 2015;6:1806–1815. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.611181>.
19. Kumsa F. Factors affecting *in vitro* cultivation of grape (*Vitis vinifera* L.): a review. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*. 2020;10(1):1–5. <https://doi.org/10.3329/ijarit.v10i1.48087>.
20. Голодрига П.Я., Зленко В.А., Чекмарев Л.А., Бутенко Р.Г., Левенко Б.А., Пилин Н.М. Методические рекомендации по клональному микроразмножению винограда. Ялта: Магарач, 1986: 56 с.
21. Павлова И.А., Зленко В.А., Волынкин В.А. Применение методов биотехнологии для получения оздоровленного посадочного материала винограда. Сучасний стан та перспектив и розвитку насінництва в Україні: Наукові праці Південного філіалу «Кримський Агротехнологічний університет» Національного аграрного університету. Сімферополь, 2008; 107:161–164.
22. Murashige T., Skoog F. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant. Wisconsin*. 1962; 15(3):473–497.
23. Zlenko V.A., Troshin L.P., Kotikov I.V. An optimized medium for clonal micropropagation of grapevine. *Vitis*. 1995;34:125–126.
24. Doroshenko N.P. Sanitation, clonal micropropagation and deposition of grapes in culture *in vitro*. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015;3:49–51 (*in Russian*).
25. Klimenko V.P., Pavlova I.A. Optimization of conditions for the improvement of the growth and development of plants obtained with the help of biotechnological methods. *Scientific works of the Institute of Bioenergetic Cultures and Sugar Beets of the NAAS of Ukraine*. Kiev. 2012;16:261–264 (*in Russian*).
26. Jamwal M., Singh B., Sharma N., Kumar R., Sharma A., Sharma R.M., Parmar A.M. *In vitro* regeneration of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. 'Perlette'. *World Journal of Agricultural Sciences*. 2013;9(2):161–166. DOI: 10.5829/idosi.wjas.2013.9.2.1712.
27. Kinfе B., Feyssa T., Bedada G. *In vitro* micropropagation of grape vine (*Vitis vinifera* L.) from nodal culture. *African Journal of Biotechnology*. 2017;16(43):2083–2091. DOI: 10.5897/AJB2016.15803.
28. Křižan B., Ondrušiková E., Moudrá J. The effect of media composition on multiplication of grape rootstocks *in vitro*. *Acta Universitatis Sagriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2012;60(8):141–144. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.611181>.
29. Kwon J.H., Park Y.S., Kim S.H., Heo J.Y. Evaluation of Genetic Stability and Effects of Plant Growth Regulators for *in vitro* Propagation of Underutilized *Vitis amurensis* 'Cheongsan'. *Not Bot Horti Agrobo*. 2019;47(3):987–994. DOI:10.15835/nbha47311599.
30. Lazo-Javalera M.F., Troncoso-Rojas R., Tiznado-Hernandez M.E., Martinez Tellez M.A., Vargas-Arispuro I., Islas-Osuna M.A., Rivera-Dominguez M. Surface disinfection procedure and *in vitro* regeneration of grapevine (*Vitis vinifera* L.) axillary buds. *SpringerPlus* 5, 453 (2016). DOI 10.1186/s40064-016-2081-0.
31. Motha K., Singh S.K., Singh R., Ram C., Srivastav M., Verma M.K., Dev R. Comparative *in vitro* propagation of stress tolerant grape (*Vitis* spp.) rootstocks and assessment of clonal fidelity of plantlets. *The Horticultural Society of India*. 2017;74(3):317–325. DOI: 10.5958/0974-0112.2017.00065.2.
32. Suarez D.L., Celis N., Anderson R.G., Sandhu D. Grape Rootstock Response to Salinity, Water and Combined Salinity and Water Stresses. *Agronomy*. Switzerland. 2019, 9, 321:1–18. doi:10.3390/agronomy9060321. <https://www.researchgate.net/publication/333853060>.
33. Tehrim S., Mirza M.Y., Sajid G.M. Comparative study of different growth regulators for efficient plant regeneration in grapes. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 2013;26:275–289.
34. Toma R.S. Micropropagation response of three grape vines (*Vitis vinifera* L.) cultivars to ferrous, nitrate and growth regulators. *Vegetos An International Journal of Plant Research*. 2018; 31(3):126–131. doi=10.5958/2229-4473.2018.00084.8.
35. Yancheva S., Marchev P., Yaneva V., Roichev V., Tsvetkov I. *In vitro* propagation of grape cultivars and rootstocks for production of pre-basic planting material. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. 2018; 24(5):801–806.
36. Bettoni J.C., Costa M.D., Gardin J.P.P., Kretschmar A.A. and Souza J.A. *In Vitro* Propagation of Grapevine Cultivars with Potential for South of Brazil. *American Journal of Plant Sciences*. 2015;6:1806–1815. <http://dx.doi.org/10.4236/ajps.2015.611181>.
37. Kumsa F. Factors affecting *in vitro* cultivation of grape (*Vitis vinifera* L.): a review. *International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology*. 2020;10(1):1–5. <https://doi.org/10.3329/ijarit.v10i1.48087>.

Reference

1. Mulyukina N.A., Zelenyanskaya N.N., Dzhaburiya L.V. Application of methods of tissues culture and organs *in vitro* for propagation of the original clonal material of grapes. *Horticulture and viticulture*. 2013;2:36–40 (*in Russian*).
2. Rebrov A.N., Doroshenko N.P., Troshin L.P. Some aspects of creation of basic mother liquids of grapes in the conditions of Ust-Kundruchensky sandy array. *Scientific Journal of KubSU*. 2018;135(01):1–22. <http://ej.kubagro.ru/2018/01/pdf/12.pdf> (*in Russian*).
3. Chekmarev L.A., Oleinikov N.P., Likhovskoi V.V. Guidelines for the creation of basic grape nurseries using the *in vitro* method. *Yalta*. 2010:1–19 (*in Russian*).
4. Batukaev A.A., Gaplaev M.Sh. Theoretical and practical foundations for the improvement and reproduction of fruit and berry crops and grapes by the biotechnological method. Actual problems of biotechnology: improvement and reproduction of fruit, berry, wild crops and grapes. All-Russian scientific and practical conference with international participation. *Makhachkala*. 2019:95–112 (*in Russian*).
5. Bugayenko L.A., Ivanova-Khanina L.V. Morphogenesis of grapes in culture *in vitro*. *Scientific notes of the Tavricheskiy National University named after V.I. Vernadsky. Series «Biology, chemistry»*. 2011;24(63)-2:73–82 (*in Russian*).

doi.org/10.3329/ijar.v10i1.48087.

20. Golodriga P.Ya., Zlenko V.A., Chekmarev L.A., Butenko R.G., Levenko B.A., Piven N.M. Guidelines for clonal micropropagation of grapes. Yalta: VNIIViV «Magarach». 1986:56 p. (*in Russian*).
21. Pavlova I.A., Zlenko V.A., Volynkin V.A. Application of biotechnology methods for obtaining healthy planting material of grapes. Current state and prospects of development of seed production in Ukraine: scientific works of the southern branch «Crimean Agrotechnological University» of the National Agrarian University. Simferopol. 2008;107:161-164 (*in Russian*).
22. Murashige T., Skoog F. Revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol. Plant. Wisconsin*. 1962;15(3):473-497.
23. Zlenko V.A., Troshin L.P., Kotikov I.V. An optimized medium for clonal micropropagation of grapevine. *Vitis*. 1995;34:125-126.

Информация об авторах

Ирина Александровна Павлова, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда, e-mail: pavlovairinal965@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0818-8215>;

Мария Игоревна Косюк, аспирант, мл. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда, e-mail: mary_kosuyk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8565-0082>.

Information about authors

Irina A. Pavlova, Cand. Biol. Sci, Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Laboratory of Grapevine Genetics, Selection Biotechnologies and Propagation; e-mail: pavlovairinal965@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0818-8215>;

Maria I. Kosyuk, Postgraduate, Junior Staff Scientist, Laboratory of Grapevine Genetics, Selection Biotechnologies and Propagation; e-mail: mary_kosuyk@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8565-0082>.

Статья поступила в редакцию 14.02.22, одобрена после рецензии 03.03.2022, принята к публикации 10.03.2022

Фенологическая специфичность местных сортов винограда Крыма

Полулях А.А., Волынкин В.А.

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

Аннотация. Местные сорта винограда Крыма Центра коллективного пользования Ампелографическая коллекция (ЦКП АК) «Магарач» представляют интерес для современной селекции и производства как генотипы, обладающие рядом ценных хозяйственных характеристик. Поэтому изучение биологических свойств этих сортов и знание их фенологических особенностей актуально для выявления и использования источников ценных признаков. Цель работы – характеристика фенологических фаз продукционного периода местных сортов винограда Крыма – потенциальных источников ценных признаков, обладающих высокой степенью максимально адаптированных к условиям и потребностям Республики Крым. Место проведения исследований – базовая коллекция винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (ЦКП АК «Магарач»). Объект исследований – 72 местных сорта винограда Крыма АК «Магарач». В исследовании использованы методики: «Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis» (OIV, 2009) и «Изучение сортов винограда» (Лазаревский, 1963). В работе проведен сравнительный анализ наступления дат основных фенологических фаз продукционного периода за 2019-2021 гг., определена продолжительность межфазовых периодов и получена дифференциация 72 местных сортов винограда Крыма на группы по продолжительности продукционного периода. Установлено, что продолжительность продукционного периода (ППП) местных сортов винограда Крыма согласно международному классификатору OIV составляет: для винных сортов раннесреднего срока созревания – 135 дней; для винных сортов среднего срока созревания – 142-145 дней; для винных сортов среднепозднего срока созревания – 150-155 дней; для винных сортов позднего срока созревания – 159-165 дней; для столово-винных сортов среднепозднего срока созревания – 146-155 дней; для столовых сортов среднего срока созревания – 146 дней; для столовых сортов среднепозднего срока созревания – 155 дней; для столовых сортов позднего срока созревания – 164-165 дней. Полученные результаты будут способствовать целенаправленному отбору исходного материала в селекционных программах и эффективному использованию генетических ресурсов винограда в научных исследованиях.

Ключевые слова: местные сорта винограда Крыма; продолжительность продукционного периода; источники ценных признаков.

Для цитирования: Полулях А.А., Волынкин В.А. Фенологическая специфичность местных сортов винограда Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):12-18. DOI 10.35547/IM.2022.60.42.002

Phenological specificity of local grape varieties of Crimea

Polulyakh A.A., Volynkin V.A.

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

Abstract. Local grape varieties of Crimea from the Resource Sharing Center Ampelographic Collection (RSC AC) Magarach are of interest for modern breeding and production as genotypes with a number of valuable economic characteristics. Therefore, the study of biological properties of these varieties and knowledge of their phenological characteristics is relevant for identifying and using sources of valuable traits. The purpose of the work is to characterize the phenological phases of production period of Crimean local grape varieties as potential sources of valuable traits that have a high degree of maximum adapted to the conditions and needs of the Republic of Crimea. The place of research is the basis collection of grapes of the FSBSI Institute Magarach of the RAS (RSC AC Magarach). The objects of research are 72 Crimean local grape varieties of AC Magarach. The following methods were used in the study: "Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis" (OIV, 2009) and "Study of grape varieties" (Lazarevsky, 1963). In the work we carried out a comparative analysis of onset of the dates of basic phenological phases of production period for 2019-2021, determined the duration of interphase periods, and obtained differentiation of 72 local grape varieties of Crimea by groups according to the production period duration. It was established that the production period duration (PPD) of Crimean local grape varieties according to the international classifier OIV is: for wine varieties of early-medium ripening - 135 days; for wine varieties of medium ripening - 142-145 days; for wine varieties of medium-late ripening - 150-155 days; for wine varieties of late ripening - 159-165 days; for table and wine varieties of medium-late ripening - 146-155 days; for table varieties of medium ripening - 146 days; for table varieties of medium-late ripening - 155 days; for table varieties of late ripening - 164-165 days. The results obtained will contribute to the targeted selection of source material in breeding programs and the effective use of grape genetic resources in scientific research.

Key words: local grape varieties of Crimea, production period duration, sources of valuable traits.

For citation: Polulyakh A.A., Volynkin V.A. Phenological specificity of local grape varieties of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2022; 24(1):12-18 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.60.42.002

Введение

Генетические ресурсы винограда Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН» (ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН») представлены 1270 образцами местных или аборигенных сортов различных виноградарских регионов мира, включая Европу, Азию и Америку. Для каждого виноградарского региона характерен свой уникальный местный сортимент винограда, который формировался на протяжении длительного времени в определенных условиях и обладает рядом ценных характеристик и признаков. Наиболее полно в коллекции представлены местные сорта винограда Крыма, у которых в процессе эволюции сформировались свойства произрастать и давать урожай хорошего качества в условиях засушливого климата, на бедных каменистых почвах, на почвах с высоким содержанием солей и извести [1]. Местные сорта винограда Крыма Ампелографической коллекции «Магарач» представляют интерес для современной селекции и производства как генотипы, обладающие рядом ценных хозяйственных характеристик и высокой степенью экологической адаптивности к условиям региона [1]. Поэтому характеристика биологических свойств этих сортов, изучение их реакции на условия среды актуально для выявления и использования источников ценных признаков. Для того, чтобы изучить биологические свойства того или иного сорта, необходимо исследовать их развитие в процессе онтогенеза и в течение годового цикла вегетации. С этой целью проводят фенологические наблюдения, то есть отмечают наступление отдельных фаз развития растений разных сортов винограда [2]. Знание фенологических особенностей сортов винограда необходимо для планирования размещения виноградных насаждений в условиях изменяющегося климата [3, 4], также важно для совершенствования промышленного сортимента винограда [5] и в селекционной работе при создании сортов с заданными хозяйственными характеристиками [6], позволяет правильно планировать выполнение различных агротехнических мероприятий на винограднике.

Цель работы – установление фенологической специфичности местных сортов винограда Крыма по характеристике фенологических фаз вегетационного периода – потенциальных источников ценных признаков, обладающих высокой степенью максимально адаптированных к условиям и потребностям Республики Крым.

Материалы и методы исследования

Место проведения исследований – базовая коллекция винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (ЦКП АК «Магарач») [7], которая находится в Западном предгорно-приморском районе Крыма (с. Вилино, Бахчисарайский р-н, Республика Крым). Ампелографическая коллекция заложена в 1978-1988 гг. по схеме 3х1,5 м. Кусты сформированы по типу горизонтального двуплечего кордона на среднем штамбе (70-75 см). Коллекция занимает площадь 15,8 га и привита на филлоксероустойчивом подвое Кобер

5ББ. Агротехнический уход осуществляется по правилам, общепринятым для данного района виноградарства. Каждый образец в коллекции представлен 10 кустами. Объект исследований – 72 местных сорта винограда Крыма ЦКП АК «Магарач», в том числе 44 винных сортов, 13 столово-винных и 15 столовых сортов винограда. 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, Джеват кара, Кефесия, Сары Пандас, Солнечнодолинский; универсальный сорт Солдая; столовые сорта Шабаш, Асма. Изучение сортов проводилось в период 2019-2021 гг. В работе использованы методики: «Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis» [8], которая предложена МОБВ и используется в международной практике; «Изучение сортов винограда» (Лазаревский, 1963) [2]. Метеоданные за 2019-2021 гг. приводятся по результатам наблюдений метеостанции с. Почтовое Бахчисарайского района Республики Крым, расположенной в 20 км от ЦКП АК «Магарач» [9].

Результаты и их обсуждение

Краткая характеристика метеоусловий 2019–2021 гг. За период исследований в 2019 г. выпало 476,0 мм осадков; в 2020 г. – 466,0 мм осадков; в 2021 г. – 402,0 мм осадков. В течение вегетационного периода (апрель–сентябрь) в 2019 г. выпало 277,0 мм осадков; в 2020 г. – 327,0 мм осадков; в 2021 г. – 274,0 мм осадков.

Среднесуточная температура зимних месяцев в 2019–2021 гг. составляла от 2,5°C до 6,0°C. Абсолютная минимальная температура воздуха зимой за весь период исследований не опускалась ниже минус 13,0°C (17.02.2021). Среднесуточная температура летних месяцев в 2019–2021 гг. составляла от 22,6°C до 23,8°C. Весенние заморозки наблюдались в 2019 г. 3 апреля (минус 4,0 °C); в 2020 г. – 4 апреля (минус 4,1°C); в 2021 г. – 10 апреля (минус 1,7°C).

Дата прохождения через биологический ноль у винограда (установление постоянной среднесуточной температуры выше 10°C) в условиях Ампелографической коллекции «Магарач» в 2019 г. отмечена 25 апреля, в 2020 г. – 26 апреля, в 2021 г. – 27 апреля (средняя многолетняя дата – 23 апреля).

Сумма активных температур на 01 октября 2019 г. составила 3205,0°C; на 01 октября 2020 г. – 3132,1°C; на 01 октября 2021 г. – 3114,2°C [9].

Изучение основных фенологических фаз вегетационного периода

В результате анализа дат наступления основных фенологических фаз 72 местных сортов винограда Крыма ЦКП АК «Магарач» установлено, что изученные сорта по продолжительности продукционного периода (от начала распускания почек до технологической зрелости ягод) характеризуются значительным разнообразием и, согласно международному классификатору [8], разделяются на четыре группы: сорта раннесреднего, среднего, среднепозднего и позднего сроков созревания. Следует отметить, что раннесредние сорта составляют по 1,4 % от общего количества

Таблица 1. Характеристика основных фенологических фаз вегетационного периода местных сортов винограда Крыма винного направления (среднее за 2019–2021 гг.)**Table 1.** Characteristics of basic phenological phases of the growing season of Crimean local wine grape varieties (average for 2019–2021)

Название сорта	Начало распускания почек (НРП), дата	Число дней от НРП до НЦ, дни	Начало цветения (НЦ), дата	Число дней от НЦ до НСЯ	Начало созревания ягоды (НСЯ), дата	Число дней от НСЯ до (ПЗ), дни	Промышленная зрелость (ПЗ), дата	Продолжительность периода: НРП – ПЗ, дни (X)	НРП – ПЗ, (a)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Винные сорта раннесреднего срока созревания (126-135 дней)									
Фирский ранний	29.04	44	11.06	51	01.08	40	10.09	135	3,4
Винные сорта среднего срока созревания (136-145 дней)									
Богос зерва	29.04	41	08.06	61	08.08	40	18.09	142	2,2
Кандаваста	28.04	45	11.06	55	05.08	42	17.09	142	2,2
Капсельский (контроль)	26.04	44	08.06	58	05.08	40	15.09	142	1,8
Чингине кара	01.05	47	16.06	55	10.08	40	20.09	142	3,5
Куртсеит аганын изюм	02.05	43	16.06	59	11.08	41	22.09	143	2,5
Кутлакский черный	29.04	43	10.06	59	08.08	41	19.09	143	3,6
Эмир Вейс	27.04	43	08.06	60	07.08	40	18.09	143	3,8
Бияс айбаты	27.04	44	09.06	59	07.08	41	18.09	144	3,1
Дардаган	25.04	46	09.06	57	05.08	41	16.09	144	3,1
Сале аганын кара	27.04	46	11.06	58	08.08	40	18.09	144	2,0
Солнечная долина 31а	26.04	46	10.06	58	07.08	40	17.09	144	2,7
Солнечная долина б5	01.05	47	16.06	56	11.08	41	22.09	144	3,1
Тергульмек	25.04	47	10.06	57	06.08	40	16.09	144	3,4
Аргин зерва	27.04	45	10.06	61	10.08	40	19.09	145	3,1
Демир кара	30.04	41	09.06	63	11.08	41	22.09	145	2,4
Кокурдес белый	27.04	43	08.06	61	08.08	41	19.09	145	2,0
Мисгюли кара	28.04	46	12.06	59	10.08	40	20.09	145	3,4
Мурза изюм	28.04	43	09.06	62	10.08	40	20.09	145	3,3
Павло изюм	23.04	48	09.06	57	05.08	40	15.09	145	5,6
Полковник изюм	27.04	44	09.06	61	09.08	40	19.09	145	3,4
Сых дане	27.04	47	12.06	58	09.08	40	19.09	145	1,9
Харко	21.04	52	11.06	53	03.08	40	13.09	145	3,8
Хачадор	28.04	44	10.06	61	10.08	40	20.09	145	2,9
Чивсиз сары	29.04	46	13.06	59	11.08	40	21.09	145	3,0
Шира изюм	24.04	46	08.06	59	06.08	40	16.09	145	3,1
Яных якуб	28.04	42	08.06	63	10.08	40	20.09	145	3,3
Винные сорта среднепозднего срока созревания (146-155 дней)									
Абла аганын изюм	24.04	47	09.06	60	08.08	43	21.09	150	3,1
Аджем мискет	29.04	43	10.06	59	08.08	53	01.10	155	1,4
Айбаты	26.04	48	12.06	58	09.08	49	28.09	155	0,5
Аксеит кара	30.04	43	11.06	62	12.08	50	02.10	155	0,5
Амет Аджи Ибрам	26.04	46	10.06	64	13.08	45	28.09	155	0,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Джеват кара (контроль)	25.04	46	09.06	63	11.08	46	27.09	155	0,7
Капитан Яни кара	27.04	44	09.06	64	12.08	47	29.09	155	0,7
Кок Пандас (контроль)	28.04	45	11.06	61	11.08	48	29.09	154	1,1
Кок хабах	01.05	43	12.06	61	12.08	49	01.10	153	1,1
Крона (контроль)	21.04	51	10.06	60	09.08	43	22.09	154	3,8
Мискет	28.04	45	11.06	59	09.08	51	30.09	155	1,9
Морской 19	28.04	44	10.06	64	13.08	46	29.09	154	1,2
Мускат крымский	28.04	46	12.06	59	10.08	50	30.09	155	2,2
Насурла	27.04	45	10.06	60	09.08	50	29.09	155	1,3
Сафта дурмаз	30.04	45	11.06	59	09.08	50	29.09	154	1,8
Солнечная долина 16	23.04	47	08.06	62	09.08	42	21.09	151	4,0
Солнечная долина 71/7	25.04	47	10.06	63	12.08	45	27.09	155	2,0
Солнечнодолинский	24.04	45	07.06	63	09.08	47	26.09	155	1,3
Халиль изюм	24.04	44	06.06	61	06.08	46	22.09	151	4,7
Херсонесский	26.04	46	10.06	62	11.08	47	28.09	155	2,0
Черный крымский	26.04	46	10.06	58	07.08	51	28.09	155	1,1
Яных зерва	01.05	46	15.06	60	14.08	47	01.10	153	1,6
Винные сорта позднего срока созревания (156-165 дней)									
Кефесия (контроль)	28.04	44	10.06	64	13.08	51	04.10	159	0,7
Кокур белый (контроль)	27.04	44	09.06	63	11.08	53	04.10	160	3,3
Кокур белый / клон 46-10-3	26.04	45	09.06	63	11.08	52	03.10	160	0,5
Кокур белый полурассеченный	26.04	45	09.06	62	10.08	53	03.10	160	1,4
Кокур белый рассеченный	26.04	45	09.06	63	11.08	52	03.10	160	1,4
Кокур черный	24.04	48	10.06	63	12.08	49	01.10	160	1,7
Сары Пандас	25.04	47	10.06	63	12.08	50	02.10	160	1,6
Ташлы	28.04	43	09.06	62	10.08	55	05.10	160	0,5
Кокур белый / клон 46-10-6	26.04	45	09.06	63	11.08	53	04.10	161	0,7
Кокур красный	25.04	45	08.06	64	11.08	52	03.10	161	1,4
Солнечная долина 58	24.04	48	10.06	63	12.08	51	03.10	162	3,3
Кирмизи сап судакский	23.04	48	09.06	66	14.08	51	05.10	165	3,8
Танагоз	27.04	46	11.06	64	14.08	53	09.10	165	1,8
НСР (95,0 %)		0,5		0,7		1,1		1,5	0,3

местных крымских сортов, сорта среднего срока созревания составляют 37,5 %, сорта среднепозднего – 37,5 % и позднего сроков созревания – 23,6 %.

К группе раннесреднего срока созревания сортов технического направления относится сорт Фирский ранний, ППП у которого составляет 135 дней (табл. 1). В условиях ампелографической коллекции фенологическая фаза начала распускания почек отмечена в среднем 29 апреля (средняя многолетняя дата 21 апреля), фенофаза начала цветения в среднем наступает 11 июня, дата начала созревания ягод – 1 августа,

дата технической зрелости, при которой химический состав ягод винограда в полной мере соответствует технологическим требованиям, в среднем наступает 10 сентября. В среднем период от начала распускания почек до начала цветения составляет 41 день, от начала цветения до начала созревания ягод – 51 день, число дней от начала созревания ягод до технической зрелости – 40. Группа винных сортов среднего срока созревания включает 26 сортов. В условиях ампелографической коллекции у винных сортов среднего срока созревания фенофаза начала распускания почек

Таблица 2. Характеристика основных фенологических фаз вегетационного периода местных сортов винограда Крыма столового и столово-винного направления (среднее за 2019–2021 гг.)**Table 2.** Characteristics of basic phenological phases of the growing season of Crimean local table and table-wine grape varieties (average for 2019–2021)

Название сорта	Начало распускания почек (НРП), дата	Число дней от НРП до НЦ, дни	Начало цветения (НЦ), дата	Число дней от НЦ до НСЯ	Начало созревания ягод (НСЯ), дата	Число дней от НСЯ до ПЗ, дни	Промышленная зрелость (ПЗ), дата	Продолжительность периода: НРП – ПЗ, дни (X)	НРП – ПЗ, (a)
Столово-винные сорта среднепозднего срока созревания									
Канагын изюм	26.04	47	11.06	56	06.08	51	27.09	154	2,7
Солдайка (контроль)	01.05	41	10.06	60	09.08	45	24.09	146	1,4
Солнечная долина 40	27.04	45	10.06	61	10.08	48	28.09	154	0,5
Столовые сорта среднего и среднепозднего сроков созревания									
Морской 75	24.04	48	10.06	53	02.08	42	14.09	143	2,0
Манжил ал	29.04	42	09.06	58	06.08	55	30.09	155	1,4
Альбурла	30.04	43	11.06	62	12.08	50	01.10	155	1,8
Столовые сорта позднего срока созревания									
Асма (контроль)	26.04	47	11.06	67	17.08	50	07.10	164	1,6
Кокурдес черный	22.04	48	08.06	65	12.08	52	04.10	165	1,5
Шабаш (контроль)	21.04	48	07.06	64	10.08	53	03.10	165	3,5
Шабаш крупноягодный	26.04	46	10.06	64	13.08	55	08.10	165	1,5
НСР (95,0 %)		2		3,2		3		5,8	0,6

наступает в среднем с 21 апреля по 2 мая, фенологическая фаза начала цветения приходится на 8–16 июня, период от начала распускания почек до начала цветения составляет 41–52 дня. Даты начала созревания ягод наступают с 3 по 11 августа, число дней от начала цветения до начала созревания ягод составляет 53–63 дня. Техническая зрелость у винных сортов среднего срока созревания наступает в период с 13 по 22 сентября, число дней от начала созревания ягод до технической зрелости – 40–42, продолжительность периода от начала распускания почек до технической зрелости ягод составляет 142–145 дней. Фенологическая фаза начала распускания почек в условиях ампелографической коллекции у 22 винных сортов среднепозднего срока созревания наступает с 21 апреля по 1 мая, фенологическая фаза начала цветения – 6–15 июня, даты начала созревания ягод – 6–14 августа, техническая зрелость – в период с 21 сентября по 2 октября. Период от начала распускания почек до начала цветения составляет 43–51 день, число дней от начала цветения до начала созревания ягод – 58–64, число дней от начала созревания ягод до технической зрелости – 42–53, продолжительность периода от начала распускания почек до технической зрелости ягод – 150–155 дней. Группа технических сортов позднего срока созревания включает 13 сортов. В условиях ампелографической коллекции у этой группы сортов фенологическая фаза начала распускания почек наступает с 23 апреля по 28 апреля, фенологическая фаза начала цветения – 8–11 июня, даты начала созревания ягод – с 10 июля по 14 августа. Техническая зрелость у винных сортов позднего срока созревания наступает с 1 по 9 октя-

бря. Период от начала распускания почек до начала цветения составляет 43–48 дней, от начала цветения до начала созревания ягод – 62–66 дней, от начала созревания ягод до технической зрелости – 49–55 дней, продолжительность периода от начала распускания почек до технической зрелости ягод составляет 159–165 дней.

Установлено, что местные сорта винограда Крыма столово-винного направления по продолжительности продукционного периода (от начала распускания почек до промышленной зрелости ягод) согласно международному классификатору OIV [8] распределяются в группу среднепозднего срока созревания (табл. 2). Фенологическая фаза начала распускания почек у сортов столово-винного направления наступает с 26 апреля по 1 мая, фенофаза начала цветения наступает 10–11 июня, даты начала созревания ягод – 6–10 августа, техническая зрелость – 24–29 сентября. Период от начала распускания почек до начала цветения составляет в среднем 41–47 дней, от начала цветения до начала созревания ягод – 56–61 день, от начала созревания ягод до технической зрелости – 45–51 день, продолжительность периода от начала распускания почек до технической зрелости ягод 146–155 дней.

Установлено, что местные сорта винограда Крыма столового направления по продолжительности продукционного периода согласно международному классификатору OIV [8] разделяются на группы: среднего, среднепозднего и позднего сроков созревания (табл. 2). В условиях ампелографической коллекции у столового сорта среднего срока созревания Морской 75 основные фенофазы в среднем наступают в следу-

ющие даты: начала распускания почек – 24 апреля, начала цветения – 10 июня, начала созревания ягод 2 августа, потребительская зрелость – 14 сентября. Период от начала распускания почек до начала цветения в среднем составляет 41 день, от начала цветения до начала созревания ягод – 60 дней, число дней от начала созревания ягод до потребительской зрелости – 45. Время сбора столовых сортов винограда определяется потребительской зрелостью. У столовых сортов момент наступления потребительской зрелости определяется требованиями, когда виноград приобрел вкусовые качества пригодные для употребления в свежем виде. Продолжительность продукционного периода у столового сорта Морской 75 среднего срока созревания составляет 146 дней. У столовых сортов среднепозднего срока созревания в условиях ампелографической коллекции основные фенофазы наступили в следующие даты: начала распускания почек 29-30 апреля, начала цветения – 9-11 июня, начала созревания ягод 6-12 августа, потребительская зрелость с 30 сентября по 1 октября. Период от начала распускания почек до начала цветения составляет 42-43 дня, от начала цветения до начала созревания ягод – 58-62 дня, число дней от начала созревания ягод до потребительской зрелости – 50-55. Продолжительность продукционного периода у столовых сортов среднепозднего срока созревания составляет 155 дней. У столовых сортов позднего срока созревания в условиях ампелографической коллекции основные фенофазы наступили в следующие даты: начала распускания почек 21-26 апреля, начала цветения – 7-11 июня, начала созревания ягод – 10-17 июля, потребительская зрелость – 3-8 октября. Период от начала распускания почек до начала цветения составляет 46-48 дней, от начала цветения до начала созревания ягод – 64-67 дней, от начала созревания ягод до потребительской зрелости – 50-55 дней. Продолжительность продукционного периода у столовых сортов позднего срока созревания составляет 164-165 дней.

Характеристики фенофаз ППП крымских сортов винограда ЦКП АК «Магарач», изученные в условиях Западного предгорно-приморского района Крыма соответствуют показателям, полученным ранее в условиях горно-долинного Крыма [10].

Выводы

Установлено, что продолжительность продукционного периода (ППП) местных сортов винограда Крыма, согласно международному классификатору OIV [9], составляет:

- для винных сортов раннесреднего срока созревания – 135 дней;
- для винных сортов среднего срока созревания – 142-145 дней;
- для винных сортов среднепозднего срока созревания – 150-155 дней;
- для винных сортов позднего срока созревания – 159-165 дней;
- для столово-винных сортов среднепозднего срока созревания – 146-155 дней;
- для столовых сортов среднего срока созревания –

146 дней;

- для столовых сортов среднепозднего срока созревания – 155 дней;
- для столовых сортов позднего срока созревания – 164-165 дней.

Полученные характеристики местных сортов винограда Крыма по фенологическим фазам продукционного периода использованы для выделения источников ценных хозяйственных признаков. По результатам оценки 72 местных сортов винограда Крыма в 2019-2021 гг. по показателям урожайности, качества винограда и устойчивости к стресс-факторам среды выделены источники ценных хозяйственных признаков:

- винные сорта Капитан Яни кара (среднепозднего срока созревания), Кокур белый клон 46-10-3 и Кокур белый клон 46-10-6 (позднего срока созревания);
- столово-винные сорта Эмир Вейс (среднего срока созревания), Солнечная долина 58;
- столовые сорта Альбурла и Танагоз (среднепозднего и позднего сроков созревания).

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

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Полулях А.А., Волюнкин В.А., Лиховской В.В. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». Проблемы и перспективы сохранения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276.
2. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда / Ростов-на-Дону: Ростовский университет. 1963:1-152.
3. Рыбалко Е.А., Иванченко В.И., Воскресенская Е.Н., Вышкваркова Е.В., Коваленко О.Ю. Микроклиматическое районирование западного предгорно-приморского района Крыма для развития виноградарства. Системы контроля окружающей среды. 2015;2(22):97-101.
4. Иванченко В.И., Тимофеев Р.Г., Баранова Н.В. Оптимизация размещения насаждений столовых сортов винограда в АР Крым с учётом агроэкологических ресурсов местности // Перспективы развития виноградарства и виноделия в странах СНГ: Тез. докладов и сообщений Международной научно-практической конференции, посвящённой 180-летию НИВиВ «Магарач» (28-30.10.2008 г.). Ялта, 2008;2:13-14.
5. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В. Виноградарство. М., 2017;1-497.
6. Зленко В.А. Совершенствование методов отбора гено-

- пов винограда с целью ускорения селекционного процесса. // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;4:11-13.
7. <http://magarach-institut.ru/ampelograficheskaja-kollekcija-magarach/> (дата обращения: 20.12.2021).
 8. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. OIV, 2009. Электронный ресурс: Режим доступа URL: <http://www.oiv.int/fr/> (дата обращения: 20.12.2021).
 9. http://rp5.ua/Архив_погоды_в_Почтовом/ (дата обращения: 01.11.2021).
 10. Студенникова Н.Л., Васылык И.А., Котоловец З.В., Лиховской В.В. Особенности фенологических фаз автохтонных сортов винограда в условиях горно-долинно-го Крыма. Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017;47(5):80-89.
- ### References
1. Polulyakh A. A., Volynkin V. A., Likhovskoi V. V. Genetic resources of grapes of the Institute "Magarach". Problems and prospects of conservation. Vavilov journal of genetics and selection. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276 (in Russian).
 2. Lazarevsky M.A. Study of grape varieties. Rostov-on-don: Rostov University. 1963:1- 152 (in Russian).
 3. Rybalko E.A., Ivanchenko V.I., Voskresenskaya E.N., Vyshkvarikova E.V., Kovalenko O.Yu. Microclimatic zoning of the western foothill-coastal region of Crimea for the development of viticulture. Environmental control systems. 2015;2(22):97-101 (in Russian).
 4. Ivanchenko V.I., Timofeev R.G., Baranova N.V. Optimization of the placement of plantings of table grape varieties in the Autonomous Republic of Crimea, taking into account the agro-ecological resources of the area. Prospects for the development of viticulture and winemaking in the CIS countries: Reports and messages of the International scientific-practical conference dedicated to the 180th anniversary of the NIV&W "Magarach" (28-30.10.2008). Yalta, 2008;2:13-14 (in Russian).
 5. Smirnov K.V., Maltabar L.M., Radjabov A.K., Matuzok N.V. Viticulture. M., 2017;1-497 (in Russian).
 6. Zlenko V.A. Improving the methods of selection of grape genotypes in order to speed up the selection process. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;4:11-13 (in Russian).
 7. <http://magarach-institut.ru/ampelograficheskaja-kollekcija-magarach/> (date of application: 20.12.2021)
 8. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. OIV, 2009. Electronic resource: Access mode: URL: <http://www.oiv.int/fr/> (date of application: 20.12.2021).
 9. http://rp5.ua/Архив_погоды_в_Почтовом/ (date of application: 01.11.2021).
 10. Studennikova N.L., Vasylyk I.A., Kotolovets Z.V., Likhovskoi V.V. Features of the phenological phases of autochthonous grape varieties in the conditions of the mountain-valley Crimea. Horticulture and viticulture of the South Russia. 2017;47(5):80-89 (in Russian).

Информация об авторах

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

Владимир Александрович Волюнкин, д-р с.-х. наук, профессор, гл. науч. сотр. лаборатории ампелографии; e-мейл: volynkin@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-8799-1163>.

Information about authors

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

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

Статья поступила в редакцию 02.03.2022, одобрена после рецензии 05.03.2022, принята к публикации 10.03.2022

Новые устойчивые сорта винограда Пино Искра, Керсус, Пино Корс, Волтурнис

Хафизова А.А., Сартори Е.

Виваи Кооперативи Раушедо (VCR), Италия, 33095 Раушедо, ул. Удине, 39

Аннотация. С 2006 года Виваи Кооперативи Раушедо начали плодотворное сотрудничество с Университетом Удине и Институтом Прикладной Геномики с целью обеспечить виноградарей новыми сортами винограда, устойчивыми к самым опасным грибным заболеваниям. В 2020 году в Национальном реестре сортов Италии были зарегистрированы 4 новых технических сорта винограда, полученных в результате скрещиваний сортов Пино блан и Пино нуар с донорами устойчивости. Исследования показали, что новые сорта Пино Искра, Керсус, Пино Корс и Волтурнис обладают превосходящими хозяйственно-ценными характеристиками, а вина из этих сортов сопоставимы или превышают качество родительских сортов.

Ключевые слова: устойчивые сорта; Виваи Кооперативи Раушедо; устойчивость растений; виноградарство; виноделие.

Для цитирования: Хафизова А.А., Сартори Е. Новые устойчивые сорта винограда Пино Искра, Керсус, Пино Корс, Волтурнис // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):19-25 DOI 10.35547/IM.2022.53.62.003

New resistant grape varieties 'Pinot Iskra', 'Kersus', 'Pinot Kors', 'Volturnis'

Khafizova A.A., Sartori E.

Vivai Cooperativi Rauscedo (VCR), 39 Via Udine, 33095 Rauscedo (PN), Italy

Abstract. In 2006 the Vivai Cooperativi Rauscedo started a fruitful collaboration with the University of Udine and the Institute of Applied Genomics with the aim of providing vine-growers with new wine grape varieties resistant to the most dangerous fungal diseases. In 2020 four new resistant wine grape varieties were registered in the Italian National Register of Varieties, resulting from crosses between 'Pinot Blanc' and 'Pinot Noir' with resistance donors. The studies show that new varieties 'Pinot Iskra', 'Kersus', 'Pinot Kors' and 'Volturnis' have excellent economically valuable characteristics, and their wine quality is comparable to or exceeding the quality of parental varieties.

Key words: resistant varieties; Vivai Cooperativi Rauscedo; plant resistance; viticulture; winemaking.

For citation: Khafizova A.A., Sartori E. New resistant grape varieties 'Pinot Iskra', 'Kersus', 'Pinot Kors', 'Volturnis'. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):19-25 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.53.62.003

Введение

Устойчивые сорта винограда нового поколения представляют собой первый позитивный подход к экологичному производству винодельческой продукции. Использование устойчивых сортов винограда позволяет примерно до 70% сократить использование средств защиты растений, ограничить перерасход воды, а также уровень ее загрязнения, избежать уплотнения почвы и снизить производственные затраты (данные были собраны и обработаны VCR и Norta S.r.l. в рамках европейского проекта INNOVINE - GA № 311775). Все это без снижения качества и полезности производимого вина. В 2006 году Виваи Кооперативи Раушедо (далее VCR) осознали необходимость дать конкретные ответы на возникающие требования с точки зрения устойчивости развития питомниководства и виноградарства. По этой причине VCR начали плодотворное сотрудничество с Университетом Удине и Институтом Прикладной Геномики с целью

обеспечить виноградарей новыми сортами винограда, устойчивыми к милдью и оидиуму. Первые десять устойчивых итальянских сортов (VCR является эксклюзивным лицензиатом) были зарегистрированы в Национальном реестре сортов Италии в 2015 г.

После достижения этой первой вехи, VCR сосредоточились на оценке 7 новых устойчивых сортов, созданных Университетом Удине в результате скрещивания сортов Пино Нуар и Пино Блан с новыми, более эффективными донорами устойчивости [1, 3]. Сорта обладают отличной устойчивостью к вышеупомянутым болезням, хорошей продуктивностью и силой роста, а также энологическим потенциалом [8-10], равным или превосходящим родительские формы *V. vinifera*. В настоящий момент данные сорта находятся на шестом году агрономических и энологических испытаний на экспериментальном участке в Раушедо (Италия). В то же время за последние несколько лет вступили в плодоношение лозы, высаженные на других экспериментальных участках, как в Италии, так и за её границами.

Эти новые сорта винограда были особенно высо-



Рис. 1. Гроздь сорта Пино Искра
Fig. 1. A bunch of 'Pinot Iskra' variety



Рис. 2. Гроздь сорта Керсус
Fig. 2. A bunch of 'Kersus' variety

ко оценены на официальных дегустациях виноделами, энологами и потребителями в целом. Микрообразцы вин устойчивых сортов были представлены VCR на Международном конкурсе вин PIWI, данная премия присуждается наиболее качественным винам, произведенным из сортов, устойчивых к болезням.

В июне 2020 г. (декретом 152 от 17.06.2020) четыре новых устойчивых сорта были зарегистрированы в Национальном реестре сортов Италии:

- Пино Искра (Pinot Iskra® UD-109,033 белый);
- Керсус (Kersus® UD-109,052 белый);
- Пино Корс (Pinot Kors® UD-156,537 красный);
- Волтурнис (Volturnis® UD-156,312 красный).

В марте 2021 г. (декретом 028/2021 от 11.03.2021) данные сорта были разрешены к возделыванию в регионе Фриули-Венеция-Джулия, а в апреле 2021 г. (декретом директора агропродовольственного отдела №45 от 13.04.2021) были разрешены к возделыванию в регионе Венето.

Пино Искра

Пино Искра – белый технический сорт винограда, полученный в результате скрещивания сортов Пино блан и донора устойчивости SK-00-1/7. Сорт обладает хорошей силой роста с полупрямым положением побегов. Гроздь средняя или средне-малая (168 г¹),

цилиндрическая, среднеплотная с 1-2 небольшими лопастями (рис. 1). Ягода средне-малая, сферическая. Кожица среднеплотная со слабым пруиновым налетом, зелено-золотистой окраски. Мякоть водянистая, с нейтральным вкусом. Среднераннего созревания (29 августа¹). Урожайность средняя (3.1 кг на куст¹). Сорт хорошо адаптируется к разным системам ведения и формировкам, в качестве формировки чаще всего используется Гюйо. Обладает превосходной устойчивостью к милдью (2 локуса устойчивости Rpv 1, Rpv 12) и оидиуму (2 локуса устойчивости Run 1, Ren 3). Отличается повышенной толерантностью к черной гнили. Характерна хорошая устойчивость к пониженным температурам (до -20°C).

С органолептической точки зрения вино из сорта Пино Искра сильно напоминает родительский сорт Пино блан. В аромате преобладают интенсивные фруктовые, цветочные и цитрусовые ноты. Вино отличается выраженной свежестью и длительным послевкусием. Данный сорт хорошо подходит для производства игристых вин, или ароматных молодых вин с короткой выдержкой. В 2018 г. микрообразец вина VCR из сорта Пино Искра получил серебряную медаль (85 баллов из 100) на международном конкурсе вин PIWI в Германии.

Керсус

Керсус – белый технический сорт винограда, по-

¹ средние данные за 2016-2018 гг.

лученный в результате скрещивания сортов Пино блан и донора устойчивости SK-00-1/7. Сорт обладает повышенной силой роста с полупрямым положением побегов. Гроздь средnekрупная (263 г¹), цилиндрическая, плотная, иногда с небольшой лопастью (рис. 2). Ягода средне-малая, сферическая. Кожица средне-плотная со средним пруиновым налетом, зелено-золотистой окраски. Мякоть водянистая, с нейтральным вкусом. Среднераннего созревания (8 сентября¹). Урожайность повышенная (4.5 кг на куст¹). Сорт хорошо адаптируется к разным системам ведения и формировкам, в качестве формировки чаще всего используется Гюйо. Обладает превосходной устойчивостью к милдью (локус устойчивости *Rpv 12*) и хорошей устойчивостью к оидиуму (локус устойчивости *Ren 3*). Характерна хорошая устойчивость к пониженным температурам (до -20°C).

С органолептической точки зрения вино из сорта Керсус напоминает вина из сортов Шардоне и Пино гри. В аромате преобладают очень интенсивные цветочные и цитрусовые ноты, переходящие в ароматы экзотических фруктов (рис. 3). Вино отличается выраженной свежестью и фруктовыми нотками в послевкусии. Данный сорт хорошо подходит для производства молодых вин с короткой выдержкой.

Пино Корс

Пино Корс – черный технический сорт винограда, полученный в результате скрещивания сортов Пино нуар и донора устойчивости 99-1-48. Сорт обладает повышенной силой роста с опущенным положением побегов, в связи с чем необходимо проводить зеленую обрезку для облегчения вегетации. Гроздь средняя или средnekрупная (275 г¹), коническая, средне-плотная с 3-4 небольшими лопастями (рис. 4). Ягода средне-малая, сферическая. Кожица средне-тонкая со средним пруиновым налетом, сине-черной окраски. Мякоть водянистая, с нейтральным вкусом. Среднего созревания (15 сентября¹). Урожайность средневысокая (3.6 кг на куст¹). Сорт хорошо адаптируется к разным системам ведения и формировкам, в качестве формировки чаще всего используется Гюйо. Обладает превосходной устойчивостью к милдью (2 локуса устойчивости *Rpv 1*, *Rpv 12*) и оидиуму (локус устойчивости *Run 1*). Отличается хорошей толерантностью к черной гнили.

С органолептической точки зрения вино из сорта Пино Корс сильно напоминает родительский сорт Пино нуар. В аромате преобладают нежные цветочные нотки, напоминающие розу, и интенсивные ароматы красных фруктов и специй. Насыщенное полное вино, с повышенным содержанием антоцианов и полифенолов. Данный сорт хорошо подходит для производства вин средней или длительной выдержки. В 2018 году микрообразец вина VCR из сорта Пино Корс получил золотую медаль (94 балла из 100) на международном конкурсе вин PIWI в Германии.

Волтурнис

Волтурнис – черный технический сорт винограда, полученный в результате скрещивания сортов Пино нуар и донора устойчивости 99-1-48. Сорт обладает повышенной силой роста с полупрямым положением

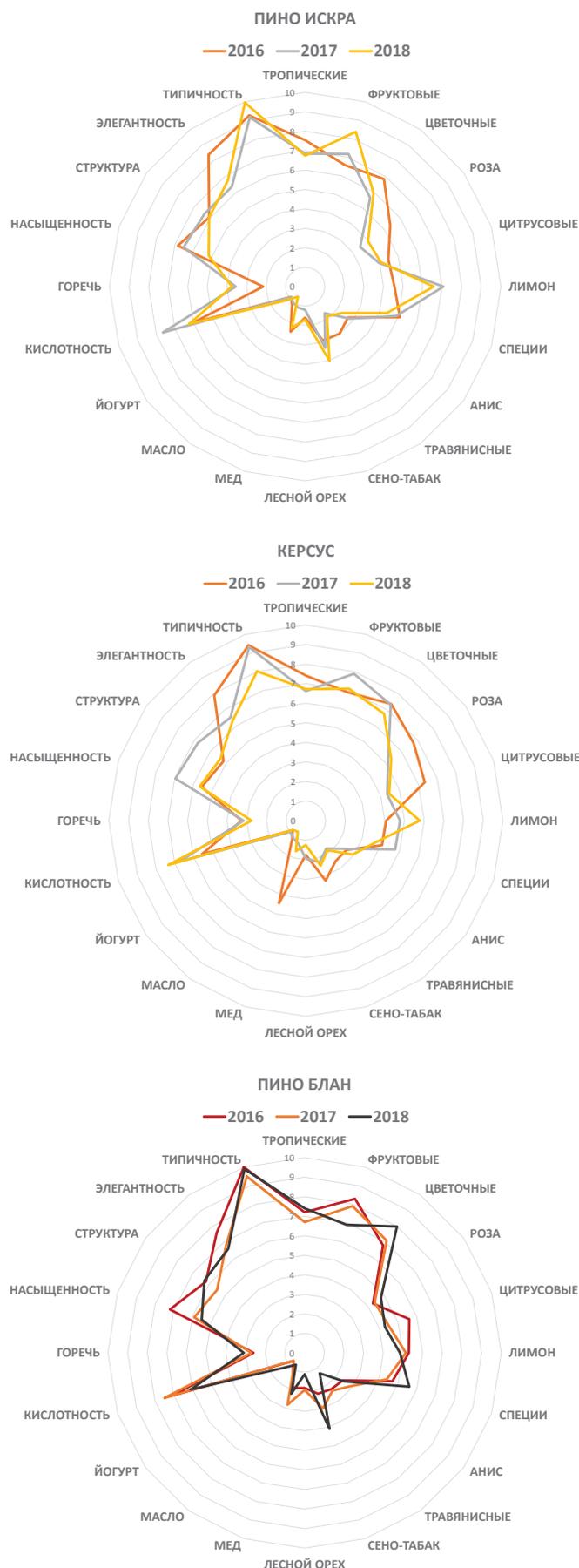


Рис. 3. Сравнение ароматического профиля сортов Пино Искра, Керсус и родительского сорта Пино блан
Fig. 3. Comparison of aromatic profiles of 'Pinot Iskra', 'Kersus' and parental variety 'Pinot Blanc'



Рис. 4. Гроздь сорта Пино Корс
Fig. 4. A bunch of 'Pino Kors' variety



Рис. 5. Гроздь сорта Волтурнис
Fig. 5. A bunch of 'Voturnis' variety

побегов. Гроздь средняя или среднекрупная (263 г¹), коническая, плотная с 3-4 лопастями (рис. 5). Ягода средне-малая, сферическая. Кожица среднетолстая со плотным пруиновым налетом, сине-черной окраски. Мякоть водянистая, с нейтральным вкусом. Среднего созревания (13 сентября¹). Урожайность средневысокая (3.6 кг на куст¹). Сорт хорошо адаптируется к разным системам ведения и формировкам, в качестве формировки чаще всего используется Гюйо. Обладает превосходной устойчивостью к милдью (локус устойчивости *Rpv 12*); отличается средней чувствительностью к оидиуму и низкой толерантностью к черной гнили. Характерна хорошая устойчивость к пониженным температурам (до -20°C).

С органолептической точки зрения вино из сорта Волтурнис сильно напоминает родительский сорт Пино нуар. В аромате преобладают интенсивные ноты красных фруктов и перезревших фруктов, в частности черешни и земляники, ощутимые также в послевкусии (рис. 6). Насыщенное полнотелое вино, с повышенным содержанием антоцианов и полифенолов. Данный сорт хорошо подходит для производства вин средней или длительной выдержки. В 2020 году микрообразец вина VCR из сорта Волтурнис получил серебряную медаль (87 баллов из 100) на международном конкурсе вин PIWI в Германии.

Ароматический профиль сортов, полученных в ре-

зультате скрещивания с сортами Пино

Для оценки ароматического профиля вин были выбраны соединения, наиболее характерные для сортов Пино блан и Пино нуар. Порог восприятия некоторых ароматических соединений может быть довольно низким, но при этом существенно влияют на ароматическую композицию вина. В то же время, верно и обратное, некоторые ароматические вещества невозможно почувствовать, если их концентрация, даже будучи высокой, не превышает порог восприятия. Следует также помнить, что общее содержание ароматических свободных веществ во многом зависит и от технологии производства вина. Именно поэтому для всех микрообразцов вин VCR используют стандартную технологию. При анализе ароматического потенциала микрообразцов следует также учитывать, что небольшой объем производимого вина может лимитировать экспрессию ароматов.

