

ISSN 2309-9305
2023•25•4

МАГАРАЧ

ВИНОГРАДАРСТВО
и ВИНОДЕЛИЕ



MAGARACH

VITICULTURE
and WINEMAKING

МАГАРАЧ ВИНОГРАДАРСТВО И ВИНОДЕЛИЕ

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

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

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

Заместители главного редактора:

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

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

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

Свидетельство о регистрации СМИ:

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

Журнал зарегистрирован в системе РИНЦ, входит в «Перечень ... ВАК» по специальности:

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

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

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

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

4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» - 58301

Редакторы: Клепайло А.И., Зименс Е.Е.

Переводчик: Баранчук С.А.

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

Адрес редакции: 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Тел.: (3654) 26-21-91, 23-05-91, 23-06-08 e-mail: edi_magarach@mail.ru

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

Дата выхода в свет 20.12.2023 г.

Формат 60 x 84 1/8. Объем 9,5 п.л. Тираж 100 экз.

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

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

e-mail: priemnaia@magarach-institut.ru

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

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Егоров Е.А., акад. РАН, д-р экон. наук, проф., гл. науч. сотр., директор Федерального научного центра, ФГБУН 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)

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

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

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

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

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

Новелло Витторино, профессор кафедры виноградарства Туринского университета (Италия)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Файлла Освальдо, проф. Миланского университета (Италия)

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

MAGARACH VITICULTURE and WINEMAKING

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

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

Chief Editor:

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

Deputy Chief Editors:

Aleinikova N.V., Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science, Chief Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection, FSBSI Magarach;

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

Executive Secretary:

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

Editorial address:

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

e-mail: edi_magarach@mail.ru

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

Address of the publisher and printing house:

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

tel.: +7 (3654) 23-05-91,
+7 (3654) 26-21-91,

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

e-mail: priemnaya@magarach-institut.ru

EDITORIAL BOARD:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Panasyuk A.L., Corresponding member of the RAS, 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, Azerbaijan Scientific and Research Institute of Viticulture and Winemaking of the Republic of Azerbaijan; Azerbaijan

Pashetskii V.S., Dr. Agric. Sci., Corresponding member of the RAS, Director of the FSBSI Research Institute of Agriculture of Crimea; Russia

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

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

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

Salimov Vugar, Dr. Agric. Sci., Director of Azerbaijan Scientific and Research Institute of Viticulture and Winemaking of the Republic of Azerbaijan; Azerbaijan

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

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

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

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

СЕЛЕКЦИЯ и
ПИТОМНИКОВОДСТВО _____

Оригинальное исследование

326 Особенности полиморфизма в популяции сорта
винограда Баяншира

Салимов В.С., Гусейнова А.С., Гусейнова Т.Г.,
Гусейнзаде Н.Я., Сулейманова Л.Р., Ибрагимли Р.Р.

Оригинальное исследование

334 Влияние генотипа и регуляторов роста на
развитие растений из зиготических зародышей
недоразвитых семян винограда в культуре *in vitro*

Зленко В.А., Павлова И.А., Клименко В.П., Лушай Е.А.,
Абдурашитова А.С., Григоренко М.И., Авидзба А.М.

САДОВОДСТВО и
ВИНОГРАДАРСТВО _____

Оригинальное исследование

341 Новая бессемянная форма винограда
Партенитский

Лиховской В.В., Спотарь Г.Ю., Студенникова Н.Л.,
Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А., Гончаренко В.А.

Оригинальное исследование

349 Эффективность системного применения
отечественных хелатных микроудобрений на
винограде в условиях Крыма

Диденко П.А., Шапоренко В.Н., Цирульников Н.В.,
Никулина Е.А.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ _____

Оригинальное исследование

356 Фитоплазменные заболевания – современный
вызов стабильному развитию виноградарства в
Крыму

Радионовская Я.Э., Алейникова Н.В., Бондаренко Г.Н.,
Хамаева Б.Б., Болотянская Е.А., Белаш С.Ю.

Оригинальное исследование

363 Эффективность интродуцированных акарифагов
в снижении популяций клещей-фитофагов в
местах диапаузы

Алейникова Н.В., Рыбарева Т.С., Ягодинская Л.П., Корж Д.А.

ВИНОДЕЛИЕ.
ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ _____

Оригинальное исследование

370 Показатели качества винограда терруара
Ай-Даниль для производства игристых вин

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

Оригинальное исследование

376 Влияние фенольных веществ на рост природных
штаммов молочнокислых бактерий виноделия

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

Оригинальное исследование

383 Совершенствование методов измерения
плотности жидкости в винодельческой продукции

Тимофеев Р.Г.

Оригинальное исследование

390 Методы целевого и нецелевого анализа в
исследовании идентификационных показателей
винодельческой продукции

Ламердонова Ф.Х., Нассер Р.А.Х., Колеснов А.Ю., Ивлев В.А.,
Васильев В.Г., Цимбалаев С.Р.