Несмотря на все вышеперечисленные аргументы, слепые дегустации данных микрообразцов вина показали интересные результаты: дегустационная оценка новых сортов была на уровне или выше родительских форм Пино блан и Пино нуар. Некоторые микрообразцы даже заняли призовые места на международном конкурсе PIWI, где участвовали также и коммерческие образцы вин.

Анализ ароматического профиля, в частности сво-



Рис. 6. Сравнение ароматического профиля сортов Пино Корс, Волтурнис и родительского сорта Пино нуар
Fig. 6. Comparison of aromatic profiles of 'Pinot Kors', 'Voltumnis' and parental variety 'Pinot Noir'

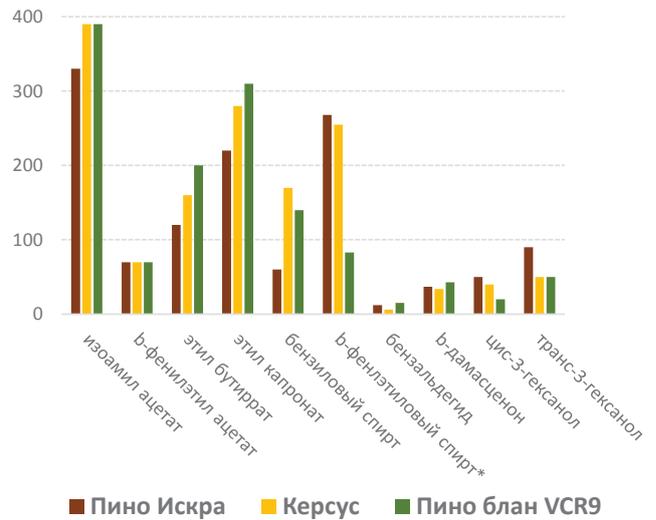


Рис. 7. Свободные ароматические вещества сортов Пино Искра, Керсус и родительского сорта Пино блан, µg/l (*b-фенлэтиловый спирт в 10-2)

Fig. 7. Free aromatic substances of 'Pinot Iskra', 'Kersusus' and parental variety 'Pinot Blanc', µg/l (*b-phenylethyl alcohol in 10-2)

бодных ароматических веществ, показал сильную схожесть изучаемых сортов винограда с родительскими формами Пино блан и Пино нуар. Сорт Пино Искра особенно приближается к сорту Пино блан [5], и характеризуется нотками свежих фруктов, прекрасной кислотностью и структурой, данные качества делают его подходящим для производства игристых вин. Сорт Керсус характеризуется легким ароматом розы, гармоничной кислотностью и структурой. Данный сорт особенно подходит для производства тихих молодых вин с возможной выдержкой (рис. 7).

Сорт Пино Корс обладает повышенным содержанием полифенолов и антоцианов по сравнению с родительским сортом Пино нуар [6, 7], что определено является положительной характеристикой нового сорта, так как содержание данных веществ в вине из сорта Пино нуар часто занижено. В ароматическом профиле преобладают бальзамические нотки, ароматы зрелых фруктов и красных ягод, особенно малины, в то же время, по сравнению с вином из сорта Пино нуар, менее выражены ноты кислых фруктов и зелени, что также является преимуществом сорта Пино Корс (рис. 8).

Сорт Волтурнис сильно приближается по ароматическому профилю вин к сорту Пино нуар с нотками свежих фруктов, розы и меда. Однако по сравнению с сортом Пино нуар, содержание полифенолов и антоцианов у сорта Волтурнис повышено.

Анализ профиля антоцианов сортов Пино корс и Волтурнис показал их схожесть с родительским сортом Пино нуар (рис. 9). В то же время, что не менее важно, распределение отдельных атоцианов в процентном отношении существенно не отличается от других красных вин, произведенных из сортов *Vitis vinifera*.

Некоторые аспекты возделывания устойчивых сортов

Для снижения применения средств защиты расте-

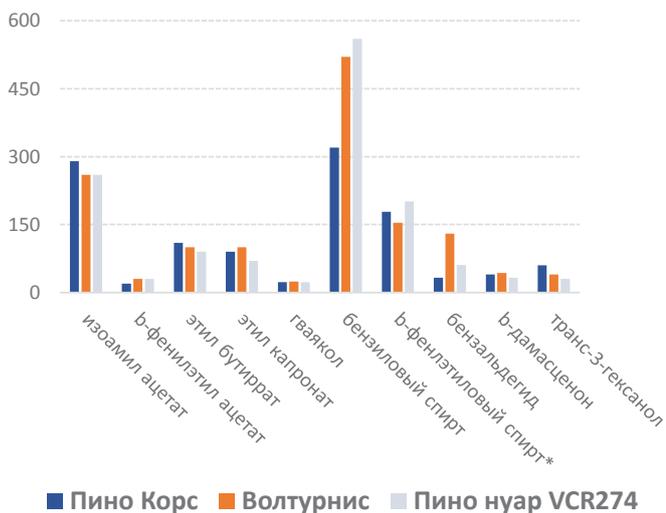


Рис. 8. Свободные ароматические вещества сортов Пино Корс, Волтурнис и родительского сорта Пино нуар, µг/л (*b-фенилэтиловый спирт в 10-2)

Fig. 8. Free aromatic substances of 'Pinot Kors', 'Volturnis' and parental variety 'Pinot Noir', µg/l (*b-phenylethyl alcohol in 10-2)

ний, а также для их эффективного использования, настоятельно рекомендуется при планировании опрыскиваний использовать модели прогнозирования для определения периодов наибольшего инфекционного риска.

Возможность проводить превентивные опрыскивания очень важна, как во избежание появления гипервирулетных патогенных форм [4], так и для защиты растений от ряда вторичных заболеваний, таких как эскориоз (*Phomopsis viticola*), антракноз (*Gloeosporium ampelophagum*) и черная гниль (*Guignardia bidwelli*).

Правильная программа защиты устойчивых сортов должна основываться не только на характеристиках виноградника, но и на многолетних данных по защите растений в данном регионе [2]. Для составления программы защиты устойчивых сортов необходимо учитывать, что:

- все устойчивые сорта, в зависимости от наличия различных локусов устойчивости и особенностей их функционирования в данных почвенно-климатических условиях, имеют различный уровень устойчивости;
- устойчивые сорта могут иметь «пятна» и/или некрозы, при поражении милдью и/или оидиумом, но в отличие от традиционных сортов, локусы устойчивости позволяют растению распознать патоген и активировать специфические механизмы защиты для блокировки распространения болезни;
- в зависимости от особенностей почвенно-климатических условий региона, а также от особенностей метеорологических условий конкретного года, использование устойчивых сортов позволяет существенно снизить применение средств защиты растений на винограднике, однако их использование остается необходимым;
- данная концепция имеет фундаментальное значение для предотвращения накопления спор возбудителя и возникновения новых более агрессивных рас, способных преодолеть устойчивость расте-

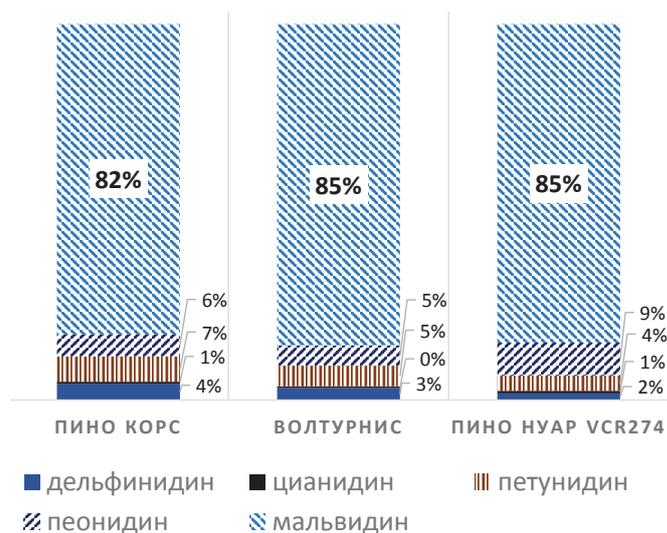


Рис. 9. Профиль антоцианов сортов Пино Корс, Волтурнис и родительского сорта Пино нуар

Fig. 9. Anthocyanin profile of 'Pinot Kors', 'Volturnis' and parental variety 'Pinot Noir'

ния;

- рекомендуемые опрыскивания необходимы также и для предотвращения распространения других заболеваний (черная гниль, эскориоз и т.д.), которые на виноградниках с традиционными сортами контролируются опрыскиваниями против милдью и оидиума.

Таким образом, с учетом разнообразных почвенно-климатических условий и особенностей микроклимата, использование сортов, устойчивых к милдью и оидиуму, позволяет снизить использование средств защиты растений в среднем до 70%, по сравнению с традиционными сортами данного региона.

Выводы

Несмотря на очень высокую стоимость и длительное время, необходимое для реализации программ генетического улучшения, VCR твердо убеждены, что выбранный путь является наиболее перспективным и безопасным способом сделать мир виноградарства более экологически чистым и менее зависимым от использования средств защиты растений. Использование устойчивых сортов винограда с низким воздействием на окружающую среду является одним из эффективных решений будущего для адаптации виноградарства к климатическим изменениям, которые уже оставляют сильный экологический след в сельском хозяйстве.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Di Gaspero G. and Cattonaro F. Application of genomics to grapevine improvement. Australian Journal of Grape and Wine Research. 2010;16:122-130.

2. Agrios G. N. Plant Pathology. Elsevier Academic Press Publications. 2005.
3. Cipriani G. et al. Pyramidizing resistance genes in grapes: a breeding program for the selection of 'elite' cultivars. XII International Conference on Grapevine Breeding and Genetics, Bordeaux, France, July, 2018:15-20,43.
4. Matasci C. et al. Selection for fungicide resistance throughout a growing season in populations of *Plasmopara viticola*. Eur. J. Plant Pathol. 2008;120:79-83.
5. Philipp C. et al. Characterization of the pear-aroma profile and its impact on the quality and typicality of Austrian Pinot Blanc wines. BIO Web of Conferences. 2017;9:02033.
6. Fuentes S. et al. Modeling Pinot Noir Aroma Profiles Based on Weather and Water Management Information Using Machine Learning Algorithms: A Vertical Vintage Analysis Using Artificial Intelligence. Foods. 2020;9:33.
7. Kemp B. The Effect of the Timing of Leaf Removal on Berry Ripening, Flavour and Aroma Compounds in Pinot Noir Wine. Lincoln University Digital Thesis. 2010.
8. Foria S. et al. Gene duplication and transposition of mobile elements drive evolution of the Rpv3 resistance locus in grapevine. Plant J. 2020;101:529-542.
9. Venuti S. et al. Historical introgression of the downy mildew resistance gene Rpv12 from the Asian species *Vitis amurensis* into grapevine varieties. PLoS One 2013;8:e61228.
10. Feechan A. et al. Genetic dissection of a TIR-NB-LRR locus from the wild North American grapevine species *Muscadinia rotundifolia* identifies paralogous genes conferring resistance to major fungal and oomycete pathogens in cultivated grapevine. Plant J. 2013;76:661-674.

Информация об авторах

Асия Асхадовна Хафизова, канд. с.-х. наук, селекционер
Вивай Кооперативи Раушедо (VCR), Италия;
e-мейл: asia.khafizova@vivairauscedo.com;
<https://orcid.org/0000-0002-7535-0270>;

Еудженио Сартори, д-р с.-х. наук, генеральный директор
Вивай Кооперативи Раушедо (VCR), Италия;
e-мейл: eugenio.sartori@vivairauscedo.com;
<https://orcid.org/0000-0003-2070-311X>.

Information about authors

Asia A. Khafizova, Cand. Agric. Sci., Grape Breeder at Vivai
Cooperativi Rauscedo (VCR), Italy;
e-mail: asia.khafizova@vivairauscedo.com;
<https://orcid.org/0000-0002-7535-0270>;

Eugenio Sartori, Dr. Agric. Sci., General Manager of Vivai
Cooperativi Rauscedo (VCR), Italy;
e-mail: eugenio.sartori@vivairauscedo.com;
<https://orcid.org/0000-0003-2070-311X>.

Статья поступила в редакцию 15.06.2021, одобрена по-
сле рецензии 11.02.2022, принята к публикации 10.03.2022

Изучение засухоустойчивости клоновых подвоев яблони в Предгорной зоне Крыма

Сотник А.И., Чакалов Т.С.

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

Аннотация. В настоящее время сельское хозяйство Крыма и отрасль садоводства в частности переживают сложный период, когда подавляющее большинство ранее поливных садов не орошаются или орошаются в недостаточной степени. В связи с этим целью работы является определение засухоустойчивости перспективных форм клоновых подвоев яблони, приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям, способных противостоять длительному обезвоживанию, сохраняя при этом достаточно высокий уровень продуктивности. Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС – ННЦ». Почвы опытных участков – чернозём южный, карбонатный. Обеспеченность подвижными формами азота (1,5 – 1,9 мг) и фосфора – средняя (2,8 – 6,5 мг на 100 г абсолютно сухой почвы), обменным калием – высокая (44 – 58 мг). Объектами изучения являются клоновые подвои: К 105, К 108, К 109, К 110, К 120 и К 121 селекции Крымской опытной станции садоводства в сравнении с EM-IX и MM – 106 (к). Схема посадки в маточнике 1,5 x 0,2 м – 2006 года посадки. На основании проведенных в типичных условиях Предгорной зоны Крыма исследований параметров водного режима, выделены лучшие засухоустойчивые формы (по 10-бальной шкале) – К 109 – 8,8, К 120 – 8,8 и К 121 – 8,4 балла засухоустойчивости.

Ключевые слова: яблоня; подвой; засухоустойчивость; содержание воды; водный дефицит; водоудерживающая способность.

Для цитирования: Сотник А.И., Чакалов Т.С. Изучение засухоустойчивости клоновых подвоев яблони в Предгорной зоне Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):26-29. DOI 10.35547/IM.2022.53.17.004

Study of drought resistance of clonal apple rootstocks in the Piedmont zone of Crimea

Sotnik A.I., Chakalov T.S.

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

Abstract. Currently, the agriculture of Crimea and the horticultural industry in particular are experiencing a difficult period, when the vast majority of previously irrigated gardens are not irrigated or irrigated insufficiently. In this regard, the aim of the work is to determine the drought resistance of promising forms of clonal apple rootstocks adapted to local soil and climatic conditions, capable to withstand prolonged dehydration, while maintaining a sufficiently high level of productivity. The study was carried out in the field and laboratory conditions of the branch Crimean Experimental Horticulture Station of FSBSI NBG – NSC. The soils of experimental plots are southern, carbonated chernozemic. The availability of mobile forms of nitrogen (1.5-1.9 mg) and phosphorus (2.8 – 6.5 mg per 100 g of dry soil) is average, and exchangeable potassium – is high (44 – 58 mg). The objects of study are clonal rootstocks: K 105, K 108, K 109, K 110, K 120 and K 121 selected in the Crimean Experimental Horticulture Station in comparison with EM-IX and MM – 106 (c). Planting scheme in the nursery is 1.5 x 0.2 m, and the year of planting – 2006. Based on the studies of water regime parameters carried out in typical conditions of the Piedmont zone of Crimea, the best drought – resistant forms were identified (by a 10 – point scale) – K 109 – 8.8, K 120 – 8.8 and K 121 – 8.4 points of drought resistance.

Key words: apple tree; rootstock; drought resistance; water content; water deficiency; water-retaining capacity.

For citation: Sotnik A.I., Chakalov T.S. Study of drought resistance of clonal apple rootstocks in the Piedmont zone of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):26-29 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.53.17.004

Введение

Природные условия Крыма благоприятны для успешного развития садоводства и позволяют выращивать разные плодовые культуры. В структуре семечковых насаждений Крыма яблоня находится на первом месте [1]. В этом регионе возможно выращивание высококачественных плодов, ценность которых состоит не только в прекрасных товарных и вкусовых

качествах, но и в возможности потребления в свежем виде. Создание суперинтенсивных насаждений предусматривает применение сорто-подвойных сочетаний умеренной силы роста, устойчивых к био – и абиотическим факторам внешней среды, способных на 2–3 год давать полноценный урожай [2, 3].

В последние годы садоводство Крыма и южных регионов России переживает сложный период, когда подавляющее большинство ранее поливных садов не орошаются или орошаются в недостаточной степени. [4, 5]. Неравномерное распределение осадков по ме-

сяцам, продолжительные периоды высоких летних температур нередко создают засушливые условия. Основным отрицательным фактором, оказывающим отрицательное влияние на рост и развитие плодовых культур, является засуха. В связи с этим представляется целесообразным определение засухоустойчивости некоторых форм клоновых подвоев яблони, приспособленных к местным почвенно-климатическим условиям, способных противостоять длительному обезвоживанию, сохраняя при этом достаточно высокий уровень продуктивности [6, 7].

Материалы и методы исследований

Исследования проводили в полевых и лабораторных условиях отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НБС – ННЦ». Почвы опытных участков – чернозём южный, карбонатный. Обеспеченность подвижными формами азота (1,5 – 1,9 мг) и фосфора – средняя (2,8 – 6,5 мг на 100 г абсолютно сухой почвы), обменным калием – высокая (44 – 58 мг).

Объектами изучения являются клоновые подвои: К 105, К 108, К 109, К 110, К 120 и К 121 селекции Крымской опытной станции садоводства в сравнении с ЕМ-IX и ММ – 106 (к). Схема посадки в маточнике 1,5 x 0,2 м – 2006 года посадки.

Засухоустойчивость растений определяли по общему содержанию воды в листьях, водному дефициту, способности к восстановлению тургора и водоудерживающей способности по методике: А.И. Сотника, В.В. Танкевич, Т.С. Чакалова (2019 г.), Г. Н. Еремеева и А.И. Лищука (Eremeev, Lishhuk, 1974). Статистический анализ экспериментальных данных был проведен по Б.А. Доспехову (Dospikhov, 1979), с использованием программы Microsoft Office Excel.

Результаты и их обсуждение

Изучение подвойных форм яблони проводилось в коллекционном маточнике 2006 г. посадки отделения КОСС НБС–ННЦ. Общее состояние растений хорошее. Во все годы исследований отрастание побегов начиналось во второй-третьей декадах апреля. Активный рост наблюдался в мае-июне. Окоренение подвоев ЕМ – IX, ММ-106, К 110 начинается на 38-40 день после окучивания, у подвоев К 109 и К 121- на 30-35 день.

Климат предгорной зоны Крыма полусухой с теплым вегетационным периодом с мягкой зимой.

Средняя годовая температура воздуха 9,8°C, самого теплого месяца (июля) 21,2°C, самого холодного (января) – 1,4°C. Средний из абсолютных минимумов температуры – 17-20°C, абсолютный минимум – 29-35°C. Сумма температур выше 10°C составляет 3110°C. Безморозный период составляет 182 дня, вегетационный – 181 день.

Годовая сумма осадков - 490 мм. Из них в вегета-

Таблица 1. Содержание воды и водный дефицит в листьях клоновых подвоев яблони в маточнике (среднее за 2019-2020 гг.). Год посадки 2006, схема – 1,5 x 0,2 м

Table 1. Water content and water deficiency in leaves of clonal apple rootstocks in the nursery (average for 2019-2020). Planting year 2006, scheme – 1.5 x 0.2 m

Подвой	Содержание воды в листьях, % на сырой вес	Дефицит воды в листьях, %
ЕМ - IX (к)	60,8±2,8	19,6±1,7
ММ 106 (к)	62,1±3,8	17,7±3,1
К 105	52,9±2,3	17,3±2,2
К 108	62,4±1,3	19,9±1,6
К 109	62,7±0,6	15,0±0,9
К 110	58,0±2,0	20,0±2,5
К 120	60,1±0,7	16,9±1,5
К 121	61,1±1,2	18,2±0,7

ционное время выпадает 270 мм.

Общее содержание воды за период исследования в листьях всех форм составило 52,9 – 62,7%. Повышенным содержанием воды отмечены три формы: К 109 – 62,7%, К 108 – 62,4% и К 121 – 61,1%, в контрольных вариантах высокое содержание отмечено у ММ 106 которое составляло – 62,1%, на ЕМ-IX он немного ниже – 60,8%. Меньше всего влаги содержали листья одной формы: К 105 – 52,9%.

Установлено, что под длительным воздействием водного дефицита, у растений снижаются: интенсивность ростовых процессов, фотосинтез, падает продуктивность [8]. Водный дефицит в листьях при изучении исследуемых форм клоновых подвоев яблони изменялся в пределах от 15,0 до 20,0% (табл. 1). Самый низкий показатель дефицита воды отмечены на подвое К 109 – 15,0%.

Как было указано выше, общее содержание воды в листьях является косвенным показателем засухоустойчивости плодовых растений. Более обоснованно о степени засухоустойчивости плодовых растений можно судить по показателям водоудерживающей способности и стойкости к обезвоживанию.

К засухоустойчивым относятся растения, которые в процессе онтогенеза способны адаптироваться к обезвоживанию и продолжать нормальный рост и развитие. Более устойчивые к засухе растения теряют меньше воды в листьях в период завядания, чем листья менее устойчивых [9, 10]. Водоудерживающая способность растительных тканей является одним из факторов, определяющих их стойкость к обезвоживанию, процесс завядания заканчивается, когда потеря воды завядшими листьями составит 35-45% от их сырой массы (табл. 2).

Анализируя полученные данные, следует отметить, что для потери 30% влаги подвоем серии «К», понадобилось от 4 до 8 ч, что на 1-4 ч больше чем в контроле. Самая медленная отдача воды в процессе завядания была отмечена: через 2 и 4 ч потери влаги у подвоев: К 121 и К 120 – 9,2-13,4% и 16,9-19,7% соответственно, такие же способности отмечены у подвоя К 108 и К 109. По этим же подвоям отмечена и минимальная потеря влаги за максимальный период завя-

дания 12 ч и составляющая. – от 47,7 до 49,8% от их сырой массы, в контроле этот показатель был равен 50,2-51,3%.

С целью определения восстановления тургора, листья всех изучаемых форм клоновых подвоев после 12 ч завядания, помещали во влажные камеры на 24 ч до полного восстановления тургора (табл. 3).

Листья подвоев, стойкие к засушливым условиям и перенесшие завядание, после поглощения ими воды (во влажных камерах), приобретают нормальную зеленую окраску и нормальную тургесцентность. Зачастую листья не полностью восстанавливают тургор, то есть имеют частичное повреждение. В таких случаях доли (1/2, 1/4, 1/5, 1/10 и т.д.) площадей пластинок листьев, восстановивших тургор, суммируются и определяется процент восстановивших тургор и зеленую окраску после завядания. Это и является одним из основных показателей стойкости растений к засушливым условиям. В наших исследованиях с высоким процентом восстанавливающей способности тургора листовой поверхности отметили три формы подвоев: К 109 – 88,4%; К 120 – 88,0% и К 121 – 84,0%, что на 4,0–9,6% превосходили контрольные варианты, по другим подвоям селекции Крымской опытной станции, так же отмечен высокий уровень восстановления тургора в сравнении с контролем. Из данных табл. 3 можно вывести показатели засухоустойчивости, где 10% нормально восстановившихся листьев соответствовали 1 баллу засухоустойчивости. На основании проведенных в типичных условиях Предгорной зоны Крыма исследований параметров водного режима, выделены лучшие засухоустойчивые формы (по 10 балльной шкале) – К 109 – 8,8 и К 120 – 8,8 и К 121 – 8,4 балла засухоустойчивости.

Выводы

Результаты изучения засухоустойчивости клоновых подвоев яблони в маточнике в природно-климатических условиях предгорной зоны Крыма позволяют сделать следующие выводы: общее содержание воды за период исследования в листьях всех форм составило 52,9 – 62,7%; повышенным содержанием воды отмечены три формы: К 109 – 62,7%, К 108 – 62,4% и К 121 – 61,1%. Самый низкий показатель дефицита воды отмечен на подвое К 109 – 15,0%. Самая медленная отдача воды в процессе завядания была отмечена: через 2 ч и 4 ч потери влаги у подвоев: К 121 и К 120 – 9,2-13,4% и 16,9-19,7%. Выделены лучшие засухоустойчи-

Таблица 2. Вододерживающая способность листьев клоновых подвоев яблони в маточнике (среднее за 2019-2020 гг.)

Table 2. Water-retaining capacity in leaves of clonal apple rootstocks in the nursery (average for 2019-2020)

Подвой	Потеря воды в процессе завядания, через промежутки времени, %			
	2 ч.	4 ч.	8 ч.	12 ч.
ЕМ - IX (к)	16,6±	26,9±	42,3±	51,3±
ММ 106 (к)	19,3±	33,4±	47,6±	50,2±
К 105	16,3±	27,5±	48,2±	50,8±
К 108	13,7±	21,3±	39,3±	49,5±
К 109	16,8±	23,0±	38,0±	47,7±
К 110	15,1±	25,5±	42,4±	50,0±
К 120	13,4±	19,7±	33,6±	49,2±
К 121	9,2±	16,9±	37,90,8	49,8±

Таблица 3. Учет восстановления листьями тургора после завядания (среднее за 2019-2020 гг.)

Table 3. Records of turgor recovery by leaves after wilting (average for 2019-2020)

Подвой	Количество листьев в пробе, шт.	Количество листьев, восстановивших тургор на: %						Восстановление тургора, после 24 ч завядания, %	Устойчивость к засухе, балл
		100	75	50	25	10	0		
ЕМ - IX (к)	20	12	3	2	1	1	1	78,8±	7,8
ММ 106 (к)	20	13	2	2	2	1		80,0±	8,0
К 105	20	9	7	3	1	-	-	80,06,0	8,0
К 108	20	11	5	2	2	-	-	81,42,8	8,1
К 109	20	14	4	1	1	-	-	88,43,3	8,8
К 110	20	9	7	3	1	-	-	79,85,4	7,9
К 120	20	15	2	1	1	1	-	88,02,1	8,0
К 121	20	14	2	1	2	1	-	84,04,9	8,4
НСР ₀₅								3,1	

вые формы (по 10-балльной шкале) – К 109 – 8,8 и К 120 – 8,8 и К 121 – 8,4 балла засухоустойчивости.

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Танкевич В.В., Сотник А.И., Попов А.И. Чакалов Т.С. Питомниководству Крыма интенсивные основы // Бюл. Никит. ботан. сада. 2015;116:33-39.
2. Танкевич В.В. Влияние подвоев на рост и продуктивность яблони в Крыму // Плодоводство: научн. труды / РУП «Институт плодоводства» Беларусь. Под редакцией Самусь В.А. Самохваловичи. 2013;25:353-358.
3. Сотник А.И., Танкевич В.В., Чакалов Т.С. Методические рекомендации по проведению исследований в питомниководстве и прогнозированию силы роста подвоев. Симфе-

- рополь: Полипринт. 2019:1-48.
4. Ненько Н.И., Киселева Г.К., Ульяновская Е.В. Физиолого-биохимическая оценка сопряженной устойчивости сортов яблони различного эколого-географического происхождения к абиотическим стрессорам летнего периода в южном регионе России // Садоводство и виноградарство. 2015;1:27-32.
 5. Сапукова А.Ч., Мурсалов С.М., Магомедова А.А., Мурсалова Э.С. Влияние подвоя на засухоустойчивость деревьев яблони // Проблемы развития АПК региона. 2015;23:52-55.
 6. Ожерельева З.Е., Красова Н.Г., Галашева А.М. Изучение водного режима сортов яблони в летний период в связи с их засухоустойчивостью и жаростойкостью // Достижения науки и техники АПК. 2013;1:17-19.
 7. Кушниренко М.Д., Печерская С.Н. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений. Кишинев: Штиинца. 1991:1-306.
 8. Еремеев Г.Н., Лищук А.И. Методические указания по отбору засухоустойчивых сортов и подвоев плодовых растений. Ялта. 1974:1-18.
 9. Генкель П.А. Физиология жаро-, засухоустойчивости растений. М., 1982:1-280.
 10. Галашева А.М., Красова Н.Г., Янчук Т.В. Фракционный состав воды в листьях у сортов яблони (*Malus Mill.*) // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин. Науково-практ. журнал. 2013;1(18):18-21.
- References**
1. Tankevich V.V., Sotnik A.I., Popov A.I., Chakalov T.S. Intensive basics of nursery breeding in Crimea. Bulletin of Nikita Botanical Garden. 2015;116:33-39 (in Russian).
 2. Tankevich V.V. The effect of rootstocks on the growth and productivity of apple trees in the Crimea. Fruit growing: scientific works. RUE Institute of Fruit Growing, Belarus. Under the editorship of Samus V.A. Samokhvalovich. 2013;25:353-358 (in Russian).
 3. Sotnik A.I., Tankevich V.V., Chakalov T.S. Methodological recommendations for conducting research in nursery breeding and forecasting the growth strength of rootstocks. Simferopol: Polyprint. 2019:1-48 (in Russian).
 4. Nenko N.I., Kiseleva G.K., Ulyanovskaya E.V. Physiological and biochemical assessment of conjugate resistance of apple varieties of various ecological and geographical origin to abiotic stressors of the summer period in the Southern region of Russia. Horticulture and viticulture. 2015;1:27-32 (in Russian).
 5. Sapukova A.Ch., Mursalov S.M., Magomedova A.A., Mursalova E.S. The effect of a rootstock on drought resistance of apple trees. Problems of the development of AIC of the region. 2015;23:52-55 (in Russian).
 6. Ozherelyeva Z.E., Krasova N.G., Galasheva A.M. Study of water regime of apple varieties in summer period in connection with their drought and heat resistance. Achievements in science and technology of AIC. 2013;1:17-19 (in Russian).
 7. Kushnirenko M.D., Pecherskaya S.N. Physiology of water exchange and drought resistance of plants. Chisinau: Shtiintsa. 1991:1-306 (in Russian).
 8. Yermeev G.N., Lischuk A.I. Methodological guidelines for the selection of drought-resistant varieties and rootstocks of fruit plants. Yalta. 1974:1-18 (in Russian).
 9. Genkel P.A. Physiology of heat and drought resistance of plants. Moscow, 1982:1-280 (in Russian).
 10. Galasheva A.M., Krasova N.G., Yanchuk T.V. Fractional composition of water in leaves of apple varieties (*Malus Mill.*). Varietal study and protection of plant variety rights. Scientific-practical journal. 2013;1(18):18-21 (in Russian).

Сведения об авторах

Александр Иванович Сотник, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории питомниководства отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НИЦ-НБС»; e-мейл: sadovodstvo.koss@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-8405-5321;

Тимур Серверович Чакалов, мл. науч. сотр. лаборатории питомниководства отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НИЦ-НБС»; тел: +7978 93 92 910; e-мейл: nbveh101986@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-8698-9491.

Information about authors

Alexander I. Sotnik, Dr. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist of the Nursery Laboratory of department Crimean Experimental Horticulture Station of the FSBSI NSC-NBG; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; ORCID ID: 0000-0001-8405-5321;

Timur S. Chakalov, Junior Staff Scientist of the Nursery Laboratory of department Crimean Experimental Horticulture Station of the FSBSI NSC-NBG; tel: +7 978 93 92 910; e-mail: nbveh101986@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-8698-9491.

Статья поступила в редакцию 12.02.2021, одобрена после рецензии 15.01.2022, принята к публикации 10.03.2022

Влияние клоновых подвоев яблони на сроки созревания плодов в Крыму

Танкевич В.В., Чакалов Т.С., Горб Н.Н.

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

Аннотация. В статье изложены результаты изучения влияния клоновых подвоев яблони умеренной силы роста на прохождение фенологических фаз деревьев сортов Аврора Крымская и Таврия в почвенно-климатических условиях Предгорной зоны Крыма. Освещена зависимость продолжительности периодов покоя и вегетации от внешних факторов и биологических особенностей сорто-подвойных комбинаций, в том числе от силы роста подвоев. Целью исследований является установление взаимосвязи подвоя, сорта и сроков созревания плодов. Выявлено, что у деревьев яблони на среднерослых подвоях (ММ-106, К-109, К-110, К-120, К-121) период вегетации на 6-8 дней более длительный, чем на слаборослых (ЕМ-IX, К-105, К-108). Этот показатель в совокупности с погодными условиями влияет на сроки цветения, завязывания плодов и наступления съемной зрелости плодов. К этому моменту, по сорту Аврора Крымская на слаборослых подвоях, содержание сухих веществ составляло 14,7–16,1 %, общих сахаров – 9,2–10,6 %, титруемых кислот – 0,62–0,80 %, что соответствовало общепринятым нормам. По сорту Таврия показатели аналогичные. Отмечена также тенденция уменьшения плотности мякоти плодов в момент съемной зрелости. На подвоях серии К она варьировала в пределах 9,4–10,1 кг/см²; контроле (ЕМ-IX, ММ-106) – 9,7–10,6 кг/см². Уточнение факторов, влияющих на сроки прохождения фенофаз, позволяет в садоводстве применять сорто-подвойные комбинации яблони, позволяющие снизить риски повреждения плодовых почек весенними заморозками, что является актуальным.

Ключевые слова: сила роста; фенология; вегетация; зрелость плодов; биохимический состав; урожай.

Для цитирования: Танкевич В.В., Чакалов Т.С., Горб Н.Н. Влияние клоновых подвоев яблони на сроки созревания плодов в Крыму // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):30-34. DOI 10.35547/IM.2022.69.49.005

The effect of clonal apple rootstocks on the fruit ripening time in Crimea

Tankevich V.V., Chakalov T.S., Gorb N.N.

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

Abstract. This work describes the study results on the effect of Crimean breeding clonal apple rootstocks with the moderate growth power on transition of phenological phases for the trees of 'Aurora Krymskaya' and 'Tavria' varieties in the soil and climatic conditions of Crimean Piedmont zone. The dependence of dormancy and growing season period duration on external factors and biological features of variety-rootstock combinations, including the growing power of rootstocks, is highlighted. The goal of the study is to define the interrelation between the rootstock, variety, and fruit ripening period. It was found that apple trees on the medium-grown rootstocks (ММ-106, К-109, К-110, К-120, К-121) have 6–8 days longer vegetation period than those on the low-grown (ЕМ-IX, К-105, К-108) ones. This factor, coupled with weather conditions, affects the time of flowering, fruit-setting and ripeness stage due date. By this moment, for 'Aurora Krymskaya' variety on the low-grown rootstocks, total solids amounted 14.7%–16.1%, total sugars – 9.2%–10.6%, titratable acids – 0.62%–0.80%, that corresponded to the generally accepted standards. For 'Tavria' variety, the values were similar. There was also a tendency of fruit pulp density reducing to the time of fruit ripeness. On the K series rootstocks it varied in the range of 9.4–10.1 kg/cm²; in the control group (ЕМ-IX, ММ-106) – 9.7–10.6 kg/cm². Detailing of factors affecting the time of transiting phenological phases allows applying grafting and rootstock combinations in horticulture in order to reduce the risks of fruit bud damage by spring frosts, which is relevant.

Key words: growth power; phenology; vegetation; fruit maturity; biochemistry; yield.

For citation: Tankevich V.V., Chakalov T.S., Gorb N.N. The effect of clonal apple rootstocks on the fruit ripening time in Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):30-34 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.69.49.005

Введение

Современное садоводство, учитывая рыночные отношения в производстве, предполагает интенсификацию отрасли. Основными элементами которой являются породы, сорта и подвои, определяющие конструкцию насаждений, обеспечивающих повышение продуктивности и устойчивости деревьев к стрессовым факторам.

В Крыму приоритет отдан семечковым культурам. Доля их в общей площади садов составляет 65%.

Яблоня – самая распространенная плодовая промышленная культура нашей страны. Она занимает по площади первое место среди других плодовых культур и является ценной породой благодаря своим биологическим и хозяйственным свойствам. По химическому составу яблоки содержат (в %): воды – 83,0–88,3, сахаров 4,92–14,61, титруемых кислот 0,20 – 0,86, дубильных веществ 0,07–0,26, золы 0,28–0,50, а также витами-

ны А, С, РР и группы В [1]. Учитывая санаторно-курортное направление экономики Республики Крым, роль плодоводства в Крыму значительно возросла. В России годичная норма потребления плодово-ягодной продукции на одного человека должна составлять 90 кг. В последние годы она варьировала от 56 до 60 кг. В Крыму этот показатель – 60 кг [2]. Программой развития садоводства предусмотрена закладка новых интенсивных насаждений с привлечением высокопродуктивных и экологически приспособленных сортов и подвоев [3, 4].

Создание высокоурожайных, быстро окупаемых плодовых насаждений в России и, в частности, в Крыму зависит от многих причин. На продуктивность садов влияют природно-климатические условия произрастания, породно-сортовой состав, подбор подвоев, технологии, позволяющие повысить эффективность отрасли. Отечественная и зарубежная практика показывают, что одним из основных факторов повышения эффективности отрасли является создание высокоурожайных, быстро окупаемых плодовых насаждений [5]. В связи с этим определенное значение приобретает подбор подвоев разной силы роста, которые позволяют прогнозировать скороплодность, продуктивность насаждений и высокое качество плодовой продукции [6]. Выполнение данных требований обуславливает создание наиболее продуктивного дерева, как составной единицы насаждений интенсивного типа. Подвой в плодоводстве играет большую роль. Он влияет на характер и силу роста деревьев, начало вступления их в период плодоношения, продуктивность, урожайность и долговечность насаждений [7].

Влияние подвоя на силу роста не ограничивается только изменениями в габитусе кроны и структуре корневой системы. Оно распространяется и на анатомические особенности строения тканей дерева и на глубокие физиологические процессы, происходящие в различных частях, органах и тканях дерева, а также на интенсивность и направленность процессов, определяющих накопление, распределение и использование продуктов фотосинтеза.

В современном садоводстве производство витаминной продукции постоянно возрастает, совершенствуются технологии производства, появляются новые высококачественные сорта и подвои, увеличиваются площади под плодовыми культурами.

Вместе с тем, для круглогодичного снабжения населения свежими плодами, необходимо их длительное хранение, в процессе которого неизбежны потери, напрямую связанные с физиологическим состоянием плода, его химическим составом на момент съема и закладки на хранение. Важную роль в этом аспекте играет оптимальный срок съема, который во многом зависит от подвоя.

Исследованиями В.Г. Жуковой [8] выявлено, что на сильнорослом подвое сорта вступают в покой позже и завершают его раньше, чем на карликовом подвое, поэтому растения на карликовом подвое имеют большую возможность раньше приступить к накоплению и отложению в запас питательных веществ, что может служить залогом их устойчивости к неблагоприятным

условиям перезимовки. Видимо, более поздние сроки выхода из покоя и потребность в тепловом периоде для начала вегетации способствуют приобретению слаборослыми растениями устойчивости при ранних весенних оттепелях, что в целом может положительно сказаться на повышении зимостойкости. Правильное определение съемной зрелости плодов является важным условием для дальнейшего их хранения и реализации. Как ранние, так и поздние сроки съема значительно снижают длительность хранения плодовой продукции [9-11].

При раннем съеме еще не сбалансирован минеральный состав плодов (соотношение сахаров и кислот). Резко понижается устойчивость плодов к загару, плоды увядают, кожица у них морщится, снижаются вкусовые и товарные качества. Поздний съем не обеспечивает длительного хранения, так как в плодах уже начался процесс старения, потеряна плотность мякоти. Сроки созревания плодов у сортов плодовых культур определены генетическим кодом и рядом других факторов [12-14].

Рано снятые плоды хуже на вкус, недолго хранятся, да и урожай значительно ниже, за счет того, что вес яблока перед созреванием ежедневно увеличивается на 1,2–1,6 %. Однако, перезревшие фрукты непригодны для длительного хранения [15, 16].

К тому же деревья зимних сортов на рослых подвоях, поздно освободившиеся от плодов, не всегда успевают подготовиться к предстоящей зимовке. И могут подмерзнуть даже не в морозные, а просто в холодные зимы. Затянувшаяся дифференциация почек отрицательно влияет на закладку будущего урожая.

Следовательно, ускорение сроков созревания плодов яблони естественным путем, за счет подбора адаптированных к условиям произрастания подвоев умеренной силы роста, является актуальным.

Цель исследований – дать оценку влияния подвоев и сорто-подвойных комбинаций яблони в саду на развитие растений, прохождение фенофаз и сроков созревания плодов.

Объекты и методы исследования

Исследования проводятся с 2013 года в саду Крымской опытной станции садоводства, ныне отделение Никитского ботанического сада. Объектами исследований служили деревья сортов Аврора Крымская, Таврия на подвоях крымской селекции (К 105, К 108, К 109, К 110, К 120, К 121) в сравнении с ЕМ-IX, ММ-106. Схема посадки – 4×2 м. Форма кроны – свободно-растущая. При проведении исследований учитывали морфологические и биометрические показатели растений, устойчивость их к различным факторам окружающей среды, продуктивность сорто-подвойных комбинаций. Учеты и наблюдения проводили по стандартным методикам сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, изучения подвоев по методикам [17, 18]. Статистическая обработка данных выполнена по Доспехову [19]. Содержание растворимых сухих веществ согласно ГОСТ 2173-2013; сахаров – по Бертрану; титруемых кислот – ГОСТ ISO 750-2013; крахмала йод-крахмальной пробой (20); твердость мякоти – пенитрометром с диаметром

Таблица. Показатели биохимической оценки плодов яблони сортов Аврора Крымская, Таврия на разных подвоях
Table. The values of biochemical evaluation of fruits of apple varieties Aurora Krymskaya, Tavria on different rootstocks

Подвой	Плотность мякоти, кг/см ²	Йод-крахмал, балл	Сухие растворимые вещества, %	Абсолютно сухие вещества, %	Содержание аскорбиновой кислоты, мг %	Кислотность, %	Сумма сахаров, %	Сахаро-кислотный индекс
Аврора								
ЕМ-IX (к)	9,7	5,1	12,5	14,7	10,6	0,80	9,2	11,5
К 104	9,6	4,7	13,0	15,9	11,6	0,70	10,4	14,9
К 105	9,3	4,6	13,2	16,0	10,7	0,78	10,3	13,2
К 108	9,4	4,2	13,5	16,1	10,6	0,62	10,6	13,4
К 109	9,9	4,8	12,7	15,8	10,3	0,76	9,8	12,9
К 110	10,1	5,3	12,8	15,7	10,7	0,80	9,9	12,4
К 121	9,6	5,1	12,9	15,5	11,0	0,86	9,9	11,6
ММ-106	10,6	5,4	12,6	15,6	11,1	0,79	10,6	13,4
Таврия								
ЕМ-IX (к)	10,0	7,5	12,7	17,5	6,8	0,66	10,3	15,6
К 104	10,2	7,5	12,9	16,8	8,0	0,68	11,7	17,2
К 105	9,5	7,4	13,1	17,5	7,9	0,64	10,4	16,3
К 108	9,8	7,3	12,9	16,5	7,4	0,69	11,2	16,2
К 109	10,1	7,6	12,8	16,8	7,6	0,62	10,8	17,4
К 110	10,3	7,8	12,7	17,1	7,5	0,63	10,7	17,0
К 121	10,5	7,8	13,0	17,0	6,4	0,64	10,3	16,1
ММ-106	10,8	8,1	13,1	17,0	7,4	0,64	11,0	17,2

плунжера 10 мм. Почвы опытного участка лугово-аллювиального и делювиального происхождения, образованных в надпойменной террасе древней дельты реки Салгир, в районе ее среднего течения. По механическому составу почва опытного участка среднесуглинистая с содержанием глинистых (размер частиц < 0,01 мм) и иловатых частиц (< 0,001 мм), соответственно, 64-72 и 33-42%. В соответствии с тяжелым механическим составом эти почвы содержат большое количество недоступной для растений влаги. Обеспеченность подвижными формами азота (1,5-1,9 мг) и фосфора (2,8-6,5 мг на 100 г абсолютной сухой почвы) – средняя, обменным калием высокая (44-58 мг).

Результаты и их обсуждение

Анализ многолетних биометрических данных, изучаемых привойно-подвойных сочетаний, позволяет определить силу роста растений. Насаждения сортов Аврора Крымская и Таврия на подвоях К 109, К 110, К 120, К 121 и ММ-106 (к) можно отнести к среднерослым; на подвоях ЕМ-IX (к), К 105, К 108, ИС 1-180 – слаборослым. Растения на подвое К 104 – умеренной силы роста. Площадь сечения штамбов деревьев сорта Аврора Крымская в первой группе варьирует от 68,9 до 83,1 см², во второй группе – 59,6-66,9 см², на К 104 – 73,3 см². Высота деревьев яблони сортов Ав-

рора Крымская и Таврия на подвоях К 105, ИС 1-180 варьировала от 3,0 м до 3,2 м в контроле. На подвое К 121 высота составляла 3,8 м. Площадь проекции кроны слаборослых деревьев, в наших исследованиях, не превышает 4,5 м². В контроле (на подвое ЕМ-IX) этот показатель равен 4,7 м²; на более рослых подвоях площадь проекции кроны составляет 5,2-6,4 м²; на К 104 – 4,9 м². По сорту Таврия показатели аналогичные. Признаков несовместимости во всех вариантах не отмечено. В результате изучения фенологических показателей выявлено, что основные фазы (цветение, распускание почек, созревание плодов) на деревьях, привитых на слаборослые подвои, проходят на 6-8 дней раньше.

В 2019-2020 гг. проведены исследования, совместно с сектором почвоведения и биохимии отделения КОСС, по влиянию подвоев (ЕМ-IX, К 104, К 105, К 108, К 109, К 121, ММ-106) на сроки созревания плодов сортов Аврора Крымская, Таврия. Определение содержания в них сухих веществ, плотности мякоти и аскорбиновой кислоты, показывающих степень зрелости, проводили в течение двух недель, в три этапа. Показатели биохимических составляющих плодов в период съемной зрелости представлены в таблице.

Плотность мякоти плодов Авроры Крымской от-

мечена в пределах от 9,3 (подвой К 105) до 10,1 кг/см² (К 110) и 9,7-10,6 кг/см² в контрольных вариантах. Эти показатели можно считать оптимальными для подвоев серии К и повышенными для контроля, т.е. наблюдается тенденция уменьшения плотности мякоти плодов изучаемых сортов на подвоях К 105, К 108, К 109, К 110 в сравнении с ЕМ-IX и ММ-106. Причем наименьшая плотность мякоти выявлена на подвоях слабой силы роста (К 105, К 108). Аналогичная зависимость наблюдается по данным содержания сухих растворимых веществ и йод-крахмальной пробы. Показатели плотности мякоти плодов согласуются с данными по содержанию сухих растворимых веществ с минимальным количеством 12,5-12,6 % в контрольных вариантах и 12,7-13,5 % в плодах на подвоях серии К, особенно на К 105, К 108, что позволяет сделать предварительный вывод о тенденции влияния этих подвоев на ускорение процесса созревания. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты в плодах сорта Аврора Крымская (11,6 мг/100 г) отмечено в сочетании с подвоем К 104; в остальных вариантах ее содержание изменяется от 10,3 до 11,1 мг. Уровень титруемых кислот варьирует в плодах от 0,62 до 0,86 %. Показатели величины содержания сахаров изменяются с тенденцией увеличения на вариантах с подвоями ММ-106, К 104, К 108, К 105. Вкусовые качества яблок сорта Аврора Крымской на подвоях серии К выше контрольного на 0,4-0,8 балла. Оценка вкуса через две недели после съема показала, что оптимальное сочетание сахаров и кислот на подвое К 104 (5,0 балла).

По сорту Таврия влияние подвоев на биохимические показатели аналогично. Максимальные показатели плотности мякоти отмечены в плодах на ММ-106 (10,6 кг/см²) и К 104 (10,2 кг/см²), минимальные – на подвоях К 105 и К 108 (9,5-9,8). Уровень титруемых кислот изменяется от пониженного (0,62%, подвой К 109) до среднего (0,64-0,69%, остальные варианты). Максимальное количество аскорбиновой кислоты накоплено в вариантах с подвоями К 104, К 108, К 109. Погодные условия вегетационных периодов (2019-2020 гг.) позволили накопить плодам Таврии оптимальное и повышенное содержание сухих растворимых и абсолютно – сухих веществ, сахаров. По комплексу этих показателей выделяются варианты с подвоями ММ-106, К 108, К 121. Из шести изучаемых подвоев высокие вкусовые качества (4,8-5,0 баллов) и сахарокислотный индекс (17,0; 17,2 и 17,4 единиц) имели плоды Таврии на подвоях К 110, К 104, ММ-106, К 109. Более ранняя съемная зрелость плодов отдельных сорто-подвойных сочетаний позволяет проводить уборку урожая в благоприятный погодный период, что снижает потери продукции.

Оценка вкуса через две недели после съема показала, что оптимальное сочетание сахаров и кислот у изучаемых сортов на подвоях К 104 (5,0 балла), К 108, К 109, ММ-106 (4,8 балла). У выделенных подвоев средний урожай, за годы исследований, составляет 24,8-28,2 т/га. На основании комплекса хозяйственно-биологических свойств подвоя крымской селекции К 104, К 109 включены в Реестр селекционных достижений РФ.

Выводы

Анализ полученных данных позволяет сделать предварительный вывод о влиянии слаборослых подвоев яблони на ускорение фенологических процессов и наступление съёмной зрелости в более ранние сроки.

Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках государственного задания № 0829-2019-0033.

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Сотник А.И., Танкевич В.В., Денисова О.А. Влияние сортов, подвоев и климатических условий на качество и длительность хранения плодов груши (*Pyrus Communis* L.) в Крыму // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2018;4(73)-2:206-210.
2. Горб Н. Н., Унтилова А.Е., Сотник А.И. и др. Хранение плодов семечковых и других плодово-ягодных культур в условиях Крыма. Научно – практическое издание. Симферополь: «Антиква». 2016:1-107.
3. Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Перспективы развития садоводства в Крыму / Сб. научных трудов ГНБС. Ялта. 2015;140:5-18.
4. Минаков И. А. Основные тенденции развития садоводства // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, Мичуринск. 2013;5:80-85.
5. Сотник А.И., Бабин М.М. Экономическая оценка выращивания саженцев и производства плодов груши в зависимости от сорто-подвойных комбинаций // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;3:233-237. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.010
6. 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):245-249.
7. Попов А.И. Чакалов Т.С. Изучение клоновых подвоев яблони в маточнике и питомнике в предгорной зоне Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;3:206-209. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.004
8. Ващук И.И. Влияние сроков съема на длительность хранения плодов яблони // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017;6:9-13.
9. Моксина Н.В., Братилова Н.П. Изменчивость периода созревания, массы и размеров плодов разных сортов яблони в Ботаническом саду им. В.С. М. Крутовского // Вестник КраГАУ. 2017;6:32-36.
10. Целуйко Н.А. Определение срока съема плодов семечковых культур. М.: Колос. 1969:1-72.
11. Бабинцева Н.А., Кириченко В.С., Горб Н.Н. Влияние формы кроны на качественные показатели съемной зрелости и лежкость плодов яблони в условиях Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021; 4(118):366-371. DOI: 10.35547/IM.2021.23.4.010.
12. Pesis E. Short anaerobiosis period prior to cold storage alleviates bitter pit and superficial scald in Granny Smith apples. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2010; 90(12):2114-2123.

13. Schrader L.E. Scientific basis of a unique formulation for reducing sunburn of fruits. *HortScience*. 2011;46:6-11.
14. Причко Т. Г. Уборка, хранение и товарная обработка яблок // Рекомендации. Краснодар. 2015:1-122.
15. Werth K. Color and Quality. *Sudtiroler Apfelsorten Mele dell Alto Adige South Turole Apple Varletles*. VOG. 2009:85-93.
16. Zanella A., Gazanelly P., Rossi O. Dynamic controlled atmosphere storage by means of chlorophyll fluorescence response for firmness retention in apples // Proc. 1C on Ripening Regulation and Postharvest fruit quality. *Acta Hort*, 2008;796:77-82.
17. Сотник А.И., Танкевич В.В., Чакалов Т.С. Методические рекомендации по проведению исследований в питомниководстве и прогнозированию силы роста подвоев. Симферополь: Полипринт. 2019:1-47.
18. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / ВНИИСПК. Отв. ред. Е. Н. Седов и Т. П. Огольцова. Орел: ВНИИСПК. 1999:127-130.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Учеб. пособие. М.: Колос. 1979:1-416.
20. Ермаков А. И., Арасимович В. Е., Смирнова – Иконникова М.И. и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Колос. 1972:1-456.
1. Sotnik A.I., Tankevich V.V., Denisova O.I. Influence of rootstock combinations and climatic conditions on quality and duration of pear fruits (*Pyrus Communis* L.) storage in the Crimea. *Works of Kuban State Agrarian University*. 2018;4(73):206-210 (in Russian).
2. Gorb N.N., Untilova A.E., Sotnik A.I. et al. Fruit storage of pomaceous and other fruit and berry crops in the conditions of the Crimea. Scientific and practical edition. Simferopol: Antiqua, 2016;1-107 (in Russian).
3. Plugatar Yu.V., Smykov A.V. Prospects for the development of horticulture in Crimea / *Works of the SNBG, Yalta*. 2015;140:5-18 (in Russian).
4. Minakov I.A. Main trends in horticulture development. *Bulletin of the Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk*. 2013;5:80-85 (in Russian).
5. Sotnik A.I., Babin M.M. Economical evaluation of pear tree cultivation of seedlings and fruitage depending on variety-rootstock combinations. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;3:233-237 (in Russian).
6. Sotnik A.I., Tankevich V.V. Assessment of the adaptive potential of variety and rootstock pear combinations (*Pyrus communis* L.) in the Crimea. *Works of the Kuban State Agrarian University, Krasnodar*. 2017;4(67):245-249 (in Russian).
7. Popov A.I., Chakalov T.S. Study of clonal apple rootstocks in the stock nursery and nursery garden of the Piedmont zone of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;3:206-209 (in Russian).
8. Vaschuk I.I. Influence of the apple fruit picking time on their storage duration. *Technologies of the food and processing industry of AIC – Healthy Food*. 2017;6:9-13 (in Russian).
9. Moksina N.V., Bratilova N.P. The variability of the maturation period, mass and size of fruits of different apple varieties in the Botanical Garden named after V.M. Krutovsky. *The Bulletin of KraSAU*. 2017;6:32-36 (in Russian).
10. Tseluyko N.A. Determination of the pome fruits harvest date. М.: Kolos. 1969:1-72 (in Russian).
11. Babintseva N.A., Kirichenko V.S., Gorb N.N. The effect of the crown shape on qualitative indicators of picking maturity and keeping capacity of apple fruits in the conditions of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;4(118):366-371 (in Russian). DOI: 10.35547/IM.2021.23.4.010
12. Pesis E. Short anaerobiosis period prior to cold storage alleviates bitter pit and superficial scald in Granny Smith apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2010;90(12):2114-2123.
13. Schrader L.E. Scientific basis of a unique formulation for reducing sunburn of fruits. *HortScience*. 2011;46:6-11.
14. Prichko T.G. Harvesting, storage and commercial handling of apples. *Recommendations*. Krasnodar. 2015:1-122 (in Russian).
15. Werth K. Color and Quality. *Sudtiroler Apfelsorten Mele dell Alto Adige South Turole Apple Varletles*. VOG., 2009:85-93.
16. Zanella A., Gazanelly P., Rossi O. Dynamic controlled atmosphere storage by means of chlorophyll fluorescence response for firmness retention in apples. Proc. 1C on Ripening Regulation and Postharvest fruit quality. *Acta Hort*, 2008;796:77-82.
17. Sotnik A.I., Tankevich V.V., Chakalov T.S. The guidelines on research in nursery management and forecasting of stock growing power. Simferopol: Polyprint. 2019:1-47 (in Russian).
18. Program and procedure of grade study of horticultural crops, small fruit crops and nut fruit crops. Under the edition of Sedov E.N. and Ogoltsova T.P. Орел: Publishing House VNJJSPK. 1999:127-130.
19. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment (with the basics of statistic processing of study results). М.: Kolos. 1979:1-416.
20. Ermakov A.I., Arasimovich V.E., Sмирнова-Иконникова М.И. et al. *Methods of Biochemical Study of Plants*. Л.: Колос. 1972:1-456.

Информация об авторах

Валентина Викторовна Танкевич, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; тел. + 7 978 86 99 865; <https://orcid.org/0000-0001-5816-599X>;

Тимур Серверович Чакалов, мл. науч. сотр. лаборатории питомниководства отделения «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «НИЦ-НБС»; тел. +7978 93 92 910; e-mail: nbveh101986@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-8698-9491.

Надежда Никаноровна Горб, научный сотрудник; тел. + 7 978 734 04 15; <https://orcid.org/0000-0003-1441-2009>.
<https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>

Information about authors

Valentina V. Tankevich, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; tel. + 7 978 86 99 865; <https://orcid.org/0000-0001-5816-599X>;

Timur S. Chakalov, Junior Staff Scientist of the Nursery Laboratory of department Crimean Experimental Horticulture Station of the FSBSI NSC-NBG; tel. +7 978 93 92 910; e-mail: nbveh101986@mail.ru; ORCID ID: 0000-0002-8698-9491.

Nadezhda N. Gorb, Staff Scientist; tel. +7 978 734 04 15; <https://orcid.org/0000-0003-1441-2009>.

Статья поступила в редакцию 16.02.2022, одобрена после рецензии 02.03.2022, принята к публикации 10.03.2022

Влияние органо-минерального удобрения «Мастер Грин Микс» на продуктивность, рост и развитие деревьев яблони

Усейнов Д.Р., Челебиев Э.Ф., Кириченко В.С., Халилов Э.С., Денисова О.А.

Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН, 298648, Россия, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита, ул. Никитский спуск, 52
Отделение «Крымская опытная станция садоводства», Россия, Республика Крым, Симферопольский район, с. Маленькое

Аннотация. В статье представлены результаты исследования по влиянию внесения органо-минерального удобрения «Мастер Грин Микс» в различных нормах расхода на урожайность, продуктивность, ростовые процессы, химический состав, товарно-потребительские качества плодов в условиях предгорной зоны Крыма в период 2016-2017 гг. Одним из путей, влияющих на степень адаптивности и, как следствие, продуктивность яблони, является обеспечение высокого агротехнического уровня на участке, подразумевающего, в том числе, и обеспечение растения всеми необходимыми элементами питания. Внесение удобрений, в состав которых входят макро- и микроэлементы, в значительной мере способствует прохождению обменных процессов в организме растений. Отмечено положительное влияние удобрения на показатели химического состава плодов, ростовые процессы, продуктивность деревьев в зависимости от варианта внесения и нормы расхода. Получение относительно высокой прибавки урожая от внесения удобрения «Мастер Грин Микс» свидетельствует также о том, что он является активным стимулятором повышения продуктивности яблони сорта Киммерия. Установлено, что применение данного препарата наиболее эффективно при трехкратной некорневой подкормке растений с расходом удобрения от 1,2 до 1,6 л/га и рабочего раствора 800 л/га (учитывая результаты математической обработки данных). Отмечено повышение урожайности яблони по сравнению с контролем (на 48,4-77,9 ц/га при величине на контроле 93,0, НСР₀₅ = 27,9 ц/га), а также положительное влияние на химический состав плодов.

Ключевые слова: плоды; удобрения; рост; урожайность; химический состав; микроэлементы.

Для цитирования: Усейнов Д.Р., Челебиев Э.Ф., Кириченко В.С., Халилов Э.С., Денисова О.А. Влияние органо-минерального удобрения «Мастер Грин Микс» на продуктивность, рост и развитие деревьев яблони // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):35-40. DOI 10.35547/IM.2022.60.41.006

The effect of organic-mineral fertilizer Master Green Mix on productivity, growth and development of apple trees

Useinov D.R., Chelebiev E.F., Kirichenko V.S., Khalilov E.S., Denisova O.A.

Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, 52 Nikitsky Spusk str., Nikita, 298648 Yalta, Republic of Crimea, Russia
Department of Crimean experimental station of horticulture, village Malenkoye, Simferopol district, Republic of Crimea, Russia

Abstract. The article presents study results on the effect of organic-mineral fertilizer Master Green Mix application in different consumption rates on cropping capacity, productivity, growth processes, chemical composition, commercial-consumer quality of fruits in the conditions of Piedmont zone of Crimea for the period of 2016-2017. One of the ways, working on the degree of adaptability and, as a consequence, the productivity of an apple tree, is to ensure a high agrotechnical level of the plot, including, among other things, plant provision with all necessary nutrients. The introduction of fertilizers, which include macro- and trace elements, greatly contributes to running of metabolic processes in plant organism. The positive effect of fertilization on the indicators of fruit chemical composition, growth processes, productivity of trees depending on the variant of application and consumption rate, was observed. A relatively high yield increase from the application of Master Green Mix fertilizer also indicates it to be an active stimulator of raising the 'Cimmeria' apple tree productivity. It was found that using of this preparation is the most effective with three-fold foliar top dressing of plants with fertilizer consumption of 1.2 to 1.6 l/ha and a working solution of 800 l/ha (taking into account the results of mathematical data processing). An increase in the cropping capacity of apple trees compared to the control was observed (by 48.4-77.9 c/ha with control value of 93.0, HCP₀₅ = 27.9 c/ha), as well as a positive effect on the chemical composition of fruits.

Key words: fruits; fertilizers; growth; cropping capacity; chemical composition; trace elements.

For citation: Useinov D.R., Chelebiev E.F., Kirichenko V.S., Khalilov E.S., Denisova O.A. The effect of organic-mineral fertilizer Master Green Mix on productivity, growth and development of apple trees. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2022; 24(1):35-40 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.60.41.006

Введение

Природно-климатические условия Крыма благоприятны для развития садоводства практически на всей его территории. Данная отрасль сельского хозяйства издавна является ведущей на полуострове.

Таблица 1. Содержание питательных элементов в органо-минеральном удобрении «Мастер Грин Микс»
Table 1. The content of nutrients in the organic-mineral fertilizer Master Green Mix

Органо-минеральное удобрение «Мастер Грин Микс»			
Компоненты, г/л	«Мастер Грин Микс»	Компоненты г/л	«Мастер Грин Микс»
Аминокислоты (суммарно)	100 + 5	Mo	15 + 1
ZnO	10 + 1	Si	-
Fe (ЕДТА)	10 + 1	Co	-
Mn (ЕДТА)	10 + 1	B	50 + 5
Cu (ЕДТА)	12 + 1	азот общий	70 + 5
MgO	60 + 1	органические вещества	до 0,4 л

Плоды яблони являются самыми популярными фруктами среди мировых потребителей. Родиной яблони считается Центральная Азия, где и в наши дни можно встретить многочисленные насаждения диких яблонь. Плоды яблони знали в древнем Египте, Палестине, Греции, Риме. На Руси первые яблоневые сады были заложены при Ярославе Мудром [1]. Яблоня имеет наибольшее распространение в Российской Федерации, она занимает более 70% всех площадей многолетних насаждений [2, 3].

В Республике Крым эта культура также является ведущей и ее площадь составляет около 5 тыс. га. Плоды яблони пользуются большим спросом у потребителей, характеризуются высокими товарными, вкусовыми и диетическими качествами. Они пригодны для потребления в свежем виде на протяжении года и различных видов переработки [4]. Одним из путей, влияющих на степень адаптивности и, как следствие, продуктивность яблони, является обеспечение высокого агротехнического уровня на участке, подразумевающего, в том числе, и обеспечение растения всеми необходимыми элементами питания. Внесение микро- и макроэлементов в значительной мере способствует процессу прохождения обменных процессов в организме растений [5-8].

Наряду со светом, влагой и теплом, оптимальное обеспечение минеральными элементами питания является одним из важнейших факторов нормального развития растений. Их значения в процессе жизни плодового растения значительно разнятся, но отсутствие некоторых из них может привести к физиологическим расстройствам [9]. Основными элементами, влияющими на качество, товарность и лежкоспособность плодов принято считать N, P, K, Ca, Mg, B. Внесение этих элементов питания в оптимальные фазы развития растения является важным агротехническим приемом.

Цель работы - установление биологической эффективности применения органо-минерального удобрения «Мастер Грин Микс» на рост, развитие, урожайность плодоносящих деревьев яблони в условиях предгорной зоны Крыма.

Объекты и методы исследования

Органо-минеральное удобрение представляет собой комплекс легко усвояемых микроэлементов, играющих важную роль в обменных процессах (табл. 1).

Исследования проводились на базе ФГБУН

«НБС-ННЦ» в отделении Крымская опытная станция садоводства. Рельеф слаборасчлененный, возвышенно-котловинно-долинный. Окружающая местность равнинная. Почва тяжело-суглинистая, аллювиальная лугово-черноземная.

Климат полузасушливый, с теплым вегетационным периодом и мягкой зимой. Средняя годовая температура воздуха, по многолетним данным, составляет 9,8°C, самого теплого месяца (июля) – 21,2°C, самого холодного (января) – минус 1,4°C.

Сумма активных температур выше 10°C находится в пределах от 2719 до 3598°C при многолетней норме 3077°C. Сумма эффективных температур выше 10°C составляет 1155-1708°C при многолетней норме 1350°C. Годовая сумма осадков – 490 мм, из них за период вегетации выпадает 270 мм. Преобладающий ветер – северный и северо-восточный [10-12].

Испытания проводили на районированном сорте яблони Киммерия (селекция ФГБУН «НБС-ННЦ», отделение «КОСС»), в качестве контроля использован естественный фон НРК, по вариантам – различные нормы внесения удобрения (табл. 2).

Агротехника общепринятая по технологии промышленного возделывания яблони. Фоновое внесение минеральных удобрений в 2016-2017 гг. заключалось в поздне-весеннем внесении мочевины из расчета 3 кг/га + 2,5 кг/га в июле. В период с декабря по февраль проводится ежегодная обрезка деревьев, в июне-июле месяцах – зеленые операции. Количество опытных деревьев – 5, количество учетных – 3. Повторность в опыте – четырехкратная. Сад заложен в 2000 г. на подвое ЕМ.IX. Схема посадки сада – 3,5 × 1,25 м. Система формирования кроны – свободнорастущее веретено. Содержание почвы в саду – черный пар. Полив – капельное орошение. Работа выполнена по «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [13].

Результаты и их обсуждение

В 2016-2017 гг. прохождение основных фенофаз несколько отличалось от среднепогодных значений более ранним сроком их наступления.

Цветение приходилось на достаточно теплую и сухую погоду, благоприятную для формирования завязи, за исключением четырех ночей, в которые температура воздуха опускалась до минус 3°C. Данный факт вызвал повреждение пестика цветков, что оказало отрицательное влияние на урожайность. Созревание

Таблица 2. Схема внесения удобрения «Мастер Грин Микс» по вариантам
Table 2. The scheme of applying the fertilizer Master Green Mix by variants

Вариант	Норма расхода препарата, л/га	1 обработка	2 обработка	3 обработка
1. Контроль (естественный фон NPK) -		образование завязи	развитие завязи	рост и развитие плода
2. Вариант (естественный фон NPK) 1,2		образование завязи	развитие завязи	рост и развитие плода
3. Вариант (естественный фон NPK) 1,6		образование завязи	развитие завязи	рост и развитие плода
4. Вариант (естественный фон NPK) 2,0		образование завязи	развитие завязи	рост и развитие плода

Таблица 3. Влияние органо-минерального удобрения «Мастер Грин Микс» на урожайность деревьев яблони сорта Киммерия, 2016-2017 гг.**Table 3.** The effect of organic-mineral fertilizer Master Green Mix on productivity of 'Cimmeria' apple trees, 2016-2017

Вариант	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая,	
		ц/га	%
1. Контроль	93,0±12,6	-	-
2. «Мастер Грин Микс» 1,2 л/га	141,4±14,6	48,4	52,0
3. «Мастер Грин Микс» 1,6 л/га	170,9±9,9	77,9	83,8
4. «Мастер Грин Микс» 2,0 л/га	162,9±11,3	69,9	75,2
НСР ₀₅	27,9		

Таблица 4. Влияние удобрения «Мастер Грин Микс» на среднюю массу и размер плодов яблони сорта Киммерия, 2016 -2017 гг.**Table 4.** The effect of the fertilizer Master Green Mix on the average weight and size of fruits of 'Cimmeria' apple variety, 2016 -2017

Вариант	Средняя масса плода		Размер плодов по диаметру в мм, %		
	г	% к контролю	50-60	60-70	> 70
1. Контроль	177±13	100,0	2	7	91
2. «Мастер Грин Микс» 1,2 л/га	163±23	92,1	4	7	89
3. «Мастер Грин Микс» 1,6 л/га	170±25	96,0	1	3	96
4. «Мастер Грин Микс» 2,0 л/га	174±19	98,3	2	0	98

плодов было полным к концу первой, началу второй декады сентября. В фазу созревания урожая погодные условия были благоприятными, поэтому созревание плодов яблони проходило дружно и равномерно. Начало листопада отмечено более поздним, что связано с затяжным ростом растений яблони, обусловленным теплой погодой в сентябре. Массовое опадение листьев – в первой декаде ноября после наступления температур минус 5°С в воздухе.

Внесение удобрения «Мастер Грин Микс» способствовало увеличению количества плодов на дереве с 23 на контроле до 38-44 шт. на вариантах с некорневыми подкормками. Максимальное количество плодов яблок определено на варианте с внесением 1,6 л/га. Таким образом, путем снижения физиологического опадения завязей отмечено положительное влияние удобрения на увеличение урожайности (табл. 3).

Данный показатель увеличился на 52,0-83,8% в сравнении с контролем при абсолютных величинах соответственно 141,4-170,9 и 93,0 ц/га. Достоверная прибавка урожая от 48,4 до 77,9 ц/га при НСР₀₅ = 27,9 получена на всех вариантах с внесением 1,2-1,6-2,0 л/

га препарата, несмотря на снижение урожайности в варианте 4 (2,0 л/га) в сравнении с вариантами 2 и 3 (1,2 и 1,6 л/га). Максимальная урожайность 170,9 ц/га получена в варианте 3 с нормой расхода препарата 1,6 л/га.

Получение относительно высокой прибавки урожая от внесения удобрения «Мастер Грин Микс» свидетельствует также о том, что он является активным стимулятором повышения продуктивности яблони сорта Киммерия, плодовые почки которой, как в 2016-2017 гг., были повреждены весенними заморозками, что значительно снизило урожайность исследуемых деревьев.

Величина средней массы плода при применении удобрения «Мастер Грин Микс» имела тенденцию к уменьшению на 1,7-7,9% по сравнению с контролем. При минимальной урожайности в варианте 1 (контроль) средняя масса плода наибольшая – 177 г (табл. 4).

В варианте с нормой внесения удобрения 2,0 л/га отмечен наибольший процент плодов диаметром более 70 мм. Наблюдается некоторая тенденция умень-

Таблица 5. Биометрические показатели ростовой активности деревьев яблони сорта Киммерия в зависимости от вариантов внесения удобрения «Мастер Грин Микс»

Table 5. Biometric indicators of growth activity of 'Cimmeria' apple trees depending on the variants of application of the Master Green Mix fertilizer

Вариант	Средняя длина однолетних приростов		Высота дерева, м	Проекция кроны, м ²	Объем кроны, м ³
	см	% к контролю			
1. Контроль	61,4	100,0	3,30	2,18	5,25
2. «Мастер Грин Микс» 1,2 л/га	72,4	117,0	3,71	2,37	5,80
3. «Мастер Грин Микс» 1,6 л/га	70,6	115,0	3,55	2,39	5,68
4. «Мастер Грин Микс» 2,0 л/га	72,1	117,4	3,47	2,26	5,50
НСР ₀₅	8,1				

Таблица 6. Биохимический состав плодов яблони сорта Киммерия в зависимости от вариантов внесения удобрения «Мастер Грин Микс», 2016-2017 гг.

Table 6. Biochemical composition of 'Cimmeria' apple fruits, depending on the variants of application of the Master Green Mix fertilizer, 2016-2017

Вариант	Аскорбиновая кислота, мг %	Титруемая кислотность, %	Моносахариды, %	Дисахариды, %	Общий сахар, %	Сухое вещество, %
1. Контроль	6,5±1,1	1,02±0,01	6,15±1,32	2,33±1,4	8,48	11,6±2,3
2. «Мастер Грин Микс» 1,2 л/га	8,5±1,9	0,90±0,06	7,38±1,1	2,40±1,6	9,78	12,3±3,4
3. «Мастер Грин Микс» 1,6 л/га	8,9±2,1	0,78±0,03	7,71±1,25	3,96±1,3	11,67	13,1±3,3
4. «Мастер Грин Микс» 2,0 л/га	8,0±1,3	0,88±0,06	6,91±0,9	2,58±1,6	9,49	12,2±1,6

шения показателей количества плодов диаметром более 70 мм в вариантах с удобрениями, что согласуется с показателями урожайности.

Применение органо-минерального удобрения «Мастер Грин Микс» способствовало увеличению вегетативной продуктивности деревьев яблони (табл. 5).

Наиболее значительным было влияние агрохимиката на ростовые процессы яблони при расходе удобрения 1,2-1,6 л/га (2 и 3 варианты). Средняя длина одного побега при применении удобрения во всех вариантах значительно выше, чем на контроле (70,6-72,4 см и 61,4 - контроль). В вариантах с применением данного препарата отмечено увеличение показателей высоты дерева, проекции и объема кроны.

Внесение удобрения «Мастер Грин Микс» во всех нормах оказало позитивное влияние на содержание аскорбиновой кислоты в плодах (табл. 6). Содержание витамина С при внесении 1,2-1,6-2,0 л/га препарата увеличилось с 6,5 на контроле до 8,0-8,9 мг%, что подчеркивает эффективность применения препарата для оптимизации содержания аскорбиновой кислоты в плодах.

Анализ данных по содержанию органических кислот показывает, что при внесении агрохимиката «Мастер Грин Микс», в сравнении с контролем, наблюдается тенденция их снижения. В варианте 3 (1,6 л/га) мы наблюдали минимальную кислотность – 0,78% (контроль – 1,02%). Снижение кислотности при внесении удобрения свидетельствует об эффективности препарата при формировании вкусовых качеств яблок сорта Киммерия, что подтверждается показателями

дегустационной оценки плодов.

Внесение удобрения «Мастер Грин Микс» способствовало увеличению показателя содержания сахаров в плодах на всех вариантах. При внесении удобрения в варианте 3 (1,6 л/га) отмечено максимальную величину суммы сахаров (11,67%, контроль – 8,48%). При дальнейшем увеличении нормы внесения до 2,0 л/га происходило снижение содержания сахаров. Некорневые подкормки удобрением «Мастер Грин Микс» способствовали повышению содержания сухих веществ в плодах до 12,2-13,1% по сравнению с 11,6% на контроле.

В ходе проведения опыта выявлено значительное влияние применения удобрения на внешний вид, дегустационную оценку, плотность кожицы. Результаты представлены в табл. 7.

По результатам дегустационной оценки плодов яблони сорта Киммерия, отмечено более высокие показатели вкуса и внешнего вида яблок при внесении удобрения. Вкус яблок сладковато-кисловатый с нежной пряностью, максимальная оценка вкуса – 4,5 балла у плодов, выращенных при внесении 1,6 л/га препарата «Мастер Грин Микс» (контроль – 3,5 балла). Внешний вид контрольных плодов, за счет незначительного поражения их подкожной пятнистостью, получил оценку 4,8 балла при общей оценке внешнего вида в вариантах с внесением 1,2-1,6-2,0 л/га агрохимиката – 5,0 баллов.

Выводы

Некорневые подкормки удобрением «Мастер Грин Микс» растений яблони сорта Киммерия оказали положительное действие на генеративную и

Таблица 7. Дегустационная оценка плодов яблок сорта Киммерия, 2016-2017 гг.
Table 7. Tasting evaluation of 'Cimmeria' apple fruits, 2016-2017

Вариант	Внешний вид	Вкус		Мякоть		Кожица
		балл	характеристика	консистенция	плотность, кг/см ²	
1. Контроль	4,8	3,5	сладковато-кислый	сочная, белая	6,07	гладкая, сухая
2. «Мастер Грин Микс» 1,2 л/га	5,0	4,0	сладковато-кислый	сочная, белая	5,85	гладкая, сухая
3. «Мастер Грин Микс» 1,6 л/га	5,0	4,5	более сладкий	очень сочная	5,46	гладкая, сухая, с восковым налетом
4. «Мастер Грин Микс» 2,0 л/га	5,0	3,8	более сладкий	сочная, белая	6,21	гладкая, сухая, с восковым налетом

вегетативную продуктивность деревьев, а также на внешний вид и вкусовые качества плодов. Применение удобрения способствовало существенному увеличению урожайности на всех вариантах с внесением 1,2-1,6-2,0 л/га препарата (возрастание урожайности составило 52,0-83,8%). Отмечено некоторое снижение урожайности на варианте с максимальным внесением препарата по отношению к двум другим. Максимальная урожайность при внесении удобрения в норме 1,6 л/га – 170,9 ц/га (НСР₀₅ = 27,9, контроль – 93 ц/га). Внесение препарата «Мастер Грин Микс» оказало существенное влияние на среднюю длину однолетних приростов, а также увеличило показатели высоты дерева, проекции и объема кроны. Отмечена позитивная тенденция к увеличению содержания аскорбиновой кислоты от 6,5 до 8,0-8,9 мг%, что подчеркивает эффективность данного препарата для оптимизации содержания витамина С в плодах. Наибольшее содержание общего сахара (11,67%), сухих веществ (13,1%) отмечено при внесении удобрения «Мастер Грин Микс» в норме 1,6 л/га, что согласуется с показателями по максимальной урожайности и высокими вкусовыми качествами плодов (4,5 балла) на этом же варианте. Снижение кислотности (от 1,02 до 0,78-0,90%) при внесении удобрения, возможно, свидетельствует об эффективности препарата при формировании вкусовых качеств яблок сорта Киммерия, что подтверждается показателями дегустационной оценки плодов.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Левгерова Н.С. Характеристика генофонда яблони по биохимическим и технологическим качествам плодов // Вестник ОрелГАУ. 2007;3:20-24
2. Газиев М.А., Асадулаев З.М., Абдуллатипов Р.А. Интродукция и эколого-морфологическая оценка рода *Malus Mill.* на Гунибском плато // Известия ДГПУ. Естественные и точные науки. 2011;2:11-16.
3. Красова Н.Г., Галашева А.М. Конструкция садов яблони при посадке односортовыми массивами // Современное садоводство. 2017;2:25-30.
4. Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Вклад Никитского ботанического сада в развитие садоводства на юге России //

Сборник научных трудов Государ. Никит. ботан. сада. 2017;144(1):49-54.

5. Митракова С.И., Дорошенко Т.М., Горбунов И.В. Влияние некорневых подкормок на урожай и качество яблок // Научный журнал КубГАУ 2009;46:235-240.
6. Боровник Е.С. Влияние некорневого внесения макро- и микроэлементов на рост и развитие деревьев яблони в плодоносящем саду // Плодоводство: науч. тр. РУП «Ин-т плододства», Самохваловичи. 2009;21:1-518.
7. Усейнов Д.Р., Челебиев Э.Ф., Денисова О.А. Влияние внекорневого внесения удобрения «НОВАТЭК Солуб к-Макс» на биохимический состав и товарно-потребительские качества плодов яблони // Плодоводство и ягодоводство России. 2021;64:54-60. DOI 10.31676/2073-4948-2021-64-54-60.
8. Горб Н.Н., Усейнов Д.Р., Челебиев Э.Ф. Влияние внекорневого внесения минерального удобрения на рост и развитие деревьев яблони в плодоносящем саду // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2020;134:108-113. DOI 10.36305/0513-1634-2020-134-108-113.
9. Минаев В.Г. Агрохимия. М.: Издательство МГУ. 1990:1-248.
10. Антюфеев В.В., Важов В.И., Рябов В.А. Справочник по климату Степного отделения Никитского ботанического сада. Ялта: НБС-НИЦ. 2002:1-88.
11. Stüz Barbara. Quando la buccia delle mele scurisce in cella. Centro di Sperimentazione Laimburg. Rivista specializzata del Centro di Consulenza. Maggio/Giugno. Anno 41°. 2017;3:10-11.
12. Arifova Z.I., Chelebiev E.F., Smykov A.V., Khalilov E.S., Uskov M.K. Drought resistance of apple tree and raspberry varieties and forms promising for the Crimea region. International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations" E3S Web of Conf. 2021;254. (FARBA 2021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401015>.
13. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Седова Е.Н. и Огольцовой Т.П. Орел: ВНИИСПК, 1999:1-608.

References

1. Sedov E.N., Makarkina M.A., Levgerova N.S. Characteristics of the apple tree gene pool by biochemical and technological qualities of fruits. Vestnik OrelGAU. 2007;3:20-24 (in Russian).
2. Gaziev M.A., Asadulaev Z.M., Abdullatipov R.A. Introduction and ecological and morphological assessment of the genus *Malus Mill.* on the Gunib plateau. Izvestiya DGPU. Natural and exact sciences. 2011;2:11-16 (in Russian).
3. Krasova N.G., Galasheva A.M. The design of apple orchards when planting single-grade arrays. Modern gardening. Contemporary horticulture. 2017;2:25-30 (in Russian).
4. Plugatar Yu.V., Smykov A.V. Contribution of the Nikitsky

- Botanical Garden to the development of horticulture in the South of Russia. Collection of scientific works of the State Nikita Bot. Garden. 2017;144(1):49-54 (*in Russian*).
5. Mitrakova S.I., Doroshenko T.M., Gorbunov I.V. The influence of foliar fertilizing on the yield and quality of apples. Scientific Journal KubSAU. 2009;46:235-240 (*in Russian*).
 6. Borovik E.S. The effect of non-root application of macro- and microelements on the growth and development of apple trees in a fruit-bearing garden. Fruit growing: scientific works RUP "Institute of Fruit Growing", Samokhvalovich. 2009;21:1-518 (*in Russian*).
 7. Useynov D. R., Chelebiev E.F., Denisova O.A. The effect of foliar application of NOVATEK Solub k-Max fertilizer on the biochemical composition and commodity-consumer qualities of apple fruits // Fruit growing and berry growing in Russia. 2021;64:54-60 (*in Russian*). DOI 10.31676/2073-4948-2021-64-54-60.
 8. Gorb N.N., Useynov D.R., Chelebiev E.F. The effect of foliar application of mineral fertilizers on the growth and development of apple trees in a fruit-bearing garden. Bulletin of the State Nikitsky Botanical Garden. 2020;134:108-113 (*in Russian*). DOI 10.36305/0513-1634-2020-134-108-113.
 9. Minaev V.G. Agrochemistry. M.: Publishing House of MSU. 1990:1-248 (*in Russian*).
 10. Antyufeev V.V., Vazhov V.I., Ryabov V.A. Climate Handbook of the Steppe Department of the Nikitsky Botanical Garden. Yalta: NBG-NSC. 2002:1-88 (*in Russian*).
 11. Stüz Barbara. Quando la buccia delle mele scurisce in cella. Centro di Sperimentazione Laimburg. Rivista specializzata del Centro di Consulenza. Maggio/Giugno. Anno 41°. 2017;3:10-11.
 12. Arifova Z.I., Chelebiev E.F., Smykov A.V., Khalilov E.S., Uskov M.K. Drought resistance of apple tree and raspberry varieties and forms promising for the Crimea region. International Scientific and Practical Conference "Fundamental and Applied Research in Biology and Agriculture: Current Issues, Achievements and Innovations" E3S Web of Conf. 2021;254. (FARBA 2021). <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202125401015>.
 13. Program and methodology of varietal study of fruit, berry and nut crops. Edited by Sedov E.N. and Ogoltsova T.P. Orel: VNIISP. 1999:1-608 (*in Russian*).

Сведения об авторах

Дявер Рашидович Усейнов, младший научный сотрудник лаборатории технологий выращивания плодовых культур; e-мейл: Dilik.um@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7030-8551>;

Эдем Фахриевич Челебиев, младший научный сотрудник лаборатории селекции и сортоизучения; e-мейл: edem_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

Виктория Сергеевна Кириченко, младший научный сотрудник лаборатории технологий выращивания плодовых культур; e-мейл: loginova_v_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>;

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

Ольга Александровна Денисова, младший научный сотрудник лаборатории селекции и сортоизучения; e-мейл: sadovodstvokrim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6436-0203>.

Information about authors

Dlyaver R. Useynov, Junior Staff Scientist, Laboratory of Fruit Cultivation Technologies; e-mail: Dilik.um@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7030-8551>;

Edem F. Chelebiev, Junior Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study; e-mail: edem_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

Victoria S. Kirichenko, Junior Staff Scientist, Laboratory of Fruit Cultivation Technologies; e-mail: loginova_v_koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5613-8939>;

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

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

Статья поступила в редакцию 16.12.2021, одобрена после рецензии 28.02.2022, принята к публикации 10.03.2022

Применение фунгицидов и биопрепаратов для эффективного контроля плесневидных гнилей ягод винограда

Галкина Е.С., Алейникова Н.В., Андреев В.В., Болотянская Е.А., Шапоренко В.Н.

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

Аннотация. Несвоевременное принятие решений по применению фунгицидов против плесневидных гнилей винограда влечет за собой ряд экономических потерь. Потери урожая от гнилей, развивающихся в период созревания, могут достигать 80 %. Их развитие негативно влияет на качество виноматериала, грозди столовых сортов теряют товарный вид и малопригодны для дальнейшего хранения. Развитию гнилей ягод винограда способствуют множество микроорганизмов из числа грибов и бактерий. Анализ данных по развитию «летних» гнилей в течение последних лет на виноградных насаждениях Крыма показывает, что их возбудителями являются такие микромицеты, как *Aspergillus niger* Tiegh., *Rizopus nigricans* Ehr., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link и *Penicillium sp.*, основные потери вызваны возбудителями черной плесневидной гнили. Профилактические мероприятия для защиты ягод винограда от гнилей являются единственным способом предотвращения данных заболеваний в период созревания винограда и сбора урожая. Исследования по изучению биологической эффективности фунгицидов и биопрепаратов и определению оптимальных сроков их применения проводились в 2016-2021 гг. в лаборатории защиты растений Института «Магарач» и на виноградных насаждениях сорта Мускат белый (филиал «Ливадия» АО «ПАО «Массандра») согласно общепринятым в отечественной и международной практике методам и методикам. В результате проведенного лабораторного скрининга были выявлены наиболее эффективные в контроле возбудителей плесневидных гнилей фунгициды и биопрепараты, в полевых условиях установлены оптимальные сроки их применения. В дальнейшем эти результаты позволят построить эффективную профилактическую защиту и снизить до минимума потери урожая винограда от развития плесневидных гнилей.

Ключевые слова: виноград; плесневидные гнили; микромицеты; скрининг; фунгициды; биопрепараты; биологическая эффективность; эпидемиология.

Для цитирования: Галкина Е.С., Алейникова Н.В., Андреев В.В., Болотянская Е.А., Шапоренко В.Н. Применение фунгицидов и биопрепаратов для эффективного контроля плесневидных гнилей ягод винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):41-47. DOI 10.35547/IM.2022.53.37.007

The use of fungicides and biological preparations for effective grape mold control

Galkina Ye.S., Aleinikova N.V., Andreyev V.V., Bolotianskaya E.A., Shaporenko V.N.

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

Abstract. Untimely taking of decisions on using fungicides against grape molds results in a number of economic losses. Yield losses from molds, developing during the ripening period, can reach 80%. Their progression negatively affects the quality of base wine, bunches of table grape varieties lose their market condition and are unsuitable for further storage. The development of grape mold is facilitated by many microorganisms amongst fungi and bacteria. The data analysis on the development of "summer" molds on the vineyards of Crimea in recent years shows that their pathogens are such micromycetes as *Aspergillus niger* Tiegh., *Rizopus nigricans* Ehr., *Cladosporium herbarum* (Pers.) Link and *Penicillium sp.*, the main losses are caused by black mold pathogens. Preventive measures to protect grapes from molds are the only way to prevent these diseases during the period of grape ripening and harvesting. The research on study of biological effectiveness of fungicides, biological preparations and determining the optimal time of their use were carried out in 2016-2021 in the Laboratory of Plant Protection of the Institute Magarach and on vine plantations of 'Muscat Blanc' variety (Livadia branch of FSUE PJSC Massandra) according to the methods and techniques generally accepted in national and international practices. As a result of laboratory screening, the most effective fungicides and biological preparations in the control of mold pathogens were identified, and the optimal terms for their application were established in field conditions. In future, these results will allow constructing effective preventive protection and minimizing grape yield losses from mold development.

Key words: grapes; molds; micromycetes; screening; fungicides; biological preparations; biological effectiveness; epidemiology.

For citation: Galkina Ye.S., Aleinikova N.V., Andreyev V.V., Bolotianskaya E.A., Shaporenko V.N. The use of fungicides and biological preparations for effective grape mold control. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2022; 24(1):41-47 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.53.37.007

Введение

Наблюдаемые в последние десятилетия глобальное потепление, участвовавшие погодные стрессы способствуют трансформации патоккомплексов виноградных агроценозов – изменяется состав фитопатогенных грибов и уровень их вредоносности [1-3]. Для виноградарских регионов мира с жарким летом ежегодно отмечается развитие гнили ягод винограда по типу плесневидной, как в слабой, так и в сильной степени. Данное заболевание носит комплексный характер и обусловлено развитием таких микромицетов, как возбудители черной плесени – *Aspergillus niger* Tiegh., *Rizopus nigricans* Ehr., *Fumago vagans* Pers. ex Sacc., зеленой плесени винограда – грибы рода *Cladosporium*, голубой плесени – грибы рода *Penicillium*, розовой плесени – грибы *Trichothecium roseum* Fr., *Gliocladium roseum* Vainier, которые в основном относятся к термофилам и поражают ягоды винограда в жаркую погоду (25-30 °C) [3-8].

Плесневидные гнили развиваются, как правило, на созревающих ягодах с механическими повреждениями и обычно считаются вторичными возбудителями. Однако, при благоприятных условиях возможно заражение неповрежденных ягод через кожу (наличие микроскопических ран). Например, для *Rizopus nigricans* при температуре 28-32 °C, период от начала прорастания спор до созревания спорангиев составляет 36 ч. В таком случае патоген за короткий срок способен повредить 80 % грозди. Заболевание прогрессирует при хранении гроздей в сырых помещениях, приводя к полной потере товарных качеств [9, 10]. Особое значение имеют представители родов *Aspergillus* и *Penicillium*, способные не только повреждать ягоды винограда, тем самым снижая товарный вид, но и выделять микотоксины (охратоксин А и фузонизин) [11].

По результатам многолетнего изучения фитосанитарной ситуации на виноградных насаждениях основных виноградарских зон Крыма установлен рост значимости комплекса плесневидных гнилей [12]. Поражение созревающих ягод винограда *Cladosporium herbarum*, *Penicillium* sp. и *Trichothecium roseum* обычно носит единичный характер, развитие пенициллеза наблюдается в сентябре и октябре [13]. В отдельные годы при создании благоприятных условий наблюдаются вспышки развития черной плесневидной гнили (*Aspergillus niger*, *Rizopus nigricans*), особенно на бело-ягодных сортах винограда.

Сложность контроля плесневидных гнилей заключается в том, что возбудители данных заболеваний активно развиваются в период созревания винограда, когда химические фунгициды применять запрещено. В связи с этим актуальным является поиск эффективных и безопасных средств и определение оптимальных сроков их применения для защиты от плесневидных гнилей на виноградных насаждениях ценных технических и столовых сортов в условиях Крыма [14, 15].

Цель исследований заключалась в формировании оптимального ассортимента фунгицидов и разработки систем защиты винограда, обеспечивающих высокую биологическую эффективность: проведении

скрининга фунгицидов и биопрепаратов в условиях *in vitro* по антимикотической активности в отношении, выделенных в чистую культуру микромицетов – возбудителей плесневидных гнилей ягод винограда, проверке наиболее эффективных в полевых условиях.

Методы исследований

Лабораторные и полевые исследования проводили в 2016-2021 гг. Выделение грибов-возбудителей плесневидных гнилей ягод винограда, изучение их морфолого-культуральных характеристик, скрининг современных фунгицидов и биопрепаратов отечественного и иностранного производства по фунгицидной активности в условиях *in vitro* проводилось в соответствии с общепринятыми методами с использованием определителей, баз данных и публикаций [9, 16-20].

Полевые исследования проводились в 2018-2021 гг. согласно общепринятым в отечественной и международной практике методам и методикам, адаптированным к виноградным агроценозам, с использованием современных баз данных и публикаций [21, 22] на виноградных насаждениях ценного технического сорта Мускат белый (филиал «Ливадия» АО «ПАО «Массандра»). Изучение биологической эффективности в контроле черной плесневидной гнили ягод винограда (возбудитель *Aspergillus niger*) препаратов химического и биологического происхождения, проводились в условиях стационарного опыта. Схема опыта включала двух- и трехкратное применение фунгицидов и биопрепаратов в фазы «конец цветения», «начало формирования грозди» и «начало созревания» (табл. 1).

Оценку биологической эффективности препаратов проводили в сравнении с необработываемым контролем.

Результаты исследований

В целом за 2016-2021 гг. в условиях *in vitro* по антимикотической активности в отношении, выделенных в чистую культуру микромицетов – возбудителей плесневидных гнилей ягод винограда протестировано 29 фунгицидов, 11 биопрепаратов и биологически активных соединений. В результате исследований установлены:

– очень хорошая эффективность (95 % и выше) в отношении *Aspergillus niger* и *Penicillium* sp. для 10 фунгицидов и 5 биопрепаратов, *Cladosporium herbarum* и *Rhizopus nigricans* – 7 и 8 фунгицидов, 6 биопрепаратов и биологически активных соединений;

– хорошая эффективность (75-95 %) в контроле *Aspergillus niger* для 5 фунгицидов и 1 биопрепарата, *Penicillium* sp. – 10 фунгицидов и 2 биопрепаратов, *Cladosporium herbarum* – 9 фунгицидов и 3 биопрепаратов и *Rhizopus nigricans* – 3 фунгицидов и 3 биопрепаратов.

Наиболее эффективными в контроле возбудителей плесневидных гнилей были следующие действующие вещества:

– *Aspergillus niger* – дифенконазол, ципродинил + флудиоксонил, ципродинил, тиофанат-метил, тирам + дифенконазол, приметанил, имибенконазол, кинопрол, мефентрифлуконазол, трифлуксистробин, масло чайного дерева + дифенконазол, штаммы OPS-32 и OST-713 *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм ВКМ

Таблица 1. Схема полевого опыта по изучению биологической эффективности фунгицидов в защите винограда от черной плесневидной гнили (филиал «Ливадия» АО «ПАО «Массандра», сорт Мускат белый)

Table 1. Scheme of a field experiment to study biological effectiveness of fungicides in protection of grapes from black mold (Livadia branch of FSUE PJSC Massandra, grape variety 'Muscat Blanc')

Фунгицид	Действующее вещество	Норма расхода кг, л/га	Сроки, фазы
2018 год			
Луна Транквилити, КС	Флуопирам, 125 г/л + пириметанил, 375 г/л	1	13.06 – «конец цветения»; 19.07 – «начало формирования грозди»
Свитч, ВДГ	Флудиоксонил, 250 г/кг + ципродинил, 375 г/кг	1	
2019 год			
Луна Транквилити, КС	Флуопирам, 125 г/л + пириметанил, 375 г/л,	1	14.06 – «конец цветения»; 11.07 – «начало формирования грозди»;
Свитч, ВДГ	Флудиоксонил, 250 г/кг + ципродинил, 375 г/кг,	1	26.07 – «начало созревания»
2020 год			
Хорус, ВДГ	Ципродинил, 750 г/кг	0,7	17.06 – «конец цветения»;
Скор, КЭ	Дифеноконазол, 250 г/л	0,4	17.07 – «начало формирования грозди»;
Биокомполит-Про, Ж	Титр не менее 109 КОЕ/мл <i>Pseudomonas asplenii</i> , штамм 11RW (ВКПМ В-13395)	1	7.08 – «начало созревания»
2021 год			
Хорус, ВДГ	Ципродинил, 750 г/кг	0,7 г/кг	
Скор, КЭ	Дифеноконазол, 250 г/л	0,4 л/га	
Менедж, СП	Имибенконазол, 150 г/кг	0,35 кг/га	24.06 – «конец цветения»; 13.07 – «начало формирования грозди»;
Курзат Р, СП	Меди хлорокись 689,5 г/кг + цимоксанил 42 г/кг	2,5кг/га	12.08 – «начало созревания»
Биокомполит-Про, Ж	Титр не менее 109 КОЕ/мл <i>Pseudomonas asplenii</i> , штамм 11RW (ВКПМ В-13395)	1 л/га	

В-2605D *Bacillus subtilis*, штаммы Г-30 ВИЗР и ВКМ F-4099D *Trichoderma harzianum*;

– *Penicillium* sp. – дифеноконазол, каптан, флуазинам, тиофанат-метил, дифеноконазол + цидлуфенамид, флуопирам + пириметанил, пенконазол, дифеноконазол + флутриафол, тирам + дифеноконазол, пириметанил, кинопрол, мефентрифлуконазол, трифлуксистеробин, масло чайного дерева + дифеноконазол, штамм 11RW (ВКПМ В-13395) *Pseudomonas asplenii*, штамм OST-713 *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм ВКМ В-2605D *Bacillus subtilis*, штаммы Г-30 ВИЗР и ВКМ F-4099D *Trichoderma harzianum*;

– *Cladosporium herbarum* – дифеноконазол, каптан, тиофанат-метил, дифеноконазол + флутриафол, тирам + дифеноконазол, имибенконазол, кинопрол, трифлуксистеробин, масло чайного дерева + дифеноконазол, штаммы OPS-32 и OST-713 *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм ВКМ В-2605D *Bacillus subtilis*, штаммы Г-30 ВИЗР и ВКМ F-4099D *Trichoderma harzianum*;

– *Rhizopus nigricans* – флуопирам + пириметанил, хлорокись меди, дифеноконазол + флутриафол, имибенконазол, трифлуксистеробин, меди хлорокись + цимоксанил, масло чайного дерева + дифеноконазол,

штаммы OPS-32 и OST-713 *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм 11RW (ВКПМ В-13395) *Pseudomonas asplenii*, штамм ВКМ В-2605D *Bacillus subtilis*, штаммы Г-30 ВИЗР и ВКМ F-4099D *Trichoderma harzianum*.

Полученные результаты позволили рекомендовать использование наиболее эффективных фунгицидов в полевых условиях и согласуются с данными, полученными зарубежными исследователями, которыми установлено, что развитие микромицетов (возбудителей плесневидных гнилей ягод винограда) в условиях *in vitro* эффективно контролировали такие действующие вещества фунгицидов, как ципродинил + флудиоксонил, азоксистеробин и пенконазол, боскалид, боскалид + пиракlostробин, боскалид + крезоксим метил, ципродинил – *Aspergillus niger* [23-25]; боскалид + пиракlostробин, боскалид + крезоксим метил, ципродинил + флудиоксонил – *Penicillium expansum* и *Rhizopus stolonifer*; каптан, боскалид – *Cladosporium herbarum* [30].

В табл. 2 представлены результаты серии полевых опытов 2018-2021 гг., направленных на изучение биологической эффективности фунгицидов и биопрепаратов в контроле развития черной плес-

Таблица 2. Эффективность применения фунгицидов в защите винограда от черной плесневидной гнили (филиал «Ливадия» АО «ПАО «Массандра», сорт Мускат белый)

Table 2. The effectiveness of using fungicides in protection of grapes from black mold (Livadia branch of FSUE PJSC Massandra, grape variety 'Muscat Blanc')

Вариант	R, %	Б.Э., %	R, %	Б.Э., %	R, %	Б.Э., %
2018 год						
	9,08		23,08		-	-
Контроль	11,3	-	16,0	-	-	-
Луна Транквилити, КС	2,0	82,3	4,6	71,3	-	-
Свитч, ВДГ	2,2	80,5	4,9	69,4	-	-
НСР ₀₅	0,4	-	0,8	-	-	-
2019 год						
	25,07		9,08		30,08	
Контроль	0,1	-	4,5	-	11,1	-
Луна Транквилити, КС	0	100	0	100	2,5	77,5
Свитч, ВДГ	0	100	0,3	93,3	2,8	74,8
НСР ₀₅	-	-	0,1	-	0,2	-
2020 год						
	27,07		11,08		17,09	
Контроль	0,2	-	0,8	-	6,4	-
Хорус, ВДГ	0	100	0	100	0,7	88,9
Скор, КЭ	0	100	0	100	0,8	87,3
Биокомпозит-Про, Ж	0	100	0	100	1,1	82,8
Серенада АСО, КС	0	100	0	100	1,2	81,9
НСР ₀₅	0,01	-	0,06	-	0,2	-
2021 год						
	2,08		17,08		9,09	
Контроль	0,1		0,7	-	23,6	-
Хорус, ВДГ	0	100	0	100	3,9	83,5
Скор, КЭ	0	100	0	100	4,1	82,6
Биокомпозит-Про, Ж	0	100	0,05	92,9	4,8	79,7
МенеДж, СП	0	100	0	100	4,6	80,5
Курзат Р, СП	0	100	0	100	3,4	85,6
НСР ₀₅	0,02	-	0,04	-	0,9	-

Примечания: R – развитие болезни; Б.Э. – биологическая эффективность

невидной или аспергилезной гнили ягод винограда, в том числе и теми, что хорошо себя зарекомендовали в условиях *in vitro*. В 2018 г. повышенный температурный режим во второй половине июля и начале августа способствовал развитию на созревающих ягодах винограда сорта Мускат белый термофильного микромицета *Aspergillus niger* (возбудителя аспергилезной гнили) в третьей декаде июля – первой декаде августа и максимально во второй половине августа. На контрольном варианте степень развития болезни в динамике составляла 11,3 % и 16 % 9 и

23 августа соответственно (табл. 2).

Сезон вегетации 2019 г. от предшествующего отличался умеренными температурами воздуха в июле и засушливым августом, что повлияло на особенности поражения ягод винограда *Aspergillus niger* – наблюдали слабое развитие, начиная с единичных случаев 25 июля, 9 августа интенсивность поражения составляла 4,5 %, к 30 августа данный показатель увеличился до 11,1 % (табл. 2). В 2018 г. на опытных вариантах с двукратным применением фунгицидов Луна Транквилити, КС (1 л/га) и Свитч, ВДГ (1 кг/га) в фазы «ко-

нец цветения» и «начало формирования грозди» интенсивность развития аспергиллезной гнили на ягодах винограда не превышала 2 % и 4,6 % и 2,2 % и 4,9 % 9 и 23 августа соответственно. Биологическая эффективность двукратного применения фунгицидов Луна Транквилити, КС и Свитч, ВДГ для защиты гроздей винограда от аспергиллезной гнили была на уровне 82,3-71,3 % и 80,5-69,4 % 9 и 23 августа соответственно (табл. 2). В 2019 г. трехкратное применение фунгицидов Луна Транквилити, КС (1 л/га) и Свитч, ВДГ (1 кг/га) в фенологические фазы «конец цветения», «начало формирования грозди» и «начало созревания» снижало развитие на ягодах винограда *Aspergillus niger* до 0-2,5 % и 0,3-2,8 % 9 и 30 августа соответственно. Биологическая эффективность защиты гроздей винограда от возбудителя черной плесневидной гнили была на уровне 100-77,5 % для фунгицида Луна Транквилити, КС и 93,3-74,8 % при использовании фунгицида Свитч, ВДГ (табл. 2).

Таким образом, в результате полевых опытов 2018 и 2019 гг. на участке сорта Мускат белый (филиал Ливадия АО «ПАО «Массандра») показана хорошая биологическая эффективность применения фунгицидов Луна Транквилити, КС и Свитч, ВДГ в контроле *Aspergillus niger*.