SELECTION and NURSERY _____

ORIGINAL RESEARCH

326 Features of polymorphism in the population of 'Bayanshira' grape variety

Salimov V.S., Huseynova A.S., Huseynova T.G., Huseynzade N.Y., Suleymanova L.R., Ibrahimli R.R.

ORIGINAL RESEARCH

334 The effect of genotype and growth regulators on the development of plants from zygotic embryos of underdeveloped grape seeds in the culture *in vitro*

Zlenko V.A., Pavlova I.A., Klimenko V.P., Lushchay E.A., Abdurashitova A.S., Grigorenko M.I., Avidzba A.M.

GARDENING and VITICULTURE _____

ORIGINAL RESEARCH

341 New seedless grape form 'Partenitskiy'

Likhovskoi V.V., Spotar G.Yu., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Goncharenko V.A.

ORIGINAL RESEARCH

349 The efficiency of systemic use of domestic chelate micro-fertilizers on grapes in Crimea

Didenko P.A., Shaporenko V.N., Tsirulnikova N.V., Nikulina E.A.

PLANT PROTECTION _____

ORIGINAL RESEARCH

356 Phytoplasma diseases as a modern challenge to sustainable development of viticulture in Crimea

Radionovskaya Ya.E., Aleinikova N.V., Bondarenko G.N., Khamaeva B.B., Bolotianskaia E.A., Belash S.Yu.

ORIGINAL RESEARCH

363 The effectiveness of introduced acariphages in reducing populations of phytophagous mites in diapause sites

Aleinikova N.V., Rybareva T.S., Yagodinskaya L.P., Korzh D.A.

WINEMAKING.
FOOD SYSTEMS _____

ORIGINAL RESEARCH

370 Grape quality indicators of Crimean Ay-Danil terroir for sparkling wine production

Lutkov I.P., Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A., Lutkova N.Yu., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A.

ORIGINAL RESEARCH

376 The effect of phenolic substances on the growth of natural wine strains of lactic acid bacteria

Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M.Yu., Zagoruiko V.I., Semenova K.A.

ORIGINAL RESEARCH

383 Improving the methods of measuring liquid density in wine products

Timofeev R.G.

ORIGINAL RESEARCH

390 Methods of targeted and non-targeted analysis in the study of identification indicators of wine products

Lamerdonova F.Kh., Nasser R.A.H., Kolesnov A.Yu., Ivlev V.A., Vasil'ev V.G., Tsimbalayev S.R.

Дорогие читатели!

Итак, подходит к концу 2023-й год. По традиции вспоминаем то главное, что нам удалось сделать в «Магараче». Начну с развития производственной базы института. Мы собрали и переработали 82,3 т винограда, 229,2 т озимой пшеницы с площади, где были раскорчеваны старые виноградники. Мы заложили 10 га маточников подвоя Кобер 5 ББ категории «Оригинальный», приобрели несколько единиц техники для питомников, готовим пакет документов для аккредитации лаборатории по тестированию вирусной нагрузки саженцев винограда. Мы полностью оснастили оборудованием наш экспериментальный винзавод и начали розлив вина урожая 2022 года. По основным научным направлениям мы сотрудничали с НИЦ «Курчатовский институт», с ВНИИ сельскохозяйственной биотехнологии, с Северо-Кавказским федеральным центром садоводства, виноградарства, виноделия, с Таврическим федеральным университетом имени В.И. Вернадского, с «ИТ-Сбер». Таким образом, мы становимся органичной частью российской науки и продвигаемся вперед вместе. Традиционно надежным рабочим партнером «Магарача» явилось НПАО «Массандра». Отдельно хочу упомянуть Винный парк «Мрия резорт» - модель опережающего развития Южнобережья, где уже реализованы смелые дизайнерские проекты в области архитектуры и ландшафтного дизайна, создан центр для отдыха и оздоровления россиян, а также винный парк. В нашем багаже уже есть несколько проектов. У нас появилась площадка для самых смелых экспериментов в разных направлениях.

Центральным событием года в отрасли стал II-й Винодельческий форум 9-10 ноября в Москве, где руководитель «Магарача» представил Стратегию развития виноградарства и виноделия в РФ до 2050 года. Думаю, сам этот факт говорит о многом. На разных площадках форума представители научного мира, финансисты и винные аналитики, руководители крупных хозяйств, фермеры и виноделы обсуждали свое видение задачи - создать эффективную отрасль народного хозяйства и изменить глобальное представление о качестве и конкурентоспособности российских вин. Никто не «тянул одеяло на себя», все понимали, что только сообща можно нащупать наиболее проблемные моменты, где необходима поддержка государства. Первоочередной задачей является создание современной базы питомниководства, для чего необходим тщательный анализ и прогноз разных составляющих задачи, то есть определение площадей виноградников, регионов их размещения, трудовых ресурсов, сортов винограда, изучение спроса и потребительских предпочтений. Так что в число наших партнеров должны войти аналитики, специалисты по прогнозам, маркетологи. Необходимо использовать нашу уникальную коллекцию микроорганизмов виноделия для создания отечественной технологии получения сухих чистых культур дрожжей. Импортозамещение в этом плане – весьма актуальная задача на сегодня.



В настоящем номере журнала рассматриваются особенности полиморфизма в популяции азербайджанского сорта винограда Баяншира; исследуется влияние генотипа и регуляторов роста на развитие растений из зиготических зародышей недоразвитых семян винограда в культуре *in vitro*; приводится характеристика новой бессемянной формы винограда Партенитский. Доказана эффективность применения отечественных хелатных микроудобрений винограда в Крыму. Такое направление, как защита растений представлено статьей об угрозе виноградному растению в Крыму фитоплазменных заболеваний; представлен также материал об эффективности интродуцированных акарифагов в снижении популяций клещей-фитофагов в местах диапаузы.

Раздел виноделия представлен исследованием физико-химических показателей винограда различных европейских сортов терруара Ай-Даниль на Южном берегу Крыма, предназначенного для производства игристых вин; описано влияние фенольных веществ на рост природных штаммов молочнокислых бактерий виноделия; предложен новый метод измерения плотности жидкости в винодельческой продукции, перспективный для использования в фермерском хозяйстве; описываются принципиально новые методы анализа в исследовании идентификационных показателей винодельческой продукции на примере двух образцов виноградного сусла.

Уходящий год отмечен многими важными начинаниями, пожелаю всем нам успехов в их реализации.

С Новым годом, друзья!

Главный редактор
Владимир Лиховской

Особенности полиморфизма в популяции сорта винограда Баяншира

Салимов В.С.[✉], Гусейнова А.С., Гусейнова Т.Г., Гусейнзаде Н.Я., Сулейманова Л.Р., Ибрагимли Р.Р.

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

[✉]vugar_salimov@yahoo.com

Аннотация. В статье даётся подробная информация об ампелодескрипторных признаках, морфологических, биологических и технологических особенностях ценного аборигенного сорта винограда Баяншира, происходящего из древнего очага виноградарства – Гянджа-Дашкясанской зоны Азербайджана, а также об энокарпологических и энохимических показателях гроздей и ягод, о структуре популяции и вариативной изменчивости этого сорта. С целью определения направлений использования и технологической пригодности урожая сорта Баяншира была проведена увологическая оценка гроздей и ягод свежего винограда, приготовлены опытные образцы вин различного типа и проведён их физико-химический анализ с применением современных методов. В результате оценки внутривидовой фенотипической изменчивости сорта, проведённой в процессе исследования, было выделено несколько биотипов, были выявлены и описаны их отличительные признаки, изучены морфологические особенности, биологические и технологические показатели. Так, по окраске верхней стороны листа у 3-х биотипов была отмечена темно-зеленая, у 2-х биотипов – зеленая, у одного биотипа – светло-зеленая, у 2-х биотипов – желтовато-зеленая окраска; по окраске ягоды у 2-х биотипов была отмечена светло-зеленая, у 2-х – зеленая, у одного – янтарная, у одного – желтовато-зеленая, у одного – золотистая и у одного биотипа – белая окраска ягод. Биотипы также различались по ряду показателей: размер ягод колебался в пределах 19,4 × 19,0 – 23,4 × 22,2 мм, размер гроздей – 17,2 × 7,7 – 26,5 × 12,6 см, степень осыпания цветков – 36,0–78,6 %, урожай с куста – 4,4–12,4 кг, коэффициент плодоношения – 0,82–1,38, коэффициент плодоносности – 1,15–1,92, плодоносные побеги – 52,6–88,4 %, средняя масса грозди – 208,6–438,6 г, количество ягод в грозди – 126–268 шт., масса одной ягоды – 2,08–3,06 г, выход сока из ягод – 48,4–84,6 %.

Ключевые слова: сорт винограда; местный сорт; клоновая селекция; гроздь; ягода; урожай; виноградный куст; развитие.

Для цитирования: Салимов В.С., Гусейнова А.С., Гусейнова Т.Г., Гусейнзаде Н.Я., Сулейманова Л.Р., Ибрагимли Р.Р. Особенности полиморфизма в популяции сорта винограда Баяншира // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):326-333. DOI 10.34919/IM.2023.39.24.001.

Features of polymorphism in the population of 'Bayanshira' grape variety

Salimov V.S.[✉], Huseynova A.S., Huseynova T.G., Huseynzade N.Y., Suleymanova L.R., Ibrahimli R.R.