В течение 2020 и 2021 гг. развитие плесневидных гнилей ягод винограда (возбудитель *Aspergillus niger*) на участке сорта Мускат белый наблюдали в слабой и средней степени. В 2020 г. на фоне в основном умеренных температур в июле-августе и повышенных в сентябре наблюдали развитие *Aspergillus niger* (оптимальная температура 25-30 °С) в слабой степени, начиная с единичных случаев 11 августа, на созревающих ягодах винограда сорта Мускат белый возбудителя. На контрольном варианте интенсивность развития черной плесневидной гнили в динамике составляла 0,8 % (11.08.2020), 6,4 % (17.09.2020), (табл. 2). В условиях вегетационного периода 2021 года, напротив, оптимальный температурный режим (>25 °С) наблюдали во второй и третьей декадах июля и августе, в сентябре среднесуточные температуры воздуха не превышали 20 °С. На контрольном варианте опытного участка сорта Мускат белый первые единичные случаи развития *Aspergillus niger* на гроздях виноградных растений наблюдали 2 августа. Интенсивность поражения гроздей винограда изучаемым заболеванием была на уровне 0,1 % (2.08), 0,7 % (17.08) и 23,6 % (9.09), (табл. 2). На опытных вариантах с трехкратным применением фунгицида Хорус, ВДГ и Скор, КЭ – интенсивность развития аспергиллезной гнили на гроздях на 41-й (2020 г.) и 28-й (2021 г.) дни после последней обработки не превышала 0,7 %, 0,8 % и 3,9 %, 4,1 % соответственно. На варианте с применением биологического фунгицидов Биокомполит-Про, Ж в те же сроки наблюдали поражение ягод аспергиллезной гнилью на уровне 1,1 % и 4,8 % (табл. 2). Таким образом, в результате полевых исследований 2020-2021 гг. на участке сорта Мускат белый показана высокая биологическая эффективность фунгицидов Хорус, ВДГ и Скор, КЭ, а также возможность применения биопрепаратов Биокомполит-Про, Ж в контроле аспергиллезной гни-

ли винограда.

Также в 2020 г. были проведены полевые опыты по изучению биологической эффективности биофунгицида Серенада АСО, КС, а в 2021 г. фунгицидов Менедж, СП и Курзат Р, СП в контроле черной плесневидной гнили винограда. В условиях 2020 г. на варианте с применением биологического фунгицида Серенада АСО, КС поражение ягод аспергиллезной гнилью к моменту сбора урожая (17.09) было на уровне 1,2 %, что позволило получить биологическую эффективность 81,9 % фактически на уровне эффективности химических фунгицидов (табл. 2). В 2021 г. на опытных вариантах с трехкратным применением фунгицидов Менедж, СП и Курзат Р, СП – интенсивность развития аспергиллезной гнили на гроздях на 28-й день после последней обработки (9.09) не превышала 4,6 % и 3,4 % соответственно (табл. 2).

Выводы

Таким образом, в серии лабораторных опытов получены экспериментальные данные о высокой эффективности в отношении *Aspergillus niger* и *Penicillium* sp. для 10 фунгицидов и 5 биопрепаратов, *Cladosporium herbarum* и *Rhizopus nigricans* – 7 и 8 фунгицидов, 6 биопрепаратов и биологически активных соединений. В результате полевых опытов 2018-2021 гг. установлено, что эффективный контроль поражения созревающих гроздей винограда черной плесневидной гнилью (возбудитель *Aspergillus niger*) можно обеспечить при трехкратном использовании в фенологические фазы «конец цветения», «начало формирования грозди» и «начало созревания», как специализированных ботритицидов Луна Транквилити, КС, Свитч, ВДГ, Хорус, ВДГ, так и фунгицида широкого спектра действия Скор, КЭ и биопрепарата Биокомполит-Про, Ж. Также показана возможность применения бифунгицида Серенада АСО, КС и фунгицидов для защиты от оидиума (Менедж, СП) и милдью (Курзат Р, СП) в контроле черной плесневидной гнили ягод винограда.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0011 (0833-2015-0007).

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0011 (0833-2015-0007).

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Корсакова С.П., Корсаков П.Б. Динамика временных границ климатических сезонов на Южном берегу Крыма в условиях изменения климата // Бюллетень ГНБС. 2018;127:107-115.
2. Юрченко Е.Г., Якуба Г.В., Мищенко И.Г., Холод Н.А., Насонов А.И., Савчук Н.В. Изучение микопатосистем многолетних агроценозов на основе биоценологического методологического подхода // Научные труды СКФНЦСВВ. 2018;15:79-84.
3. Jayawardena R.S., Purahong W., Zhang W. et al. Biodiversity of fungi on *Vitis vinifera* L. revealed by traditional and high-resolution culture-independent approaches. Fungal Diversity.

- 2018;90:1–84 <https://doi.org/10.1007/s13225-018-0398-4>.
4. Чичинадзе Ж.А., Якушина Н.А., Скориков А.С., Странишевская Е.П. Вредители, болезни и сорняки на винограде. К.: Аграрная наука. 1995:1-304.
 5. Duncan R.A., Stapleton J.J. and Leavitt G.M. Population dynamics of epiphytic mycoflora and occurrence of bunch rots of wine grapes as influenced by leaf removal. *Plant Pathology*. 1995;44:956-965.
 6. Ghuffar S., Ahmed M.Z., Irshad G., Zeshan M.A., Qadir A., Anwaar H.A., Mansha M.Z., Asadullah H.M., Abdullah A., Farooq U. First Report of *Aspergillus niger* causing Black rot of Grapes in Pakistan. *Plant Dis*. 2020 Oct 13. doi: 10.1094/PDIS-06-20-1390-PDN. Epub ahead of print. PMID: 33048593.
 7. Zou J., Zhang T., Wen G., Song B., Jiang S. First Report of *Penicillium olsonii* Bainier & Sartory Causing Postharvest Fruit Rot of Grape (*Vitis vinifera* L.) in China. *Plant Dis*. 2021 Dec 2. doi: 10.1094/PDIS-10-21-2354-PDN. Epub ahead of print. PMID: 34854761.
 8. Liu Z., Jiao R.L., Chen S.Y., Ren Y., Zhang L., Zhang D., Chen J.Y., Guoying L. First Report of Fruit Rot of Grapes (*Vitis vinifera*) Caused by *Cladosporium cladosporioides* in Xinjiang, China. *Plant Dis*. 2021 Jul 28. doi: 10.1094/PDIS-01-21-0080-PDN. Epub ahead of print. PMID: 34319766.
 9. Попушой И.С., Маржина Л.А. Микозы виноградной лозы. Кишинёв: Штиинца. 1989:1-244.
 10. Волков Я.А., Странишевская Е.П. Микокомплекс возбудителей гнилей ягод винограда на юге Украины и методы ограничения его вредоносности. Ялта. 2012:1-48.
 11. Cabanès F.J., Accensi F., Bragulat M.R., Abarca M.L., Castellá G., Mínguez S., Pons A. What is the source of ochratoxin A in wine? *Int. J. Food Microbiol.* 2002;15;79(3):213-5. doi: 10.1016/s0168-1605(02)00087-9.
 12. Галкина Е.С., Алейникова Н.В., Болотянская Е.А., Андреев В.В., Диденко П.А. Изменения в структуре патоккомплексов виноградных насаждений Крыма в последние годы // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Ялта. 2020;XLIX:127–130.
 13. Алейникова Н.В., Галкина Е.С., Андреев В.В., Болотянская Е.А., Шапоренко В.Н. Этиология и контроль гнилей ягод винограда сорта Мускат белый в условиях Южного берега Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018;54(06):110-123.
 14. Annemiek Schilder. Management of bunch rot diseases in grapes [Электронный ресурс]. *Plant Pathology*, Michigan State University, 2008. Режим доступа: http://msue.anr.msu.edu/news/management_of_bunch_rot_diseases_in_grapes.
 15. Алейникова Н.В., Галкина Е.С., Радионовская Я.Э., Шапоренко В.Н. Возможные пути снижения экологического риска применения пестицидов в защите виноградных насаждений республики Крым от вредных организмов // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2015;4:29-32.
 16. Mucobank Database [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mucobank.org/>.
 17. Благовещенская Е.Ю. Микологические исследования: основы лабораторной техники: учебное пособие. М.: ЛЕНАНД. 2017:1-96.
 18. Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений: определитель: в 3 томах, АН УССР, Ин-т микробиологии и вирусологии им. Д.К. Заболотного. Киев: Наукова думка. 1978;3(Пикнидиальные грибы):231.
 19. Гольшин Н.М. Фунгициды в сельском хозяйстве. М.: Колос. 1970:161-177.
 20. Минаева О.М., Акимова Е.Е., Зюбанова Т.И., Терещенко Н.Н. Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности: учеб. пособие. Томск: Издательский дом Томского государственного университета. 2018:1-130.
 21. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Альянс. 2014:1-352.
 22. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. Под ред. В. И. Долженко. С.-Пб. 2009:1-378.
 23. Bellí N., Marín S., Sanchis V., Ramos A.J. Impact of fungicides on *Aspergillus carbonarius* growth and ochratoxin A production on synthetic grape-like medium and on grapes. *Food Addit. Contam.* 2006;23(10):1021–9.
 24. Ricardo A. Serey, René Torres and Bernardo A. Latorre Pre- and post-infection activity of new fungicides against *Botrytis cinerea* and other fungi causing decay of table grapes. *Cien. Inv. Agr.* 2007;34(3):215–224.
 25. Valero A., Marín S., Ramos A.J. and Sanchis V. Effect of preharvest fungicides and interacting fungi on *Aspergillus carbonarius* growth and ochratoxin A synthesis in dehydrating grapes. *Letters in Applied Microbiology*. 2007;45:194–199.
- ### References
1. Korsakova S.P., Korsakov P.B. Dynamics of time limits of climatic seasons on the South Coast of Crimea under conditions of climate change. *Bulletin of SNBG*. 2018;127:107-115 (*in Russian*).
 2. Yurchenko E.G., Yakuba G.V., Mishchenko I.G., Kholod N.A., Nasonov A.I., Savchuk N.V. The study of mycopathosystems of perennial agrocenoses based on the biocenotic methodological approach. *Scientific works of NCFSCHVW*. 2018;15:79–84 (*in Russian*).
 3. Jayawardena R.S., Purahong W., Zhang W. et al. Biodiversity of fungi on *Vitis vinifera* L. revealed by traditional and high-resolution culture-independent approaches. *Fungal Diversity*. 2018;90:1–84 <https://doi.org/10.1007/s13225-018-0398-4>.
 4. Chichinadze Zh.A., Yakushina N.A., Skorikov A.S., Stranishevskaya E.P. Pests, diseases and weeds on grapes. K.: Agrarian science. 1995:1-304 (*in Russian*).
 5. Duncan R.A., Stapleton J.J. and Leavitt G.M. Population dynamics of epiphytic mycoflora and occurrence of bunch rots of wine grapes as influenced by leaf removal. *Plant Pathology*. 1995;44:956-965.
 6. Ghuffar S., Ahmed M.Z., Irshad G., Zeshan M.A., Qadir A., Anwaar H.A., Mansha M.Z., Asadullah H.M., Abdullah A., Farooq U. First Report of *Aspergillus niger* causing Black rot of Grapes in Pakistan. *Plant Dis*. 2020 Oct 13. doi: 10.1094/PDIS-06-20-1390-PDN. Epub ahead of print. PMID: 33048593.
 7. Zou J., Zhang T., Wen G., Song B., Jiang S. First Report of *Penicillium olsonii* Bainier & Sartory Causing Postharvest Fruit Rot of Grape (*Vitis vinifera* L.) in China. *Plant Dis*. 2021 Dec 2. doi: 10.1094/PDIS-10-21-2354-PDN. Epub ahead of print. PMID: 34854761.
 8. Liu Z., Jiao R.L., Chen S.Y., Ren Y., Zhang L., Zhang D., Chen J.Y., Guoying L. First Report of Fruit Rot of Grapes (*Vitis vinifera*) Caused by *Cladosporium cladosporioides* in Xinjiang, China. *Plant Dis*. 2021 Jul 28. doi: 10.1094/PDIS-01-21-0080-PDN. Epub ahead of print. PMID: 34319766.
 9. Popushoy I.S., Marzhina L.A. Mycoses of the grapevine. Chisinau: Shtiintsa. 1989:1-244 (*in Russian*).
 10. Volkov Ya.A., Stranishevskaya E.P. Mycocomplex of pathogens of grape rot in the South of Ukraine and methods for limiting its harmfulness. Yalta. 2012:1-48 (*in Russian*).
 11. Cabanès F.J., Accensi F., Bragulat M.R., Abarca M.L., Castellá G., Mínguez S., Pons A. What is the source of

- ochratoxin A in wine? *Int. J. Food Microbiol.* 2002;15;79(3):213-5. doi: 10.1016/s0168-1605(02)00087-9.
12. Galkina E.S., Aleinikova N.V., Bolotyanskaya E.A., Andreyev V.V., Didenko P.A. Changes in the structure of patho-complexes of Crimean vineyards in recent years. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works of the FSBSI Magarach of the RAS. Yalta. 2020;XLIX:127-130 (in Russian).*
 13. Aleynikova N.V., Galkina E.S., Andreyev V.V., Bolotyanskaya E.A., Shaporenko V.N. Etiology and rot control of berries of Muscat white grapes in the Crimea Southern Coast conditions. *Horticulture and viticulture of the South Russia.* 2018;54(06):110-123 *(in Russian)*.
 14. Annemiek Schilder. Management of bunch rot diseases in grapes [Электронный ресурс]. *Plant Pathology, Michigan State University, 2008.* Режим доступа: [http://msue.anr.msu.edu/news/management of bunch rot diseases in grapes](http://msue.anr.msu.edu/news/management_of_bunch_rot_diseases_in_grapes).
 15. Aleinikova N.V., Galkina Ye.S., Radionovskaia Ya.E., Shaporenko V.N. Possible ways of reducing the ecological risk of pesticide application for control of hazardous organisms in grape plantings of the Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2015;4:29-32 *(in Russian)*.
 16. MycoBank Database [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mycobank.org/>.
 17. Blagoveshchenskaya E.Yu. *Mycological research: fundamentals of laboratory technology: a textbook.* M.: LENAND. 2017:1-96 *(in Russian)*.
 18. Pidoplichko N.M. *Fungi - parasites of cultivated plants: identification guide: in 3 volumes, Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Institute of Microbiology and Virology named after D.K. Zabolotny. Kyiv: Naukova dumka. 1978;3(Рycидия fungi):231 (in Russian).*
 19. Golyshin N.M. *Fungicides in agriculture.* M.: Kolos. 1970:161-177 *(in Russian)*.
 20. Minaeva O.M., Akimova E.E., Zyubanova T.I., Tereshchenko N.N. *Biopreparations for plant protection: assessment of quality and efficiency: a textbook.* Tomsk: Publishing House of Tomsk State University. 2018:1-130 *(in Russian)*.
 21. Dospekhov B.A. *Methodology of field experiment.* M.: Alians. 2014:1-352 *(in Russian)*.
 22. *Guidelines for registration tests of fungicides in agriculture.* Edited by V. I. Dolzhenko. St.-Pb. 2009:1-378 *(in Russian)*.
 23. Bellí N., Marín S., Sanchis V., Ramos A.J. Impact of fungicides on *Aspergillus carbonarius* growth and ochratoxin A production on synthetic grape-like medium and on grapes. *Food Addit. Contam.* 2006;23(10):1021-9.
 24. Ricardo A. Serey, René Torres and Bernardo A. Latorre Pre- and post-infection activity of new fungicides against *Botrytis cinerea* and other fungi causing decay of table grapes. *Cien. Inv. Agr.* 2007;34(3):215-224.
 25. Valero A., Marín S., Ramos A.J. and Sanchis V. Effect of preharvest fungicides and interacting fungi on *Aspergillus carbonarius* growth and ochratoxin A synthesis in dehydrating grapes. *Letters in Applied Microbiology.* 2007;45:194-199.

Информация об авторах

Евгения Спиридоновна Галкина, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: galkinavine@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4322-4074>;

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

Владимир Владимирович Андреев, мл. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: vovka.da.89@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3540-1045>;

Елена Александровна Болотянская, науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: saklina@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2218-8019>;

Владимир Николаевич Шапоренко, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: plantprotection-magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5564-3722>.

Information about authors

Yevgenia S. Galkina, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection; e-mail: galkinavine@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4322-4074>;

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

Vladimir V. Andreyev, Junior Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection; e-mail: vovka.da.89@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3540-1045>;

Elena A. Bolotianskaya, Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection; e-mail: saklina@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2218-8019>;

Vladimir N. Shaporenko, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection; e-mail: plantprotection-magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5564-3722>.

Статья поступила в редакцию 21.02.2022, одобрена после рецензии 05.03.2022, принята к публикации 10.03.2022

Выявление вирусных инфекций винограда в Республике Крым

Бондаренко Г.Н.^{1,2}, Ермолов В.Ю.², Алейникова Н.В.^{3,1}, Корнилаева О.Н.¹

¹ФГБУ «ВНИИКР», р.п. Быково, г. Раменское, Московская обл., Россия

²ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», г. Москва, Россия

³ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», г. Ялта, Республика Крым, Россия

Аннотация. Ежегодно виноградовинодельческая отрасль несет значительные убытки из-за уменьшения сбора и снижения качества урожая винограда в результате поражения растений инфекциями разной этиологии, в том числе вирусной. Сильно поражённые вирусными болезнями кусты винограда отстают в развитии, снижается их продуктивность, что может в последствии привести к гибели растений и потребует дополнительных затрат на восстановление виноградников. В настоящее время недостаточно сведений о распространении вирусных заболеваний на виноградных насаждениях Крыма. К наиболее вредоносным вирусам винограда относятся: вирус короткоузлие винограда Grapevine fanleaf virus (GFLV), вирус мраморности винограда Grapevine fleck virus (GFkV), вирус скручивания листьев винограда, серотип 3 Grapevine leafroll-associated virus 3 (GLRaV – 3), вирус Пиногри винограда Grapevine Pinot gris virus (GPGV), вирус опробковения коры винограда Grapevine virus B (GVB). В общей сложности было собрано 153 образца побегов с листьями, ассоциируемых с вирусной инфекцией в трех виноградарских зонах Крыма. Диагностику вирусов проводили методом ОТ-ПЦР с последующим секвенированием. Четыре из пяти экономически опасных вирусов (кроме GVB) были обнаружены в исследуемых образцах, преобладающими являлись GLRaV-3, GFkV. Встречались виноградные кусты, поражённые сразу несколькими вирусами (mix-infection). Результаты также показали, что использование зараженного посадочного материала, возможно, было одним из главных факторов развития вирусных заболеваний в Крыму. Определено, что вирозам подвержены основные сорта винограда – Каберне-Совиньон и группа Мускатов, о чем в отечественной и зарубежной литературе ранее не сообщалось.

Ключевые слова: ампелоценоз; вирозы; вирусы; диагностика; ПЦР; секвенирование.

Для цитирования: Бондаренко Г.Н., Ермолов В.Ю., Алейникова Н.В., Корнилаева О.Н. Выявление вирусных инфекций винограда в Республике Крым // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):48-54. DOI 10.35547/IM.2022.13.77.008

Detection of grape viral infections in the Republic of Crimea

Bondarenko G.N.^{1,2}, Yermolov V.Yu.², Aleinikova N.V.^{3,1}, Kornilaeva O.N.¹

¹FSBI All-Russian Center for Plant Quarantine (FSBI VNIKR), vil. Bykovo, Ramenskoye, Moscow region, Russia

²FSAEI HE Peoples' Friendship University of Russia (FSAEI HE RUDN), Moscow, Russia

³FSBSI All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

Abstract. Every year, viticultural and winemaking industry experiences significant losses due to a decrease in the crop yield and its quality as a result of plant damage by infections of various etiology, including viral. Grape bushes severely affected by viral diseases delay in development, their productivity decreases, which can subsequently lead to the loss of plants and require additional costs for recovering of vineyards. Currently, there is not enough information about the distribution of viral diseases in the vineyards of Crimea. The most harmful grape viruses are: *Grapevine fanleaf virus* (GFLV), *Grapevine fleck virus* (GFkV), *Grapevine leafroll-associated virus 3* (GLRaV – 3), *Grapevine Pinot gris virus* (GPGV), *Grapevine virus B* (GVB). A total of 153 samples of shoots with leaves, associated with viral infection, were collected in three viticultural zones of Crimea. Viruses were diagnosed by RT-PCR followed by sequencing. Four out of five economically dangerous viruses (except GVB) were found in the studied samples, GLRaV-3 and GFkV were predominant. There were grape bushes infected with several viruses at once (mix-infection). The results also showed that the use of infected planting material could be one of the main factors in the development of viral diseases in Crimea. It is determined that essential grape varieties, 'Cabernet-Sauvignon' and the 'Muscat'- group, are susceptible to viroses, which has not been previously reported in national and international literature.

Key words: ampelocenosis; viroses; viruses; diagnostics; PCR; sequencing.

For citation: Bondarenko G.N., Yermolov V.Yu., Aleinikova N.V., Kornilaeva O.N. Detection of grape viral infections in the Republic of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):48-54 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.13.77.008

Введение

Виноградовинодельческая отрасль играет важную роль в экономике южных регионов Российской Федерации и является неотъемлемой частью отечественного агропромышленного комплекса, при этом

существуют значительные проблемы, приводящие к снижению валового сбора винограда. К основным проблемам можно отнести отсутствие питомников с высокопродуктивным и сертифицированным посадочным материалом, свободным от фитофагов и фитопатогенов, способных обеспечить качественным материалом и высокопродуктивной селекцией вино-

градных сортов; отток квалифицированных кадров; рост цен на горюче-смазочные материалы, сельскохозяйственную технику, удобрения и пестициды; низкий уровень агротехники, повреждение виноградников морозами, засуха или переувлажнение, наблюдаемые в последние годы, наличие старых неэксплуатируемых виноградников; недостаточная поддержка государства.

Правительство РФ поставило приоритетные задачи импортозамещения для виноградовинодельческой отрасли, с целью вывода российской виноградной продукции на конкурентный уровень как на внутреннем, так и внешнем рынках, увеличив при этом производство российской винодельческой продукции с мировыми стандартами качества. С этой целью Министерством сельского хозяйства РФ совместно с Союзом виноградарей и виноделов в 2016 г. был разработан проект Концепции развития виноградарства и виноделия в Российской Федерации на период 2016-2020 гг. и плановый период до 2025 г., отражающий основные проблемы, основные принципы, цели, задачи и главные направления развития виноградарства и виноделия в Российской Федерации [1]. Правительство неоднократно предпринимало попытки стимулировать садоводство и виноградарство в Российской Федерации, включая расширение винодельческих районов. Однако две серьезные проблемы существуют на пути развития отрасли – нехватка средств и высококачественного посадочного материала.

Ежегодно виноградовинодельческая отрасль несет значительные убытки из-за уменьшения сбора и снижения качества урожая винограда в результате поражения растений инфекциями разной этиологии, в том числе вирусной. Мировая торговля посадочным материалом винограда – одна из причин распространения вирусов на новые территории. Вирусные заболевания виноградной лозы приводят к значительным потерям урожая, сокращению производства и снижению долговечности виноградных растений. Сильно поражённые вирусной инфекцией кусты винограда отстают в развитии, снижается их продуктивность, что может в последствии привести к их гибели и потребуются дополнительные затраты на восстановление виноградников. Кроме того, вирусы также влияют на технологические характеристики, из-за задержки созревания снижается качество ягод – с недостаточным содержанием сахара, пигментов и высокой кислотности [2-4]. В настоящее время недостаточно сведений о распространении вирусных заболеваний на виноградных насаждениях Крыма.

Изучение уровня распространения вирусов необходимо для установления фитосанитарного состояния ампелоценозов конкретных территорий. Поэтому, помимо определения вирусной инфекции по визуальным симптомам, важно наличие более точных методов диагностики. Недавние достижения в области молекулярной биологии для изучения вирусного разнообразия, которое существует на виноградниках, позволили эффективно идентифицировать известные или новые разновидности вирусных инфекций. Усовершенствование методов диагностики изменило

подходы к выявлению вирусов, и все чаще визуальная оценка симптомов заменяется современными биоаналитическими тестами, которые позволяют достоверно диагностировать фитопатогены. Снижение стоимости и продолжительности тестирования имеет решающее значение для обеспечения крупномасштабной диагностики, которая может быть включена в комплексные планы защиты растений, делая их более доступными.

Целью данного исследования является выявление вирусов, диагностика их возбудителей – вирусов – молекулярно-генетическими методами, уточнение визуальных симптомов проявления данных заболеваний на виноградных насаждениях Крыма.

Вирусы, вызывающие заболевания виноградной лозы, в основном имеют одноцепочечные РНК-геномы. В последние годы также были обнаружены патогенные вирусы виноградной лозы с ДНК-геномами. Согласно стандарту ЕРРО в перечне патогенов, обязательных для тестирования в саженцах винограда, наиболее опасные вирусы сгруппированы по типу поражения и уровню вредоносности: А – вирусы, вызывающие дегенерацию винограда; В – вирусы, вызывающие скручивание листьев; С – вирусы, вызывающие деформацию древесины; D – вирусы, вызывающие пятнистость винограда [5-7]. Недавно в США и Канаде обнаружен новый патоген – вирус красного виноградного пятна Grapevine redblotch virus (GRBV). Другой относительно новый патоген – вирус Пино гри Grapevine Pinot gris virus (GPGV), был идентифицирован на винограде с симптомами хлороза и деформации листьев, после чего зарегистрирован во всем мире, особенно в странах Европы, Азии, Южной и Северной Америки (Канада, Онтарио и Британская Колумбия) [8].

Согласно Xiao et al. (2018) понимание типа вирусов, их распространения и тяжести вирусных заболеваний является первым шагом к правильному подходу в контроле исследуемых инфекций. Экономическое влияние вирусов виноградной лозы на производство винограда в России мало изучено. Такие исследования проводились в небольшой части коммерческих виноградников [9-11]. При этом фитосанитарному обследованию должны подлежать максимально возможные площади ампелоценозов. Актуальность настоящего исследования заключается в проведении исследований молекулярно-генетическими методами с целью выявления вирусных инфекций и их видового разнообразия на промышленных виноградниках Крыма. Настоящая работа включает в себя диагностику на вирусы, ранее не анализируемые в Российской Федерации.

Выбранные для изучения в настоящем исследовании виды инфекций могут представлять угрозу стабильному развитию виноградарства Крыма в связи с их агрессивностью и распространенностью в странах Европы, которые являются основными поставщиками посадочного материала в Россию.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2020-2021 гг. В качестве материала отбирали листья и побеги виноградного куста. Образцы собирали по визуальному про-

Таблица 1. Праймеры, используемые в работе согласно Xiao et al., 2018
Table 1. Primers used in the work according to Xiao et al., 2018

Вирус	Праймер	Последовательность	Длина продукта (пар оснований)
GLRaV-3	LR3-CP107F	TCTTAAARTAYGTTAAGGACGG	301
	LR3-CP407R	GGCTCGTTAATAACTTTCGG	
GVB	GVB6448F	ATGGAAAATATATCCCCKGATGG	603
	GVB7050R	GTTAACCACCTATATYTCRACAG	
GFkV	GFkV5209F	GTCCTCGGCCAGTGAAAAAG	348
	GFkV5556R	CAGGTTGTAGTCGGTGTGTC	
GFLV	GFLV3135F	TTGAGATTGGWTCYCGTTTC	558
	GFLV3692R	CTGTCGCCACTAAAAGCATG	
GPGV	GPGV6586F	GAYATGTCGATTCGTCAGGAG	436
	GPGV7021R	CGACTTCTGGTGCCTTATCAC	

явлению симптомов. Отбор происходил в период вегетации 2020 г. на виноградниках Республики Крым, в трёх его зонах (Южнобережная зона, Юго-западная, Центральная степная). Лабораторные исследования по диагностике вирусов проводились в Испытательном лабораторном центре ФГБУ «ВНИИКР».

Метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) использовался для обнаружения ДНК-вирусов виноградной лозы [12]. Чтобы обнаружить РНК-вирусы в растении, ПЦР проводился на комплементарной матрице ДНК (кДНК), которая является результатом реакции обратной транскрипции на экстрагированной растительной РНК [13, 14]. ПЦР и ОТ-ПЦР часто используются в исследованиях вирусного генетического разнообразия [15, 16].

Чтобы получить исчерпывающую картину распространения наиболее значимых вирусов на промышленных виноградниках Крыма, сначала отбирали образцы в разных зонах возделывания винограда Крыма, а затем проводили ОТ-ПЦР с последующим гель-электрофорезом. Результаты подтверждали методом секвенирования.

В связи с тем, что вирусы зачастую имеют нескольких штаммов, важно использовать праймеры (табл. 1), которые могут обнаружить все штаммы каждого из целевых вирусов, таких как: GLRaV-3, GPGV, GFLV, GVB, GFkV [8].

Изолирование вирусов из тканей растений осуществляли с помощью разрушающего Grinding буфера, а экстрагирование РНК с помощью СТАВ-буфера по методике «Doyle & Doyle» в модификации Матяшовой и др. [17, 18]. После положительных результатов, полученных на электрофореграммах, проводили очистку продуктов ПЦР набором «Cleanup Standard» (ЗАО «Евроген», Россия) согласно инструкции производителя. Секвенирование проводили по методологии Сэнгера на генетическом анализаторе АВ-3500 («Applied biosystems», США, Япония) согласно модификации Белкина [19].

Обсуждение результатов

Настоящее исследование было нацелено на молекулярную диагностику вирусов винограда. Исходя из проанализированных данных разных источников известно, что из-за вирусных инфекций виноградники могут терять от 20 до 80 % урожая, что может вызвать серьёзный дефицит сырья на рынке и колоссальные убытки в виноградарстве [20, 21]. Исследуемые образцы виноградной лозы проверялись на 5 самых опасных и экономически значимых вирусов, которые могут привести к снижению продуктивности виноградных насаждений: GFLV – *Grapevine fanleaf virus*, GFkV – *Grapevine fleck virus*, GLRaV-3 – *Grapevine leafroll-associated virus 3*, GPGV – *Grapevine Pinot gris virus*, GVB – *Grapevine virus B* (табл. 2).

В табл. 2 представлено уточненное описание визуальных симптомов проявления виروزов на виноградниках, подтвержденное результатами молекулярно-генетических исследований.

В процессе осмотра виноградников выявляли симптомный материал (хлорозы, некрозы, скручивание, мелколистность и др., рис. 1). В случае отсутствия симптомов также производили частичный отбор, так как вирусные инфекции могут присутствовать в латентном состоянии. В общей сложности собрано 153 образца побегов с листьями, в 4 виноградарских районах Крыма. В 30 из них вирозы подтвердились, причем в некоторых образцах было диагностировано по 2 вируса. Исследование проводили методом ОТ-ПЦР с последующим секвенированием.

Результаты гель-электрофореза продуктов ПЦР показали, что на виноградниках Южнобережного (ЮБК), Юго-западного (ЮЗК) и Центрального степного (ЦСК) Крыма присутствуют четыре вирусных инфекции из пяти исследуемых: GLRaV-3, GPGV, GFLV, GFkV. Вирус опробковения коры винограда *Grapevine virus B* (GVB) не был обнаружен ни в одном из 153 образцов.

Вирус скручивания листьев (GLRaV-3) был зафик-

Таблица 2. Основные характеристики вирусов винограда
Table 2. Main characteristics of grape viruses

Вирус	Сокращение	Систематическая позиция	Симптомы
Вирус короткоузлия винограда <i>Grapevine fanleaf virus</i>	GFLV	<i>Secoviridae, Nepovirus</i>	Уменьшенная сила роста, усиленное образование побегов (ветвление), двойные узлы, короткие междоузлия, зигзагообразный рост побегов; листья веерообразные и асимметричные, с сросшимися жилками; также могут присутствовать хлороз и желтая пятнистость листьев; мелкие грозди и ягоды
Вирус опробковения коры винограда <i>Grapevine virus B</i>	GVB	<i>Betaflexiviridae, Vitivirus</i>	Вздутая и пробковая лоза над местом прививки; разный диаметр привоя и подвоя; наросты или бороздчатая кора; листья могут скручиваться; преждевременное покраснение или пожелтение листа
Вирус скручивания листьев винограда, серотип 3 <i>Grapevine leafroll-associated virus 3</i>	GLRaV-3	<i>Closteroviridae, Ampelovirus</i>	У темнокожих сортов листья краснеют, у белых-желтеют или хлоротичные, жилки остаются зелеными, листовые пластинки скручиваются.
Вирус мраморности винограда <i>Grapevine fleck virus</i>	GFkV	<i>Tymoviridae, Maculavirus</i>	Прозрачные жилки, переходящие к пятнистости листьев к концу вегетационного периода; блестящие листья; листья также могут скручиваться вверх
Вирус Пино гри винограда <i>Grapevine Pinot gris virus</i>	GPGV	<i>Betaflexiviridae, Trichovirus</i>	Заболевание листьев пятнистостью и деформация листовой пластинки



Рис. 1. Симптомы вироза с виноградника в Юго-западном Крыму (фото Алейниковой Н.В.)
Fig. 1. Symptoms of virosis in a vineyard of the South-Western Crimea (photo by Aleinikova N.V.)

сирован на виноградниках ЮБК и ЦСК на следующих сортах винограда: Каберне-Совиньон, Мускат белый, Мускат Оттонель. Как видно из результатов электрофореза (рис. 2), в 7 образцах выявили фрагмент искомой длины (301 п.н.о.) согласно авторам праймерной системы [6] вируса скручивания листьев винограда, серотип 3 *Grapevine leafroll-associated virus 3* (GLRaV-3).

Полученные в результате нуклеотидные последо-

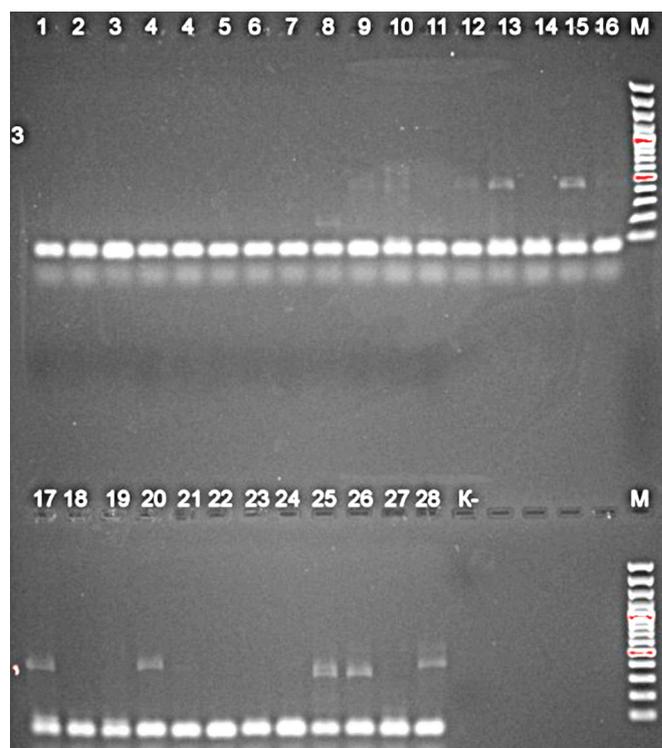


Рис. 2. Электрофореграмма результатов амплификации вируса GLRaV-3: М – маркер молекулярного веса 100-3000 п.о. (фото Ермолова В.Ю.)

Fig. 2. Electrophoregram of the results of GLRaV-3 virus amplification: M - molecular weight marker 100-3000 bp (photo by Yermolov V.Yu.)

вательности имели идентичность с данными NCBI от 96 до 99% [22]. В дальнейшем после тщательной подготовки планируется депонирование расшифрованных последовательностей в международные базы данных. На фотографии отчетливо видны симптомы вирусной инфекции GLRaV-3 – хлорозы межжилковой части листовой пластинки, угнетение лозы и некрозы (рис. 3).



Рис. 3. Куст винограда с симптомами поражения вирусом скручивания листьев винограда, серотип 3, leafroll-associated virus 3 (GLRaV-3), Южнобережный Крым (фото Ермолова В.Ю.)
Fig. 3. Grape bush with leafroll-associated virus 3 (GLRaV-3), South Coast of Crimea (photo by Yermolov V.Yu.)



Рис. 4. Симптомы вируса Пино гри Grapevine Pinot gris virus (GPGV), виноградник сорта Пино нуар, Юго-западный Крым (фото Ермолова В.Ю.)
Fig. 4. Symptoms of Grapevine Pinot gris virus (GPGV), 'Pinot noir' vineyard, South-Western Crimea (photo by Yermolov V.Yu.)

Вирус Пино гри *Grapevine Pinot gris virus* (GPGV) был выявлен на виноградниках сорта Каберне-Совиньон в Южнобережной и Центральной степной зонах Крыма. Проявление инфекций отчетливо видно на рис. 4. Основные симптомы – мелколистность и хлоротичность листьев наблюдали во многих точках отбора материала.

При этом такие нарушения развития могут быть связаны с минеральным голоданием и сильной обработкой пестицидами (гербицидами), что подчеркивает необходимость подтверждения симптоматики лабораторными методами диагностики.

Результаты проверки на вирус короткоузлия винограда *Grapevine fanleaf virus* (GFLV) выявили следующие места заражения и сортовую принадлежность: Каберне-Совиньон в условиях Южнобережной зоны; Бастардо магарачский – Центральной степной. Результаты электрофореза в образцах выявили фрагмент искомой длины (558 п.н.о.) согласно авторам праймерной системы.

Проверка на вирус мраморности винограда *Grapevine fleck virus* (GFkV) показала самое массовое поражение вирусной инфекцией в трех виноградарских зонах сбора образцов (Южнобережной, Центральной степной и Юго-западной) и большее разнообразие в сортовой принадлежности: Каберне-Совиньон, Мускат белый, Мускат Оттонель, Бастардо магарачский, Ркацители.

Следует отметить, что основные очаги заражения вирусами – это старые виноградники, возраст которых составляет 30-40 лет, что говорит о возможном ввозе инфекций вместе с посадочным материалом, не проанализированным в достаточной мере из-за отсутствия методологии и диагностических тестов в России в 80-90-е гг.

Выводы

По результатам анализов методом ПЦР и секвенирования доказано, что на виноградниках Крыма присутствуют четыре вида экономически опасных вирусных инфекций из пяти исследуемых: вирус скручивания листьев винограда, серотип 3 *Grapevine leafroll-associated virus 3* (GLRaV-3), вирус Пино гри винограда *Grapevine Pinot gris virus* (GPGV), вирус коротко-

узлия винограда *Grapevine fanleaf virus* (GFLV), вирус мраморности винограда *Grapevine fleck virus* (GFkV).

Определено, что подвержены вирусам основные сорта винограда – Каберне-Совиньон и Мускаты.

Показано, что основные очаги заражения вирусами – это старые виноградники, возраст которых составляет 30-40 лет, что говорит о возможном ввозе инфекций вместе с посадочным материалом, не проанализированным в достаточной мере из-за отсутствия методологии и диагностических тестов в России в 80-90-е гг.

Исследования по выявлению вирусозов на виноградных насаждениях Крыма и диагностика их возбудителей – вирусов – позволят достоверно определить их фитосанитарное состояние. Для принятия решений о фитосанитарном статусе вирусных болезней винограда для территории России и стран Евразийского экономического союза необходимы результаты полевых исследований и диагностика фитопатогенов молекулярно-генетическими методами, представленными в настоящей работе.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2017 г. Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы». М.: ФГБНУ Росинформагротех. 2018:1-191.
2. Лиховской В.В. Методология совершенствования генетического разнообразия и сортамента винограда: моногр. Симферополь: Форма, 2019:1-367.
3. Porotikova E., Terekhova U., Volodin V., Yurchenko E., Vinogradova S. Distribution and Genetic Diversity of Grapevine Viruses in Russia. *Plants*. 2021;10:1080. <https://doi.org/10.3390/plants10061080>.
4. Risovannaya V., Volodin V., Volkov Y., Stranishevskaya E.,

- Goryslavets S. Mixed Infecting of Grapevine with Viruses in the Commercial Vineyards of the Crimean Peninsula. BIO Web Conf. 2020;25:06005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202506005>.
5. Haidar M., Diglaro M., Khoury W., Savino V. Viruses and virus diseases of grapevine in Lebanon. EPPO Bulletin. 1996;26(1):147-153.
 6. Карташѐва И. Сельскохозяйственная фитовирусология: учебное пособие / М.: Колос; Ставрополь: Агрус, 2007:1-168.
 7. OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO. Bulletin 2008;38:422-429.
 8. Xiao H., Shabani M., Moore C. Survey for major viruses in commercial *Vitis vinifera* wine grapes in Ontario. Virology Journal. 2018;15:1-127.
 9. Жуныко И. Вирусы-возбудители болезней винограда на Юге Украины (диагностика и распространение). Автореферат диссертации кандидата биологических наук: 06.01.11. Одесский национальный университет имени И.И. Мечникова. Одесса. 2006:1-161.
 10. Иванова-Ханина Л.В. Оздоровление посадочного материала винограда от вируса мраморности винограда в культуре *in vitro*. Вопросы современной науки и практики. 2019;1(71):23-30.
 11. Поротикова Е., Рисованная В.И., Волков Я.А., Дмитренко Ю., Володин В., Гориславец С.М., Странишевская Е.П., Аграновский А., Камиионская А., Виноградова С. Распространение вирусов скручивания листьев винограда 1 и 3 (grapevine leafroll-associated viruses-1 и -3) на территории Крыма. – Вестник Московского Университета, серия Биология. 2016;16(2):13-16.
 12. El Beaino T., Sabanadzovic S., Digiaro M., Ghanem-Sabanadzovic N.A., Rowhani A., Kyriakopoulou P., Martelli G. Molecular detection of Grapevine fleck virus-like viruses. Vitis. 2001;40:65-68.
 13. Ruiz-Garcia A., Olmos A. First Report of Grapevine Pinot gris virus in grapevine in Spain. Plant Disease. 2017;101(6):1070-1073.
 14. Czotter N., Molnar J., Szabo E., Demian E., Kontra L., Baksa I., Szitty G., Kocsis L., Deak T., Bisztray G. NGS of virus-derived small RNAs as a diagnostic method used to determine viromes of Hungarian vineyards. Front. Microbiology. 2018;9:122.
 15. Gualandri V., Asquini E., Bianchedi P., Covelli L., Brilli M., Malossini U. Identification of herbaceous hosts of the Grapevine Pinot gris virus (GPGV). European Journal of Plant Pathology. 2017;147(1):21-25.
 16. Harper S., Ward L., Clover G. Development of LAMP and real-time PCR methods for the rapid detection of *Xylella fastidiosa* for quarantine and field applications. Phytopathology. 2010;100:1282-1288.
 17. Матяшова Г.Н. Сравнение эффективности способов выделения ДНК фитоплазм из растительного материала / Карантин растений: наука и практика. 2016;2(17):25-34.
 18. Doyle J.J., Doyle J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus. 1990;12:13-15.
 19. Белкин Д., Бондаренко Г., Яремко А., Уварова Д. Метод секвенирования в видовой идентификации карантинных вредных организмов. Карантин: Наука и практика. 2019;3:31-37.
 20. Meng B., Martelli G., Golino D., Fuchs M. Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management; Springer: Heidelberg, Germany. 2017:319-340.
 21. Al Rwahnih M., Osman F., Sudarshana M., Uyemoto J., Minafra A., Saldarelli P., Martelli G., Rowhani A. Detection of Grapevine leafroll-associated virus 7 using real time qRT-PCR and conventional RT-PCR. J. Virology Methods. 2012;179:383-389.
 22. Международная база генетических данных National Center for Biotechnology Information (NCBI). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (дата обращения: 21.04.2021).

References

1. National report "On the progress and results of implementation in 2017 of state program for the development of agriculture and regulation of agricultural products, raw materials and food markets for 2013-2020". М.: FGBNU Rosinformagrotech. 2018:1-191 (in Russian).
2. Likhovskoi V.V. Methodology for improving the genetic diversity and assortment of grapes: monograph. Simferopol: Forma. 2019:1-367 (in Russian).
3. Porotikova E., Terekhova U., Volodin V., Yurchenko E., Vinogradova S. Distribution and Genetic Diversity of Grapevine Viruses in Russia. Plants. 2021;10:1080. <https://doi.org/10.3390/plants10061080>.
4. Risovannaya V., Volodin V., Volkov Y., Stranishevskaya E., Goryslavets S. Mixed Infecting of Grapevine with Viruses in the Commercial Vineyards of the Crimean Peninsula. BIO Web Conf. 2020;25:06005. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20202506005>.
5. Haidar M., Diglaro M., Khoury W., Savino V. Viruses and virus diseases of grapevine in Lebanon. EPPO Bulletin. 1996;26(1):147-153.
6. Kartasheva I. Agricultural phytovirology: textbook. М.: Kolos; Stavropol: Agrus. 2007:1-168 (in Russian).
7. OEPP/EPPO, Bulletin OEPP/EPPO. Bulletin 2008;38:422-429.
8. Xiao H., Shabani M., Moore C. Survey for major viruses in commercial *Vitis vinifera* wine grapes in Ontario. Virology Journal. 2018;15:1-127.
9. Zhunko I. Viruses-causative agents of grape diseases in the South of Ukraine (diagnostics and distribution). Autoabstract of the dissertation of the candidate of biological sciences: 06.01.11. Odessa National University named after I.I. Mechnikov. Odessa. 2006:1-161 (in Russian).
10. Ivanova-Khanina L.V. Healing of grape planting material from grape marbling virus in culture *in vitro*. Questions of modern science and practice. 2019;1(71):23-30 (in Russian).
11. Porotikova E., Risovannaya V.I., Volkov Ya.A., Dmitrenko Yu., Volodin V., Goryslavets S.M., Stranishevskaya E.P., Agranovsky A., Kamionskaya A., Vinogradova S. Distribution of grapevine leafroll-associated viruses-1 and -3 in Crimea. Bulletin of Moscow University, Biology series. 2016;16(2):13-16 (in Russian).
12. El Beaino T., Sabanadzovic S., Digiaro M., Ghanem-Sabanadzovic N.A., Rowhani A., Kyriakopoulou P., Martelli G. Molecular detection of Grapevine fleck virus-like viruses. Vitis. 2001;40:65-68.
13. Ruiz-Garcia A., Olmos A. First Report of Grapevine Pinot gris virus in grapevine in Spain. Plant Disease. 2017;101(6):1070-1073.
14. Czotter N., Molnar J., Szabo E., Demian E., Kontra L., Baksa I., Szitty G., Kocsis L., Deak T., Bisztray G. NGS of virus-derived small RNAs as a diagnostic method used to determine viromes of Hungarian vineyards. Front. Microbiology. 2018;9:122.
15. Gualandri V., Asquini E., Bianchedi P., Covelli L., Brilli M., Malossini U. Identification of herbaceous hosts of the Grapevine Pinot gris virus (GPGV). European Journal of Plant Pathology. 2017;147(1):21-25.
16. Harper S., Ward L., Clover G. Development of LAMP and real-time PCR methods for the rapid detection of *Xylella fastidiosa* for quarantine and field applications. Phytopathology. 2010;100:1282-1288.

17. Matyashova G.N. Comparison of the effectiveness of methods for isolating phytoplasma DNA from plant material. *Plant Quarantine: Science and Practice*. 2016;2(17):25-34 (*in Russian*).
18. Doyle J.J., Doyle J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*. 1990;12:13-15.
19. Belkin D., Bondarenko G., Yaremko A., Uvarova D. Sequencing method in species identification of quarantine pests. *Quarantine: Science and practice*. 2019;3:31-37 (*in Russian*).
20. Meng B., Martelli G., Golino D., Fuchs M. *Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management*; Springer: Heidelberg, Germany. 2017:319-340.
21. Al Rwahnih M., Osman F., Sudarshana M., Uyemoto J., Minafra A., Saldarelli P., Martelli G., Rowhani A. Detection of Grapevine leafroll-associated virus 7 using real time qRT-PCR and conventional RT-PCR. *J. Virology Methods*. 2012;179:383-389.
22. International database of genetic data. National Center for Biotechnology Information (NCBI). URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> (accessed on 21.04.2021).

Информация об авторах

Галина Николаевна Бондаренко, канд. биол. наук, начальник испытательного лабораторного центра ФГБУ «ВНИИКР»; старший преподаватель АТИ ФГАОУ ВО «РУДН»; e-мэйл: reseachergm@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3826-1009>;

Владислав Юрьевич Ермолов, выпускник АТИ ФГАОУ ВО «РУДН» по направлению «Интегрированная защита растений»; e-мэйл: hunter25-05@yandex.ru;

Наталья Васильевна Алейникова, д-р с.-х. наук, заместитель директора по научной работе, главный научный сотрудник лаборатории защиты растений ФГБУН «ВНИИ-ВиВ «Магарач» РАН»; научный сотрудник научно-методического отдела Южного филиала ФГБУ «ВНИИКР»; e-мэйл: aleynikova@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1167-6076>;

Ольга Николаевна Корнилаева, зав. лабораторией вирусологии ФГБУ «ВНИИКР»; e-mail: morozova-510@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1276-6997>.

Information about authors

Galina N. Bondarenko, Cand. Biol. Sci., Head of the Testing Laboratory Center of FSBI VNIKIR; Assistant Professor of ATI FSAEI HE RUDN; e-mail: reseachergm@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3826-1009>;

Vladislav Yu. Yermolov, "Integrated Plant Protection" Graduate at ATI FSAEI HE RUDN; e-mail: hunter25-05@yandex.ru;

Natalia V. Aleinikova, Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science, Chief Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection of the FSBSI Institute Magarach of the RAS; Staff Scientist of the Scientific and Methodological Department of the Southern Branch of FSBI VNIKIR; e-mail: aleynikova@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1167-6076>;

Olga N. Kornilaeva, Head of the Laboratory of Virology, FSBI VNIKIR; e-mail: morozova-510@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1276-6997>.

Статья поступила в редакцию 21.02.2022, одобрена после рецензии 09.03.2022, принята к публикации 10.03.2022

Скрининг природных штаммов молочнокислых бактерий вина по устойчивости к рН, температуре и спирту

Танащук Т.Н.[✉], Шаламитский М.Ю., Загоруйко В.И.

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

[✉]magarach_microbiol.lab@mail.ru

Аннотация. Оценка устойчивости штаммов молочнокислых бактерий к стрессовым условиям производства является важным этапом селекционных работ и способствует расширению выбора штаммов-кислотопонижателей по возможности их применения в зависимости от конкретных условий прохождения яблочно-молочного брожения. В работе представлены результаты скрининга 27 природных штаммов молочнокислых бактерий вина, принадлежащих к видам *Oenococcus oeni*, *Lactocaseibacillus paracasei* и *Lentilactobacillus hilgardii*, по активности потребления яблочной кислоты при низких значениях рН и устойчивости к технологически значимым стрессовым факторам виноделия – рН, температуре, спирту. Изучение декарбоксилирующей способности молочнокислых бактерий позволило отобрать 13 штаммов, сохранивших способность сбрасывать яблочную кислоту при значении рН 3,2 и показало, что снижение рН среды культивирования в разной степени в зависимости от штамма влияло на ослабление активности штаммов сбрасывать яблочную кислоту. Понижение температуры, рН и наличие спирта в среде культивирования в целом влияло на снижение активности роста всех штаммов, однако штаммы обладали разной устойчивостью к воздействию этих факторов. Наиболее значимыми факторами отмечены рН и спирт, по сравнению с которыми температура оказывала меньшее влияние на рост штаммов. Исследование показало, что влияние каждого фактора или их совокупности на ростовую активность МКБ может избирательно зависеть от культивируемого штамма, что подтверждает многочисленные данные о генетическом разнообразии микроорганизмов данной группы и необходимости индивидуального подхода к выбору условий их культивирования. Для дальнейшей селекции отобраны пять штаммов *O. oeni*, три штамма *L. paracasei* и штамм *L. hilgardii*, показавшие лучшую устойчивость к стрессовым факторам по сравнению с другими штаммами.

Ключевые слова: активность роста; молочнокислые бактерии; *O. oeni*, *L. paracasei*; *L. hilgardii*; декарбоксилирующая активность; L-яблочная кислота.