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

[✉]vugar_salimov@yahoo.com

Abstract. The article provides detailed information about ampelodescriptor patterns, morphological, biological and technological characteristics of the valuable indigenous grape variety 'Bayanshira', originating from the ancient center of viticulture – Ganja-Dashkasan zone of Azerbaijan, as well as about the enocarpological and enochemical indicators of bunches and berries, about the population structure and varietal variability of this grape variety. In order to determine the direction of use and technological suitability of the harvest of 'Bayanshira' variety, an uvological assessment of bunches and berries of fresh grapes was carried out, experimental samples of various types of wines were prepared and their physicochemical analysis was carried out using modern methods. As a result of assessment of intra-population phenotypic variability of the variety, carried out during our study, several biotypes were selected, their distinctive features were revealed and described, morphological characteristics, biological and technological indicators were studied. Thus, according to the color of the upper leaf side, three biotypes had a dark green color, two biotypes had a green color, one biotype had a light green color, and two biotypes had a yellowish-green color; according to the color of the berry, two biotypes had a light-green color, two biotypes had a green color, one biotype had an amber color, one biotype had a yellowish-green color, one biotype had a golden color, and one biotype had a white color. The biotypes also differed in a number of such indicators as: the size of berries ranged from 19.4 × 19.0 to 23.4 × 22.2 mm, the size of bunches – 17.2 × 7.7 – 26.5 × 12.6 cm, the degree of blossom fall – 36.0–78.6 %, yield per bush – 4.4–12.4 kg, fruiting coefficient – 0.82–1.38, fertility coefficient – 1.15–1.92, a proportion of fruiting shoots – 52.6–88.4 %, average bunch weight – 208.6–438.6 g, number of berries per bunch – 126–268 pcs, weight of one berry – 2.08–3.06 g, juice yield from berries – 48.4–84.6 %.

Key words: grape variety; local variety; clonal selection; bunch; berry; yield; grape bush; development.

For citation: Salimov V.S., Huseynova A.S., Huseynova T.G., Huseynzade N.Y., Suleymanova L.R., Ibrahimli R.R. Features of polymorphism in the population of 'Bayanshira' grape variety. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):326-333. DOI 10.34919/IM.2023.39.24.001 (in Russian).

Введение

Азербайджан как один из древнейших центров зарождения и формирования виноградного растения, богат его сортовым разнообразием. Виноград, прочно войдя в повседневную жизнь и быт азербайджанского народа, приобрёл широкую сферу применения. В результате многовековой народной селекции национальный генофонд винограда был обогащён сотнями ценных местных сортов. В процессе исторического развития во многих регионах Азербайджана с благоприятными агроклиматическими условиями сформировались центры интенсивного развития виноградарства. Апшеронская, Нахичеванская, Карабахская, Гянджа-Казахская и Ленкорань-Астаринская зоны республики известны своими характерными, присутствующими только им местными сортами винограда. Дикорастущие и одичалые формы винограда встречаются почти во всех районах Азербайджана, главным образом в лесных массивах, в речных долинах и в старых частных виноградных садах. Наличие в генофонде винограда Азербайджана огромного количества столовых, технических, универсальных и кишмишных сортов является наглядным доказательством того, что азербайджанский народ в течение многих веков целенаправленно занимается выращиванием винограда, приготовлением вина и всевозможной виноградной продукции [1–4].

Отрасль виноградарства и виноделия Азербайджана с давних времён исторического пути носит промышленный характер, играя важную роль в экономической жизни страны. В недавнем прошлом 55–60 % от общей площади виноградников республики, составляющей примерно 300 тыс. га, занимали местные азербайджанские сорта винограда, а именно: *технические сорта* Мадраса – 16,4 %, Баяншира – 11,2 %, Гамашара – 10,6 %, Хиндогны – 4,1 %, Мелейи – 2,4 %, Ширваншахы – 0,8 %, Мискали, Арна-грна, Аг алдара и прочие технические сорта – 2,4 %; *столовые сорта* Табризи – 3,4 %, Аг шаны, Гара шаны – 1,5 %, Сарыгиля, Пишрас, Аг Халили, Шафеи, Бенди, Аскери, Хусейни, Маранди, Гызыл узюм, Ришбаба и прочие столовые сорта – 1,6 % [4].

Гянджа-Дашкясанская зона Азербайджана обладает мощным потенциалом в плане агроресурсов. В этой зоне виноградарством и виноделием занимались на всех этапах исторического развития. Путём народной селекции здесь созданы десятки столовых и технических сортов винограда, которые нашли широкое применение в быту и в производстве. Гянджа-Дашкясанская зона является родиной более 30 сортов народной селекции столового и технического направления использования. Самый урожайный технический сорт Баяншира и перспективный столовый сорт Табризи являются одними из наиболее древних аборигенных сортов этой зоны. Наряду с этими сортами винограда в Гянджа-Дашкясанской зоне также широко возделываются такие сорта, как Гянджа гызыл узюму, Гянджа гара кечимемеси, Таты и Шал узюму. Зона является перспективной для производства столового винограда, столовых, десертных и крепких вин, шампанского,

коньяка и коньячных материалов. В конце прошлого века в окрестностях города Гянджа, в Гёранбойском районе и на равнинных территориях Казахского, Таузского и Шамкирского районов выращивали высококачественный столовый виноград как для местного использования, так и для транспортировки в промышленные центры бывшего Советского Союза. С целью обеспечения развития винодельческой промышленности в этих зонах выращивались технические сорта винограда, из которых получали благородные, лёгкие и гармоничные столовые вина высокого качества, а также десертные и крепёные вина, шампанские и коньячные материалы. Из технического винограда равнинной части Гянджа-Дашкясанской зоны производились марочные десертные вина “Гара чанаг”, “Портвейн”, “Акстафа”, ординарные сладкие крепёные вина “Портвей 777” и “11”, “Алабашлы” и столовые вина “Садыллы”, “Алшараб №25”, “Тавквери”, “Аг суфра”, “Баян”, “Шамхор”, многие из которых получили мировую известность [2, 3].

Как было указано выше, насаждения сорта Баяншира составляли около 30 тысяч гектаров от общей площади виноградных плантаций Азербайджанской республики. Сорт Баяншира служил материалом для приготовления белых столовых вин и шампанских материалов. Следует отметить, что большинство белых вин производилось из сорта Баяншира. Этот сорт также использовался в свежем виде. Его урожай длительное время хранили на кустах и специальных приспособлениях, называемых в народе «бандаг». В результате длительного возделывания и естественных мутаций в популяции этого сорта развился полиморфизм, появились смешанные мутации, состоящие из различных вариаций, биотипов, морфотипов и клонов.

В настоящее время в мировой виноградарской науке актуальны такие направления, как собирание генотипов винограда, изучение строения и оценка популяций, создание перспективных сортов и форм, их изучение современными методами, молекулярно-генетические исследования, последовательное использование, привлечение к программам по селекции и улучшению и т.д., и в этих областях можно встретить множество исследовательских работ [5–11].

Как известно, в основе отбора стоят сложные наследственные (спонтанные или же естественные почковые мутации, повышение общих генетических потенциальных возможностей адаптивного характера и т.д.) и ненаследственные изменения (продолжительные модификации и т.д.), от которых зависит характер индивидуального отбора. Наблюдения показывают, что при длительном возделывании среди этих сортов также по различным причинам возникают формы с положительными и отрицательными признаками, отличающиеся друг от друга. В некоторых случаях в популяциях этих сортов кусты с отрицательными признаками, такими как слабый рост, восприимчивость к болезням и вредителям, мелкий размер гроздей и ягод, чрезмерное осыпание цветков и неравномерная окраска ягод составляют большинство. А это в целом

снижает урожайность и качество сорта винограда, отрицательно сказывается на его биологической и генетической природе. Известно, что Баяншира является древним, повсеместно возделываемым техническим сортом винограда Азербайджана. Этот сорт также возделывается в виде смеси биотипов и вариаций с отрицательными и положительными характеристиками, что оказывает влияние на качество и урожайность популяции в целом.

Цель исследования – оценка в популяции сорта Баяншира фенотипического разнообразия, полиморфизма, определение биотипов с различными признаками, их ампелографическое изучение, отбор и рекомендация хозяйствам перспективных биотипов с положительными признаками.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследовательской работы послужили начальные формы, биотипы и клоновые вариации сорта винограда Баяншира, выращиваемого в районах Бейлаган (пос. Дашбурун, старый виноградник), Физули (приусадебные участки, старые виноградные сады), Шемаха (производственный виноградник ООО «Ширванские вина» и опытный виноградник Шемахинской опытной станции виноградарства и виноделия), Гянджа (ампелографическая коллекция Гянджинской опытной станции виноградарства и виноделия) и Апшерон (коллекционный виноградник Азербайджанского НИИ виноградарства и виноделия), а также полученные из него продукты переработки.

Исследования проводились в 2015–2022 гг. По традиционным и современным методам были оценены биоморфологические, технологические особенности, механический и химический состав, перспективность винограда сорта Баяншира. При цифровом кодировании морфологических признаков, агробиологических и технологических особенностей и оценке его перспективности использовались дескрипторы Международной организации виноградарства и виноделия (МОВВ) [12–17].

«Новая модель оценки перспективности», разработанная и предложенная МОВВ (OIV), является наиболее эффективным и оперативным методом оценки перспективности сортов винограда в конкретных агроклиматических условиях с точки зрения их технологической пригодности. В модель «идеальный сорт», предназначенной для оценки перспективности технических сортов винограда, включены 14 ампелодескрипторов, объединённых в три группы: устойчивость – 25 %, урожайность – 25 %, качество – 50 %. Оценка технического винограда по этой модели позволяет определить его технологическую пригодность и, исходя из этого, направление использования [13, 16]. Именно данная модель использовалась нами для оценки перспективности биотипов технического сорта винограда Баяншира.