Для цитирования: Танащук Т.Н., Шаламитский М.Ю., Загоруйко В.И. Скрининг природных штаммов молочнокислых бактерий вина по устойчивости к рН, температуре и спирту // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022;24(1):55-62. DOI 10.35547/IM.2022.86.57.009

Screening of original strains of lactic acid bacteria in wine by resistance to pH, temperature and alcohol

Tanashchuk T.N.[✉], Shalamitskiy M.Yu., Zagoruiko V.I.

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

[✉]magarach_microbiol.lab@mail.ru

Abstract. Evaluation of resistance of lactic acid bacteria strains to stressful production conditions is an important stage of selection work. It contributes to raising options of acidity-reducing strains by potential for use, depending on the specific conditions of passing malolactic fermentation. The paper presents the results of screening of 27 original strains of wine lactic acid bacteria, which belong to the species *Oenococcus oeni*, *Lactocaseibacillus paracasei* and *Lentilactobacillus hilgardii*, according to the activity of malic acid consumption at low pH values and resistance to technologically significant winemaking stress factors - pH, temperature, alcohol. The study of the decarboxylating ability of lactic acid bacteria made it possible to select 13 strains that preserve the ability to ferment malic acid at pH 3.2 and showed that a decrease in pH of the cultivating medium to a different extent, depending on the strain, impacted the reducing of strain activity to ferment malic acid. A decrease in temperature, pH and alcohol presence in the cultivation medium generally impacted the decrease in the growth activity of all strains, however, the strains had different resistance degree to these factors. The most significant factors were pH and alcohol, in comparison with which, temperature had a lower effect on the growth of strains. The study showed that the effect of each factor or their combination on the growth activity of LAB can selectively depend on the cultivated strain, which confirms numerous data on the genetic diversity of microorganisms in this group and the need for an individual approach to select the conditions for their cultivation. Five strains of *O. oeni*, three strains of *L. paracasei* and a strain of *L. hilgardii*, which showed better resistance to stress factors compared to other strains, were collected for further selection.

Key words: growth activity; lactic acid bacteria; *O. oeni*; *L. paracasei*; *L. hilgardii*; decarboxylating activity; L-malic acid.

For citation: Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M.Yu., Zagoruiko V.I. Screening of original strains of lactic acid bacteria in wine by resistance to pH, temperature and alcohol. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2022; 24(1):55-62 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.86.57.009

Введение

В современном мировом виноделии особая роль отводится проведению индуцированного яблочно-молочного брожения (ЯМБ) с применением чистых культур молочнокислых бактерий (МКБ). Надежность проведения такого процесса напрямую зависит от применяемых штаммов, основным критерием отбора которых является их высокая ростовая и декарбоксилирующая активность, что в контролируемых условиях прохождения ЯМБ способствует повышению биологической стабильности вина и улучшению органолептических показателей столовых вин. Роль молочнокислых бактерий в последние годы повысилась в результате тенденций к уменьшению использования SO_2 и потребительских предпочтений винам с меньшей кислотностью, в особенности для вин, производимых в рамках органического виноделия и в регионах с прохладным климатом. Считается, что наиболее перспективными для проведения биологического раскисления вин являются МКБ вида *O. oeni*, которые по сравнению с другими видами более всего толерантны к низким значениям pH и присутствию спирта в винной среде [1-5]. Это подтверждается исследованиями биоразнообразия МКБ, которые показывают, что штаммы данного вида являются преобладающими при спонтанной яблочно-молочной ферментации высококислотного сусла [6-9], поскольку вина ниже pH 3,5 не способствуют росту *Lactobacillus spp.* и *Pediococcus spp.* [10]. Однако опыт применения промышленных препаратов МКБ в виноделии показал необходимость пополнения базы стартовых культур, в том числе включающей штаммы, принадлежащие к роду *Lactobacillus* [11-13].

Поиск и селекция перспективных для виноделия штаммов МКБ-кислотопонижателей является довольно сложной и многогранной задачей, поскольку представители данной группы характеризуются большим штаммовым разнообразием, физиолого-биохимическими свойствами и высокой избирательностью к питательным веществам [4, 13-15]. Успешное осуществление процесса ЯМБ также напрямую зависит от конкретного штамма и его быстрой адаптации к специфическим винодельческим условиям, которые во многом определяют видовое разнообразие бактерий, их жизнеспособность и активность роста, скорость разложения яблочной кислоты и особенности метаболизма [1, 16, 17]. В сложных условиях виноделия высокая концентрация спирта, наличие SO_2 , низкий уровень питательных веществ, высокая кислотность и низкая температура может ослабить или подавить активность МКБ [18, 19]. Поэтому оценка устойчивости штаммов к стрессовым условиям производства является важным этапом селекционных работ и способствует расширению выбора штаммов-кислотопонижателей по возможности их применения в зависимости от конкретных условий прохождения ЯМБ.

Цель исследований: провести скрининг природных штаммов МКБ-кислотопонижателей по устойчивости к технологически значимым стрессовым факторам виноделия – pH, температуре, спирту.

Объекты и методы исследований

Штаммы МКБ и подготовка накопительных культур. Всего было изучено 27 штаммов МКБ родов *Oenococcus* и *Lactobacillus* из рабочей коллекции лаборатории микробиологии института «Магарач», выделенные из винограда и вин Крыма в 2018-2019 гг. [20-22]. Для культивирования МКБ использовали синтетическую среду MRS [23] и виноградное сусло, разведенное водой до содержания сахаров 50 г/л с добавлением 1% дрожжевого автолизата [24]. Корректировку pH сред проводили добавлением DL-яблочной кислоты (Sigma-Aldrich) и концентрированной соляной кислотой (HCl). Накопительные культуры получали при культивировании на средах при значении pH 4,5 и температуре $(28 \pm 0,5)^\circ C$ с использованием технологии Aquilla CGQ, основанной на наблюдении за ростом микроорганизмов в реальном времени [25]. Для засева культуру отбирали на этапе перехода в стационарную фазу роста. Рост культуры определяли с помощью измерения оптической плотности суспензии на фотоэлектроколориметре КФК-3 в кювете с длиной оптического пути 10 мм при длине волны 590 нм.

Идентификация изолятов МКБ. Предварительно проводили чистку штаммов путем рассева накопительных культур на плотную среду MRS (pH 4,5) с последующим оттиванием двадцати изолированных колоний на жидкую среду MRS (pH 4,5). Отбитые колонии культивировали при температуре $(28 \pm 0,5)^\circ C$, ежедневно визуально оценивая активность роста по помутнению среды культивирования. Для дальнейшей работы отбирали однородные по морфологической картине культуры, активно накапливающие биомассу ($D_{590} > 0,8$) в течение 1–3 сут. ДНК выделяли (LiOAc)-SDS методом [26, 27]. Для амплификации гена 16s рДНК использовали пару праймеров BSF8/27 – BSR1541/20 [28]. ПЦР проводили в 25 мкл буфера, содержащего 1,5 mM $MgCl_2$, 2,5 mM каждого dNTP, 50 пмоль каждого праймера, 2,5 единицы Taq-полимеразы («Синтол», Россия) и 20–30 нг ДНК по следующей схеме: начальная денатурация ДНК при $94^\circ C$ в течение 5 мин., затем 30 циклов в следующем режиме: денатурация при $94^\circ C$ – 60 с, отжиг праймеров при $55^\circ C$ – 60 с, синтез ДНК при $72^\circ C$ – 90 с; конечная достройка при $72^\circ C$ – 7 мин. Продукты амплификации подвергали электрофорезу в 1%-ном агарозном геле при 60–65 В в 1,0 TAE буфере (40 mM трис, 1 mM ЭДТА, 30 mM уксусная кислота, pH 8,4) в течение 2–3 ч. Гель окрашивали бромистым этидием, промывали в дистиллированной воде. В качестве маркера молекулярных весов использовали 1 kb DNA Ladder («Fermentas», Литва). Амплифицированные фрагменты генов 16S элюировали из геля с помощью набора ColGen («Синтол», Россия) согласно протоколу фирмы-изготовителя. Секвенирование полученных фрагментов 16S рДНК проводили по методу Сенгера [29] на автоматическом секвенаторе «Applied Biosystems 3130» (Applied Biosystems, Inc., США). Полученные нуклеотидные последовательности анализировали при помощи программы SeqMan package (DNA Star Inc., США). Первичный анализ сходства нуклеотидных последовательностей генов 16S рДНК изучаемых

штаммов проводили с помощью программного пакета BLAST [30].

Способность штаммов молочнокислых бактерий усваивать яблочную кислоту оценивали по яблочно-молочной активности не размножающихся делением клеток [31, 32]. Штаммы культивировали в разведенном виноградном сусле (рН 4,5 и рН 3,0) при температуре (28±0,5)°С.

Исследование активности роста штаммов МКБ. Штаммы культивировали в разведенном виноградном сусле при значениях рН 3,4 и 3,0 и температуре 14 °С, 18 °С, 28 °С. При исследовании влияния спирта на активность роста штаммов в среду вносили 96%-ный этиловый спирт до объемной доли спирта в среде культивирования 12 %, 14 % и 16 %. Среды разливали в стеклянные микробиологические пробирки под ватно-марлевыми пробками по 7 мл и вносили по 2 % (D₅₉₀=0,9-1,0) накопительной культуры. Пробирки с посевами перемешивали несколько раз в сутки. Штаммы вида *O. oeni* культивировали в течение семи суток, штаммы видов *L. paracasei* и *L. hilgardii* – в течение четырех суток. При значениях D₅₉₀ > 0,500 активность роста оценивали как высокую; от 0,500 до 0,300 – как среднюю; менее 0,299 – как слабую. Отсутствие роста определяли при сравнении с оптической плотностью среды сразу после внесения накопительной культуры.

Математическая обработка данных. Математическую обработку результатов проводили с использованием программного обеспечения SPSS Statistic v.17.0 (IBM, США). Устойчивость штаммов МКБ к изменению условий культивирования оценивали по линейному коэффициенту корреляции Пирсона. За критерий значимости отличий между группами данных принимали критерий вероятности P < 0,10.

Результаты и их обсуждение

Генетическая идентификация изолятов МКБ. Для эксперимента нами были отобраны 27 перспективных штаммов МКБ, которые по результатам исследований 2018-2020 гг. характеризовались высокой скоростью накопления биомассы и способностью потребления L-яблочной кислоты в оптимальных условиях культивирования [21]. Генетические исследования видовой принадлежности и чистоты штаммов позволили отобрать 21 штамм (чистые линии), относящиеся к видам *O. oeni* (9 штаммов), *L. paracasei* (7 штаммов) и *L. hilgardii* (5 штаммов). Показательно, что все штаммы *O. oeni* и *L. paracasei* были выделены при прохождении спонтанного МКБ, а все штаммы *L. hilgardii* – из виноматериалов на хранении.

Скрининг штаммов МКБ по активности потребления яблочной кислоты при низких значениях рН. При выборе штаммов для проведения ЯМБ основным критерием является высокая активность сбраживания яблочной кислоты при низких значениях рН виноградного сусла. Исследование декарбоксилирующей способности 21 штамма показало (табл. 1), что сниже-

Таблица 1. Характеристика природных штаммов МКБ
Table 1. Characteristics of natural LAB strains

Чистые линии штаммов МКБ	Источник выделения	Количество штаммов	Вид	Потребление L-яблочной кислоты, %	
				рН среды 4,5	рН среды 3,2
К.1-2, К.3-1, К.4-2, К.6-4, К.17-4, К.19-3, К.24-3, К.25-10, К.48-5	сусло на стадии ферментации, молодые необработанные виноматериалы	9	<i>O. oeni</i>	95,0 - 82,5	75,3 - 35,3
П.4, П.39-2, П.41-2	сусло на стадии ферментации,	3	<i>L. paracasei</i>	87,5	58,6 - 54,7
П.3-2, П.10-1, П.37-1	молодые необработанные виноматериалы	3	<i>L. paracasei</i>	87,5-34,9	не обнаружен
П.85-2	виноматериалы	1		не обнаружен	не обнаружен
П.83-1	обработанные виноматериалы и вина (инфицированные, больные)	1		48,0	19,2
П.28-3, П.31-1, П.61-4, П.64-4	виноматериалы и вина (инфицированные, больные)	4	<i>L. hilgardii</i>	не обнаружен	не обнаружен

ние рН среды культивирования в целом влияло на ослабление активности штаммов сбраживать яблочную кислоту. Однако, степень снижения данной активности зависела как от видовой принадлежности штаммов, так и являлась характеристикой штамма, что согласуется с данными других исследователей [33, 34]. Все штаммы вида *O. oeni* активно сбраживали яблочную кислоту, потребление которой в зависимости от штамма снижалась в более широком диапазоне от 35,3% до 75,3 % при значении рН 3,2 по сравнению со значением рН 4,5, при котором потребление яблочной кислоты составляло от 82,5 до 95,0 %. Из 12 штаммов МКБ палочковидной формы к кислотопонижателям отнесли 3 штамма вида *L. paracasei*, которые проявили эту способность при значении рН 3,2 в диапазоне от 54,7 % до 58,6 % и один штамм *L. hilgardii*, способствующий снижению яблочной кислоты на 19,2 % при значении рН 3,2.

На этом этапе нами были отобраны 13 штаммов, сохранивших способность сбраживать яблочную кислоту при значении рН 3,2.

Влияние рН, температуры и спирта на ростовую активность штаммов МКБ. Анализ данных, полученных в рамках данного исследования, показал, что снижение температуры, рН и наличие спирта в среде культивирования в целом влияло на снижение активности роста всех штаммов (табл. 2). При этом штаммы обладали разной устойчивостью к воздействию этих факторов (рис. 1-6). Наиболее значимыми факторами являлись рН и спирт, по сравнению с которыми температура оказывала меньшее влияние на рост штаммов (табл. 2). Выводы согласуются с многочисленными исследованиями по данной проблеме [16, 17, 35].

Активному развитию МКБ в вине для надежного и быстрого прохождения ЯМБ способствуют значения рН 3,5 и температура около 20 °С, а при значении рН 3,0 и температуры 15 °С рост остается возможным, но медленным [17, 36]. Наше исследование также показало, что культивирование штаммов при значении рН 3,0 и температуре 14 °С способствовало значительному замедлению их роста по сравнению с другими заданными условиями, при этом, снижение рН оказывало меньшее влияние на замедление роста

штаммов по сравнению с низкой температурой. При 14 °С ни один из исследованных штаммов не проявил высокую активность роста и у одного штамма *O. oeni* рост отсутствовал. Доля нестойких к низкой температуре штаммов при значении pH 3,0 составила 85%, при значении pH 3,4 – 62 % (табл. 2).

Повышение температуры до 18 °С и 28 °С значительно стимулировало рост штаммов, что было ожидаемо, поскольку эти температуры ближе к оптимальным температурам роста МКБ вина. При данных температурах накопление биомассы штаммами значительно активизировалось, а определяющее влияние на снижение активности роста штаммов оказало значение pH 3,0. Так, доля нестойких штаммов к температуре 18 °С составила: один штамм при pH 3,4 и 8 штаммов при pH 3,0; нестойкими к температуре 28 °С отмечены только 5 штаммов при значении pH 3,0 (табл. 2). Сравнительная оценка изменения активности роста при снижении pH показала, что штаммы *O. oeni* между собой имели больше отличий по устойчивости к pH, по сравнению с *L. paracasei*. При температуре 14 °С снижение активности роста штаммов *O. oeni* при снижении pH отмечено в диапазоне от 6 до 35 %, при 18 °С – от 39 до 83 %, при 28 °С – от 5 до 86 % в зависимости от штамма. Штаммы *L. paracasei* по устойчивости к pH были более

Таблица 2. Влияние pH, температуры и спирта на рост природных штаммов МКБ
Table 2. The effect of pH, temperature and alcohol on the growth of natural LAB strains

Факторы	pH 3,4			pH 3,0		
	D ₅₉₀	количество штаммов	активность роста	D ₅₉₀	количество штаммов	активность роста
Температура 14 °С	-	-	-	-	-	высокая
	0,441-0,315	5	средняя	0,319	1	средняя
	0,267-0,118	8	слабая	0,288-0,144	11	слабая
Температура 18 °С	-	-	нет роста	0,096	1	нет роста
	1,409-0,532	9	высокая	0,564	1	высокая
	0,399-0,347	3	средняя	0,488-0,302	4	средняя
Температура 28 °С	0,298	1	слабая	0,256-0,100	8	слабая
	-	-	нет роста	-	-	нет роста
	1,835-0,677	12	высокая	1,084-0,577	4	высокая
Температура 18 °С, спирт 12 % об.	0,377	1	средняя	0,481-0,320	4	средняя
	-	-	слабая	0,291-0,101	5	слабая
	-	-	нет роста	-	-	нет роста
Температура 18 °С, спирт 14 % об.	0,758-0,519	4	высокая	-	-	высокая
	0,423	1	средняя	0,363	2	средняя
	0,260-0,200	7	слабая	0,245-0,127	11	слабая
Температура 18 °С, спирт 16 % об.	0,080	1	нет роста	0,067	1	нет роста
	0,605	1	высокая	-	-	высокая
	0,464-0,334	4	средняя	0,322	1	средняя
Температура 28 °С, спирт 12 % об.	0,230-0,123	7	слабая	0,256-0,120	10	слабая
	0,067	1	нет роста	0,095	1	нет роста
	-	-	высокая	-	-	высокая
Температура 28 °С, спирт 14 % об.	0,412-0,340	2	средняя	-	-	средняя
	0,287-0,134	10	слабая	0,277-0,122	12	слабая
	0,090	1	нет роста	0,098	1	нет роста
Температура 28 °С, спирт 16 % об.	1,041-0,613	5	высокая	-	-	высокая
	-	-	средняя	0,344	2	средняя
	0,272-0,112	8	слабая	0,275-0,110	11	слабая
Температура 28 °С, спирт 16 % об.	-	-	нет роста	-	-	нет роста
	0,610-0,514	2	высокая	-	-	высокая
	0,498-0,375	3	средняя	-	-	средняя
Температура 28 °С, спирт 16 % об.	0,248-0,112	8	слабая	0,290-0,120	12	слабая
	-	-	нет роста	0,093	1	нет роста
	-	-	высокая	-	-	высокая
Температура 28 °С, спирт 16 % об.	0,381-0,363	2	средняя	-	-	средняя
	0,245-0,108	10	слабая	0,236-0,113	12	слабая
	0,098	1	нет роста	0,093	1	нет роста

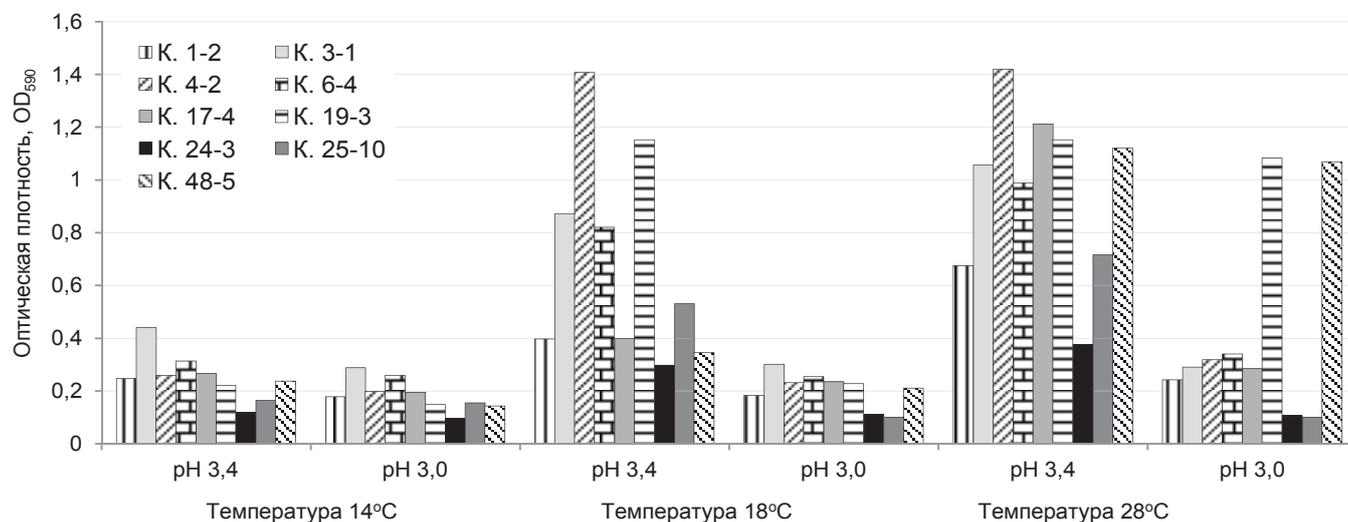


Рис. 1. Влияние pH среды и температуры культивирования на накопление биомассы МКБ рода *Oenococcus*
Fig. 1. The effect of pH medium and cultivation temperature on accumulation of LAB biomass of *Oenococcus* genus

близки и снижение их роста при температуре 14 °С составило 40 %, при 18 °С – в диапазоне от 41 до 50 %, при 28 °С – от 48 до 62 %. Отмеченная способность *L.paracasei* активно накапливать биомассу в стрессовых условиях позволяет предположить, что представители данного вида также могут иметь интерес для дальнейшей селекции. Отмечены четыре штамма *O. oeni* (К.3-1, К.6-4, К.19-3, К. 48-5) и три штамма *L. paracasei* (П.4-7, П.39-2, П.41-2), показавшие лучшую устойчивость к низким значениям температуры и рН по сравнению с другими штаммами (рис. 1, 2). Для оценки представителей вида *L. hilgardii* требуется проведение дополнительных исследований, поскольку в работе был представлен только

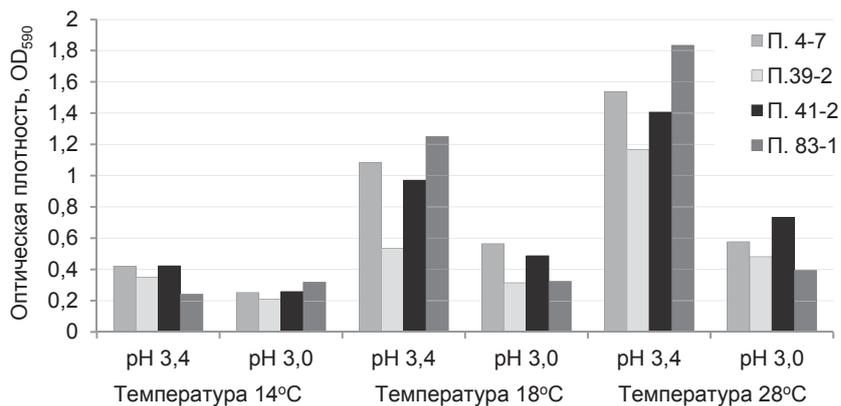


Рис. 2. Влияние рН среды и температуры культивирования на накопление биомассы МКБ родов *Lactocaseibacillus* и *Lentilactobacillus*
Fig. 2. The effect of pH medium and cultivation temperature on accumulation of LAB biomass of *Lactocaseibacillus* and *Lentilactobacillus* genera

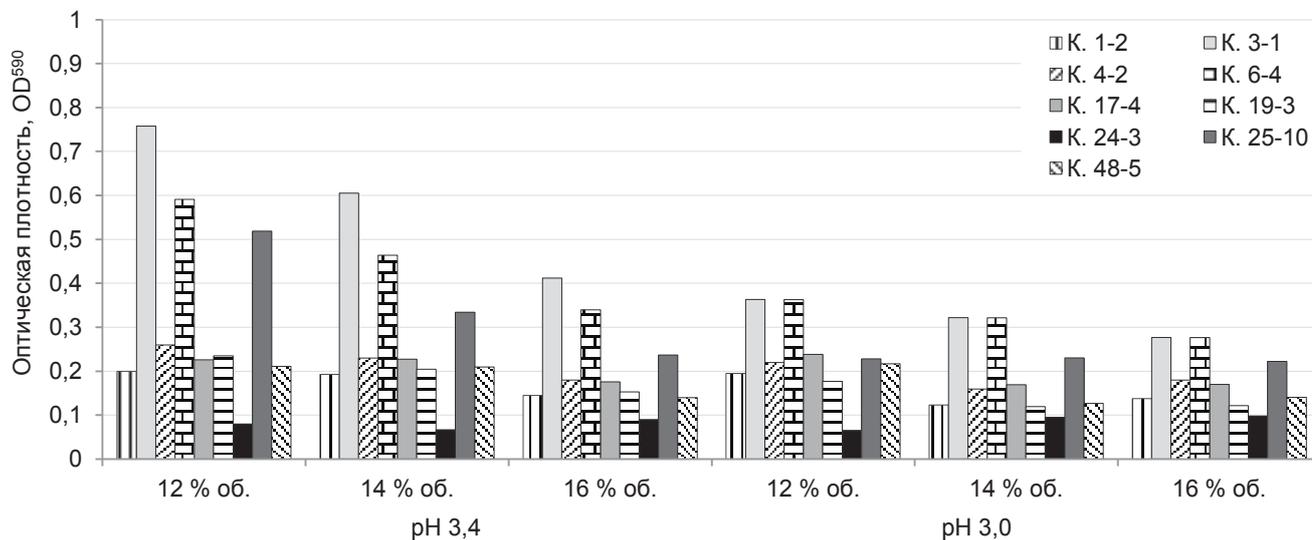


Рис. 3. Влияние рН среды и объемной доли этилового спирта при температуре культивирования 18 °С на накопление биомассы МКБ рода *Oenococcus*

Fig. 3 The effect of pH medium and volume ratio of ethyl alcohol at a cultivation temperature of 18 °С on accumulation of LAB biomass of *Oenococcus* genus

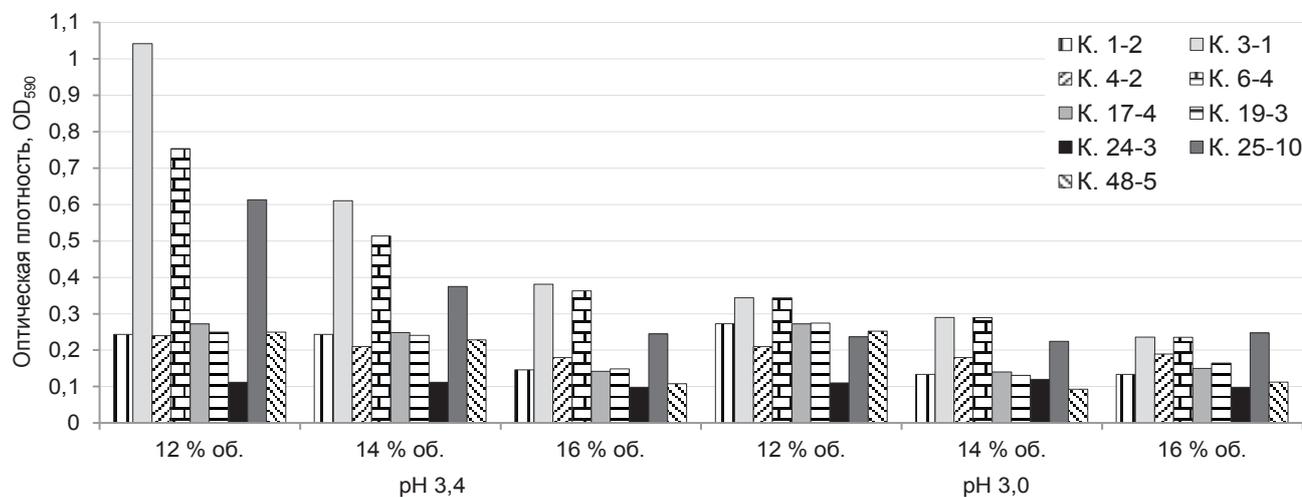


Рис. 4. Влияние рН среды и объемной доли этилового спирта при температуре культивирования 28 °С на накопление биомассы МКБ рода *Oenococcus*

Fig. 4. The effect of pH medium and volume ratio of ethyl alcohol at a cultivation temperature of 28 °С on accumulation of LAB biomass of *Oenococcus* genus

один штамм, показавший меньшую устойчивость к стрессовым факторам, чем штаммы *L.paracasei*.

Внесение в среду культивирования спирта способствовало еще более сильному снижению роста штаммов и данный эффект усиливался при увеличении концентрации спирта в среде. При таких условиях увеличилось количество штаммов со слабой активностью по сравнению с аналогичными условиями культивирования без добавления спирта. Показательно, что температура 28°C при pH 3,0 может оказывать влияние на снижение устойчивости отдельных штаммов к спирту. Устойчивыми к спирту проявили себя только 5 штаммов – три штамма *O. oeni* (К.3-1, К.6-4, К.25-10), штамм *L. paracasei* (П.41-2) и штамм *L. hilgardii* (П.83-1), среди которых штаммы *O. oeni* (К.3-1, К.6-4) обладали большей устойчивостью к спирту и хорошо росли при низком значении pH (рис. 3-6). В литературе также встречаются сведения о том, что некоторые виды *Lactobacillus* (например, *L. hilgardii*) и *O. oeni* могут расти при более высоких концентрациях этанола [36].

Математический анализ полученных данных позволил оценить возможный отклик штаммов на изменение условий культивирования и также показал, что штаммовые отличия наиболее сильно проявились для МКБ, принадлежащих к *O. oeni*, по сравнению с бактериями палочковидной формы (табл. 3).

Выводы

Исследование показало, что природные штаммы МКБ обладают разной чувстви-

Таблица 3. Статистический анализ устойчивости штаммов к изменению условий культивирования
Table 3. Statistical analysis of strain resistance to changes in cultivation conditions

Штамм	Коэффициент Пирсона		
	pH	температура	объемная доля этилового спирта
<i>Oenococcus oeni</i>			
К 1-2	0,390	0,226	-0,558
К 3-1	0,736	0,153	-0,198
К 4-2	0,365	0,065	-0,543
К 6-4	0,670	0,168	-0,259
К 17-1	0,315	0,222	-0,487
К 19-3	0,191	0,234	-0,643
К 24-3	0,728	0,417	-0,564
К 25-10	0,646	0,249	-0,014
К 48-5	0,092	0,344	-0,575
<i>L. paracasei</i>			
П 4-7	0,220	0,105	-0,764
П 39-2	0,258	0,157	-0,671
П 41-2	0,481	0,158	-0,627
<i>L. hilgardii</i>			
П 83-1	0,419	0,184	-0,492

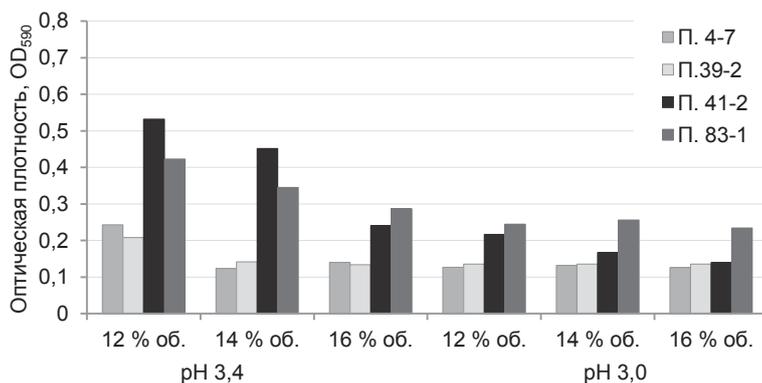


Рис. 5. Влияние pH среды и объемной доли этилового спирта при температуре культивирования 18°C на накопление биомассы МКБ родов *Lacticaseibacillus* и *Lentilactobacillus*
Fig. 5. The effect of pH medium and volume ratio of ethyl alcohol at a cultivation temperature of 18 °C on accumulation of LAB biomass of *Lacticaseibacillus* and *Lentilactobacillus* genera

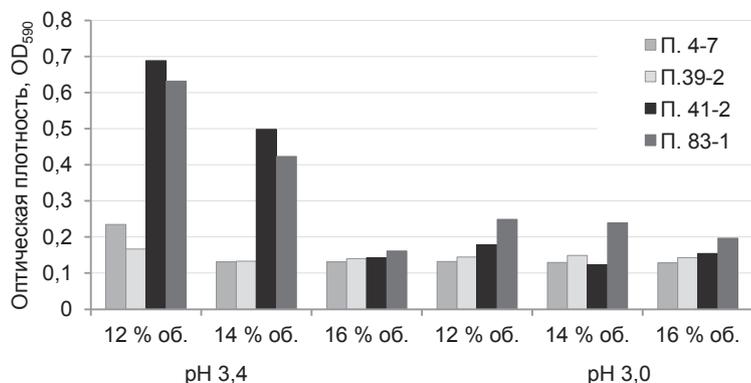


Рис. 6. Влияние pH среды и объемной доли этилового спирта при температуре культивирования 28°C на накопление биомассы МКБ родов *Lacticaseibacillus* и *Lentilactobacillus*
Fig. 6. The effect of pH medium and volume ratio of ethyl alcohol at a cultivation temperature of 28 °C on accumulation of LAB biomass of *Lacticaseibacillus* and *Lentilactobacillus* genera

тельностью к изменениям pH, температуры, спирта, что подтверждает данные о генетическом разнообразии микроорганизмов данной группы и необходимости индивидуального подхода к выбору условий их культивирования.

Для дальнейшей селекции нами отобраны пять штаммов *O. oeni* (К.3-1, К.6-4, К.19-3, К.25-10, К. 48-5), три штамма *L. paracasei* (П.4-7, П.39-2, П.41-2) и штамм *L. hilgardii* (П. 83-1) показавшие лучшую устойчивость к стрессовым факторам по сравнению с другими штаммами.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0008.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0008.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Krieger-Weber S. Application of yeast and bacteria as starter cultures. *Biology of microorganisms on grapes, in must and in wine*. Eds. König H., Uden G., Fruchlich J. Berlin: Springer, 2009:489–513. doi: 10.1007/978-3-540-85463-0.
- 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;4:876–906. doi: 10.1007/s11947-010-0448-8.
- Bartowsky E.J., Costello P.J., Chambers P.J. Emerging trends in the application of malolactic fermentation. *Aus. J. Grape Wine Res.* 2015;21:663–669. doi: 10.1111/ajgw.12185.
- Betteridge A., Grbin P., Jiranek V. Improving *Oenococcus oeni* to overcome challenges of wine malolactic fermentation. *Trends Biotechnol.* 2015;33:547–553. doi: 10.1016/j.tibtech.2015.06.008.
- 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;50:327–334. doi: 10.1111/j.1472-765x.2010.02795.x.
- Romero J., Ilabaca C., Ruiz M., Jara C. *Oenococcus oeni* in Chilean red wines: technological and genomic characterization. *Front. Microbiol.* 2018. Article 90. doi: 10.3389/fmicb.2018.00090.
- Nisiotou A.A., Dourou D., Filippousi M.E., Diamantea E., Fragkouli P., Tassou C., Banilas G. Genetic and technological characterization of vineyard- and winery-associated lactic acid bacteria. *Biomed. Res. Int.* 2015; Article ID508254. doi: 10.1155/2015/508254.
- Cafaro C., Bonomo M.G., Guerrieri A., Crispo F., Ciriello R., Salzano G. Assessment of the genetic polymorphism and physiological characterization of indigenous *Oenococcus oeni* strains isolated from Aglianico del Vulture red wine. *Folia Microbiol.* 2016;61:1–10. doi: 10.1007/s12223-015-0402-2.
- Cañas P.M., Pérez P.R., Prieto S.S., Herreros M.L. Ecological study of lactic acid microbiota isolated from Tempranillo wines of Castilla-La Mancha. *J. Biosci. Bioeng.* 2009;108:220–224. doi: 10.1016/j.jbiosc.2009.04.001.
- Wibowo D., Eschenbruch R., Davis C.R., Fleet G.H., Lee T.H. Occurrence and growth of lactic acid bacteria in wine: A Review. *Am. J. Enol. Vitic.* 1985;36(4):302–313.
- López-Seijas J., García-Fraga B., Silva A.F., Zas-García X., Lois L.C., Gago-Martínez A., Leão-Martins J.M., Sieiro C. Evaluation of malolactic bacteria associated with wines from Albariño variety as potential starters: screening for quality and safety. *Foods.* 2020;9:99. doi:10.3390/foods9010099.
- Berbegal C., Peña N., Russo P., Grieco F., Pardo I., Ferrer S., Spano G., Capozzi V. Technological properties of *Lactobacillus plantarum* strains isolated from grape must fermentation. *Food Microbiol.* 2016;57:187–194. doi: 10.1016/j.fm.2016.03.002.
- Valdés La Hens D., Bravo-Ferrada B.M., Delfederico L., Caballero A.C., Semorile L.C. Prevalence of *Lactobacillus plantarum* and *Oenococcus oeni* during spontaneous malolactic fermentation in Patagonian red wines revealed by polymerase chain reaction-denaturing gradient gel electrophoresis with two targeted genes. *Aust. J. Grape Wine Res.* 2015;21:49–56. doi: 10.1111/ajgw.12110.
- Buckenhüskes H.J. Selection criteria for lactic acid bacteria to be used as starter cultures for various food commodities. *FEMS Microbiol. Rev.* 1993;12:253–272. doi: 10.1016/0168-6445(93)90067-J.
- Versari A., Parpinello G.P., Cattaneo M. *Leuconostoc oenos* and malolactic fermentation in wine: A Review. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 1999;23:447–455. doi: 10.1038/sj.jim.2900733.
- Malolactic fermentation in wine. Understanding the science and the practice. Legal deposit. Library and Archives. Canada: Lallemand, 2005:1-170.
- Ribereau-Gayon J., Dubourdieu D., Doneche B., Lonvaud A. Lactic acid bacteria. *Handbook of enology: the microbiology of wine and vinifications*. 2nd edn. London: Wiley, 2006;1:1-495.
- Lerm E., Engelbrecht L., du Toit M. Malolactic fermentation: the ABC's of MLF. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2010;31:186–212. doi: 10.21548/31-2-1417.
- Lasik M. The application of malolactic fermentation process to create good-quality grape wine produced in cool-climate countries: a review. *Eur Food Res Technol.* 2013;237:843–850. doi: 10.1007/s00217-013-2083-x.
- Танащук Т.Н., Шаламитский М.Ю. Влияние условий культивирования на активность роста природных штаммов молочнокислых бактерий виноделия // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):266-271. doi: 10.35547/IM.2020.22.3.016.
- Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M.Yu. Influence of cultivation conditions on the growth activity of natural strains of lactic acid bacteria in winemaking. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2020; 22(3):266-271 (in Russian).
- 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):328-332. doi: 10.35547/IM.2019.21.4.010.
- 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):328-332 (in Russian).
- Танащук Т.Н. Выделение и характеристика молочнокислых бактерий виноделия // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;105(3):84-86.
- Tanashchuk T.N. Isolation and performance profile of lactic acid bacteria in winemaking. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2018;105(3):84-86 (in Russian).
- De Man J.C., Rogosa M., Sharpe M.E. A medium for the cultivation of *Lactobacilli*. *J. Appl. Bact.* 1960;23(1):130–135.
- Бурьян Н.И. Практическая микробиология виноделия. Симферополь: Таврида. 2003:1-560.
- Buryan N.I. Practical microbiology of winemaking. Simferopol: Tavrida. 2003:1-560 (in Russian).
- Bruder S., Reifenrath M., Thomik T., Boles E., Herzod K. Parallelized online biomass monitoring in shake flasks enables efficient strain and carbon source dependent growth characterization of *Saccharomyces cerevisiae*. *Microbiol. Cell Fact.* 2016;15:127. doi: 10.1186/s12934-016-0526-3.
- Lôoke M., Kristjuhan K., Kristjuhan A. Extraction of genomic DNA from yeasts for PCR-based applications. *BioTechniques.* 2011;50:325–328. doi: 10.2144/000113672.
- Pulpipat T., Viriyarumpa S., Chumsing S., Boonyawiwat V., Wajjwalku W. Lithium acetate (LiOAc)-SDS lysis DNA extraction method of gram-positive bacteria for PCR templates. *KKU Vet. J.* 2013;23(1):24–31.
- Benga L., Benten W.P.M., Engelhardt E., Kohrer K., Gougoula C., Sager M. 16S ribosomal DNA sequence-based identification of bacteria in laboratory rodents: a practical approach in laboratory animal bacteriology diagnostics. *Lab. Anim.* 2017;48(4):305–312. doi: 10.1177/0023677214538240.
- Sanger F., Nicklen S., Coulson A.R. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 1977;74(12):5463–5467.

30. McGinnis S., Madden T.L. BLAST: at the core of a powerful and diverse set of sequence analysis tools. *Nucleic Acids Res.* 2004;32(web server issue):20-25. doi 10.1093/nar/gkh435.
31. Lafon-Lafourcade S. Propriétés de l'enzyme malyque des bactéries lactiques isolées de vins. *Conn. Vigne Vin.* 1970;3:273-282.
32. Работнова И.Л. Культивирование микроорганизмов / Промышленная микробиология под общ. ред. Егорова Н.С. М.: Высшая школа. 1989:130-131.
Rabotnova I.L. Cultivation of microorganisms / Industrial microbiology under the general. Editorship of Egorov N.S. M.: Higher school. 1989:130-131 (*in Russian*).
33. Jaomanjaka F., Ballestra P., Dols-Lafargue M., Le Marrec C. Expanding the diversity of oenococcal bacteriophages: insights into a novel group based on the integrase sequence. *Int J Food Microbiol.* 2013;166:331-340. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.032.
34. Grandvalet C. Oenococcus oeni: queen of the cellar, nightmare of geneticists *Microbiol.* 2017;163:297-299. doi: 10.1099/mic.0.000456.
35. Sumbly K.M., Bartle L., Grbin P.R., Jirenek V. Measures to improve wine malolactic fermentation. *App. Microbiol. Biotechnol.* 2019;103:2033-2051. doi: 10.1007/s00253-018-09608-8.
36. König H., Fröhlich J. Lactic Acid Bacteria. Biology of Microorganisms on Grapes in Must and in Wine. Berlin: Springer, 2009:3-31. doi: 10.1007/978-3-540-85463-0.

Информация об авторах

Татьяна Николаевна Танащук, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории микробиологии; e-мейл: magarach_microbiol.lab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7847-1246>;
Максим Юрьевич Шаламитский, мл. науч. сотр. лаборатории микробиологии; e-мейл: mshalamitskiy@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-5888-6228>;
Загоруйко Валентина Ивановна, вед. инженер лаборатории микробиологии.

Information about authors

Tatiana N. Tanashchuk, Cand. Techn. Sci, Leading Staff Scientist of the Laboratory of Microbiology; e-mail: magarach_microbiol.lab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7847-1246>;
Maksim Yu. Shalamitskiy, Junior Staff Scientist of the Laboratory of Microbiology; e-mail: mshalamitskiy@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-5888-6228>;
Valentina I. Zagoruiko, Leading Engineer of the Laboratory of Microbiology.

Статья поступила в редакцию 20.12.2021, одобрена после рецензии 27.12.2021, принята к публикации 10.03.2022

Оценка игристых свойств напитков

Лутков И.П.✉

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

✉ igorlutkov@mail.ru

Аннотация. Напитки, насыщенные диоксидом углерода, весьма популярны у потребителя. Однако с помощью действующих стандартов невозможно однозначно оценивать их игристые свойства. Известные инструментальные методы оценки игристых свойств не получили широкого распространения из-за своей сложности и низкой воспроизводимости. В связи с чем, методика оценки игристых свойств нуждается в доработке. Целью работы являлось дальнейшее совершенствование метода определения игристых свойств различных напитков, насыщенных диоксидом углерода, его унификация за счёт использования стандартной дегустационной посуды. Анализ игристых свойств осуществляли путём измерения при комнатной температуре массы бокала с напитком сразу после его заполнения через равные промежутки времени в течение 1 часа на лабораторных весах высокого класса точности. Исходное содержание CO₂ в пробе определяли по разности веса бокала с пробой сразу после налива в него напитка и после полной дегазации образца с помощью воздействия ультразвука. При сравнении тюльпанообразного бокала с бокалом типа «флейта» (flute) было установлено, что игристые свойства напитков лучше проявляются в бокале типа «флейта» (и при визуальном наблюдении и по динамике десорбции CO₂), в то же время тюльпанообразный бокал является стандартным и широко распространённым, что способствует хорошей воспроизводимости результатов при его использовании. Оптимальный объём пробы для проведения анализа составляет 50 см³. В ходе анализа различных напитков, было установлено, что самый большой коэффициент игристых свойств был у кваса и пива, а минимальный - у газированного винного напитка. Выявлена высокая обратная корреляция между показателем игристых свойств и концентрацией этанола ($k=-0,792$). Усовершенствованная методика определения игристых свойств может быть легко воспроизведена в условиях заводских и научных лабораторий.

Ключевые слова: диоксид углерода; методика; игристые свойства; центр кавитации; кривая десорбции.

Для цитирования: Лутков И.П. Оценка игристых свойств напитков // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):63-70. DOI 10.35547/IM.2022.78.26.010

Evaluation of sparkling properties of beverages

Lutkov I.P.✉

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

✉ igorlutkov@mail.ru

Abstract. Beverages saturated with carbon dioxide are very popular with consumers. However, with the help of current standards, it is impossible to unambiguously assess their sparkling properties. Well-known instrumental methods for assessing sparkling properties have not been widely used due to their complicacy and low reproducibility. In this connection, the methodology for assessing sparkling properties needs to be improved. The purpose of the work was to further improve the method of determining sparkling properties of various beverages saturated with carbon dioxide, its unification through the use of standard tasting glasses. The analysis of sparkling properties was carried out by measuring at room temperature the weight of a glass with a beverage immediately after filling it at regular intervals for 1 hour on laboratory scales of high accuracy class. The initial CO₂ content in the sample was determined by the difference in the weight of the glass with the sample immediately after pouring the beverage into it and after complete degassing of the sample by ultrasound. When comparing a standard tulip-shaped glass with a flute-type glass, it was found that sparkling properties of beverages were better manifested in a flute-type glass (both by visual observation and by the dynamics of CO₂ desorption). At the same time, a tulip-shaped glass is standard and widespread, which contributes to good reproducibility of results when using it. The optimal sample volume for analysis is 50 cm³. During the analysis of various beverages, it was found that the largest coefficient of sparkling properties was in kvass and beer, and the minimum was in carbonated wine drink. A high inverse correlation was revealed between the indicators of sparkling properties and the ethanol concentration ($k=-0,792$). The improved method of determining sparkling properties can be easily reproduced in the conditions of factory and scientific laboratories.

Key words: carbon dioxide; methodology; sparkling properties; cavitation center; desorption curve.

For citation: Lutkov I.P. Evaluation of sparkling properties of beverages. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):63-70 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.78.26.010

Введение

Характерной особенностью многих напитков, содержащих в своём составе диоксид углерода, являются

их игристые и пенные свойства. Помимо вспенивания и осуществления процесса «игры» диоксид углерода способствует усилению аромата [1-3] и освежает вкус [4, 5] за счёт частичного образования угольной кислоты при взаимодействии с водой. В связи с чем,

многие потребители предпочитают напитки, насыщенные CO_2 , напиткам без газа. Например, лимонад, природную столовую и минеральную воду, квас, пиво, сидр, пуаре, вино и т.д. В то же время согласно действующим стандартам в этих напитках, в основном, регламентируется содержание диоксида углерода (в виде массовой доли или давления), а игристые и пенистые свойства описываются словесно лишь для отдельных напитков (табл. 1).

В частности, согласно ГОСТ 6687.5-86 внешний вид и цвет безалкогольных и слабоалкогольных газированных напитков определяют визуально в чистом сухом цилиндре или стакане вместимостью 250 см^3 , аромат и вкус – в дегустационном бокале. Что касается винопродукции, то согласно ГОСТ 32051-2013 игристые свойства вин, насыщенных двуокисью углерода, определяют в пробе визуально, используя только органы чувств дегустатора и дегустационный бокал. Причём в стандарте в качестве дегустационной посуды может выступать как классический тюльпанообразный бокал, так и бокал типа «флейты» (flute) (высокий и тонкий на длинной ножке, слегка сужающийся и вновь расширяющийся в верхней части, объемом около 180 см^3).

При оценке игристых свойств отмечают размеры выделяющихся пузырьков CO_2 – (мелкие, средние, крупные); интенсивность «игры» (с фонтанированием брызг на поверхности вина, средняя, слабая), продолжительность «игры».

В то же время такая оценка «игры» является в достаточной степени субъективной, что может стать причиной разногласий, и даже судебных споров, если из-за слабой «игры» в бокале будет забракована вся партия напитка. В связи с чем результаты визуальной оценки игристых свойств желательно подкреплять данными, полученными с помощью инструментальных методов анализа.

Существует несколько методов определения игристых свойств напитков. В частности, известен предложенный Е.М. Козенко и А.А. Мержанианом метод оценки игристых свойств, основанный на исследовании кинетики десорбции CO_2 из напитка, для чего с помощью специальной установки фиксируется объём выделившегося за определённое время диоксида углерода и с помощью самописца строится график процесса «игры» и проводятся расчёты, используя полученные данные в точках, когда выделится $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ содержащегося в пробе CO_2 и произойдёт его полное

Таблица 1. Требования к типичным свойствам напитков, насыщенных CO_2
Table 1. Requirements for typical properties of beverages saturated with CO_2

Напиток	Нормативный документ	Характеристика игристых и пенистых свойств
Вода питьевая газированная	ГОСТ 32220-2013	–
Вода минеральная природная питьевая	ГОСТ Р 54316-2020	–
Напиток безалкогольный газированный	ГОСТ 28188-2014	–
Напиток слабоалкогольный газированный	ГОСТ Р 52700-2018	–
Квас	ГОСТ 31494-2012	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных продукту.
Пиво	ГОСТ 31711-2012	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных пиву. Высота пены - не менее 40 мм, пеностойкость - не менее 3 мин.
Сидр	ГОСТ Р 58011-2017	При наливе в бокал традиционного сидра, насыщенного двуокисью углерода, должна образовываться пена с выделением пузырьков двуокиси углерода
Пуаре	ГОСТ Р 58010-2017	При наливе в бокал традиционного пуаре, насыщенного двуокисью углерода, должна образовываться пена с выделением пузырьков двуокиси углерода
Винные напитки газированные	ГОСТ 31729-2015	При наливе в бокал винного напитка, насыщенного двуокисью углерода, должна образовываться пена с выделением пузырьков двуокиси углерода
Вино газированное	ГОСТ Р 52558-2006	При наливе газированных и газированных жемчужных вин в бокал должна образовываться характерная пена с выделением пузырьков двуокиси углерода
Вино игристое	ГОСТ 33336-2015	При наливе вина в бокал должна образовываться пена и происходить выделение пузырьков двуокиси углерода

выделение [6].

Е.В. Посмитным (КубГТУ) разработана экспериментальная установка (информационно-измерительная система, состоящая из программной и аппаратной части), позволяющая в автоматическом режиме регистрировать динамику выделения CO_2 в процессе его кавитационной десорбции из вина при открывании бутылки [7]. Мишин М.В. и Таланян О.Р. предложили в автоматическом режиме с помощью программно-аппаратного комплекса определять уровень избыточного давления в бутылке и показатель игристых свойств вин, насыщенных диоксидом углерода [8, 9].

Лабораторией игристых вин института «Магарач» был разработан метод определения игристых свойств напитков, основанный на измерении динамики десорбции CO_2 из пробы вина, который лег в основу стандарта организации (СТО 01586301.022–2019) и был защищен патентом РФ [10]. Ранее с помощью подобной методики исследовались игристые свойства вин, насыщенных диоксидом углерода различными способами [11], а также молодых игристых вин, полу-

ченных с использованием различных штаммов дрожжей и дикой микрофлоры [12-14]. Кроме того, был предложен показатель, более полно характеризующий игристые свойства напитков [15].