Результаты и их обсуждение

В процессе исследования изменений в популяции сорта винограда Баяншира были выявлены вариации, биотипы и клоновые формы сорта, изучены и коди-

рованы по международным ампелодескрипторам их морфологические, биологические и технологические признаки (табл. 1).

С целью изучения степени полиморфизма в популяции сорта Баяншира было выделено 8 биотипов, отличающихся по своим морфологическим, биологическим и технологическим особенностям.

При определении окраски верхней стороны листа у исследуемых биотипов выяснилось, что цвет верхней стороны листьев варьирует между зелёным и его различными оттенками. Например, у биотипа 1 и биотипа 2 верхняя поверхность листьев имела тёмно-зелёную окраску, а у биотипа 4 и биотипа 5 была желтовато-зелёная.

По результатам изучения степени расчётности листовой пластины (глубины выемок листа) было установлено, что выемки листьев у биотипа 1 – средние, у биотипа 6 – мелкие, у остальных биотипов – мелкие и средней глубины.

Наблюдения по определению окраски ягод биотипов показали, что у биотипов 1 и 2 ягоды светло-зелёные, у биотипа 3 – зелёные, у биотипа 4 – жёлтые, у биотипа 5 – янтарные, у биотипа 6 – желтовато-зелёные, у биотипа 7 – золотистые, а у биотипа 8 – белые.

По форме ягод большого разнообразия не наблюдалось. В основном ягоды у биотипов имели округлую и слегка овальную форму. И лишь у биотипа 4 была отмечена приплюснутая форма ягод.

По размеру ягод наиболее высокие показатели были зафиксированы у биотипа 3. Длина и ширина ягоды у этого биотипа составили 23,4 × 22,2 мм соответственно. Самые низкие показатели размера ягод были отмечены у биотипа 8 – 19,4 × 19,0 мм.

Наряду с листьями и ягодами нами также были исследованы грозди биотипов сорта Баяншира. Как известно, размер грозди существенно влияет на среднюю массу гроздей и урожай, и по этой причине считается одним из наиболее важных показателей. Среди исследуемых биотипов наиболее крупными гроздями отличился биотип 4. Длина грозди у этого биотипа составила 26,5 см, ширина – 12,5 см. Самые мелкие грозди были отмечены у биотипа 7 (17,2 × 7,7 см). По остальным биотипам показатели размера грозди составили: 22,1 × 9,2 см (биотип 1), 20,8 × 14,6 см (биотип 2), 18,5 × 8,4 см (биотип 3), 23,2 × 10,5 см (биотип 5), 24,0 × 8,2 см (биотип 6) и 22,6 × 7,4 см (биотип 8).

При определении формы грозди выяснилось, что у исследуемых биотипов в основном преобладают цилиндрические, конические и цилиндро-конические грозди.

По плотности расположения ягод в грозди среди исследуемых биотипов наблюдалось довольно большое различие. Так, у биотипов 1, 2, 5, 7 и 8 грозди были средней плотности, у биотипа 4 – плотные, а у биотипа 6 – очень редкие.

В ходе исследования нами также была изучена степень горошения ягод и осыпания цветков. Выяснилось, что у биотипа 6 горошение ягод сильное, у биотипов 3 и 5 – среднее, а у остальных биотипов – слабое. Наибольшее количество осыпавшихся цветков

Таблица 1. Изменения в популяции сорта Баяншира по биотипам
Table 1. Changes in 'Bayanshira' variety population by biotype