Вместе с тем, анализ игристых свойств корректнее проводить в стандартном дегустационном бокале, поскольку и профессиональный дегустатор, и потребитель судят о типичных свойствах напитка, наблюдая за десорбцией CO_2 из бокала, а не из бутылки или пробирки. В то же время следует отметить, что «игра» в бокале может зависеть от многих факторов. Например, в работе В. Fabien и сотр. [16] было показано, что форма бокала существенно влияет на процесс игры. В частности, в вине, налитом в тюльпанообразный бокал INAO в течение первых 10 минут теряется 34% от первоначальной концентрации растворенного CO_2 , а из вина, налитого в бокал типа «флейта» (flute), – 58%. Кроме того, было установлено, что скорость молекул CO_2 , выделяющихся из перенасыщенной жидкой среды, была выше в стакане с узкой формой и большей высотой заполнения [17]. В другом исследовании было показано, что в течение первых 10 мин после налива вина десорбция CO_2 из напитка в бокале типа «купе» (coupe) происходит быстрее, чем в бокале типа «флейта» (flute) [18]. Кроме того, некоторые производители бокалов для шампанского наносят на дно бокала вокруг оси симметрии специальную гравировку в виде точек, благодаря чему «игра» становится более интенсивной и визуально привлекательной [19, 20]. Также, следует учитывать, что десорбция диоксида углерода из вина в основном протекает двумя путями. Помимо механизма образования пузырьков в центрах кавитации (микротрещинах и сколах стекла на внутренней поверхности бокала, а также микропузырьках воздуха, содержащихся внутри целлюлозных волокон [21, 22], попадающих внутрь бокала при его протирании или в виде пылинок), протекает невидимый процесс диффузии через границу раздела воздух/игристое вино [23].

В значительной мере на процесс десорбции влияет и температура подачи напитка [24, 25]. Чем выше температура, тем быстрее протекает десорбция CO_2 .

Целью работы являлось дальнейшее совершенствование метода определения игристых свойств напитков, его унификация за счёт использования стандартной дегустационной посуды.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были выбраны методики оценки игристых свойств напитков, дегустационные бокалы (тюльпанообразный и «флейта»), образцы напитков, содержащих диоксид углерода: квас ржаной фильтрованный, пастеризованный, натурального брожения (ГОСТ 31494-2012), сидр традиционный, фильтрованный полусладкий, насыщенный диоксидом углерода (ГОСТ Р 58011-2017), пиво светлое пастеризованное (ГОСТ 31711-2012), напиток винный газированный белый полусладкий (ГОСТ 31729-2015), вино игристое белое экстрабрют и вино игристое красное экстрабрют (ГОСТ 33336-2015). Анализ игристых свойств осуществляли путём проведения измерения динамики десорбции диокси-

да углерода при комнатной температуре с помощью взвешивания бокала с напитком сразу после его заполнения через равные промежутки времени (интервал 1 мин., в течение 60 мин.) на лабораторных весах высокого класса точности. Модификация метода по сравнению с ранее применявшимися [10, 11] заключается в том, что измерения проводятся непосредственно в стандартизированной дегустационной посуде, а не в пробирке или бутылках, форма и объём которых может меняться по желанию производителя. Исходное содержание CO_2 в пробе определяли по разности веса бокала с напитком сразу после налива и после полной дегазации образца с помощью воздействия ультразвука. Расчёт коэффициента игристых свойств осуществляли по формуле:

$$K = \frac{C}{V},$$

где C – содержание CO_2 в пробе, г, V – скорость десорбции в диапазоне времени от 0 до 60 мин., г/мин. [10].

Измерения проводили в 3-5 повторностях (при $p=0,05$), полученные данные обрабатывались с помощью методов математической статистики с использованием программного обеспечения MS Office Excel.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе работы определяли оптимальный объём пробы, необходимый для визуальной и инструментальной оценки игристых свойств, поскольку, согласно действующего ГОСТ 32051-2013, рекомендуемый объём лежит в достаточно широком диапазоне ($35-70 \text{ см}^3$). В три одинаковых бокала было налито соответственно 35 см^3 , 50 см^3 и 70 см^3 игристого вина. Было установлено, что для тюльпанообразного бо-



Рис. 1. Бокал с напитком: а – «тюльпан»; б – «флейта»
Fig. 1. A glass with a drink: a – tulip; b – flute

кала 35 см³ напитка недостаточно для корректной визуальной оценки игристых свойств, поскольку высота столба жидкости была слишком маленькой, в связи с чем трудно было увидеть образование характерных цепочек из мелких пузырьков. С другой стороны, для бокала типа «флейта» объём 70 см³ вина имел большую высоту столба жидкости, близкую к краю бокала, и существовала большая вероятность потери части напитка в виде брызг при лопании пузырьков, что могло бы исказить результаты измерений.

В итоге в качестве оптимального был выбран средний объём пробы 50 см³. При таком количестве образца граница раздела фаз жидкость/воздух находится в самой широкой части тюльпанообразного бокала и чуть ниже середины условного перевернутого конуса бокала «флейты» (рис. 1).

В ходе проведения последовательных измерений динамики десорбции CO₂ из одного и того же бокала типа «флейта» одного и того же образца игристого вина, налитого сначала в объёме 50 см³, а затем 70 см³, было установлено, что скорость десорбции диоксида углерода была выше там, где объём пробы был больше (рис. 2, табл. 2, представлены средние значения). Это можно объяснить увеличением общего содержания CO₂ в пробе и большей площадью поверхности вина, через которую выделялся газ. В то же время следует заметить, что общее содержание CO₂ в пробе увеличивалось не пропорционально объёму налитой пробы, поскольку второй анализ проводился в том же бокале (спустя 1 ч сразу после первого анализа) уже не из полной бутылки и образец был частично дегазирован.

Затем определяли, как на результаты анализа одного и того же образца игристого вина, налитого в одном и том же объёме, но сделанного в разное время, влияет налив вина в бокал из полной и неполной бутылки. Интервал между измерениями составлял 2 ч, объём оставшегося вина в бутылке (0,75 дм³) составлял 0,50 дм³.

Результаты представлены на рис. 3 и в табл. 3.

Согласно полученным данным, скорость десорбции диоксида углерода из пробы игристого вина, налитого в бокал из полной бутылки, была больше, чем скорость десорбции CO₂ из пробы этого же игристого вина, но налитого в бокал позднее (через 2 ч) из неполной бутылки. Однако несмотря на это, в целом игристые свойства образца, налитого из неполной бутылки были хуже, коэффициент игристых свойств был меньше. Связано это было с частичной дегазацией пробы игристого вина, находившегося в неполной бутылке.

Затем определяли, как форма бокала влияет на игристые свойства напитка. Для этого 50 см³ од-

Таблица 2. Показатели игристых свойств проб игристого вина разного объёма

Table 2. Indicators of sparkling properties of sparkling wine samples of different volumes

Тип бокала	Объём пробы, см ³	Содержание CO ₂ в пробе, г	Площадь поверхности вина, см ²	Скорость десорбции CO ₂ на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO ₂ , °	Коэффициент игристых свойств
флейта	50	0,492	19,6	4,983	0,2855	98,7
флейта	70	0,533	21,2	5,367	0,3075	99,3

Таблица 3. Показатели игристых свойств проб игристого вина, взятых из бутылки разной степени заполнения, из бокала типа «тюльпан»

Table 3. Indicators of sparkling properties of sparkling wine samples taken from bottles of varying filling degree, from a tulip-type glass

Степень заполнения бутылки	Содержание CO ₂ в пробе, г	Площадь поверхности вина, см ²	Скорость десорбции CO ₂ на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO ₂ , °	Коэффициент игристых свойств
полная	0,476	34,2	5,550	0,3180	85,8
неполная	0,279	34,2	3,433	0,1967	81,3

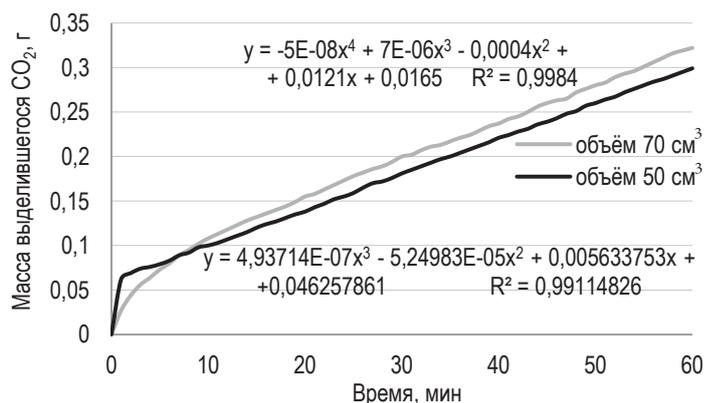


Рис. 2. Динамика десорбции диоксида углерода из проб игристого вина разного объёма

Fig. 2. Dynamics of carbon dioxide desorption from sparkling wine samples of different volumes

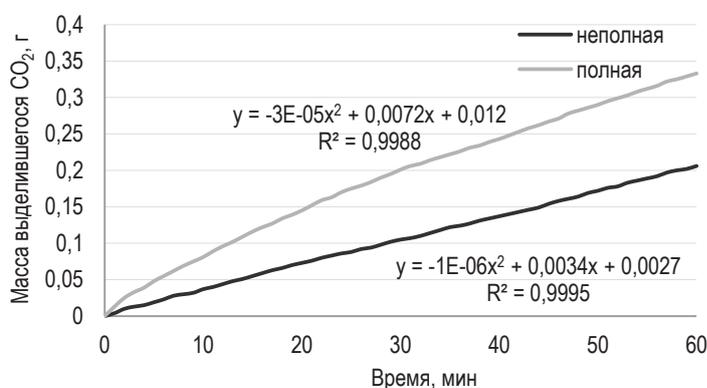


Рис. 3. Динамика десорбции диоксида углерода из проб игристого вина, взятых из бутылки разной степени заполнения, из бокала типа «тюльпан»

Fig. 3. Dynamics of carbon dioxide desorption of sparkling wine samples taken from bottles of varying filling degree, from a tulip-type glass

ного и того же образца наливали сразу и в бокал «флейта» и в тюльпанообразный бокал и проводили измерения. На рис. 4 и в табл. 4 представлены результаты для белого игристого вина.

На рис. 5 и в табл. 5 представлены результаты для красного игристого вина.

Исходя из полученных данных, можно заключить, содержание диоксида углерода в обоих бокалах и для белого и для красного игристого вина было близким, небольшая разница в содержании объясняется очередностью наполнения бокалов: та проба, в которой содержалось меньше CO_2 , наливалась в бокал последней. Для белого игристого вина выделение CO_2 в первые 10 мин. проходило более интенсивно в бокале типа «флейта», затем десорбция CO_2 интенсивнее протекала в бокале типа «тюльпан», а к концу измерений снова интенсивней шел процесс в бокале типа «флейта». Данную ситуацию можно объяснить тем, что в начале процесса, когда концентрация CO_2 в пробе была достаточно высока, преобладал эффект усиления десорбции за счёт более продолжительного конвективного потока, образующегося в бокале типа «флейта» и идущего из вершины перевернутого конуса к поверхности раздела фаз вино/воздух. По прошествии 10 мин., когда концентрация CO_2 в пробе уже снижалась, начинал усиливаться фактор диффузии через границу раздела игристое вино/воздух. Поскольку площадь поверхности вина в бокале «тюльпан» была больше, чем в бокале «флейта» (34,2 см² и 19,6 см², соответственно), следовательно, и потеря CO_2 в результате процесса диффузии также была больше в бокале «тюльпан». Для красного игристого кривые десорбции начали расходиться с первой минуты процесса и эффекта усиления конвективного потока на начальном этапе процесса десорбции CO_2 не наблюдалось.

В целом, скорости десорбции CO_2 и углы наклона кривых десорбции CO_2 для белого игристого вина были близкими, а для красного игристого были меньше у образца, находившегося в бокале типа «флейта». Коэффициенты игристых свойств для образцов, находившихся в бокале типа «флейта», были выше, чем для таких же образцов, находившихся в бокале типа «тюльпан». Физический смысл этого коэффициента буквально означает время, которое потребуется, чтобы весь диоксид углерода, содержащийся в пробе, при установленной скорости десорбции выделился из напитка.

В связи с этим, для проведения сравнительных анализов различных образцов напитков необходимо использовать один и тот же бокал, в который необходимо наливать один и тот же объём пробы (50 см³) из полной, только что открытой бутылки.

С помощью усовершенствованной методики был проведен сравнительный анализ игристых

Таблица 4. Показатели игристых свойств белого игристого вина в бокалах разной формы

Table 4. Indicators of sparkling properties of white sparkling wine in different shaped glasses

Тип бокала	Содержание CO_2 в пробе, г	Площадь поверхности вина, см ²	Скорость десорбции CO_2 на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO_2 , °	Коэффициент игристых свойств
флейта	0,492	19,6	4,983	0,2855	98,7
тюльпан	0,433	34,2	4,800	0,3075	90,2

Таблица 5. Показатели игристых свойств красного игристого вина в бокалах разной формы

Table 5. Indicators of sparkling properties of red sparkling wine in different shaped glasses

Тип бокала	Содержание CO_2 в пробе, г	Площадь поверхности вина, см ²	Скорость десорбции CO_2 на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO_2 , °	Коэффициент игристых свойств
флейта	0,470	19,6	4,933	0,2827	95,3
тюльпан	0,476	34,2	5,550	0,3180	85,8

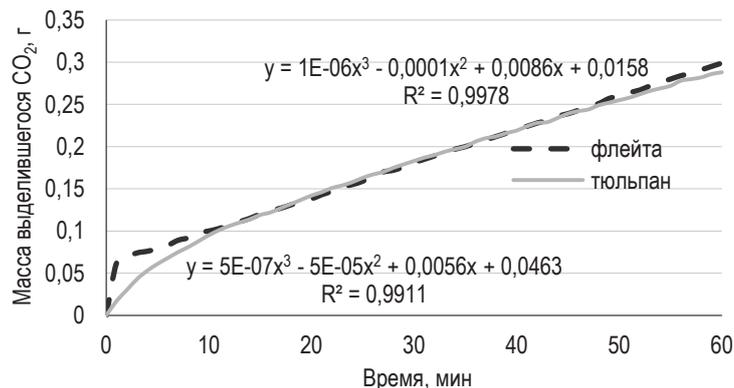


Рис. 4. Динамика десорбции диоксида углерода из белого игристого вина в бокалах разной формы

Fig. 4. Dynamics of carbon dioxide desorption from white sparkling wine in different shaped glasses

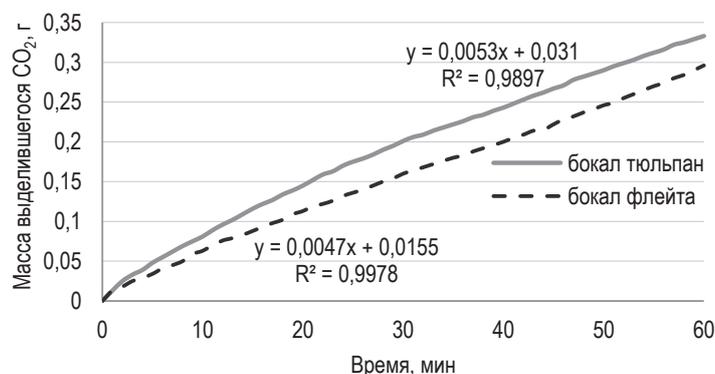


Рис. 5. Динамика десорбции диоксида углерода из красного игристого вина в бокалах разной формы

Fig. 5. Dynamics of carbon dioxide desorption from red sparkling wine in different shaped glasses

Таблица 6. Показатели игристых свойств различных напитков в тюльпанообразном бокале**Table 6.** Indicators of sparkling properties of various drinks in a tulip-shaped glass

Напиток	Содержание CO ₂ в пробе, г	Объёмная доля, % этанола	Скорость десорбции CO ₂ на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO ₂ , °	Коэффициент игристых свойств
Квас	0,460	1,2	4,933	0,2826	93,2
Пиво	0,501	4,2	5,483	0,3142	91,4
Сидр	0,416	6,0	4,617	0,2645	90,1
Газированный винный напиток	0,474	8,0	5,633	0,3228	84,1
Игристое вино	0,433	12,5	4,800	0,2750	90,2

свойств различных напитков. Результаты представлены в табл. 6.

Согласно полученным данным минимальные скорость и угол наклона кривой десорбции CO₂ наблюдалась у сидра и игристого вина, а максимальные – у газированного винного напитка. В то же время самый большой коэффициент игристых свойств установлен для кваса и пива, а самый минимальный – у газированного винного напитка. Это можно объяснить тем, что все исследуемые напитки, за исключением газированного винного напитка насыщались, в основном, диоксидом углерода естественного происхождения, образуемым в процессе брожения. Вместе с тем, коэффициент растворимости CO₂ существенно зависит от концентрации спирта и сахара в напитках [6]. Поскольку из исследуемых напитков наименьшая спиртуозность была у кваса (не более 1,2%), следовательно и коэффициент растворимости CO₂ у него был наибольший. А это значит, что данный напиток из всех исследуемых при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении способен удерживать наибольшее количество CO₂. Если не брать в расчет газированный винный напиток, то для всех остальных напитков существует довольно высокая обратная корреляция между показателем игристых свойств и концентрацией этанола ($k=-0,792$).

Выводы

Предложена усовершенствованная методика определения игристых свойств напитков, которая заключается в измерении при комнатной температуре веса стандартного дегустационного бокала с напитком сразу после его заполнения из открытой непосредственно перед измерением бутылки через равные промежутки времени в течение 1 часа на лабораторных весах высокого класса точности. Оптимальный объём пробы для проведения анализа составляет 50 см³. При сравнении стандартного тюльпанообразного бокала с бокалом типа «флейта» (flute) было установлено, что игристые свойства напитков лучше проявляются в бокале типа «флейта», в то же время тюльпанообразный бокал является стандартным и широко распространенным, что способствует возможности широкого использования предлагаемой методики. Самый большой коэффициент игристых

свойств установлен для кваса и пива, а самый минимальный – у газированного винного напитка. Выявлена высокая обратная корреляция между показателем игристых свойств и концентрацией этанола ($k=-0,792$).

Исследования в данном направлении планируется продолжить.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0014.

Financing source

The work was conducted under public assignment No 0833-2019-0014.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Marchal R., Rondot S., Thuillier B. Influence du gaz carbonique et des conditions de service sur la perception sensorielle d'un vin effervescent. *Revue francaise d'oenologie*. 2011;246:27-31.
2. Liger-Belair G., Beaumont F., Bourget M., Pron H., Parvite B., Zeninari V., Polidori G., Cilindre C. Carbon dioxide and ethanol release from champagne glasses, under standard tasting conditions. *Adv. Food Nutr. Res.* 2012;67:289-340. DOI: 10.1016/B978-0-12-394598-3.00007-1.
3. Pozo-Bayon M.A., Santos M., Martin-Alvarez P.J., & Reineccius G. Influence of carbonation on aroma release from liquid systems using an artificial throat and a proton transfer reaction-mass spectrometric technique (PTR-MS). *Flavour and Fragrance Journal*. 2009;24(5):226-235.
4. Chandrashekar J., Yarmolinsky D., Von Buchholtz L., Oka Yu., Sly W., J. P. Ryba N., and S. Zuker Ch. The Taste of Carbonation. *SCIENCE*. 2009;326(5951):443-445. DOI: 10.1126/science.1174601.
5. Moritaka H., Kitade M., Sawamura Sh., Takihara T., Awano I., Ono T., Tamine K., Hori K. Effect of carbon dioxide in carbonated drinks on linguapalatal swallowing pressure. *Chemical Senses*. 2014;39(2):133-142. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjt062>.
6. Мержаниан А.А. Физико-химия игристых вин. Мержаниан. – М.: Пищевая промышленность, 1979:1-271.
7. Посмитный Е.В. Автоматизация распознавания газированных и игристых вин / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2005;12:13-28.
8. Мишин М.В., Таланян О.Р. Новые методы оценки игристых свойств // Виноделие и виноградарство. 2013;3:12-13.
9. Мишин М.В., Таланян О.Р. Оценка шампанских качеств игристых вин // Научные труды КубГТУ. 2015;8:1-5.
10. Патент № 2760945 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/14, C12G 1/00. Способ определения игристых свойств напитков, насыщенных двуокисью углерода: № 2021109379: заявл. 05.04.2021: опубл. 01.12.2021 / А. С. Макаров, И. П. Лутков; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магараç» РАН.
11. Макаров А.С., Лутков И.П., Пескова И.В. Исследование игристых свойств напитков // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016;42(06):155-163.

12. Lutkov I. Using the microflora of grapes for the production of young sparkling wines. E3s Web of Conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021), Krasnodar, Russia, 24–26.05.2021: EDP Sciences, 2021;05015. DOI 10.1051/e3sconf/202128505015.
 13. Makarov A.S., Lutkov I.P. Yeast race effect on the quality of base and young sparkling wines. Foods and Raw Materials. 2021;9(2):290-301. DOI 10.21603/2308-4057-2021-2-290-301.
 14. Лутков И.П., Ермолин Д.В., Задорожная Д.С., Луткова Н.Ю. Перспективные расы дрожжей для молодых игристых вин с мускатным ароматом. Техника и технология пищевых производств. 2021;51(2):312-322. DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-312-322.
 15. Лутков И.П. Некоторые подходы к оценке типичных свойств игристых вин. Виноградарство и виноделие. Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач». 2020;49:232-236.
 16. Fabien B., Clara C., Ellie A., Marjorie M., Guillaume P. The Role of Glass Shapes on the Release of Dissolved CO₂ in Effervescent Wine. Current Research in Nutrition and Food Science. 2019;7(1):227-235. DOI: 10.12944/CRNFSJ.7.1.22.
 17. Beaumont F., Liger-Belair G., Polidori G. Unsteady evolution of the two-phase flow in sparkling wine tasting and the subsequent role of glass shape. Experiments in Fluids. 2019;60(7):1-7.
 18. Liger-Belair G., Villaume S., Cilindre C., Polidori G., Jeandet P. CO₂ volume fluxes outgassing from champagne glasses in tasting conditions: flute versus coupe. Journal of agricultural and food chemistry. 2009; 57: 4939-4947. DOI: 10.1021/jf900804j.
 19. Liger-Belair G., Religieux J.B., Fohanno S., Vialatte M.A., Jeandet Ph. and Polidori G. Visualization of Mixing Flow Phenomena in Champagne Glasses under Various Glass-Shape and Engraving Conditions. J. Agric. Food Chem. 2007;55(3):882–888. <https://doi.org/10.1021/jf062973+>.
 20. Polidori G., Beaumont F., Jeandet P. et al. Visualization of swirling flows in champagne glasses. J Vis 2008;11:184. <https://doi.org/10.1007/BF03181703>
 21. Liger-Belair G., Parmentier M., Jeandet P. Modeling the Kinetics of Bubble Nucleation in Champagne and Carbonated Beverages. J. Phys. Chem. 2006;110:21145–21151. <https://doi.org/10.1021/jp0640427>.
 22. Polidori G., Jeandet P. and Liger-Belair G. Bubbles and flow patterns in champagne. American Scientist. 2009;97:294–301.
 23. Pron H., Caron D., Beaumont F., Liger-Belair G., Polidori G. Dynamic-tracking desorption of CO₂ in Champagne wine using infrared thermography J Vis. 2010;13:181–182. DOI 10.1007/s12650-010-0040-3.
 24. Liger-Belair G., Bourget M., Villaume S., Jeandet Ph., Pron H., and Polidori G. On the Losses of Dissolved CO₂ during Champagne Serving. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010;58(15):8768-8775. DOI: 10.1021/jf101239w.
 25. Liger-Belair G., Villaume S., Cilindre C. and Jeandet Ph. Kinetics of CO₂ Fluxes Outgassing from Champagne Glasses in Tasting Conditions: The Role of Temperature J. Agric. Food Chem. 2009;57:5. <https://doi.org/10.1021/jf803278b>.
- References**
1. Marchal R., Rondot S., Thuillier B. Influence du gaz carbonique et des conditions de service sur la perception sensorielle d'un vin effervescent. Revue française d'oenologie. 2011;246:27-31.
 2. Liger-Belair G., Beaumont F., Bourget M., Pron H., Parvite B., Zeninari V., Polidori G., Cilindre C. Carbon dioxide and ethanol release from champagne glasses, under standard tasting conditions. Adv. Food Nutr. Res. 2012;67:289-340. DOI: 10.1016/B978-0-12-394598-3.00007-1.
 3. Pozo-Bayon M.A., Santos M., Martin-Alvarez P.J., & Reineccius G. Influence of carbonation on aroma release from liquid systems using an artificial throat and a proton transfer reaction-mass spectrometric technique (PTR-MS). Flavour and Fragrance Journal. 2009;24(5):226-233.
 4. Chandrashekar J., Yarmolinsky D., Von Buchholtz L., Oka Yu., Sly W., J. P. Ryba N., and S. Zuker Ch. The Taste of Carbonation. SCIENCE. 2009;326(5951):443-445. DOI: 10.1126/science.1174601.
 5. Moritaka H., Kitade M., Sawamura Sh., Takihara T., Awano I., Ono T., Tamine K., Hori K. Effect of carbon dioxide in carbonated drinks on linguapalatal swallowing pressure. Chemical Senses. 2014;39(2):133–142. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjt062>.
 6. Merzhanian A.A. Physico-chemistry of sparkling wines. M.: Food industry, 1979:1-271 (in Russian).
 7. Posmitny E.V. Automation of recognition of carbonated and sparkling wines. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2005;12:13-28 (in Russian).
 8. Mishin M.V., Talanyan O.R. New methods for assessing sparkling properties. Winemaking and viticulture. 2013;3:12-13 (in Russian).
 9. Mishin M.V., Talanyan O.R. Evaluation of champagne qualities of sparkling wines. Scientific works of KubSTU. 2015;8:1-5 (in Russian).
 10. Patent No. 2760945 C1 Russian Federation, IPC G01N 33/14, C12G 1/00. Method for determining the sparkling properties of beverages saturated with carbon dioxide: No. 2021109379 : application 05.04.2021: publ. 01.12.2021. A. S. Makarov, I. P. Lutkov; applicant Federal State Budgetary Institution of Science All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" RAS (in Russian).
 11. Makarov A.S., Lutkov I.P., Peskova I.V. Investigation of sparkling properties of beverages. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2016;42(06):155-163 (in Russian).
 12. Lutkov I. Using the microflora of grapes for the production of young sparkling wines. E3s Web of Conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021), Krasnodar, Russia, 24–26.05.2021: EDP Sciences, 2021;05015. DOI 10.1051/e3sconf/202128505015.
 13. Makarov A.S., Lutkov I.P. Yeast race effect on the quality of base and young sparkling wines. Foods and Raw Materials. 2021;9(2):290-301. DOI 10.21603/2308-4057-2021-2-290-301.
 14. Lutkov I.P., Ermolin D.V., Zadorozhnaya D.S., Lutkova N.Yu. Perspective Yeast Races for Young Sparkling Wines with a Muscat Aroma. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(2):312-322. DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-312-322 (in Russian).
 15. Lutkov I.P. Some approaches to assessing the typical properties of sparkling wines. Viticulture and Winemaking. Collection of scientific works FSBSI Magarch. 2020;49:232-236 (in Russian).
 16. Fabien B., Clara C., Ellie A., Marjorie M., Guillaume P. The Role of Glass Shapes on the Release of Dissolved CO₂ in Effervescent Wine. Current Research in Nutrition and Food Science. 2019;7(1):227-235. DOI: 10.12944/CRNFSJ.7.1.22.
 17. Beaumont F., Liger-Belair G., Polidori G. Unsteady evolution of the two-phase flow in sparkling wine tasting and

- the subsequent role of glass shape. *Experiments in Fluids*. 2019;60(7):1-7.
18. Liger-Belair G., Villaume S., Cilindre C., Polidori G., Jeandet P. CO₂ volume fluxes outgassing from champagne glasses in tasting conditions: flute versus coupe. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009; 57: 4939-4947. DOI: 10.1021/jf900804j.
19. Liger-Belair G., Religieux J.B., Fohanno S., Vialatte M.A., Jeandet Ph. and Polidori G. Visualization of Mixing Flow Phenomena in Champagne Glasses under Various Glass-Shape and Engraving Conditions. *J. Agric. Food Chem.* 2007;55(3):882-888. <https://doi.org/10.1021/jf062973+>.
20. Polidori G., Beaumont F., Jeandet P. et al. Visualization of swirling flows in champagne glasses. *J Vis* 2008;11:184. <https://doi.org/10.1007/BF03181703>
21. Liger-Belair G., Parmentier M., Jeandet P. Modeling the Kinetics of Bubble Nucleation in Champagne and Carbonated Beverages. *J. Phys. Chem.* 2006;110:21145-21151. <https://doi.org/10.1021/jp0640427>.
22. Polidori G., Jeandet P. and Liger-Belair G. Bubbles and flow patterns in champagne. *American Scientist*. 2009;97:294-301.
23. Pron H., Caron D., Beaumont F., Liger-Belair G., Polidori G. Dynamic-tracking desorption of CO₂ in Champagne wine using infrared thermography *J Vis*. 2010;13:181-182. DOI 10.1007/s12650-010-0040-3.
24. Liger-Belair G., Bourget M., Villaume S., Jeandet Ph., Pron H., and Polidori G. On the Losses of Dissolved CO₂ during Champagne Serving. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010;58(15):8768-8775. DOI: 10.1021/jf101239w.
25. Liger-Belair G., Villaume S., Cilindre C. and Jeandet Ph. Kinetics of CO₂ Fluxes Outgassing from Champagne Glasses in Tasting Conditions: The Role of Temperature *J. Agric. Food Chem.* 2009;57:5. <https://doi.org/10.1021/jf803278b>.

Информация об авторе

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

Information about author

Igor P. Lutkov, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of Winemaking Dept., Leading Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: igorlutkov@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9515-4341>.

Статья поступила в редакцию 09.02.2022, одобрена после рецензии 02.03.2022, принята к публикации 10.03.2022

Совершенствование методологии диагностики кристаллической стабильности вин

Аникина Н.С.[✉], Гержилова В.Г., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Слатья Е.А., Ермихина М.В., Рябинина О.В., Олейникова В.А.

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

[✉] hv26@mail.ru

Аннотация. Одним из критериев качества готовой винопродукции является ее внешний вид, отсутствие каких-либо посторонних включений и осадка. Проведение технологических мероприятий по обеспечению кристаллической стабильности вин не всегда эффективно из-за несовершенной системы оценки их потенциальной способности к образованию виннокислых солей. Цель работы – обоснование элементов методологии диагностики вин на склонность к кристаллической дестабилизации. В работе исследовались обработанные и необработанные виноматериалы из винограда технических сортов, в том числе из ампелографической коллекции «Магарач», готовая продукция, модельные образцы. В образцах определяли профиль органических кислот, pH, содержание калия, кальция, тесты на склонность к кристаллическим помутнениям (с внесением затравки солей винной кислоты, температура насыщения битаратом калия и тартратом кальция). Массовую концентрацию форм винной кислоты устанавливали расчетным путем по формулам зависимости степени диссоциации органических кислот от pH. Изучено влияние технологического цикла производства вин на их склонность к кристаллической дестабилизации на всех контрольных точках технологического цикла в системе «виноград-сусло-виноматериал-вино». Проведена дифференциация технологических приемов производства по их влиянию на кристаллическую стабильность вин. Сформулированы интегральные показатели кристаллической стабильности вин: экспресс-тесты, критерии, основные и производные параметры процесса. Обоснована система диагностики: нормативно-методическая база, векторы испытаний, интегральные показатели и их значения, обеспечивающие устойчивость вин к кристаллическим помутнениям, применение которой обеспечит сохранение товарного вида готовой продукции и повышение сроков ее стабильности.

Ключевые слова: винная кислота; калий; кальций; кристаллическая дестабилизация; температура насыщения; pH; технологическая обработка виноматериалов.

Для цитирования: Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Слатья Е.А., Ермихина М.В., Рябинина О.В., Олейникова В.А. Совершенствование методологии диагностики кристаллической стабильности вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):71-76. DOI 10.35547/IM.2022.66.46.011

Improvement in the methodology of diagnosing crystalline stability of wines

Anikina N.S.[✉], Gerzhikova V.G., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V., Cherviak S.N., Slastya E.A., Ermikhina M.V., Riabinina O.V., Oleinikova V.A.

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

[✉] hv26@mail.ru

Abstract. One of quality criteria of the finished wine products is their visual appearance, the absence of any impurities and sediment. Taking of technological measures to ensure crystalline stability of wines is not always effective due to an imperfect system for assessing their potential ability to form tartrate salts. The purpose of the work was to substantiate methodology elements of diagnosing wines for a tendency to crystalline destabilization. The work studied the processed and unprocessed base wines of wine grape varieties, including those from the Magarach Ampelographic Collection, finished products and model samples. The profile of organic acids, pH, content of potassium and calcium, tests for the tendency to crystalline haze (with tartaric acid salts inoculation, saturation temperature with potassium bitartrate and calcium tartrate) were determined in the samples. Mass concentration of tartaric acid forms was calculated using formulas for dependence of dissociation degree of organic acids on pH. The effect of technological cycle of wine production on their tendency to crystalline destabilization at all control points of technological cycle in the system "grapes-must-base wine-wine" was studied. The differentiation of technological methods of production according to their effect on crystalline stability of wines was carried out. Integral indicators of crystalline stability of wines were defined: rapid tests, criteria, basic and derived parameters of the process. The system of diagnostics was substantiated: regulatory-methodological base, test vectors, integral indicators and their values, which ensure the resistance of wines to crystalline haze. Its use will ensure to preserve market condition of the finished product and increase the terms of stability.

Key words: tartaric acid; potassium; calcium; crystalline destabilization; saturation temperature; pH; technological processing of base wines.

For citation: Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V., Cherviak S.N., Slastya E.A., Ermikhina M.V., Riabinina O.V., Oleinikova V.A. Improvement in the methodology of diagnosing crystalline stability of wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):71-76 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.66.46.011

Введение

Необходимость реализации фундаментальных исследований в направлении совершенствования и развития методологической базы для мониторинга свойств и характеристик винодельческой продукции заложена в «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года». Обязательным требованием к качеству вина является сохранение товарного вида продукции в течение гарантированных сроков хранения, что предполагает отсутствие какого-либо осадка. Изменение климатических условий, наблюдаемое за последнее время, расширение сырьевой базы, внедрение новых приемов возделывания винограда и технологии его переработки, использование современных вспомогательных материалов для виноделия влияют на коллоидный и минеральный состав вин, в результате чего методы диагностики вин на склонность к помутнениям физико-химического характера становятся недостаточно эффективными [1].

Появление кристаллических осадков достаточно характерно для вин разных типов. Высокое содержание винной кислоты, калия, кальция инициирует дестабилизацию системы вина. Катионы натрия и магния проявляют солевой эффект и в некоторой степени препятствуют формированию кристаллов. К протекторам кристаллообразования относятся высокомолекулярные компоненты виноградного и дрожжевого происхождения, а также вспомогательные препараты на основе полисахаридов [2-5]. Выявленные закономерности процесса кристаллической дестабилизации вин основаны на балансе битартрат- (HT^-) и тартрат-ионов (T^{2-}) и катионов калия и кальция, который регулируется рН среды; взаимосвязь между показаниями тестов и содержанием участников процесса описана математически [6]. Технологические мероприятия для обеспечения кристаллической стабильности вин предполагают физические методы воздействия, комплексные схемы обработки, внесение ингибиторов кристаллообразования перед розливом готовой продукции [7-11].

Отсутствие системного подхода к оценке кристаллической стабильности, основанной на особенностях катионно-анионного состава отечественных вин, затрудняет диагностику склонности виноматериалов к помутнениям физико-химического характера.

Цель исследований – обоснование основных элементов методологии диагностики вин на склонность к кристаллической дестабилизации.

Материалы и методы исследования

Схема эксперимента предусматривала следующее:

– приготовление виноматериалов из винограда технических сортов, в том числе из ампелографической коллекции «Магарач», с использованием штамма дрожжей I-527 из «Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач», их обработка и закладка на контрольное хранение;

– аналитические исследования модельных образцов, а также обработанных и необработанных виноматериалов, производственных образцов виноматериалов и готовой продукции, стабильных и неста-

бильных к кристаллическим помутнениям;

– обобщение данных и их математическая обработка.

В исследуемых объектах определяли энохимические показатели, основанные на принципах: ВЭЖХ (профиль органических кислот, сахаров, содержание этилового спирта, глицерина); потенциометрии (рН, буферная емкость, содержание титруемых кислот); кондуктометрии (электропроводность); титриметрии (массовая концентрация калия, кальция). Образцы протестированы на склонность к кристаллическим помутнениям (с внесением затравки солей винной кислоты), определение температуры насыщения ($T_{\text{нас}}$, °С) битартратом калия (КНТ) и тартратом кальция (СаТ) [12]. Массовую концентрацию форм винной кислоты устанавливали расчетным путем по формулам зависимости степени диссоциации органических кислот от рН [13, 14].

Во всех опытах проводили аналитическую оценку образцов в процессе хранения. Осадок в бутылке оценивали визуально при просмотре в проходящем луче света щелевого фонаря. Исследование морфологии и химического состава кристаллических осадков проводили методами световой микроскопии (Микмед-5, производство АО «ЛОМО», Россия) и сканирующей электронной микроскопии с интегрированным энергодисперсионным рентгеновским спектрометром (PHENOMproX, производство «Phenom-World B.V.», Нидерланды). Качественное определение катиона в составе осадка проводили в соответствии с общепринятой методикой [12].

Всего было исследовано 847 образцов виноматериалов и готовой продукции из 12 сортов винограда, 30 модельных систем на винной основе, 80 образцов винных осадков.

По результатам экспериментальных данных рассчитывали следующие соотношения значений показателей: винной кислоты (ВК) к рН (ВК/рН), битартратной формы (HT^-) к катиону калия ($\text{HT}^-/\text{K}^+/\text{pH}$), тартратной формы (T^{2-}) к катиону кальция ($\text{T}^{2-}/\text{Ca}^{2+}/\text{pH}$), а также (HT^-/K^+) и ($\text{T}^{2-}/\text{Ca}^{2+}$). Полученные данные обрабатывались в программной среде Excel MS Office.

Результаты и обсуждение

Для разработки системы диагностики кристаллической дестабилизации необходимо было оценить воздействие основных технологических факторов на формирование способности системы вина к кристаллообразованию и выявить роль производственных приемов в обеспечении ее устойчивости к формированию виннокислых солей калия и кальция.

Изучение влияния этапов технологического цикла производства вин на их склонность к кристаллической дестабилизации проводили на всех реперных точках в системе «виноград-сусло-виноматериал-вино» (табл.1). Критерием оценки воздействия приема на объект исследования являлись тесты на склонность к образованию солей винной кислоты – температура насыщения битартратом калия и тартратом кальция. Снижение значений тестов свидетельствует об уменьшении склонности к кристаллической дестабилизации образцов. Изучение динамики тестов на всех

этапах технологического процесса позволило провести дифференцирование технологических приемов по их воздействию на сложную компонентную систему вина.

Наиболее существенным технологическим фактором, определяющим стабильность готовой продукции к кристаллообразованию, является обработка виноматериалов, в том числе холодом и электродиализом [15-17]. Образцы белых виноматериалов, обработанные в условиях производства указанными способами, были проанализированы по физико-химическим показателям (рис. 1). В образцах зафиксирована температура насыщения битартратом калия ниже 12 °С, что совпадает с фактической стабильностью вин при данной температуре хранения.

Обработка виноматериалов холодом с последующей фильтрацией приводит к кристаллической стабилизации образца за счет удаления калия (Δ 124 мг/л) и кальция (Δ 23 мг/л) в виде виннокислых солей. Применение электродиализа обеспечивает более эффективное удаление калия (Δ 152 мг/л). Следует отметить, что электродиализ в большей степени влияет на систему вина, что обуславливает значительное снижение значений буферной емкости, электропроводности, содержания титруемых кислот и винной кислоты. При этом обработка виноматериалов электродиализом послужила причиной низких значений содержания приведенного экстракта (менее 16,0 г/л) и буферной емкости (30 ммоль-экв/л), выходящих за пределы, установленные для подлинных вин [12].

Для характеристики потенциальной способности среды вина к образованию солей винной кислоты, которая фиксируется кондуктометрически в ходе тестирования образцов, были рассчитаны различные соотношения основных параметров процесса. Математическая обработка данных позволила выявить показатели, которые тесно взаимосвязаны с величиной тестов на кристаллическую стабильность вин: соотношение массовой концентрации битартратной формы винной кислоты и катионов калия (HT^-/K^+), соотношение массовой концентрации тартратной формы винной кислоты и катионов кальция ($\text{T}^{2-}/\text{Ca}^{2+}$, рис. 2).

Установленные зависимости описываются следу-

Таблица 1. Влияние технологических приемов производства вин на температуру насыщения битартратом калия и тартратом кальция
Table 1. The effect of technological methods of wine production on the temperature of saturation with potassium bitartrate and calcium tartrate

Технологический прием	$T_{\text{нас}}$ (КНТ), °С	Тенденции показателя*	$T_{\text{нас}}$ (СаТ), °С	Тенденции показателя
<i>Переработка винограда</i>				
Дробление винограда, получение сусла	24,5		20,8	
Осветление сусла отстаиванием при 20°С	22,8		18,8	
Осветление сусла отстаиванием сусла при 10°С	23,2	↔	19,5	↔
Осветление сусла с ферментным препаратом при 20°С	22,6	↓	16,1	↓
Обработка сусла желатином и бентонитом	20,2	↓	17,1	↓
Обработка сусла желатином, бентонитом и холодом	17,4	↓	18,0	↓
<i>Брожение</i>				
Брожение белого сусла при комнатной температуре	14,8		17,2	
Брожение белого сусла при 7 °С	15,8		16,6	
Брожение белого сусла при 18 °С	15,4		17,0	
Брожение белого сусла при 24 °С	14,9		16,9	
Брожение белого сусла при 30 °С	15,7	↔	16,8	↔
Брожение красного сусла при комнатной температуре	18,6		19,4	
Брожение красной мезги	20,6		19,9	
Брожение красной мезги + ферментный препарат	19,4		19,6	
<i>Технологическая обработка</i>				
Обработка виноматериалов сухих до/после	19,3/15,8	↓	17,9/15,1	↓
Обработка виноматериалов ликерных до/после	14,3/11,7	↓	16,1/13,6	↓
Розлив вина в бутылку	9-10 °С	↓	14,4	↓

Примечание: * ↓ – приводит к снижению; ↔ – не оказывает существенного влияния

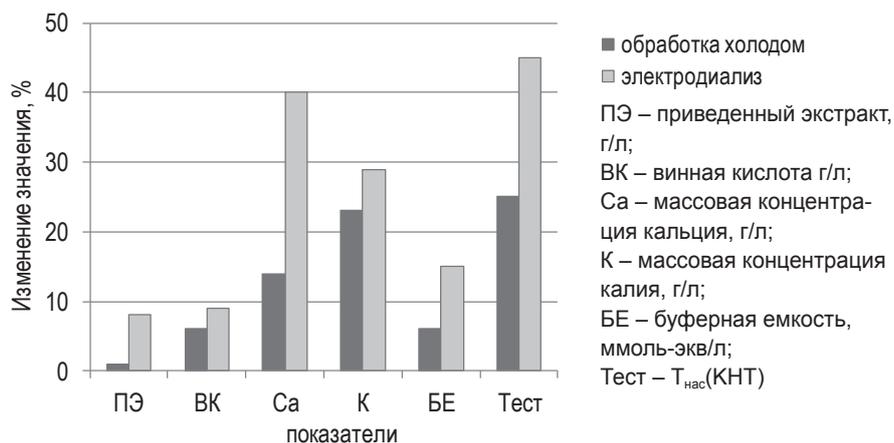


Рис. 1. Влияние способов кристаллической стабилизации вин на энхимические показатели образцов

Fig. 1. The effect of methods of crystalline stabilization of wines on enochemical parameters of samples

ющими уравнениями регрессии с высокими коэффициентами корреляции ($r = 0,94-0,96$):

$$Y_1 = 5,95 + 8,14 \cdot X_1,$$

$$Y_2 = -7,4 + 48 \cdot X_2,$$

где Y_1 – температура насыщения битартратом калия, °С; Y_2 – температура насыщения тартратом кальция, °С; X_1 – значение соотношения HT^-/K^+ ; X_2 – значение со-

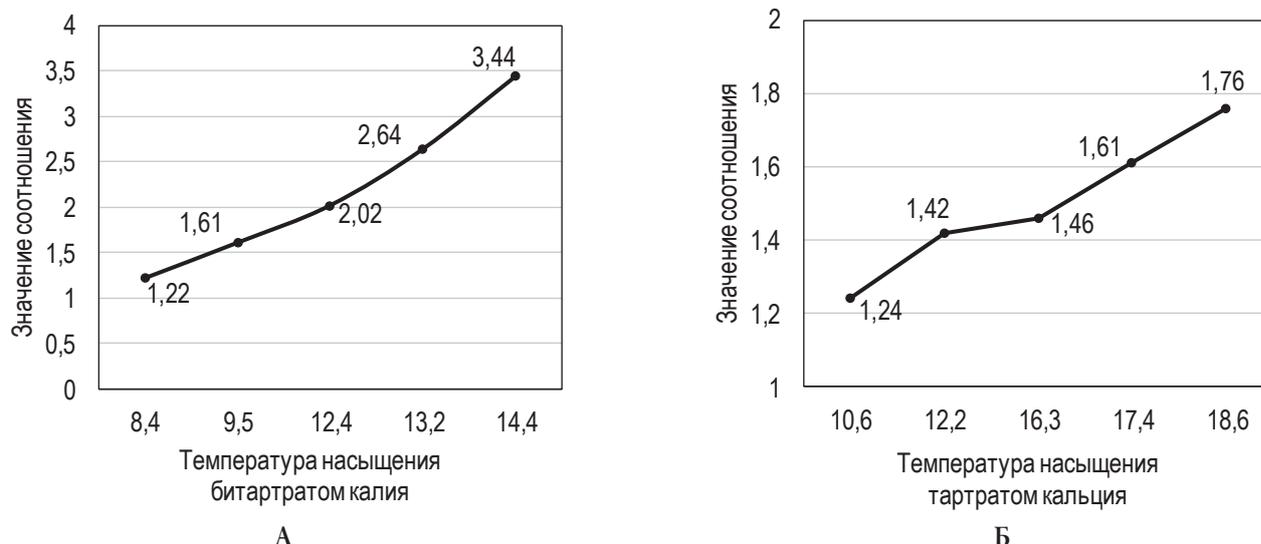


Рис. 2. Влияние расчетных соотношений на значение температуры насыщения (А – HT⁻/K⁺, Б – Tar²⁻/Ca²⁺)
Fig. 2. The effect of calculation ratios on the saturation temperature value (A – HT⁻/K⁺, B – Tar²⁻/Ca²⁺)

отношения T²⁻/Ca²⁺.

Обобщение результатов исследований 2019-2021 гг. позволило сформулировать элементы системы диагностики кристаллической стабильности вин (табл.2):

- экспресс-тесты (температура насыщения битартратом калия и тартратом кальция);
- основные параметры процесса (рН, массовая концентрация винной кислоты, калия и кальция);
- производные параметры процесса (содержание тартратной и битартратной форм винной кислоты);
- критерии стабильности (отношение массовых концентраций битартратной формы винной кислоты и калия, тартратной формы винной кислоты и кальция).

Значения экспресс-тестов свидетельствуют о способности испытуемого образца сохранять устойчивость к образованию битартратных и тартратных солей. Основные параметры процесса фиксируют вариативность содержания винной кислоты, калия и кальция в условиях рН винной среды, создающей предпосылки для кристаллообразования.

Производные параметры процесса базируются на конкретных значениях рН, обуславливающих наличие активных форм винной кислоты, взаимодействующих с катионами калия и кальция. Баланс катионов и анионов, обеспечивающий стабильность вин к помутнениям кристаллического характера, заложен в основу критериев стабильности.

Определены векторы в системе диагностики кристаллических помутнений (рис. 3): выявление причин, обусловивших дестабилизацию вина; оценка склонности виноматериалов к кристаллообразованию; проверка эффективности обработки виноматериалов против кристаллических помутнений.

Первое направление предполагает диагностику осадка и солей винной кислоты визуальным и инструментальными методами. Второе включает в себя определение основных критериев и производных параметров процесса, критериев стабильности. Эффективность обработки оценивается по показаниям

Таблица 2. Интегральные показатели кристаллической стабильности вин

Table 2. Integral indicators of crystalline stability of wines

Показатель	Диапазон варьирования показателя	
	стабильность к выпадению КНТ	стабильность к выпадению CaT
Экспресс-тест (КНТ/CaT)	8,8-12,5	9,0-17,6
<i>Основные параметры процесса</i>		
рН	3,15-3,29	2,95-3,33
Массовая концентрация, г/л		
Винной кислоты	1,08-2,16	1,11-2,65
Калия	0,443-0,773	–
Кальция	–	0,050-0,095
<i>Производные параметры процесса</i>		
Массовая концентрация форм винной кислоты, г/л		
Битартратной	0,634-1,180	–
Тартратной	–	0,068-0,239
Критерии стабильности		
Битартратная форма винной кислоты/калий	0,88-2,66	–
Тартратная форма винной кислоты/кальций	–	0,91-2,76

тестов – температуре насыщения битартратом калия и тартратом кальция. Все направления методически обеспечены разработанными нами стандартами организации (СТО) и являются составными блоками общего алгоритма, положенного в основу «Методических рекомендаций по диагностике кристаллической стабильности вин» (РД 01580301.004 – 2021), которые внедрены на производственной базе АО «Золотое поле», Республика Крым.

Таким образом, проведена дифференциация технологических приемов производства по их влиянию на кристаллическую стабильность вин; обоснованы элементы системы диагностики кристаллической стабильности вин: нормативно-методическая база, векторы испытаний, интегральные показатели и их зна-



Рис. 3. Основные направления диагностики вин
Fig. 3. Basic directions of wine diagnostics

чения, обеспечивающие устойчивость вин к кристаллическим помутнениям, применение которой обеспечит сохранение товарного вида готовой продукции и повышение сроков ее стабильности.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания Минобрнауки России № FEUU-2019-0024.

Financing source

The study was conducted under public assignment No. FEUU-2019-0024.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Лиховской В.В., Загоруйко В.А. Актуальные направления исследований в виноделии. Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2020;27:86-96.
2. 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.
3. Cosme F., Vilela A., Jordão A.M. The role of tartaric acid in grapes and wines (book chapter). Advances in Chemistry Research. 2017;40:198-216.
4. Longo E., Rossetti F., Merkyte V., Obiedzińska A., Boselli E. Selective binding of potassium and calcium ions to novel cyclic proanthocyanidins in wine by HPLC-HRMS. Rapid Communications in Mass Spectrometry. 2018;32(18):1637-1642. Reads. doi: 10.1002/rcm.8221.
5. Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Червяк С.Н. Дестабилизация вин. Кристаллообразование калиевых солей // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):261-264. doi 10.35547/iM.2019.21.3.014.
6. Гержикова В.Г., Аникина Н.С., Весютова А.В., Ермихина М.В., Рябинина О.В. Изучение взаимосвязей участ-

ников кристаллообразования в столовых винах. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):272-276. doi: 10.35547/iM.2020.22.3.0 (in Russian).

7. Henriques P., Alves A.M.B, Rodrigues M., Geraldes 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.

8. Martínez-Pérez Maria Pilar, Bautista-Ortín Ana Belén, Durant Valerie and Gómez-Plaza Encarna. Article Evaluating Alternatives to Cold Stabilization in Wineries: The Use of Carboxymethyl Cellulose, Potassium Polyaspartate, Electro dialysis and Ion Exchange Resins. Foods. 2020;9:1275. doi:10.3390/foods9091275.

9. Толоконникова Д.А., Зинькевич Э.Л. Стабилизация вин против кристаллических помутнений с использованием карбоксиметилцеллюлозы. Образование. Наука. Производство-2020. Сборник научных трудов по материалам Всероссийской научно-практической конференции. 2020:181-185.

10. Ding H, Hou R, Li Y, Zhang B, Zhao B, Liu K. Effect of different carboxymethyl cellulose structure parameters on tartrates stability of red wine: viscosity and degree of substitution. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2020;37(7):1099-1109. doi: 10.1080/19440049.2020.1755062. Epub 2020 Apr 29.