Показатели	Биотипы							
	биотип 1	биотип 2	биотип 3	биотип 4	биотип 5	биотип 6	биотип 7	биотип 8
Окраска верхней стороны листа	тёмно-зелёная	тёмно-зелёная	зелёная	желтовато-зелёная	желтовато-зелёная	желтовато-зелёная	тёмно-зелёная	светло-зелёная
Расчётность листовой пластинки (глубина выемок)	средняя	средняя или глубокая	средняя	средняя	мелкая или средней глубины	мелкая	мелкая или средней глубины	средней глубины или глубокая
Цвет ягоды	светло-зелёный	светло-зелёный	зелёный	жёлтый	янтарный	желтовато-зелёный	золотистый	белый
Форма ягоды	округлая	округлая или слегка овальная	округлая	приплюснутая или сжатая	слегка овальная	округлая	слегка овальная	округлая
Размер ягоды, мм	20,2 × 19,6	21,3 × 19,6	23,4 × 22,2	21,2 × 22,4	22,4 × 18,8	23,4 × 22,0	21,4 × 17,8	19,4 × 19,0
Соотношение длины ягоды к её ширине	1,03	1,08	1,05	0,95	1,19	1,06	1,20	1,12
Размер грозди, см	22,1 × 9,2	20,8 × 14,6	18,5 × 8,4	26,5 × 12,6	23,2 × 10,5	24,0 × 8,2	17,2 × 7,7	22,6 × 7,4
Форма грозди	цилиндрико-коническая	коническая	цилиндрико-коническая	ширококоническая	коническая	цилиндрическая или конусообразная	цилиндрическая	цилиндрическая
Плотность грозди	средней плотности	средней плотности или плотная	очень плотная	плотная	средней плотности	очень рыхлая	средней плотности или рыхлая	средней плотности
Горшение ягоды	слабое	слабое	среднее	слабое	среднее	сильное	слабое	слабое
Степень осыпания цветков, %	36	42	32,4	16,4	36,8	78,6	52,4	48,2
Урожай, кг	74 (6,6-8,2)	7,7 (6,8-8,6)	6,1 (5,2-7,0)	11,0 (9,2-12,6)	12,0 (9,6-14,5)	4,4 (3,6-5,2)	9,8 (8,2-11,4)	12,4 (10,6-14,2)
Коэффициент плодоношения K ₁	1,14	1,26	0,86	1,30	1,36	0,82	1,20	1,38
Коэффициент плодоносности K ₂	1,46	1,52	1,36	1,66	1,88	1,15	1,72	1,92
Плодоносные побеги, %	52,6	56,8	54,4	74,4	86,6	56,4	85,2	88,4
Время полного созревания ягоды	20-30.09	20-30.09	20-30.09	20-30.09	30.09-10.10	10-20.09	30.09-10.10	30.09-10.10
Вегетационный период, дни	166	168	164	168	172	152	174	170
Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	18,5	18,6	19,4	17,5	17,6	21,4	18,2	17,4
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	5,36	6,66	7,02	7,14	7,52	4,65	8,02	7,92
Средняя масса грозди, г	286,4	325,6	314,4	426,8	446,8	208,6	368,8	438,6
Количество ягод в грозди, шт.	175	180	198	246	268	126	206	234
Масса одной ягоды, г	2,08	2,26	2,46	2,88	3,06	2,82	2,44	2,32
Выход сока из ягоды, %	68,4	72,4	67,6	77,4	82,4	48,4	70,6	84,6
Средняя длина побега, см	286,6	236,8	368,6	242,4	266,8	386,6	312,6	294,6
Вызревание прироста, %	98,4	96,8	91,6	98,8	96,6	82,4	80,6	92,4

было отмечено у биотипа 6 (78,6%), а наименьшее – у биотипа 4 (16,4%).

В проведенной нами исследовательской работе особое внимание было уделено изучению показателей урожайности биотипов. Выяснилось, что по *урожаю с куста* биотипы сорта Баяншира сильно отличаются друг от друга. Этот показатель менялся в широком диапазоне: от 4,4 кг (биотип 6) до 12,4 кг (биотип 8). У биотипа 6 урожай с куста по сравнению со всеми остальными биотипами оказался очень низким – 4,4 кг. У биотипов 1, 2 и 3 был отмечен средний урожай, колебавшийся в пределах 6,1–7,7 кг. Биотипы 4, 5, 7 и 8 отличались довольно высоким урожаем (9,8–12,4 кг). Как видим, всего один из биотипов показал низкий урожай. У этого биотипа были отмечены и другие недостатки, такие как низкая средняя масса грозди, чрезмерное осыпание цветков и сильное горошение ягод. Все остальные биотипы продемонстрировали высокий и очень высокий урожай. Поэтому мы рекомендуем их к внедрению в фермерские виноградарские хозяйства с целью дальнейшего размножения.

В результате последующих исследований было выявлено, что коэффициент плодоношения K_1 меняется в пределах 0,82–1,38. Самый низкий коэффициент плодоношения был отмечен у биотипа 6 (0,82) и биотипа 3 (0,86), а самый высокий – у биотипа 8 (1,38). У остальных биотипов коэффициент плодоношения составил: 1,14 (биотип 1), 1,26 (биотип 2), 1,30 (биотип 4), 1,38 (биотип 5) и 1,20 (биотип 7).

Коэффициент плодородности K_2 наивысшей отметки достиг у биотипа 8 (1,92). Самый низкий коэффициент плодородности был отмечен у биотипа 6 (1,15). По количеству плодородных побегов выделился биотип 8 (88,4%). По остальным биотипам количество плодородных побегов составило: 52,6% (биотип 1), 56,8% (биотип 2), 54,4% (биотип 3), 74,4% (биотип 4), 86,6% (биотип 5), 56,4% (биотип 6) и 85,2% (биотип 7).