11. Гниломедова Н.В., Червяк С.Н., Весютова А.В. Физические способы стабилизации вин против кристаллических помутнений. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):277-282. doi: 10.35547/iM.2020.22.3.018.

12. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. [2-е изд]. Симферополь: Таврида. 2009:1-304.

13. Основы аналитической химии. В двух томах. Том 1 / Под ред. Золотова Ю.А. 6-е изд. М.: ИЦ «Академия». 2014:1-391.

14. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: «Химия». 1989:1-448.

15. Kherici S., Benouali D., Benyetou, M., Ghidossi, R., Lacampagne S., Mietton-Peuchot M. Study of Potassium Hydrogen Tartrate Unseeded Batch Crystallization for Traying Optimum Cooling Mode. Oriental Journal of Chemistry. 2015;31(1):249-255. DOI:10.13005/ojc/310127.

16. Bipolar electro dialysis membranes (COEI-1-MEMBIP: 2011). URL:https://www.oiv.int. Oenological Codex: Products used in oenology (per code sheet) (date of application 20.01.2022).

17. Henriques P., Geraldes 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).

References

1. Likhovskoi V.V., Zagorouiko V.A. Main directions of research in the winemaking. Scientific works of the North Caucasian federal scientific center of gardening, viticulture, winemaking. 2020;27:86-96 (in Russian).
2. 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.

3. Cosme F., Vilela A., Jordão A.M. The role of tartaric acid in grapes and wines (book chapter). *Advances in Chemistry Research*. 2017;40:198-216.
4. Longo E., Rossetti F., Merkyte V., Obiedzińska A., Boselli E. Selective binding of potassium and calcium ions to novel cyclic proanthocyanidins in wine by HPLC-HRMS. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2018;32(18):1637-1642. Reads. doi: 10.1002/rcm.8221.
5. Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Chervyak S.N. Wine destabilization. Potassium salts crystal formation. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(3):261-264. doi 10.35547/iM.2019.21.3.014 (in Russian).
6. Gerzhikova V.G., Anikina N.S., Vesuyutova A.V., Ermikhina M.V., Riabinina O.V. Study of the relationships between the builders of crystal formation in table wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(3):272-276. doi: 10.35547/IM.2020.22.3.0 (in Russian).
7. Henriques P., Alves A.M.B, Rodrigues M., Gerald 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.
8. Martínez-Pérez Maria Pilar, Bautista-Ortín Ana Belén, Durant Valerie and Gómez-Plaza Encarna. Article Evaluating Alternatives to Cold Stabilization in Wineries: The Use of Carboxymethyl Cellulose, Potassium Polyspartate, Electro dialysis and Ion Exchange Resins. *Foods*. 2020;9:1275. doi:10.3390/foods9091275.
9. Tolokonnikova D.A., Zinkevich E.L. Stabilization of wines against crystalline haze using carboxymethylcellulose. In the collection: Education. The Science. Production-2020. Collection of scientific papers based on materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference. 2020:181-185 (in Russian).
10. Ding H, Hou R, Li Y, Zhang B, Zhao B, Liu K. Effect of different carboxymethyl cellulose structure parameters on tartrates stability of red wine: viscosity and degree of substitution. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess*. 2020;37(7):1099-1109. doi: 10.1080/19440049.2020.1755062. Epub 2020 Apr 29.
11. Gnilomedova N.V., Chervyak S.N., Vesuyutova A.V. Physical methods for wine stabilization against crystalline haze. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(3):277-282. doi: 10.35547/IM.2020.22.3.018 (in Russian).
12. Methods of technochemical control in winemaking. Ed. by Gerzhikova V.G. 2nd ed. Simferopol: Taurida. 2009:1-304 (in Russian).
13. Fundamentals of analytical chemistry. In two volumes. Volume 1. Ed. by Zolotov Yu.A. 6th ed. M.: IC Academy. 2014:1-391 (in Russian).
14. Lurie Yu.Yu. Handbook of analytical chemistry. M.: Chemistry. 1989:1-448 (in Russian).
15. Kherici S., Benouali D., Benyetou, M., Ghidossi, R., Lacampagne S., Mietton-Peuchot M. Study of Potassium Hydrogen Tartrate Unseeded Batch Crystallization for Tracking Optimum Cooling Mode. *Oriental Journal of Chemistry*. 2015;31(1):249-255. DOI:10.13005/ojc/310127.
16. Bipolar electro dialysis membranes (COEI-1-MEMBIP: 2011). URL: <https://www.oiv.int>. Oenological Codex: Products used in oenology (per code sheet) (date of application 20.01.2022).
17. Henriques P., Gerald 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).

Информация об авторах

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

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

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

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

София Николаевна Червяк, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: sof4@list.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9551-7448>;

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

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

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

Вероника Анатольевна Олейникова, инженер лаборатории химии и биохимии вина; e-мэйл: veronika_olejnikova@bk.ru; <https://orsid.org/0000-0002-0252-8904>.

Information about authors

Nadezhda S. Anikina, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: hv26@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5682-3426>;

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

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

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

Sofia N. Cherviakov, Cand. Techn. Sci., Staff Scientist of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine; e-mail: sof4@list.ru; <https://orcid.org/0000-0001-9551-7448>;

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

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

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

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

Статья поступила в редакцию 10.02.2022, одобрена после рецензии 24.02.2022, принята к публикации 10.03.2022

К вопросу мониторинга содержания этилового спирта и экстракта крепкого алкоголя на выдержке

Тимофеев Р.Г. ✉

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31
✉Russ1970@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена разработке экспресс-метода определения массовой концентрации общего экстракта и объемной доли этилового спирта в винных дистиллятах в процессе выдержки на основании измерения плотности и показателя преломления. Проведен анализ существующих методов и технических решений по определению объемной доли этилового спирта и массовой концентрации общего экстракта вин и напитков, их область применения, особенности и недостатки. Представлена таблица зависимости показателя преломления и показаний сахарной шкалы рефрактометра от объемной доли этилового спирта для водно-спиртовых растворов. Установлены закономерности изменения показаний сахарной шкалы рефрактометра и стеклянного спиртомера водно-спиртовых растворов в присутствии сахарозы. Разработаны таблицы для расчета массовой концентрации общего экстракта и объемной доли этилового спирта для водно-спиртово-сахарных растворов на основании показаний сахарной шкалы рефрактометра и стеклянного спиртомера. Результаты работы могут быть использованы для разработки метода оперативного мониторинга содержания этилового спирта и общего экстракта в винодельческой продукции с объемной долей этилового спирта выше 35%, реализуемого в рамках стандартного оснащения лабораторий винодельческой отрасли, а также для разработки технического задания на создание портативного аналитического оборудования для оперативного контроля технологического процесса.

Ключевые слова: виноделие; бренди; методы анализа; показатель преломления; плотность.

Для цитирования: Тимофеев Р.Г. К вопросу мониторинга концентрации этилового спирта и экстракта крепкого алкоголя на выдержке // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 2022; 24(1):77-83. DOI 10.35547/IM.2022.33.17.012

On the issue of monitoring the content of ethyl alcohol and strong alcohol extract under aging

Timofeev R.G. ✉

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia
✉Russ1970@mail.ru

Abstract. The work is concerned with the development of express method for determining mass concentration of total extract and volume fraction of ethyl alcohol in wine distillates during aging on the basis of measuring their density and refractive index. The analysis of existing methods and technical solutions for determining the volume fraction of ethyl alcohol and mass concentration of total extract of wines and beverages, their scope, features and disadvantages was carried out. A table of dependence of refractive index and the readings of refractometer sugar scale on the volume fraction of ethyl alcohol for water-alcohol solutions is presented. Regularities of changes in the readings of refractometer sugar scale and a glass alcohol meter of water-alcohol solutions in the presence of sucrose were established. Tables for calculations of mass concentration of the total extract and volume fraction of ethyl alcohol for water-alcohol-sugar solutions based on the readings of refractometer sugar scale and a glass alcohol meter were developed. The results of the work can be used to develop a method for rapid monitoring of the content of ethyl alcohol and total extract in wine products with a volume fraction of ethyl alcohol above 35%, carried out within the framework of standard equipment of laboratories in wine industry, as well as to work out terms of reference for the creation of portable analytical equipment for rapid control of technological process.

Key words: winemaking; brandy; methods of analysis; refractive index; density.

For citation: Timofeev R.G. On the issue of monitoring the content of ethyl alcohol and strong alcohol extract under aging. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 2022; 24(1):77-83. DOI 10.35547/IM.2022.33.17.012

Введение

В настоящее время определение общего экстракта в продуктах виноделия с объемной долей этилового спирта не менее 35,0 % об. осуществляют на основании ГОСТ 33815-2016, который устанавливает гравиметрический метод определения массовой концентрации общего экстракта, основанный на определении массы сухого остатка заданного объема спиртосодержащего материала. Диапазон определений массовой концентрации общего экстракта составляет от 0,1 до 25,0 г/дм³ включительно. Объемную долю этилового спирта в готовой продукции и винных дистиллятах на выдержке определяют согласно ГОСТ 32095-2013, который базируется на измерении плотности отгона,

метрический метод определения массовой концентрации общего экстракта, основанный на определении массы сухого остатка заданного объема спиртосодержащего материала. Диапазон определений массовой концентрации общего экстракта составляет от 0,1 до 25,0 г/дм³ включительно. Объемную долю этилового спирта в готовой продукции и винных дистиллятах на выдержке определяют согласно ГОСТ 32095-2013, который базируется на измерении плотности отгона,

что устраняет влияние экстракта при измерении плотности. Методы являются арбитражными, но ввиду высокой трудоемкости не позволяют осуществлять оперативный контроль объемной доли этилового спирта и массовой концентрации экстракта на производстве. К недостатку принятых в отрасли методов, помимо трудоемкости и затрат времени, следует отнести необходимость разрушения объекта исследования, что делает их неприемлемым при анализе уникальных и ограниченных по объему образцов [1]. Одним из подходов к решению проблемы оперативного определения спирта и экстракта в продукции виноделия являются методы, основанные на применении газовой и жидкостной хроматографии [2, 3]. Интенсивно развивающиеся направления в этой области – это использование ИК-спектрометрии [4-6] и ее модификации ИК-Фурье спектрометрии [7-9]. Наиболее удобным техническим решением для экспресс-определения спирта и экстракта в крепких напитках и пиве, представленным на рынке аналитического оборудования, является анализатор типа Alex 500 от Anton Paar GmbH (Австрия), где определение концентрации этилового спирта осуществляется методом ИК-спектрометрии в ближней ИК-области, а вычисление общего экстракта по разности плотностей анализируемого продукта и плотности водно-спиртовой смеси, соответствующей концентрации этилового спирта, полученной на основании ИК-анализа [10]. Однако и он не дает однозначного соответствия данным, полученным по ГОСТ 32095-2013 и ГОСТ 33815-2016. Основным камнем преткновения на пути решения этой проблемы – это различные базовые физические принципы, заложенные в определении объемной доли этилового спирта арбитражным методом и методами, основанными на измерении спектров поглощения в ИК-области. При определении объемной доли этилового спирта по ГОСТ 32095-2013 мы, по сути, определяем плотность отгона, содержащего, помимо этанола, еще ряд летучих соединений, которые также влияют на плотность. Поэтому следует различать эти два понятия в современной энохимии: концентрацию этанола и общий алкоголь, подразумевающий массовую или объемную концентрацию всех летучих соединений.

Одним из альтернативных подходов решения проблемы оперативного неразрушающего определения содержания этилового спирта и общего экстракта является применение рефрактоденсиметрического метода, основы которого подробно изложены в монографии Иоффе Б.В. [11]. В ряде других работ [12-14] авторы время от времени возвращаются к данной проблеме в контексте определения концентрации спирта и экстракта в винопродукции, однако данные публикации недостаточно освещают методологические вопросы обработки результатов измерений с целью получения однозначных результатов в области анализа продуктов бродительной промышленности.

Ранее нами был предложен и осуществлен метод определения объемной доли этилового спирта и массовой концентрации общего экстракта на основании измерения показателя преломления и плотности продукта, который позволял осуществлять определение

массовой концентрации общего экстракта в диапазоне от 0 до 400 г/дм³ для содержащих этиловый спирт до 30 % об. жидких однородных продуктов виноделия [1, 15].

Целью настоящей публикации является разработка усовершенствованных методологических подходов к количественной оценке содержания этилового спирта и общего экстракта в продуктах виноделия с объемной долей этилового спирта свыше 35%, методами прецизионной денсиметрии и рефрактометрии.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись модельные растворы, приготовленные на основе дистиллированной воды по ГОСТ Р 58144-2018, ректифицированного этилового спирта по ГОСТ 5962-2013 и сахарозы по ГОСТ 5833-75.

Измерение показателя преломления проводили согласно ГОСТ ISO 2173-2013 на рефрактометре ИРФ-23, пересчет абсолютных значений показателя преломления жидкостей в показания сахарной шкалы рефрактометра, согласно данным, приведенным в [16, С.157-162].

Для измерения плотности были использованы образцовые спиртомеры типа АСП-1 по ГОСТ 18481-81 с ценой деления шкалы 0,1 % об. с дальнейшим определением искомой плотности по спиртометрическим таблицам [13]. Объемную долю этилового спирта определяли согласно ГОСТ 32095-2013; массовую концентрацию общего экстракта по ГОСТ 33815-2016.

Моделирование состава и физических свойств напитка, а также математическую обработку данных эксперимента проводили с использованием программы MS Excel 2007 с пакетом анализа – VBA и модулем поиска решения.

Методика проведения исследований была следующей. На первом этапе были приготовлены модельные растворы на основе ректифицированного этилового спирта в диапазоне от 35 % об до 70 % об., а также растворы с аналогичной плотностью на основе винных дистиллятов с массовой концентрацией летучих примесей от 5 до 7 г/дм³ в пересчете на а.а. и проведены определения показателя преломления полученных растворов на рефрактометре ИРФ-23 на длине волны 589,3 нм (желтая линия натрия).

Далее были приготовлены модельные растворы на основе ректифицированного этилового спирта в диапазоне от 0 % об до 70 % об. с шагом 10 % об. с массовой концентрацией сахарозы 0, 10 и 25 г/дм³ соответственно. Перед взвешиванием навесок сахарозы была дополнительно высушена в сушильном шкафу при +105 °С в течение двух суток.

В полученных модельных системах были измерения при температуре +20 °С:

- кажущаяся объемная доля этилового спирта при помощи образцовых спиртомеров АСП-1;
- показатель преломления растворов на длине волны 589,3 нм на рефрактометре ИРФ-23.

Полученные данные эксперимента были обработаны методами двумерной интерполяции на нерегулярной сетке методом аппроксимации полиномами

Ньютона [14, 15] с целью построения регулярных, заданных таблично функций объемной доли этилового спирта и массовой концентрации общего экстракта в зависимости от показаний стеклянного спиртомера и сахарной шкалы рефрактометра.

Результаты исследований и их обсуждение

Сравнительное измерение показателя преломления модельных водно-спиртовых растворов одинаковой плотности, приготовленных с использованием спирта ректифицированного и винных дистиллятов, не выявило статистически значимого сдвига показателя преломления между образцами, поэтому был сделан вывод о незначимости наличия в составе спирта летучих примесей в тех количествах, которые присутствуют в винных дистиллятах, используемых при производстве крепких алкогольных напитков. Вследствие этого дальнейшие исследования были проведены с использованием модельных систем, приготовленных с использованием спирта этилового ректифицированного.

Ввиду отсутствия однозначных литературных данных о показателе преломления водно-спиртовых растворов различной концентрации были проведены дополнительные измерения показателя преломления водно-спиртовых растворов при +20 °С. Полученные данные были подвергнуты аппроксимации кубическими сплайнами [16, 17] (табл. 1).

Данные табл. 1 устанавливают зависимость показаний рефрактометра от объемной доли этилового спирта в водно-спиртовых при отсутствии в растворе веществ экстракта. Показания рефрактометра приведены как для абсолютного значения показателя преломления n , так и для показаний сахарной шкалы B . При внесении веществ экстракта, например, сахарозы, показатель преломления водно-спиртовых растворов увеличивается. Экспериментально установленная зависимость показаний сахарной шкалы рефрактометра от объемной доли этилового спирта в модельных растворах показана на рис. 1.

Как видно из рис. 1, показания сахарной шкалы рефрактометра нелинейно зависят от объемной доли этилового спирта, при увеличении концентрации сахарозы кривая зависимости смещается вверх, в сравнении с чистым водно-спиртовым раствором.

Аналогичные исследования были проведены для показаний стеклянного спиртомера (рис. 2).

Как видно из представленных на рис. 2 данных, зависимость показаний стеклянного спиртомера от концентрации этилового спирта в присутствии сахарозы сохраняет линейный характер, однако при уве-

Таблица 1. Соответствие показаний стеклянного спиртомера и рефрактометра для водных растворов этилового спирта

Table 1. Correspondence of the readings of a glass alcohol meter and a refractometer for water solutions of ethyl alcohol

% об.	n	B	% об.	n	B	% об.	n	B
0,0	1,33299	0,00	32,0	1,35131	12,26	64,0	1,36303	19,52
1,0	1,33347	0,34	33,0	1,35187	12,61	65,0	1,36323	19,64
2,0	1,33395	0,68	34,0	1,35242	12,95	66,0	1,36344	19,77
3,0	1,33443	1,02	35,0	1,35290	13,25	67,0	1,36365	19,90
4,0	1,33491	1,32	36,0	1,35338	13,55	68,0	1,36384	20,02
5,0	1,33539	1,64	37,0	1,35386	13,85	69,0	1,36400	20,12
6,0	1,33591	2,01	38,0	1,35435	14,15	70,0	1,36416	20,21
7,0	1,33643	2,38	39,0	1,35483	14,46	71,0	1,36432	20,31
8,0	1,33698	2,77	40,0	1,35532	14,76	72,0	1,36448	20,40
9,0	1,33754	3,15	41,0	1,35579	15,06	73,0	1,36464	20,50
10,0	1,33811	3,51	42,0	1,35619	15,31	74,0	1,36481	20,59
11,0	1,33868	3,91	43,0	1,35660	15,56	75,0	1,36497	20,69
12,0	1,33925	4,32	44,0	1,35700	15,82	76,0	1,36509	20,76
13,0	1,33984	4,72	45,0	1,35741	16,07	77,0	1,36521	20,83
14,0	1,34046	5,11	46,0	1,35779	16,31	78,0	1,36532	20,89
15,0	1,34107	5,55	47,0	1,35817	16,55	79,0	1,36542	20,95
16,0	1,34164	5,90	48,0	1,35850	16,75	80,0	1,36547	20,98
17,0	1,34230	6,36	49,0	1,35882	16,95	81,0	1,36556	21,04
18,0	1,34292	6,76	50,0	1,35917	17,17	82,0	1,36568	21,11
19,0	1,34354	7,17	51,0	1,35955	17,41	83,0	1,36570	21,12
20,0	1,34416	7,60	52,0	1,35990	17,62	84,0	1,36571	21,12
21,0	1,34478	7,99	53,0	1,36018	17,80	85,0	1,36577	21,16
22,0	1,34541	8,43	54,0	1,36047	17,98	86,0	1,36577	21,16
23,0	1,34600	8,81	55,0	1,36076	18,15	87,0	1,36571	21,12
24,0	1,34658	9,18	56,0	1,36105	18,32	88,0	1,36564	21,08
25,0	1,34719	9,56	57,0	1,36134	18,49	89,0	1,36563	21,08
26,0	1,34782	10,01	58,0	1,36163	18,66	90,0	1,36552	21,01
27,0	1,34845	10,41	59,0	1,36188	18,81	91,0	1,36540	20,94
28,0	1,34904	10,77	60,0	1,36212	18,96	92,0	1,36526	20,86
29,0	1,34963	11,16	61,0	1,36237	19,11	93,0	1,36505	20,74
30,0	1,35020	11,53	62,0	1,36262	19,26	94,0	1,36480	20,59
31,0	1,35075	11,90	63,0	1,36282	19,39	95,0	1,36452	20,42

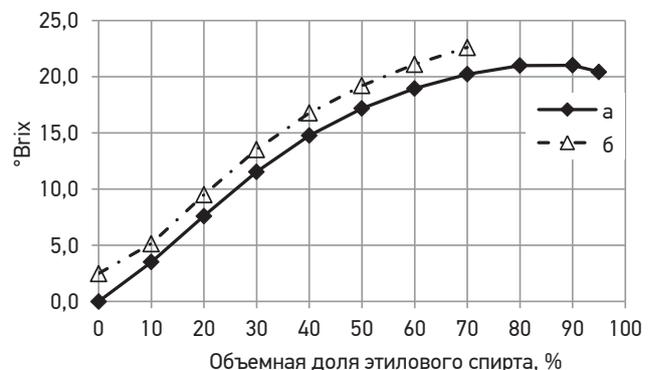


Рис. 1. Зависимость показаний сахарной шкалы рефрактометра от объемной доли этилового спирта: а — водно-спиртовой раствор; б — раствор вода-этанол-сахароза (25 г/дм³)

Fig. 1. The dependence of refractometer sugar scale readings on the volume fraction of ethyl alcohol: а — water-alcohol solution; б — water-ethanol-sucrose solution (25 g/dm³)

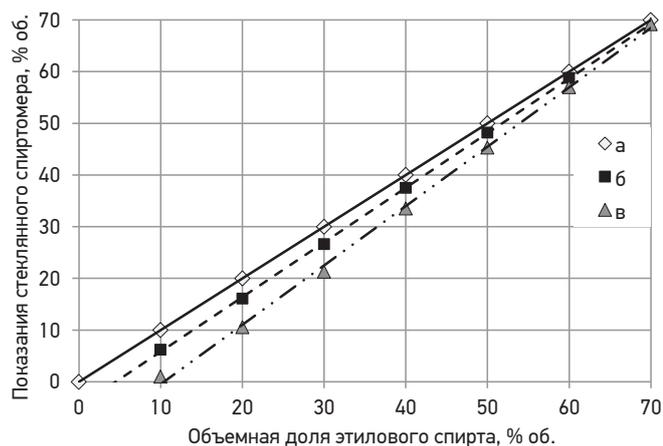


Рис. 2. Показания стеклянного спиртомера в зависимости от содержания этилового спирта для: а – водно-спиртового раствора; б – раствора вода-этанол-сахароза (10 г/дм³); в – раствора вода-этанол-сахароза (25 г/дм³)
Fig. 2. Readings of a glass alcohol meter depending on the content of ethyl alcohol for: а – water-alcohol solution; б – water-ethanol-sucrose solution (10 g/dm³); в – water-ethanol-sucrose solution (25 g/dm³)

личении концентрации спирта разница в показаниях спиртомера между водно-спиртовым и водно-спиртово-сахарным растворами с одинаковой объемной долей этилового спирта уменьшается.

Экспериментально установленные величины изменения показаний сахарной шкалы рефрактометра и стеклянного спиртомера на 1 г/дм³ внесенной сахарозы при различных концентрациях этилового спирта и сахарозы приведены в табл. 2.

В результате обработки данных измерений показателя преломления и плотности модельных растворов с известными концентрациями этилового спирта и сахарозы была получены заданные таблично зависимости объемной доли этилового спирта (табл. 3) и массовой концентрации общего экстракта (табл. 4) от показаний сахарной шкалы рефрактометра и стеклянного спиртомера при 20°C. Использование сахарной шкалы рефрактометра вместо абсолютного значения показателя преломления продиктовано удобством снятия показаний прибора, что минимизирует случайную ошибку, вызванную усталостью или невнимательностью химика-аналитика. Применение спиртомера типа АСП-1 для измерения плотности позволяет, с одной стороны, обеспечить достаточную точность определения плотности жидких сред, сравнимую с пикнометрическим методом, а с другой стороны, непосредственное использование показаний стеклянного спиртомера позволяет отказаться от обращения к вспомогательным таблицам плотности водно-спиртовых растворов.

Таблица 2. Влияние концентрации спирта на изменение показаний сахарной шкалы рефрактометра и стеклянного спиртомера при внесении сахарозы
Table 2. The effect of alcohol concentration on the change in the readings of refractometer sugar scale and a glass alcohol meter when sucrose is added

Объемная доля этилового спирта, %	Изменение показаний при увеличении концентрации сахарозы на 1 г/дм ³ , для различной концентрации сахарозы в растворе, г/дм ³			
	сахарной шкалы рефрактометра		стеклянного спиртомера	
	10	25	10	25
10	+0,07	+0,06	-0,38	-0,36
20	+0,08	+0,08	-0,39	-0,38
30	+0,08	+0,08	-0,34	-0,35
40	+0,08	+0,08	-0,25	-0,26
50	+0,08	+0,08	-0,18	-0,19
60	+0,09	+0,09	-0,12	-0,12
70	+0,10	+0,10	-0,03	-0,03

Таблица 3. Объемная доля этилового спирта, %, в зависимости от показаний стеклянного спиртомера (α) и сахарной шкалы рефрактометра (β) при 20 °C

Table 3. The volume fraction of ethyl alcohol, %, depending on the readings of a glass alcohol meter (α) and refractometer sugar scale (β) at 20 °C

α	Показания сахарной шкалы рефрактометра, % масс.											
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
26	30,57	32,15	33,74	35,34	-	-	-	-	-	-	-	-
27	30,98	32,56	34,15	35,74	-	-	-	-	-	-	-	-
28	31,40	32,98	34,57	36,15	-	-	-	-	-	-	-	-
29	31,83	33,41	35,00	36,58	-	-	-	-	-	-	-	-
30	32,26	33,85	35,43	37,01	38,60	-	-	-	-	-	-	-
31	32,71	34,29	35,87	37,45	39,03	-	-	-	-	-	-	-
32	33,16	34,74	36,32	37,89	39,48	-	-	-	-	-	-	-
33	33,63	35,21	36,78	38,36	39,94	-	-	-	-	-	-	-
34	34,11	35,68	37,25	38,83	40,40	41,99	-	-	-	-	-	-
35	34,60	36,17	37,75	39,32	40,89	42,49	-	-	-	-	-	-
36	35,11	36,68	38,25	39,82	41,39	42,99	-	-	-	-	-	-
37	35,63	37,19	38,76	40,33	41,92	43,50	-	-	-	-	-	-
38	36,15	37,72	39,29	40,85	42,45	44,02	-	-	-	-	-	-
39	-	38,26	39,83	41,40	43,00	44,55	46,18	-	-	-	-	-
40	-	38,80	40,37	41,96	43,54	45,08	46,72	-	-	-	-	-
41	-	39,36	40,91	42,52	44,09	45,63	47,27	-	-	-	-	-
42	-	-	41,50	43,10	44,65	46,20	47,84	-	-	-	-	-
43	-	-	42,11	43,69	45,24	46,80	48,42	-	-	-	-	-
44	-	-	42,72	44,29	45,84	47,40	49,02	50,44	-	-	-	-
45	-	-	43,34	44,89	46,47	48,02	49,61	51,01	-	-	-	-
46	-	-	-	45,52	47,10	48,65	50,21	51,58	-	-	-	-
47	-	-	-	46,52	48,09	49,62	51,13	52,51	-	-	-	-
48	-	-	-	46,83	48,40	49,92	51,41	52,80	-	-	-	-
49	-	-	-	47,51	49,08	50,55	52,04	53,44	54,80	-	-	-
50	-	-	-	48,20	49,75	51,20	52,71	54,08	55,40	-	-	-
51	-	-	-	-	50,42	51,86	53,39	54,74	56,02	-	-	-
52	-	-	-	-	51,10	52,57	54,08	55,40	56,65	-	-	-
53	-	-	-	-	51,80	53,29	54,78	56,06	57,29	-	-	-
54	-	-	-	-	52,54	54,02	55,49	56,75	57,93	-	-	-
55	-	-	-	-	53,31	54,77	56,21	57,44	58,59	-	-	-
56	-	-	-	-	-	55,52	56,94	58,14	59,26	60,18	-	-
57	-	-	-	-	-	56,31	57,70	58,87	59,96	60,83	-	-
58	-	-	-	-	-	57,10	58,47	59,61	60,66	61,48	-	-
59	-	-	-	-	-	57,91	59,26	60,37	61,37	62,14	-	-

Шаг таблиц был выбран из соображений её компактности и точности вычисления объемной доли этилового спирта и массовой концентрации экстракта. Прочерки в таблицах показывают ячейки с отрицательным значением объемной доли этилового спирта либо массовой концентрации экстракта, которые лишены физического смысла. Отрицательные значения массовой концентрации экстракта в табл. 4 также лишены физического смысла, но необходимы для вычисления промежуточных значений массовой концентрации экстракта. Промежуточные данные таблицы, соответствующие объемной доле этилового спирта и массовой концентрации общего экстракта, можно найти по формулам билинейной интерполяции для функции заданной таблично в узлах [18], которая в общем случае будет иметь вид:

$$S(\alpha, B) = b_1 + b_2 \times (\alpha - \alpha_0) + b_3 \times (B - B_0) + b_4 \times (\alpha - \alpha_0) \times (B - B_0) \quad (1)$$

$$\text{где } b_1 = \alpha_{00}, \quad b_2 = \frac{\alpha_{10} - \alpha_{00}}{\alpha_1 - \alpha_0}, \quad b_3 = \frac{\alpha_{01} - \alpha_{00}}{B_1 - B_0},$$

$$b_4 = \frac{\alpha_{00} - \alpha_{10} - \alpha_{01} + \alpha_{11}}{(\alpha_1 - \alpha_0) \times (B_1 - B_0)}, \quad \text{соответственно, в обозначениях данных таблиц 3 и 4, представлено на рис. 3.}$$

		B_0	B_1	

α_0	...	α_{00}	α_{01}	...
α_1	...	α_{10}	α_{11}	...
...

Рис. 3. Положение данных таблиц 3 и 4 для расчета спирта и экстракта по формуле (1)
 Fig. 3. Position of the data of tables 3 and 4 for the calculation of alcohol and extract according to the formula (1)

Проиллюстрируем это на практическом примере.

Пример. Показания сахарной шкалы рефрактометра – 20,8, а кажущаяся объемная доля этилового спирта – 65,1 % об. Определить объемную долю этилового спирта и массовую концентрацию экстракта:

1) выбираем из табл. 3 вспомогательные данные для расчета объемной доли этилового спирта (см. рис. 3)

		$B_0 = 20$	$B_1 = 21$	

$\alpha_0 = 65,0$	...	$\alpha_{00} = 65,29$	$\alpha_{01} = 65,96$	...
$\alpha_1 = 66,0$	...	$\alpha_{10} = 66,18$	$\alpha_{11} = 66,78$	...
...

2) вычисляем коэффициенты b_1, b_2, b_3, b_4 :

$$b_1 = \alpha_{00} = 65,29$$

$$b_2 = \frac{\alpha_{10} - \alpha_{00}}{B_1 - B_0} = \frac{65,96 - 65,29}{21,0 - 20,0} = 0,67$$

α	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
60	-	-	-	-	-	58,74	60,06	61,15	62,10	62,81	-
61	-	-	-	-	-	59,60	60,89	61,94	62,84	63,49	-
62	-	-	-	-	-	-	61,74	62,75	63,60	64,18	-
63	-	-	-	-	-	-	62,61	63,58	64,37	64,89	-
64	-	-	-	-	-	-	63,50	64,43	65,16	65,60	65,72
65	-	-	-	-	-	-	64,42	65,29	65,96	66,33	66,36
66	-	-	-	-	-	-	65,35	66,18	66,78	67,07	67,02
67	-	-	-	-	-	-	66,31	67,08	67,61	67,82	67,69
68	-	-	-	-	-	-	67,29	68,00	68,46	68,59	68,36
69	-	-	-	-	-	-	-	68,95	69,33	69,38	69,05
70	-	-	-	-	-	-	-	69,92	70,23	70,18	69,73

Таблица 4. Массовая концентрация экстракта, г/дм³, в зависимости от показаний стеклянного спиртометра (α) и сахарной шкалы рефрактометра (B) при 20°C
 Table 4. Mass concentration of total extract, g/dm³, depending on the readings of a glass alcohol meter (α) and refractometer sugar scale (B) at 20°C

α	Показания сахарной шкалы рефрактометра, % масс.										
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
26	14,90	20,52	26,19	32,00	-	-	-	-	-	-	-
27	13,24	18,87	24,55	30,52	-	-	-	-	-	-	-
28	11,56	17,20	22,90	29,03	-	-	-	-	-	-	-
29	9,82	15,47	21,18	27,48	-	-	-	-	-	-	-
30	8,06	13,72	19,57	25,93	32,39	-	-	-	-	-	-
31	6,27	11,95	17,97	24,35	30,84	-	-	-	-	-	-
32	4,45	10,13	16,33	22,74	29,26	-	-	-	-	-	-
33	2,53	8,30	14,63	21,06	27,61	-	-	-	-	-	-
34	0,60	6,54	12,90	19,37	25,96	32,96	-	-	-	-	-
35	-1,43	4,72	11,10	17,60	24,26	31,43	-	-	-	-	-
36	-3,44	2,86	9,28	15,80	22,60	29,90	-	-	-	-	-
37	-5,37	0,96	7,41	13,98	20,96	28,32	-	-	-	-	-
38	-7,35	-0,98	5,49	12,14	19,31	26,71	-	-	-	-	-
39	-	-2,97	3,54	10,35	17,64	25,07	33,29	-	-	-	-
40	-	-4,96	1,61	8,60	15,95	23,42	31,79	-	-	-	-
41	-	-7,00	-0,35	6,85	14,23	21,83	30,28	-	-	-	-
42	-	-	-2,22	5,07	12,49	20,24	28,74	-	-	-	-
43	-	-	-4,13	3,21	10,71	18,59	27,15	-	-	-	-
44	-	-	-6,03	1,35	9,00	16,94	25,57	33,81	-	-	-
45	-	-	-7,96	-0,54	7,27	15,28	23,96	32,21	-	-	-
46	-	-	-	-2,36	5,54	13,60	22,33	30,60	-	-	-
47	-	-	-	-5,13	2,87	11,02	19,77	28,28	-	-	-
48	-	-	-	-5,98	2,04	10,22	18,98	27,59	-	-	-
49	-	-	-	-7,81	0,28	8,47	17,30	26,10	35,56	-	-
50	-	-	-	-9,65	-1,50	6,71	15,77	24,61	34,11	-	-
51	-	-	-	-	-3,31	4,94	14,23	23,12	32,66	-	-
52	-	-	-	-	-5,16	3,30	12,67	21,60	31,20	-	-
53	-	-	-	-	-7,00	1,70	11,12	20,09	29,75	-	-
54	-	-	-	-	-8,72	0,08	9,56	18,59	28,31	-	-
55	-	-	-	-	-10,38	-1,53	8,00	17,09	26,88	-	-
56	-	-	-	-	-	-3,12	6,47	15,63	25,47	35,47	-
57	-	-	-	-	-	-4,75	4,91	14,13	24,08	34,12	-
58	-	-	-	-	-	-6,35	3,39	12,67	22,71	32,80	-
59	-	-	-	-	-	-7,93	1,88	11,27	21,37	31,50	-
60	-	-	-	-	-	-9,48	0,41	9,90	20,04	30,21	-
61	-	-	-	-	-	-11,02	-1,01	8,54	18,74	28,93	-
62	-	-	-	-	-	-	-2,41	7,20	17,45	27,66	-
63	-	-	-	-	-	-	-3,77	5,90	16,18	26,40	-
64	-	-	-	-	-	-	-5,10	4,63	14,93	25,17	35,29
65	-	-	-	-	-	-	-6,39	3,38	13,71	23,97	34,08
66	-	-	-	-	-	-	-7,64	2,16	12,52	22,79	32,88
67	-	-	-	-	-	-	-8,87	0,97	11,37	21,64	31,67
68	-	-	-	-	-	-	-10,05	-0,17	10,26	20,51	30,46
69	-	-	-	-	-	-	-	-1,27	9,17	19,38	29,26
70	-	-	-	-	-	-	-	-2,32	8,11	18,26	28,06

$$b_3 = \frac{\alpha_{01} - \alpha_{00}}{\alpha_1 - \alpha_0} = \frac{66,18 - 65,29}{66,0 - 65,0} = 0,89$$

$$b_4 = \frac{\alpha_{00} - \alpha_{10} - \alpha_{01} + \alpha_{11}}{(\alpha_1 - \alpha_0) \times (B_1 - B_0)} = \frac{65,29 - 65,96 - 66,18 + 66,78}{(21,0 - 20,0) \times (66,0 - 65,0)} = -0,07$$

3) подставив B_0 , α_0 и вычисленные значения коэффициентов b_1 , b_2 , b_3 , b_4 , а также экспериментально полученные кажущуюся объемную долю этилового спирта α и показания сахарной шкалы рефрактометра B в формулу (1), получим искомое значение объемной доли этилового спирта:

$$S(\alpha, B) = b_1 + b_2 \times (B - B_0) + b_3 \times (\alpha - \alpha_0) + b_4 \times (\alpha - \alpha_0) \times (B - B_0) = 65,29 + 0,67 \times (20,8 - 20) + 0,89 \times (65,1 - 65,0) - 0,07 \times (20,8 - 20) \times (65,1 - 65,0) = 65,9094 \approx 65,9 \% \text{ об.}$$

Для нахождения массовой концентрации экстракта аналогичные действия производим с соответствующими данными таблицы 4:

1) выбираем из таблицы вспомогательные данные для расчета массовой концентрации экстракта по формуле (1)

		$B_0 = 20$	$B_1 = 21$	

$\alpha_0 = 65,0$	...	$\alpha_{00} = 3,38$	$\alpha_{01} = 13,71$	...
$\alpha_1 = 66,0$	...	$\alpha_{10} = 2,16$	$\alpha_{11} = 12,52$	...
...

2) вычисляем коэффициенты b_1 , b_2 , b_3 , b_4 :

$$b_1 = \alpha_{00} = 3,38$$

$$b_2 = \frac{\alpha_{10} - \alpha_{00}}{B_1 - B_0} = \frac{13,71 - 3,38}{21,0 - 20,0} = 10,33$$

$$b_3 = \frac{\alpha_{01} - \alpha_{00}}{\alpha_1 - \alpha_0} = \frac{2,16 - 3,38}{66,0 - 65,0} = -1,22$$

$$b_4 = \frac{\alpha_{00} - \alpha_{10} - \alpha_{01} + \alpha_{11}}{(\alpha_1 - \alpha_0) \times (B_1 - B_0)} = \frac{3,38 - 13,71 - 2,16 + 12,52}{(21,0 - 20,0) \times (66,0 - 65,0)} = 0,03$$

3) подставив B_0 , α_0 и вычисленные значения коэффициентов b_1 , b_2 , b_3 , b_4 , а также экспериментально полученные кажущуюся объемную долю этилового спирта α и показания сахарной шкалы рефрактометра B в формулу (1), получим искомое значение массовой концентрации экстракта:

$$S(\alpha, B) = b_1 + b_2 \times (B - B_0) + b_3 \times (\alpha - \alpha_0) + b_4 \times (\alpha - \alpha_0) \times (B - B_0) = 3,38 + 10,33 \times (20,8 - 20) - 1,22 \times (65,1 - 65,0) + 0,03 \times (20,8 - 20) \times (65,1 - 65,0) = 11,5244 \approx 11,5 \text{ г/дм}^3.$$

Выводы

В результате проделанной работы были получены уточненные таблично заданные зависимости показателя преломления водно-спиртовых растворов и показаний сахарной шкалы рефрактометра для концентрации этилового спирта, выраженной в объемных процентах. Разработан методологический подход экспресс-определения концентрации этилового спирта и общего экстракта применительно к продуктам виноградно-виноделия с объемной долей этилового спирта свыше 35 % об., основанные на применении прецизионного рефрактометра снабженного сахарной шкалой и стеклянного спиртомера. Результаты разработки могут быть основой для создания метода

оперативного мониторинга концентрации этилового спирта и массовой концентрации общего экстракта крепкого алкоголя в процессе выдержки.

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Тимофеев Р.Г. Неразрушающий экспресс-метод определения этилового спирта и общего экстракта вин. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2021;3(49):3-12.
2. Адаменко Г.В., Бурак И.И., Колков М.А. Методика определения спирта этилового методом газожидкостной хроматографии. Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2014;13(4):178-183.
3. Якуба Ю.Ф., Темердашев З.А. Хроматографические методы в анализе и идентификации виноградных вин. Аналитика и контроль. 2015;19(4):288-301.
4. Fu Q., Wang J., Lin G., Suo H., Zhao C. Short-wave near-infrared spectrometer for alcohol determination and temperature correction. Journal of Analytical Methods in Chemistry. Volume 2012, Article ID 728128, 7 pages. doi:10.1155/2012/728128.
5. Peng B., Ge N., Cui L., Zhao H. Monitoring of alcohol strength and titratable acidity of apple wine during fermentation using near-infrared spectroscopy. LWT - Food Science and Technology. 2016;66:86-92.
6. Коршунова Н.А., Романов В.А., Евелева В.В. Применение спектроскопии для оценки качества виноградных вин. Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. 2019;3:42-51.
7. Regmi U., Rai K.P., Palma M. Determination of organic acids in wine and spirit drinks by fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy. J. Food Sci. & Technol. Nepal. 2012;7:36-43.
8. Debebe A., Redi-Abshiro M., Chandravanshi B.S. Non-destructive determination of ethanol levels in fermented alcoholic beverages using fourier transform mid-infrared spectroscopy. Chemistry Central Journal. 2017;11(1):27. DOI:10.1186/s13065-017-0257-5.
9. Нехорошев С.В., Клименко Л.С., Нехорошева Д.С. Определение этанола в водных средах методом ИК-фурье спектроскопии // В сборнике: Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. 2019:93-97.
10. URL: <https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/alcohol-and-extract-meter-alex-500> (дата обращения 15.02.2022).
11. Иоффе Б.В. Рефрактометрические методы химии. Л.: Химия, 1983:1-352.
12. Фоменко Н.К., Баранов А.И. Ускоренный рефрактометрический метод определения спирта и экстракта в коньяке. Виноделие и виноградарство СССР. 1961;4:12-17.
13. Литовченко О.М., Побережец В.И. Экспресс-метод визначення етилового спирту і загального екстракту в продукції виноробства. Наук. пр. ОНАХТ. Одеса.

- 2011;2(40):319-322.
14. Побережец В.И. Определение спирта и экстракта в винах методом двух параметров. *Виноделие и виноградарство*. 2015;5:24-27.
 15. Тимофеев Р.Г. Разработка рефрактоденсиметрического метода определения содержания этилового спирта и общего экстракта вин на ЭВМ. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств*. 2020;4(46):3-11.
 16. Методы техникохимического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида, 2002:1-206.
 17. Таблицы для определения содержания этилового спирта в водно-спиртовых растворах. М.: ИПК Издательство стандартов. 1999;1:1-144.
 18. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука. 1978:1-512.
 19. Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке Бейсик для персональных ЭВМ: Справочник. М.: Наука. Гл. ред. физ. мат. лит. 1989:1-240.
 20. Гутер Р.С., Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. М.: Наука. 1970:1-432.
 21. Стечкин С.Б. Сплайны в вычислительной математике. М.: Наука. 1976:1-215.
- ### References
1. Timofeev R.G. The non-destructive express method for determination of ethyl alcohol and total extract of wines. *Scientific Journal NRU ITMO. Processes and Food Production Equipment*. 2021;3(49):3-12 (*in Russian*).
 2. Adamenko G.V., Burak I.I., Kolkov M.A. Method for determination of ethyl alcohol by gas-liquid chromatography. *Bulletin of Vitebsk State Medical University*. 2014;13(4):178-183 (*in Russian*).
 3. Yakuba Yu.F., Temerdashev Z.A. Chromatographic methods in the analysis and identification of grape wines. *Analytics and Control*. 2015;19(4):288-301 (*in Russian*).
 4. Fu Q., Wang J., Lin G., Suo H., Zhao C. Short-wave near-infrared spectrometer for alcohol determination and temperature correction. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*. Volume 2012, Article ID 728128, 7 pages. doi:10.1155/2012/728128.
 5. Peng B., Ge N., Cui L., Zhao H. Monitoring of alcohol strength and titratable acidity of apple wine during fermentation using near-infrared spectroscopy. *LWT – Food Science and Technology*. 2016;66:86-92.
 6. Korshunova N.A., Romanov V.A., Eveleva V.V. The application of spectroscopy to assess the quality of grape wines. *Scientific Journal NRU ITMO. Processes and Food Production Equipment*. 2019;3:42-51 (*in Russian*).
 7. Regmi U., Rai K.P., Palma M. Determination of organic acids in wine and spirit drinks by fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy. *J. Food Sci. & Technol. Nepal*. 2012;7:36-43.
 8. Debebe A., Redi-Abshiro M., Chandravanshi B.S. Non-destructive determination of ethanol levels in fermented alcoholic beverages using fourier transform mid-infrared spectroscopy. *Chemistry Central Journal*. 2017;11(1):27. DOI:10.1186/s13065-017-0257-5.
 9. Nekhoroshev S.V., Klimenko L.S., Nekhorosheva D.S. Determination of ethanol in aqueous media by IR-Fourier spectroscopy. In the collection: *Technologies and equipment of the chemical, biotechnological and food industries. Materials of the XII All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists with International Participation*. 2019:93-97 (*in Russian*).
 10. URL: <https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/alcohol-and-extract-meter-alex-500> (дата обращения 15.02.2022).
 11. Ioffe B.V. *Refractometric methods of chemistry*. 3rd ed., Rev. L.: Chemistry. 1983:1-352 (*in Russian*).
 12. Fomenko N.K., Baranov A.I. Accelerated refractometric method for the determination of alcohol and extract in brandy. *Winemaking and viticulture of the USSR*. 1961;4:12-17 (*in Russian*).
 13. Litovchenko O.M., Poberezhets V.I. Express-method for appointment of ethyl alcohol and total extract in winemaking production. *Scientific pr. ONAFT. Odessa*. 2011;2(40):319-322 (*in Russian*).
 14. Poberezhets V. I. Definition of alcohol and extract content in wines by the method of two parameters. *Winemaking and viticulture*. 2015;5:24-27 (*in Russian*).
 15. Timofeev R.G. Development of a refractodensimetric method for determining the content of ethyl alcohol and total wine extract by a computer. *Scientific Journal NRU ITMO. Processes and Food Production Equipment*. 2020;4(46):3-11 (*in Russian*).
 16. *Methods of techno-chemical control in winemaking*. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Tavrída. 2002:1-206 (*in Russian*).
 17. *Tables for determining the content of ethyl alcohol in water-alcohol solutions*. М.: ИПК Издательство стандартов. 1999;1:1-144 (*in Russian*).
 18. Kalitkin N.N. *Numerical methods*. М.: Nauka. 1978:1-512 (*in Russian*).
 19. Dyakonov V.P. *Handbook of Algorithms and Programs in BASIC for Personal Computers: A Handbook*. М.: Science. Ch. ed. physical mat. lit. 1989:1-240 (*in Russian*).
 20. Guter R.S., Ovchinskiy B.V. *Elements of numerical analysis and mathematical processing of experimental results*. М.: Science. 1970:1-432 (*in Russian*).
 21. Stechkin S.B. *Splines in computational mathematics*. М.: Science. 1976:1-215 (*in Russian*).

Информация об авторе

Руслан Генрихович Тимофеев, канд. техн. наук, доцент, заведующий лабораторией тихих вин; e-мейл: Russ1970@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6105-944X>.

Information about author

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

Статья поступила в редакцию 15.02.2022, одобрена после рецензии 25.02.2022, принята к публикации 10.03.2022

Влияние применения гуммиарабика на качество различных типов вин

Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А.

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

Аннотация. Систематизированы литературные данные о влиянии защитного коллоида гуммиарабика на сроки стабильности различных типов вин (игристых, ликерных). Показано, что применение защитных коллоидов способствует увеличению сроков стабильности игристых и ликерных вин против кристаллических и коллоидных (обратимых и необратимых) помутнений. Уточнено, что в состав гуммиарабика входят полисахариды, построенные из арабинозы, галактозы, рамнозы, галактуроновой и глюкуроновой кислот. Сделан вывод о том, что роль защитных коллоидов выполняют кислые полисахариды, содержащиеся в гуммиарабике. Показано, что при обработке виноматериалов для игристых вин защитным коллоидом коэффициент сопротивления виноматериала выделению диоксида углерода повышается на 20 %, скорость разрушения пены снижается на 14%, максимальный объем пены увеличивается на 7 %, что способствует улучшению пенистых и игристых свойств готовой продукции. Установлено, что при добавлении 500 мг/дм³ гуммиарабика в игристое вино его пенистые и игристые свойства повышаются в среднем на 40%. Применение гуммиарабика способствует повышению сроков стабильности игристых и крепленых вин против кристаллических и коллоидных помутнений.

Ключевые слова: виноматериал; игристое вино; ликерное вино; кристаллические и коллоидные помутнения; гуммиарабик; фракции гуммиарабика; полисахаридный состав; сроки стабильности.

Для цитирования: Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А. Влияние применения гуммиарабика на качество различных типов вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):84-89. DOI 10.35547/IM.2022.54.77.013

REVIEW

The effect of using gum arabic on the quality of different types of wines

Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A.

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

Abstract. Literature data about the effect of protective colloid of gum arabic on the terms of stability of various types of wines (sparkling, liqueur) were systematized. It was shown that using of protective colloids contributed to an increase in the stability of sparkling and liqueur wines against crystalline and colloidal (reversible and irreversible) haze. It was also clarified that gum arabic contained polysaccharides developed from arabinose, galactose, rhamnose, galacturonic and glucuronic acids. It was concluded that the role of protective colloids was played by acidic polysaccharides contained in gum arabic. It is shown that when base wines for sparklings are treated with a protective colloid, the coefficient of base wine resistance to the release of carbon dioxide increases by 20%, the rate of foam break decreases by 14%, the maximum volume of foam increases by 7%, which contributes to the improvement of foamy and sparkling properties of the finished product. It is established that adding 500 mg/dm³ of gum arabic to sparkling wine increases its foamy and sparkling properties by an average of 40%. The use of gum arabic contributes to an increase in stability of sparkling and fortified wines against crystalline and colloidal haze.

Key words: base wine; sparkling wine; liqueur wine; crystalline and colloidal haze; gum arabic; fractions of gum arabic; polysaccharide composition; terms of stability.

For citation: Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A. The effect of using gum arabic on the quality of different types of wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):84-89 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.54.77.013

Введение

Одними из распространенных защитных коллоидов (камедей) являются высокомолекулярные углеводы под названием гуммиарабик, выделяющиеся в виде прозрачных, быстро твердеющих масс на поверхности коры многих древесных растений при механическом повреждении или в результате развития бактерий и грибов. Камеди представляют собой сложные гете-

рополисахариды, состоящие из нескольких моносахаридов (галактозы, арабинозы, ксилозы и др.) Широко известна аравийская камедь (или гуммиарабик), выделяемая из различных видов акаций, произрастающих в Африке. Этот полисахарид обладает сильно разветвленной структурой, водные его растворы отличаются высокой вязкостью. Гуммиарабик легко растворяется в воде, дает вязкий бесцветный или слабоокрашенный раствор [1]. Во Франции добавление гуммиарабика в вино разрешено с 1955 г. [1, 2].

В настоящее время гуммиарабик используют в виноделии, как в чистом виде, так и в комплексе с дру-

гими веществами для гармонизации вкуса вин и стабильности красящих веществ [1, 3-7]. Это вещество также может ингибировать образование тартратных солей за счет блокирования роста кристаллов до визуально заметного размера [3, 8-11].

Гуммиарабики (аравийская камедь) имеют в среднем молекулярную массу 600 кДа, химически являются гликопротеинами, в которых полисахариды представлены остатками L-арабинозы, D-галактозы и L-рамнозы, D-глюкуроновой и 4-O-метоксиглюкуроновой кислот. Состав препарата может отличаться в зависимости от происхождения сырья, климата, сроков сбора урожая.

Гуммиарабик проявляет протекторные свойства не только в отношении фенольных веществ, но и эффективно блокирует рост кристаллов битартрата калия [3]. Добавление гуммиарабика одновременно с экспедиционным ликером в игристое вино в количестве от 50 до 200 мг/дм³ способствует его надежной стабилизации против коллоидных помутнений. Органолептическая оценка игристых вин после внесения гуммиарабика в указанном количестве показала, что отрицательного влияния на качество игристых вин такая обработка не оказывает [11-12].

Известно, что кристаллические и коллоидные помутнения в винах являются наиболее распространенными. В частности, в игристых винах эти помутнения составляют 70-80% от всех встречающихся видов помутнений.

В настоящее время для стабилизации вин против кристаллических помутнений наиболее широко используется обработка холодом. Однако этот способ является дорогостоящим и, кроме того, приводит к снижению типичных свойств игристых вин [13]. А для стабилизации игристых вин против коллоидных помутнений применяются различные обработки, которые одновременно приводят к снижению типичных свойств готовой продукции.

В связи с этим представляет интерес изучение возможности применения вспомогательных материалов для стабилизации вин против кристаллических и коллоидных помутнений, при одновременном сохранении типичных свойств игристых вин. Среди таких препаратов можно выделить гуммиарабик, действие которого в качестве защитного коллоида против кристаллических и коллоидных помутнений известно.

Целью данного обзора являлось обобщение современных представлений об использовании защитных коллоидов (гуммиарабика) против кристаллических и коллоидных (обратимых и необратимых) помутнений винои материалов, игристых и ликерных вин, а также их влияния на типичные свойства игристых вин.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись столовый и ликерные винои материалы, а также игристые вина, дозированные гуммиарабиком и фракциями, выделенными из гуммиарабика (суданской камеди).

Методика исследований заключалась в дозировании столового и ликерного вина, обработанных по различным вариантам с использованием желтой кровяной соли, желатина, бентонита, холода, тепла, гуммиарабика и различных фракций, выделенных из гуммиарабика.

Полученные данные обрабатывали методами математической статистики.

Результаты исследований и их обсуждение

Изучена возможность применения нового препарата гуммиарабика «Цитрогам» фирмы «Esseco» (Италия) для стабилизации винои материалов против кристаллических помутнений и повышения их типичных свойств [13]. В качестве контроля был взят винои материал из сорта винограда Алиготе, обработанный холодом. Результаты исследований представлены в табл.1.

Из табл. 1 следует, что эффективным способом обработки винои материалов для игристых вин с целью стабилизации против кристаллических и коллоидных помутнений является обработка холодом и гуммиарабиком «Цитрогам» (доза не менее 500 мг/дм³).

При сравнении обработок холодом (контроль) и гуммиарабиком «Цитрогам» (не менее 500 мг/дм³) видно, что обработка холодом снижает коэффициент сопротивления винои материала выделению диоксида углерода на 10%, максимальный объем пены снижается на 5%, т.е. несколько ухудшаются пенные свойства. А в случае обработки гуммиарабиком «Цитрогам» (не менее 500 мг/дм³) коэффициент сопротивления вина выделению диоксида углерода повышается на 20%, скорость разрушения пены снижается на 14%, максимальный объем пены увеличивается на 7%, т.е. пенные свойства и коэффициент сопротивления винои материала выделению CO₂ повышаются.

Таблица 1. Влияние обработки гуммиарабиком «Цитрогам» на показатели винои материала для игристых вин

Table 1. The effect of treatment with gum arabic Citrogum on the performance of base wines for sparkling wines

Вариант обработки	Склонность к кристаллическим помутнениям	Максимальный объем пены (V _{max}), см ³	Скорость разрушения пены, (Wp), см ³ /с	Коэффициент сопротивления вина выделению диоксида углерода
Исходный винои материал, без обработки	+	720	19,8	1,00
Контроль, обработка холодом	-	680	21,6	0,90
Гуммиарабик «Цитрогам», 100 мг/дм ³	+	740	18,6	1,15
Гуммиарабик «Цитрогам», 200 мг/дм ³	+	760	17,4	1,10
Гуммиарабик «Цитрогам», 500 мг/дм ³	-	770	17,0	1,20
Гуммиарабик «Цитрогам», 700 мг/дм ³	-	800	16,8	1,25
Гуммиарабик «Цитрогам», 1000 мг/дм ³	-	820	16,8	1,30

Примечание: «+» – склонен к кристаллическим помутнениям; «-» – устойчив к кристаллическим помутнениям

Таблица 2. Влияние гуммиарабика на типичные свойства и дегустационную оценку игристых вин
Table 2. The effect of gum arabic on typical properties and tasting evaluation of sparkling wines

Наименование образца	Максимальный объем пены (V_{max}), см ³	Скорость разрушения пены (Wp), см ³ /с	Органолептическая оценка	Дегустационная оценка, балл
Игристое вино (вариант 1, контроль)	350	22,2	Светло-соломенного цвета, прозрачное. Букет чистый, тонкий, цветочный. Вкус чистый с легкой горчинкой, хорошая насыщенность. Слабое пенообразование, быстро исчезающая пена, «игра» слабая. Время разрушения пены (от 3 до 13 с)	8,80
Игристое вино (вариант 1, опыт)	480	21,9	Светло-соломенного цвета, прозрачное. Букет чистый, более богатый, с оттенками цветущего подсолнечника Вкус чистый, полный, с легкой горчинкой, хорошая насыщенность. Пенообразование более интенсивное и длительное. Время разрушения пены от 16 до 40 с, более интенсивная «игра»	8,94
Игристое вино (вариант 2, контроль)	320	22,6	Светло-соломенного цвета, прозрачное. Букет развитый, благородный, тонкий. Вкус чистый, легкий. Быстропроходящая пена (3-12 с), слабая «игра»	8,87
Игристое вино (вариант 2, опыт)	370	22,1	Светло-соломенного цвета, прозрачное. Букет чистый, легкий (подобен предыдущему), более интенсивная «игра». Пена сохраняется в течение более продолжительного времени	8,89

Таким образом, установлено, что эффективной обработкой виноматериала для игристых вин против кристаллических помутнений является обработка гуммиарабиком «Цитрогам» (доза не менее 500 мг/дм³), позволяющая одновременно повышать пенные свойства виноматериала для игристых вин, что способствует улучшению типичных свойств готовой продукции и согласуется с данными [14-19].

В работе Колосова С.А. (Разработка технологии производства игристых вин с повышенными пенными свойствами: диссертация канд. техн. наук 05.08.07/ Колосов С.А. Ялта, 2005.150 с.) гуммиарабик вводили в кюве в виде водно-винного раствора с массовой концентрацией 3 г/100 см³. В табл. 2 приведены результаты исследований по внесению гуммиарабика в игристые вина в дозе 300 мг/дм³.

Улучшение качества игристого вина после внесения гуммиарабика вполне закономерно. Гуммиарабик как высокомолекулярный гидрофильный коллоид, адсорбируя диоксид углерода и адсорбируясь на границе раздела фаз «вино-СО₂», повышает пенообразующую способность и устойчивость пены вследствие высоких механических свойств адсорбционных слоев, что связано со способностью гуммиарабика образовывать в поверхностном слое, благодаря его повышенной концентрации и ориентации молекул, коллоидные структуры – студни со свойствами квазитвердого тела. Увеличивая вязкость вина, гуммиарабик уменьшает скорость выделения газовых пузырьков и их размер и тем самым улучшает игристые свойства вина. Кроме того, гуммиарабик, не обладая вкусом, косвенно влияет на органолептические свойства вина, так как адсорбирует ароматические вещества, благодаря этому увеличивается продолжительность и острота их воздействия на обоняние и вкус, и вызывает тактильные (осознательные) ощущения, от которых зависит восприятие таких важных показателей, как полнота вина, его бархатистость, маслянистость и т.п. [14].

С целью определения оптимальной дозы гуммиарабика для повышения пенных

свойств игристых вин в уже упомянутой работе Колосова С.А. были проведены опыты на трех игристых винах, приготовленных из купажей №2, №4, №5. В указанные вина добавляли гуммиарабик в количествах 50, 100, 300, 500, 1000 мг/дм³ в виде водно-винного раствора с массовой концентрацией 3 г/100 см³.

Средние результаты исследований приведены на рисунке, из которого видно, что с увеличением дозы гуммиарабика более 50 мг/дм³ пенообразующая способность резко возрастает, затем угол подъема кривой постепенно снижается, переходя (с дозы выше 500 мг/дм³) в практически горизонтальную линию. Установлено, что при добавлении 500 мг/дм³ гуммиарабика в игристое вино его пенообразующая способность и игристые свойства повышаются в среднем на 40%.

Таким образом, выявлено, что для повышения пенных и игристых свойств игристых вин целесообразно использовать гуммиарабик в дозах 80-500 мг/дм³. Повышение дозы гуммиарабика более 500 мг/дм³ нецелесообразно.

С целью выявления – какой полисахарид камеди оказывает положительное влияние на стабильность вин, изучен состав гуммиарабика (суданской камеди)

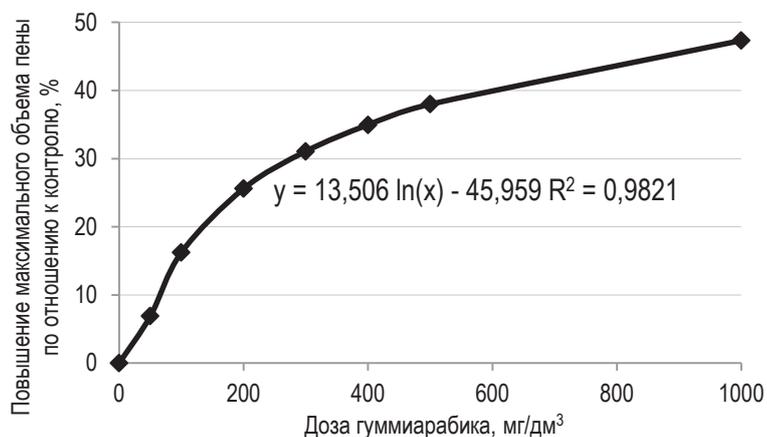


Рис. Влияние дозы гуммиарабика на изменение пенообразующей способности игристого вина

Fig. The effect of the dose of gum arabic on changes in foaming capacity of sparkling

методом кислотного гидролиза и хроматографии [4, 20].

Установлено, что исследованная суданская камедь содержит: большое количество полисахаридов, 2,5% золы, содержание белка незначительно. Анализ моносахаридного состава полисахаридов показал, что 75% их составляют арабиноза и галактоза, меньше обнаружено галактуронозой кислоты, лактона D-глюкуронозой кислоты и рамнозы (табл. 3)

Изучали стабилизирующее действие каждого из выделенных полисахаридов камеди. Стабилизирующее действие камеди сравнивали с аналогичным действием кислых полисахаридов, выделенных из кожицы винограда Мускат белый, произрастающего на Южном берегу Крыма (протопектин-1 и протопектин-2). Первый компонент содержал 20,6% галактуронозой кислоты, второй – 31,3%.

Препараты полученных фракций дозировали в количестве 200 мг/дм³ в вина «Белое ликерное (десертное)» и «Белое ликерное (крепкое)», предварительно комплексно обработанные желтой кровяной солью, желатином, бентонитом, холодом и теплом. В результате обработки вина содержали 3 мг/дм³ железа и 5 мг/дм³ белка. Результаты исследований за сроками стабильности вин представлены в табл. 4.

При дозировании фракций суданской камеди, не содержащих кислые полисахариды, стабильность вин оставалась на том же уровне, что и в контроле без обработок, причем первыми помутнели (коллоидные помутнения) вина, в которые добавляли практически чистые нейтральные полисахариды арабиногалактана (Си-полисахарид-II и Си-полисахарид-III). При обработке Ва-полисахаридом и препаратами протопектинов, полученных из винограда, наблюдалось увеличение сроков стабильности вин против кристаллических и коллоидных помутнений. В результате проведенных исследований выявлено также, что в качестве защитного коллоида может быть предложен и яблочный пектин.

Следовательно, кислые полисахариды (рамногалактуронан) выполняют роль защитных коллоидов. Их стабилизирующее действие зависит не только от источника, из которого они выделены, но и от процентного содержания в составе галактуронозой кислоты (чем оно больше, тем продолжительней сроки стабильности вин).

Выводы

Уточнен состав защитного коллоида гуммиарабика (камеди суданской), которая состоит из полисахаридов, построенных из арабинозы, галактозы, рамнозы, галактуронозой кислоты и лактона D-глюкуронозой кислоты. Определено, что роль защитных коллоидов

Таблица 3. Моносахаридный состав полисахаридов камеди и её фракций
Table 3. Monosaccharide composition of gum polysaccharides and fractions

Наименование фракции	Содержание (% к общему содержанию) моносахаридных составляющих				
	галактуронозой кислоты	галактоза	арабиноза	рамноза	лактон D-глюкуронозой кислоты
Камедь исходная	4,1	37,7	37,4	18,2	2,1
Ва-полисахарид	6,1	28,5	28,5	19,7	2,4
Си-полисахарид-I	4,0	41,1	41,1	13,8	1,8
Си-полисахарид-II	–	42,8	44,4	12,8	–
Си-полисахарид-III	–	47,9	42,0	10,1	–

Таблица 4. Сроки стабильности вин, обработанных различными фракциями камеди
Table 4. Stability terms of wines treated with various gum fractions

Варианты опытов	Сроки стабильности вин, сут.	
	«Белое ликерное (десертное)»	«Белое ликерное (крепкое)»
Контроль I, профильтрованное необработанное вино	175	120
Контроль II, комплексная обработка	405	430
Опытные вина с дозированием:		
исходной камеди	460	470
Ва-полисахарида	>500	500
Си-полисахарида-I	180	350
Си-полисахарида-II	160	295
Си-полисахарида-III	110	200
протопектина-1	>500	500
протопектина-2	>500	500

дов выполняют кислые полисахариды, содержащиеся в гуммиарабике. При обработке виноматериала для игристых вин гуммиарабиком коэффициент его сопротивления выделению диоксида углерода повышается на 20%, скорость разрушения пены снижается на 14%, максимальный объем пены увеличивается на 7%, что способствует улучшению типичных свойства готовой продукции. Применение гуммиарабика в дозах 200-500 мг/дм³ способствует повышению сроков стабильности игристых и десертных вин против кристаллических и коллоидных помутнений, а также повышению пенных и игристых свойств игристых вин.

В качестве защитных коллоидов могут быть также использованы пектины, полученные из винограда и яблок.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0014.

Financing source

The study was conducted under public assignment No. 0833-2019-0014.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A, Dubourdieu D. Handbook of Enology. Second Edition. Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilisation and Treatments. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd, 2006:1-451. URL: <https://vinumvine.files.wordpress.com/2011/08/p-ribereau-gayon-y-glories-a-maujean-d-dubourdieu-handbook-of-enology-volume-2-the-chemistry-of-wine-stabilization-and-treatments.pdf> (Date of application: 10.01.2022).
- Codex Oenologique International. URL: <https://www.oiv.int/public/medias/7789/codex-2021-fr.pdf> (Date of application: 17.01.2022).
- Червяк С.Н., Гниломедова Н.В., Весютова А.В. Препараты для ингибирования кристаллообразования в вине // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020; 22(2):168-173. DOI 10.35547/IM.2020.84.89.016.
- Chursina O., Zagorouiko V. The concept of colloidal stabilization of wines. BIO Web of Conferences 2021;39:07005. doi.org/10.1051/bioconf/20213907005.
- Massot A., Yammine S., Seabrook Al. Additives and gasses: Unstable colouring matter stabilisation and Arabic gum. Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker. 2020;678:56-58,60.
- Hayden R. Jones-Moore, Rebecca E. Jelley, Matteo Marangon, Bruno Fedrizzi. The interactions of wine polysaccharides with aroma compounds, tannins, and proteins, and their importance to winemaking. Food Hydrocolloids. 2022;123:107150. DOI 10.1016/j.foodhyd.2021.107150.
- 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.
- Гниломедова Н.В., Весютова А.В. Влияние препаратов на основе высокомолекулярных веществ на кристаллическую стабильность вин // Виноградарство и виноделие. Сб. науч. тр. НИИВиВ «Магарач». 2019;48:50-52.
- Gerbaud V. Détermination de l'état de sursaturation et effet des polysaccharides sur la cristallisation du bitartrate de potassium dans les vins. Thèse de Doctorat. INP, Toulouse. 1996.
- Swarts A. A look at tartrate stabilization of wine in the South African wine industry. Ph.D. thesis. Capewine Academy. 2017. URL: <https://docplayer.net/62905705-A-look-at-tartrate-stabilisation-of-wine-in-the-south-african-wine-industry.html> (Date of application: 20.01.2022).
- Таран Н.Г., Пономарева И.Н., Солдатенко Е.В., Таран М.Н. Совершенствование технологических приемов стабилизации белых игристых вин против кристаллических и коллоидных помутнений // Виноделие и виноградарство. 2015;6:18-20.
- Таран Н.Г., Пономарева И.Н., Троцкий И.Н., Таран М.Н. Патент 763(13)У, МПК С12 G1/06(2006.01) С12Н 1/00 (2006.01), С121/12 (2006.01). Способы стабилизации игристых вин (варианты). Заявитель - Научно-практический институт садоводства, виноградарства и пищевых технологий. 2013;0122; заявл. 09.07.2013, опубл. 30.04.2014, МД-ВОРС.
- Макаров А.С., Паршин Б.Д., Загоруйко В.А., Ермолин Д.В., Лутков И.П., Шалимова Т.Р. Применение гуммиарабика для стабилизации шампанских виноматериалов против кристаллических помутнений // Виноградарство и виноделие. Сб. науч. тр. НИИВиВ «Магарач». 2008;38:98-100.
- Мержаниан А.А. Физико-химия игристых вин. М.: Пищевая промышленность. 1979:1-271.
- Макаров А.С., Гержилова В.Г., Колосов С.А. Роль биополимеров в пенообразующей способности виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2003;4:32-34.
- Martinez-Lapiente L., Guadalupe Z., Ayestaran B. et al. Role of major wine constituents in the foam properties of white and rosé sparkling wines. Food Chemistry. 2015;174:330-338. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.10.080.
- Salazar F.N., Zamora F., Canals J. M. et al. Protein stabilization in sparkling base wine using zirconia and bentonite: influence on the foam parameters and protein fractions. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. 2010:51-58.
- Apolinar-Valiente R., Salmon T., Williams P., Nigen M., Sanchez Ch., Doco T., Marchal R. Acacia gums new fractions and sparkling base wines: How their biochemical and structural properties impact foamability? Food Chemistry. 2021;354:129477.doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129477.
- Kemp B., Condé B., Jégou S., Howell K., Vasserot Y., Marchal R. Chemical compounds and mechanisms involved in the formation and stabilization of foam in sparkling wines. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2019;59(13):2072-2094. DOI: 10.1080/10408398.2018.1437535.
- Макаров А.С., Ежов В.Н. Влияние некоторых полисахаридов на стабильность крепленых вин // Научно-технич. Сборник «Винодельческая промышленность». ЦНИИТЭИ Пищепром. 1976;7:18-21.

References

- Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A, Dubourdieu D. Handbook of Enology. Second Edition. Volume 2: The Chemistry of Wine Stabilisation and Treatments. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd, 2006:1-451. URL: <https://vinumvine.files.wordpress.com/2011/08/p-ribereau-gayon-y-glories-a-maujean-d-dubourdieu-handbook-of-enology-volume-2-the-chemistry-of-wine-stabilization-and-treatments.pdf> (Date of application: 10.01.2022).
- Codex Oenologique International. URL: <https://www.oiv.int/public/medias/7789/codex-2021-fr.pdf> (Date of application: 17.01.2022).
- Cherviakov S.N., Gnilomedova N.V., Vesjutova A.V. Preparations for inhibiting crystal formation in wine. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(2):168-173 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2020.84.89.016
- Chursina O., Zagorouiko V. The concept of colloidal stabilization of wines. BIO Web of Conferences 2021;39:07005. doi.org/10.1051/bioconf/20213907005.
- Massot A., Yammine S., Seabrook Al. Additives and gasses: Unstable colouring matter stabilisation and Arabic gum. Australian and New Zealand Grapegrower and Winemaker. 2020;678:56-58,60.
- Hayden R. Jones-Moore, Rebecca E. Jelley, Matteo Marangon, Bruno Fedrizzi. The interactions of wine polysaccharides with aroma compounds, tannins, and proteins, and their importance to winemaking. Food Hydrocolloids. 2022;123:107150. DOI 10.1016/j.foodhyd.2021.107150.
- 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.
- Gnilomedova N.V., Vesjutova A. V. The impact of macromolecular substance based preparations on the crystalline stability of wines. Viticulture and Winemaking. Collection of scientific works FSBSI Magarach. 2019;48:50-52 (in Russian).
- Gerbaud V. Détermination de l'état de sursaturation et effet des

- polysaccharides sur la cristallisation du bitartrate de potassium dans les vins. Thèse de Doctorat. INP, Toulouse. 1996.
10. Swarts A. A look at tartrate stabilization of wine in the South African wine industry. Ph.D. thesis. Capewine Academy. 2017. URL: <https://docplayer.net/62905705-A-look-at-tartrate-stabilisation-of-wine-in-the-south-african-wine-industry.html> (Data of application: 20.01.2022).
 11. Taran N.G., Ponomareva I.N., Soldatenko E. V., Taran M.N. Improvement of technological methods of stabilization of white sparklings against crystalline and colloidal haze. *Winemaking and Viticulture*. 2015;6:18-20 (*in Russian*).
 12. Taran N.G., Ponomareva I.N., Trotsky I.N. Taran M.N. Patent 763(13)Y, МПК C12 G1/06(2006.01) C12H 1/00 (2006.01), C121/12 (2006.01). Methods for stabilizing sparkling wines (variants). Applicant - Scientific and Practical Institute of Horticulture, Viticulture and Food Technologies. 2013;0122; dec. 07/09/2013, publ. 04/30/2014, MD-VORS (*in Russian*).
 13. Makarov A.S., Parshin B.D., Zagorouiko V.A., Ermolin D.V., Lutkov I.P., Shalimova T.R. The use of gum arabic for the collection of champagne wine materials against crystalline haze. *Viticulture and Winemaking. Collection of scientific works*. 2019;38:98-100 (*in Russian*).
 14. Merzhanian A.A. Physical chemistry of sparkling wines. M.: Food industry. 1979:1-271 (*in Russian*).
 15. Makarov A.S., Gerzhikova V.G., Kolosov S.A. The role of biopolymers in the foaming ability of wine materials. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2003;4:32-34 (*in Russian*).
 16. Martinez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestaran B. et al. Role of major wine constituents in the foam properties of white and rosé sparkling wines. *Food Chemistry*. 2015;174:330-338. DOI: 10.1016/j.foodchem.2014.10.080.
 17. Salazar F.N., Zamora F., Canals J. M. et al. Protein stabilization in sparkling base wine using zirconia and bentonite: influence on the foam parameters and protein fractions. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 2010:51-58.
 18. Apolinar-Valiente R., Salmon T., Williams P., Nigen M., Sanchez Ch., Doco T., Marchal R. Acacia gums new fractions and sparkling base wines: How their biochemical and structural properties impact foamability? *Food Chemistry*. 2021;354:129477.doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129477.
 19. Kemp B., Condé B., Jégou S., Howell K., Vasserot Y., Marchal R. Chemical compounds and mechanisms involved in the formation and stabilization of foam in sparkling wines. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2019;59(13):2072-2094. DOI: 10.1080/10408398.2018.1437535.
 20. Makarov A.S., Ezhov V.N. Influence of some polysaccharides on the stability of fortified wines. Scientific and technical abstract. *Wine Industry Collection. Pischeprom*. 1976;7:18-21 (*in Russian*).

Информация об авторах

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

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

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

Information about authors

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

Natalia A. Shmigelskaia, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: nata-ganaj@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>;

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

Статья поступила в редакцию 17.02.2022, одобрена после рецензии 28.02.2022, принята к публикации 10.03.2022

Sensory evaluation of Fetească Neagră wine in Republic Moldova

Wang Fei¹, Yao Meiling¹, Breahna Elizaveta², Arpentin Gheorghe²

¹ Technical University of Moldova, Faculty of Food Industry, 168 Stefan cel Mare blvd., Chisinau, Republic Moldova;

² National Office for Vine and Wine, 126 Mitropolit Dosoftei str., Chisinau, Republic Moldova.

Abstract. Wine industry of Moldova is a strategic priority branch of national economy. Local variety Fetească Neagră (FN) represents the authenticity of terroir and region of Moldovan wines. Present study is based on sensory evaluation of 12 wine samples from three geographically protected regions and vintages of 2016 & 2017. The purpose of this experiment is to discover the sensory characteristics of FN wines to provide the reference for production of Protected Geographical Indication (PGI) wines with regional characteristics. Through the analysis of evaluation results it was found that sensory characteristics of FN wines showed great differences in years, and no obvious differences were found in regions. This result does not suggest that differences in three regions do not exist. We concluded the necessity of further research to get a clearer picture of identity of FN wines.

Key words: region; local grapes; tasting sheet; organoleptic profile; vintage; terroir; Protected Geographical Indication (PGI).

For citation: Wang Fei, Yao Meiling, Breahna Elizaveta, Arpentin Gheorghe. Sensory evaluation of Fetească Neagră wine in Republic Moldova. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):90-94 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.38.66.014

Сенсорная оценка вина Фетяска нягрэ в Республике Молдова

Ванг Фей¹, Яо Мэйлинг¹, Бряхнэ Элизавета², Арпентин Г.Н.²

¹ Технический университет Молдовы, факультет пищевой промышленности, бул. Штефан чел Маре 168, Кишинев, Республика Молдова;

² Национального Бюро винограда и вина, ул. Митрополита Дософтея 126, Кишинев, Республика Молдова

Аннотация. В Республике Молдова винодельческая промышленность является стратегически приоритетной отраслью национальной экономики. Местный сорт винограда Фетяска нягрэ представляет собой аутентичность терруара и региона молдавских вин. Настоящее исследование основано на органолептической оценке 12 образцов вин из трех географически охраняемых регионов и урожаев 2016 и 2017 гг. Цель исследования заключалась в определении органолептических характеристик вин Фетяска нягрэ для создания эталона марки вина, защищенном географическим указанием (ЗГУ) с региональными характеристиками. При анализе результатов оценки было установлено, что органолептические характеристики вин из сорта Фетяска нягрэ сильно различаются по годам, а явных различий по регионам обнаружено не было. Сделан вывод о необходимости дальнейших исследований, чтобы получить более четкое представление об идентичности вин Фетяска нягрэ.

Ключевые слова: регион; местный виноград; дегустационный лист; органолептический профиль; год урожая; терруар; защищенное географическое указание (ЗГУ).

Для цитирования: Ванг Фей, Яо Мэйлинг, Бряхнэ Элизавета, Арпентин Г.Н. Сенсорная оценка вина Фетяска нягрэ в Республике Молдова // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):90-94. DOI 10.35547/IM.2022.38.66.014

Introduction

Fetească Neagră (FN) is a local variety, originated from the area (region) along the Prut river [1], cultivated in the Moldova area with a history over 2000 years. Moreover FN is one of the most cultivated varieties in the Republic of Moldova. Until 2019, the planting area registered in RVV (National Vine and Wine Registration System) is 242.0 ha, including 54.0 ha taken in evidence for the production of wines with Protected Geographical Indication (PGI). This variety has the potential to produce high quality wines, usually red wines [2]. As a local variety, Fetească neagră is suitable for Moldovan

climate condition, it can represent the terroir of Moldovan wine and the authenticity of producing area. Currently, it is cultivated in three geographical protection production areas of Moldova and can be used to produce PGI and regular wines.

With the development of economy and the improvement of international consumption of wine, more and more countries and products began to introduce geographical protection systems. Moldovan producers have managed to produce wines with signs of geographical protection since 2015. Moldova's protected geographical indication includes 3 regions: Codru, Valul Lui Traian (hereafter referred as VLT) and Ștefan-Vodă (hereafter referred as SV). In 2016, three geographically protected names of Moldovan wines were registered in the European Union. The wines labeled with PGI are

products with specific qualities whose differentiation on the market is the key factor of their success [3]. PGI wine stands for quality products, which can enhance the quality and international awareness of Moldovan wines.

Because of the natural conditions (including soil, climate, landform, etc.) and human factors (cultivation and management methods, etc.), the wines in each region have their own characteristics. The research of Dobrei et al. showed that in the main vineyards of Western Romania terroir allows the access to quality wines, but with different characteristics, each with a designation of origin [4]. Sensory evaluation, as a widely used technical method in the food industry, can clearly distinguish wines of different origin [5]. The evaluation of food sensory characteristics or sensory characteristics provides valuable information for the food industry. Producers must understand the exact sensory characteristics of their products in order to carry out quality control and ensure that the production process meets the consumer requirements [6].

As a kind of local wine, at present, Fetească Neagră (hereafter referred as FN) wine is poorly researched. Antoce Oana Arina [7] researched 32 wines from FN, showed in good year and winemaking, it can display good potential. This experiment is a part of the project "Quality grapes". The sensory analysis of obtained wines was appreciated within the tasting commission and served to elaborate the organoleptic profile of FN wines. The network of experimental lots also serves as a tool for collecting information on wine zoning, to identify and determine the typicality of wines, based on the interactions of natural environment, climatic and soil conditions.

This experiment analyzes the sensory evaluation results of Moldovan FN wines, with the purpose of discovering the sensory characteristics of FN wines and providing reference for winery production.

Materials and methods

Samples

All 12 samples are from 3 wine regions of Moldova: 5 from experimental plots and others from wineries of Moldova. The vintages are 2017 and 2016, every chosen vintage has 6 samples.

The experimental lots are provided with standardized meteorological stations, equipped with specialized software for disease forecasting, which allow, in real time, the assessment of climatic and phytosanitary situation in the plot. The oenological potential of the harvest was determined under micro-vinification conditions.

Tasters and the applied method of tasting sheet

In this study, sensory analyses were made in 2018 at the sensory analysis

laboratory of the Technical University of Moldova. Two groups participated in the evaluation. Panel 1, composed of experts, included local (from winery and National Vine and Wine Office) and international experts, composed of 11 tasters (6 women and 5 men), aged between 32 and 65 years (average age - 42.5), 15-43 years of experience. Panel 2, composed of experts from marketing, had 7 members (3 women and 4 men), aged between 30 and 53 years, from the marketing departments of some wineries. The tasting was divided into two sessions, with the Panel 1 tasting in the morning and the Panel 2 tasting in the afternoon. The samples were prepared under the OIV review document on sensory analysis of wine (2015). Standard ISO glasses, 50-75 ml of wine in quantity, at a temperature of 18-20°C, were used.

Data statistics and analysis

For elaboration of the Table 1, 3 samples from the experimental plots and tasted by 11 authorized tasters (oenology), were used to generate descriptors for olfactory and gustatory criteria.

The analysis for construction of sensory profile was performed on 5 experimental samples and 7 samples purchased from the wineries.

The quantification of the sensory feature intensity in this article uses a 5-point scale method, that is, the perceived feature intensity, is represented by an integer from 0 to 5, and 5 is the highest score. 0 means no feeling, 1 means weak feeling, 2 means weak feeling, 3 means that the feeling is medium, 4 means the feeling is strong, and 5 means the feeling is very strong.

Tasting results of the group members were collected, to analyze the data - SPSS 22.0 was used.

Table 1. Model tasting sheet for sensory analysis of wine from FN

Таблица 1. Образец дегустационного листа для органолептического анализа вина из FN

Name	Vintage						
Data	Sample						
Olfactory	Berries	0	1	2	3	4	5
	Cherries	0	1	2	3	4	5
	Plums	0	1	2	3	4	5
	violets	0	1	2	3	4	5
	Sweet spices	0	1	2	3	4	5
	Black pepper	0	1	2	3	4	5
	Vegetable	0	1	2	3	4	5
	Lactic	0	1	2	3	4	5
	Smoke	0	1	2	3	4	5
	Oak aroma	wine	wine>oak	wine=oak	wine<oak	wine<<oak	oak
	Structure	0	1	2	3	4	5
	Volume	0	1	2	3	4	5
Gustatory	Tannin	dry			pronounced		supple
	Bitterness	0	1	2	3	4	5
	Alcohol	0	1	2	3	4	5
	Oak taste	0	1	2	3	4	5
		wine	wine>oak	wine=oak	wine<oak	wine<<oak	oak
	Taste persistence (post)	0	1	2	3	4	5
Aromatic persistence (post)	0	1	2	3	4	5	

Results and discussion

1. Sensory profile depending on the production region

According to the ANOVA analysis results of the Panel 1, FN wines in different regions showed a significant difference in vegetable notes of aroma and volume of flavor, while other sensory indicators showed no significant differences in regions.

The results of ANOVA analysis by the Panel 2 showed no difference in any of the characteristics of FN wines from different regions.

As can be seen from Fig. 1, the tannin score is the highest among all indicators of three regions, indicating that the tannin characteristics of FN wines are obvious. The scores of other indicators were not high, indicating that other sensory characteristics of FN wine were not obvious in this experiment. According to the scores of sensory indicators in the region, we can draw the following conclusion: berry and smoke tones in wines of Stefan Voda region (SV) are the best in aroma. Codru region scored higher on plum and vegetable tones of aroma than other two regions. Valulul lui Traian (VLT) region's sweet spices and black pepper flavor is the standout aroma among three regions.

In terms of flavor, three producing areas have similar performance in structure, bitterness, flavor persistence post and aromatic persistence post. The SV region in oak flavor was better than the other two regions, while alcohol was slightly weaker in three regions. The performance of the Codru region was inferior to the other two regions in tannin and volume, and no significant difference was found in other characteristics. The results of VLT region show lack of oak flavor, other characteristics have good performance.

From the Fig. 2 we can see the same result as in the Panel 1. The tannin score is the highest among all indicators of three regions, indicating that the tannin characteristics of FN wines are the most obvious.

Table 2. The results of regions, Panel 1 & 2 - ANOVA

Таблица 2. Результаты по областям, Панели 1 и 2 - ANOVA

Organoleptic characteristics	Panel 1		Panel 2	
	F	Sig.	F	Sig.
Berries	0.445	0.654	2.05	0.185
Cherries	0.227	0.802	0.163	0.852
Plums	0.294	0.752	0.458	0.647
Violets	2.562	0.132	2.647	0.125
Sweet spices	0.505	0.619	1.557	0.263
Black pepper	0.273	0.767	2.292	0.157
Vegetable	4.383	0.047*	0.532	0.605
Lactic	0.128	0.881	1.956	0.197
Smoke	0.814	0.473	0.099	0.906
Oak aroma	0.466	0.642	0.115	0.893
Structure	0.282	0.76	0.981	0.412
Volume	6.375	0.019*	0.514	0.615
Tannin	1.565	0.261	1.663	0.243
Bitterness	0.17	0.846	0.793	0.482
Alcohol	2.777	0.115	0.276	0.765
Oak gust	0.298	0.749	0.107	0.899
Taste persistence pos	0.331	0.727	2.472	0.139
Aromatic persistence pos	0.247	0.786	0.407	0.677

*P < *0.05, p < **0.01*

According to the scores of sensory indicators in the producing areas, we can draw the following conclusion: SV region has the best performance of violets and vegetable tones in aroma. Codru's berries, sweet spices and lactic flavor score is higher than in other two regions. VLT's plum and black pepper flavors are the most prominent of three regions.

Flavor characteristics show some differences between

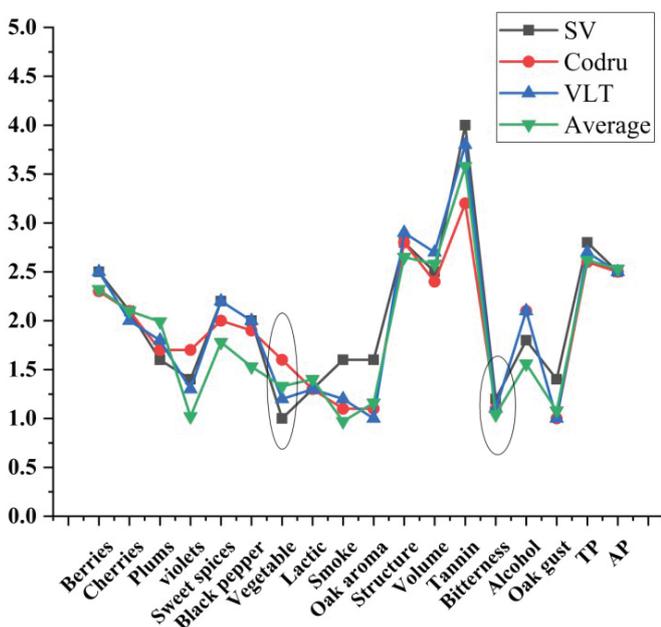


Fig. 1. Panel 1 by regions
Рис. 1. Панель 1 по регионам

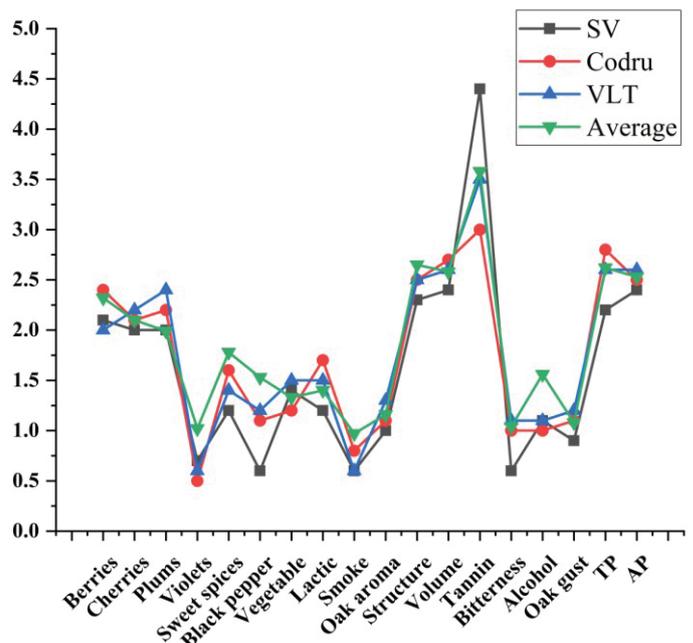


Fig. 2. Panel 2 by regions
Рис. 2. Панель 2 по регионам

three regions. The SV region performed better than other two regions on tannin, while the alcohol was slightly weaker in three other regions. Codru has oak aroma better performed than in other two regions, and tannin performed the worst of three regions. VLT region has better performance in structure and aromatic persistence post, and other characteristics performance good.

2. Sensory profile depending on the vintages

The analysis of ANOVA results of different vintages by the Panel 1 shows that there are significant differences in the following notes: berries, violets, sweet spices, lactic and oak gust, and particularly significant differences in cherries and oak aroma.

The analysis of ANOVA results from different vintages by the Panel 2 showed a significant difference in four characteristics: plums, smoke, oak aroma and bitterness, as well as particularly significant differences in oak gust from different vintages.

From the Fig. 3, it can be directly seen that the performance of 2017 vintage year in berry, cherry, violet, black pepper and lactic tones is better than that of 2016, but the performance of oak aroma and flavor is much weaker than that of 2016. Vintage of 2017 showed more fruit aromas (berries, cherries and violets) and lactic ones in two vintages. The 2016 aroma are stronger in sweet spices and smoke. Flavor of 2017 vintage year is stronger in tannins and slightly insufficient in oak flavor. The vintage of 2016 performed better at structure, volume, oak hues and flavor persistence post with more compliant tannins.

From the Fig. 4., we can intuitively see that 2017 scores higher than 2016 in addition in vegetable tones. At plums, sweet spices, smoke, alcohol, oak hues and flavor persistence post they all are weaker than vintage of 2016. Vintage of 2017 is better performed in berry and vegetable aroma than 2016, while fruit is slightly weaker. The 2016 vintage aroma is strong at plum, sweet spices and smoke.

Table 3. The results of vintages, Panel 1 & 2 - ANOVA

Таблица 3. Результаты по годам сбора, Панели 1 и 2 - ANOVA

Organoleptic characteristics	Panel 1		Panel 2	
	F	Sig.	F	Sig.
Berries	7.707	0.02*	0.738	0.411
Cherries	13.706	0.004**	0.004	0.953
Plums	0.011	0.92	13.272	0.005*
Violets	6.698	0.027*	0.385	0.549
Sweet spices	5.084	0.048*	4.366	0.063
Black pepper	0.822	0.386	0.059	0.812
Vegetable	0.08	0.784	0.54	0.479
Lactic	4.446	0.061*	0.181	0.679
Smoke	3.057	0.111	6.231	0.032*
Oak aroma	13.533	0.004**	8.204	0.017*
Structure	1.109	0.317	10	0.01*
Volume	0.357	0.563	2.311	0.159
Tannin	1.82	0.207	2.162	0.172
Bitterness	0.301	0.595	5.69	0.038*
Alcohol	0.629	0.446	0	1
Oak gust	9.261	0.012*	15.171	0.003**
Taste persistence pos	3.273	0.101	3.432	0.094
Aromatic persistence pos	0	1	3.244	0.102

P < *0.05, p < **0.01

As for flavor, tannins show stronger performance in the vintage of 2017, and in structure, volume, oak and flavor persistence post with more pliable tannins, the vintage of 2016 is better performed.

Conclusions

The study allowed the elaboration of original and personalized tasting sheet for appreciation of organoleptic quality of FN wines. The tasting sheet was validated during several tasting sessions with the

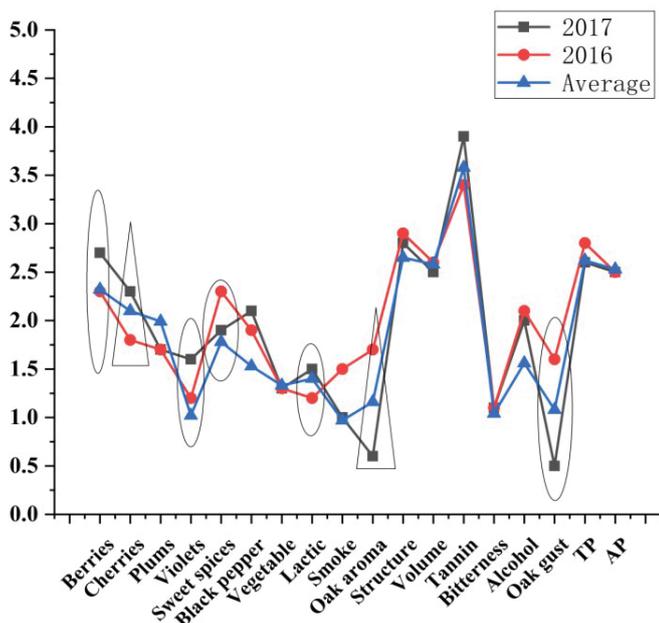


Fig. 3. Panel 1 by vintage
Рис. 3. Панель 1 по году урожая

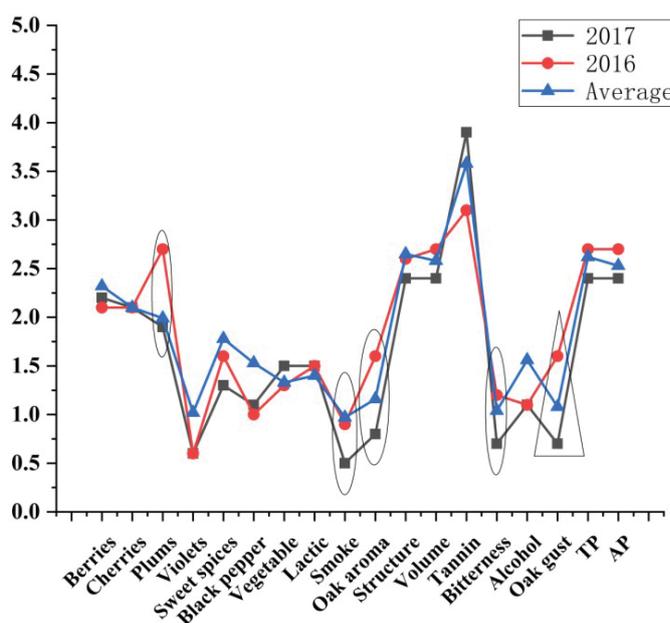


Fig. 4. Panel 2 by vintage
Рис. 4. Панель 2 по году урожая

participation of professional tasters as well as with the participation of consumers. The tasting sheet was applied to determine the typicality of wines obtained from the Fetească Neagră variety cultivated in three geographical regions and during two harvests.

Between three regions: Stefan Voda region has the best violet and vegetable tones in aroma and tannins in flavor. Berry, sweet spices and lactic flavor in wines of Codru region is performed higher than in wines of other regions, oak flavor is better than in other two regions, while tannins are the worst of three regions. In Valul lui Traian region - plum and black pepper flavors are the most prominent of three regions, also has better performance in structure and aromatic persistence post.

In different vintages: 2017 has better berry and vegetable aroma and flavor, stronger tannins. Aroma of vintage 2016 is strong at plum, sweet spices and smoke. The structure, volume, oak and flavor persistence post of vintage 2016 is better than vintage of 2017.

In this study, the sensory characteristics of FN wine have more variations in different vintages than different product areas. Through the sensory evaluation of different groups, we can get, that sensory characteristics of FN wine show more differences in vintage, and no obvious difference have been found in the region. These results do not show that the difference in three regions does not exist. The two groups evaluated tannins with the highest score, and no significant features were found in the scores of other sensory characteristics. The variety lacks a strong characteristic, we need more research and data to get the clearer identity characteristic of FN wine.

Acknowledgments

The authors are gratefully thankful to the National Office for Vine and Wine of Republic Moldova (ONVV)

for the support provided in the organization of tasting session. A special recognition is to all the members of tasting group for their commitment and dedication to this study.

Also thanks to the China Scholarship Council (CSC) for its financial support to WANG Fei & YAO Meiling.

Financing source

Not specified.

Conflict of interests

Not declared.

References

1. Ghețea L.G., Motoc R.M., Popescu C.F. et al. Assessment of diversity in grapevine gene pools from Romania and Republic of Moldova, based on SSR markers analysis. DOI:10.5772/35974. IntechOpen, 2012.
2. Alexei M. Emphasizing of some genotypes of Feteasca Neagra variety in Moldova. 2016;1(61):24-25.
3. Perez-Elortondo F.J. and Zannoni M. Laboralorio. Guidelines for sensory analysis of protected designation of origin food products and wines, Editorial Acibia, Espana. 2021.
4. Dobrei A., Dobrei A.G., Nistor E., Poșta G., Mălăescu M., Balint M. Characterization of grape and wine quality influenced by terroir in different ecosystems from Romania cultivated with Fetească Neagră. Scientific Papers. Series B, Horticulture. 2018;LXII:247-253.
5. Green J.A., Parr W.V., Breitmeyer J., Valentin D., Sherlock R. Sensory and chemical characterization of Sauvignon Blanc wine: influence of source of origin. Food Res.Int. 2011;44:2788-2797.
6. Maria P. Sáenz-Navajas et al. Access to wine experts' long-term memory to decipher an ill-defined sensory concept: the case of green red wine. OENO One. 2021;55(1).
7. Antoce O.A., Namolosanu I. Methodological particularities on the application of sensory analysis to the characterisation of varietal wines. Lucrari stiintifice. State Agrarian University, Kyshinev, Moldova Republic. 2007;15(2):219-223.

Information about authors

Fei Wang, Cand. Sci., Technical University of Moldova, Faculty of Food Industry; e-mail: feiwang2021@qq.com; <https://orcid.org/0000-0002-7788-0662>;

Meiling Yao, Cand. Sci., Technical University of Moldova, Faculty of Food Industry; e-mail: meilingyao2019@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5531-5518>;

Elizaveta Breahna, Interim Director of the National Office for Vine and Wine of the MAIA; e-mail: e.breahna@wineofmoldova.com; <https://orcid.org/0000-0002-2442-0152>;

Gheorghe N. Arpentin, Dr. Techn. Sci., Professor, Director on Research, Development & Innovations, Purcari Wineries; e-mail: gheorghearpentin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5984-7375>.

Информация об авторах

Фей Ванг, канд. наук, Технический университет Молдовы, факультет пищевой промышленности; e-мэйл: feiwang2021@qq.com; <https://orcid.org/0000-0002-7788-0662>;

Мэйлин Яо, канд. наук, Технический университет Молдовы, факультет пищевой промышленности; e-мэйл: meilingyao2019@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5531-5518>

Элизавета Бряхнэ, врио директора Национального Бюро винограда и вина при МСХИП; e-мэйл: e.breahna@wineofmoldova.com; <https://orcid.org/0000-0002-2442-0152>;

Георгий Николаевич Арпентин, д-р техн. наук, профессор, Директор по Исследованиям, Развития и Иноваций, Пуркарь Вайнерис; e-мэйл: gheorghearpentin@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-5984-7375>.

Статья поступила в редакцию 20.12.2021, одобрена после рецензии 25.02.2022, принята к публикации 14.03.2022



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Приглашаем вас принять участие в работе
Международной научно-практической конференции 2022

MTSITVW 2022

«Современные тенденции науки, инновационные технологии в виноградарстве и виноделии»,
которая состоится **17-21 октября 2022 г.**

Конференция приурочена к 180-летию со дня рождения выдающегося российского ученого в области виноградарства и виноделия Саломона Александра Егоровича.

Цель конференции: формирование концепции развития фундаментальных, поисковых и прикладных исследований в области сельскохозяйственных наук, инновационных технологий.

В работе конференции примут участие: представители профильных научных, образовательных учреждений и производства; ведущие ученые в области виноградарства, плодоводства, виноделия, хранения и технологий переработки растительного сырья.

Конференция проводится под эгидой Министерства науки и высшего образования РФ, Российской академии наук, Министерства сельского хозяйства Республики Крым, при партнерстве ведущих российских и зарубежных научных организаций.

В рамках программы конференции предусматривается:

- пленарное и секционные заседания «Современные тенденции науки, инновационные технологии в виноградарстве и виноделии»;
- школа молодых ученых.

Направления работы конференции:

- природные ресурсы и экология;
- генетические ресурсы, генетика, геномика, биоинженерия;
- агротехнологические системы возделывания;
- защита растений и применение удобрений;
- органическое земледелие;
- хранение, переработка и управление качеством продукции;
- стратегии и технологии виноделия с эко- и географическим статусом;
- создание новых функциональных продуктов питания;
- системы контроля производства и идентификации продукции;
- экономика и инновационное развитие агробизнеса.

Рабочий язык конференции – **русский, английский.**

Формат проведения конференции: **очный, заочный, online.**

Предполагаемый формат публикаций:

- в журнале «BIO Web of Conferences» (ISSN 2117-4458) издательство EDP Sciences (Web of Conferences) Франция, индексация Web of Science (CPCI). Отдельные статьи могут быть опубликованы

ны в журнале Agronomy - Q1, индексация Scopus и Web of Science в специальном выпуске «Innovative Technologies in Crop Production and Animal Husbandry».

- в **Сборнике материалов конференции** с размещением в системе eLibrary (РИНЦ, DOI).

Условия участия в конференции и требования к подаче материалов для публикаций будут сообщены во 2-м информационном письме.

Желающим принять участие в работе конференции необходимо выслать заявку в формате .doc по прилагаемой форме до 1 мая 2022 г. на электронный адрес :

conference@magarach-institut.ru.

Файл должен быть назван по фамилии участника латиницей (например: ivanov_reg.doc).

Заявка участника	
Фамилия Имя Отчество (полностью на русском и английском языке для всех авторов)	
Ученая степень	
Ученое звание	
Должность	
Организация (на русском и английском языках)	Полное название Сокращенное название
Страна	
Почтовый адрес	
Тел.	
E-mail	
Форма участия (очная, заочная, online)	
Название доклада (устный – ФИО докладчика, стендовый)	
Название публикации	
Формат публикации	
Дата заезда	
Дата отъезда	

ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»

объявляет прием на 2022 год

**по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре**

Зачисление с 1 сентября 2022 года, прием документов с 1 по 31 августа 2022.

Контрольные цифры приема по группам научных специальностей на
бюджетные места:

4.1. Агрономия, лесное и водное хозяйство — 2 места.