На следующем этапе исследования нами велись наблюдения за прохождением фаз вегетации у изучаемых биотипов с целью установления *продолжительности вегетационного периода*. Выяснилось, что продолжительность периода вегетации у биотипов колеблется в пределах 152–174 дней. Самый длительный период вегетации был отмечен у биотипа 7 (174 дня), а самый короткий – у биотипа 6 (152 дня).

Помимо вышеперечисленных показателей, у исследуемых нами биотипов сорта винограда Баяншира было определено *содержание сухих веществ и количество титруемой кислотности*. Наибольшее содержание сухих веществ было отмечено у биотипа 6 (21,4 г/100 см³), наименьшее – у биотипа 8 (17,4 г/100 см³). Самый низкий показатель титруемой кислотности был зафиксирован у биотипа 6 (4,65 г/дм³), самый высокий – у биотипа 7 (8,02 г/дм³).

Известно, что средняя масса грозди не только определяет урожай, но и служит важным показателем для отбора биотипов по их морфологическим признакам. При определении *средней массы грозди* у исследуемых нами биотипов выяснилось, что по этому

показателю среди биотипов имеются определённые различия. Так, самый высокий показатель средней массы грозди был отмечен по биотипу 5 (444,8 г), а самый низкий – по биотипу 6 (208,6 г). По остальным биотипам показатель средней массы грозди составил: 286,4 г (биотип 1), 325,6 г (биотип 2), 314,4 г (биотип 3), 426,8 г (биотип 4), 368,8 г (биотип 7) и 438,6 г (биотип 8). Исходя из показателя средней массы грозди исследуемых биотипов, за исключением биотипа 6, были классифицированы как крупные и очень крупные (286,4–446,8 г), что является залогом формирования высокой урожайности и повышения хозяйственной ценности биотипов.

Поскольку гроздь образуется из ягод, их размер и количество определяют массу грозди. У изучаемых нами биотипов *количество ягод в грозди* менялось в пределах 126–268 штук. Наибольшее количество ягод в грозди было отмечено у биотипа 5 (268 шт.). Из-за большого количества ягод у этого биотипа средняя масса грозди оказалась более высокой, чем у других биотипов.

Масса одной ягоды по исследуемым биотипам варьировала в диапазоне от 2,08 г (биотип 1) до 3,06 г (биотип 5).

При определении *выхода сока* из ягод выяснилось, что у биотипа 8 самый высокий показатель выхода сока – 84,6%. Относительно высокие показатели были также отмечены у биотипа 5 (82,4%), биотипа 4 (77,4%) и биотипа 2 (72,4%). Наименьшее количество сока было получено по биотипу 6 – 48,4%.

На следующем этапе исследования нами изучалась *средняя длина побега и вызревание прироста*. Показатель роста кустов по биотипам, варьируя в пределах 236,8–386,6 см, соответственно составил: у биотипа 1 – 286,6 см, у биотипа 2 – 236,8 см, у биотипа 3 – 368,6 см, у биотипа 4 – 242,4 см, у биотипа 5 – 266,8 см, у биотипа 6 – 386,6 см, у биотипа 7 – 312,6 см и у биотипа 8 – 294,6 см. По степени вызревания побегов большого различия отмечено не было. Этот показатель варьировал в пределах 80,6–98,8%.

На завершающем этапе исследования нами была изучена перспективность биотипов сорта Баяншира по инновативной модели «идеальный сорт», включающей 14 показателей (табл. 2). Выяснилось, что у исследуемых биотипов общая оценка по показателям перспективности ниже максимальной оценки, предусмотренной моделью «идеальный сорт» (9 баллов). Так, общая оценка перспективности биотипов в баллах составила: 4,18 (биотип 6), 5,59 (биотип 3), 5,96 (биотип 1), 6,25 (биотип 7), 6,73 (биотип 4), 6,76 (биотип 2), 6,79 (биотип 5) и 6,89 (биотип 8). Как видим, наибольшее количество баллов набрал биотип 8 (6,89) а наименьшее – биотип 6 (4,18).

У всех биотипов по титруемой кислотности, коэффициентам K_1 и K_2 и морозоустойчивости количество баллов было низким, что в конечном итоге повлияло на их общую оценку.

Как показал анализ, выход сока у исследуемых биотипов составил 0,02 (биотип 6) – 0,14% (биотипы 2, 4, 5, 8), что значительно ниже показателя «идеаль-

Таблица 2. Оценка перспективности технического сорта винограда Баяншира по инновативной модели «идеальный сорт»

Table 2. Evaluation of prospects of wine grape variety 'Bayanshira' using the innovative "ideal variety" model

Коды дескрипторов МОВВ	Группа признаков и их оценка в баллах	Фенотипические признаки	Коэффициент поправки	Баллы по модели «идеального сорта»	Биотип 1	Биотип 2	Биотип 3	Биотип 4	Биотип 5	Биотип 6	Биотип 7	Биотип 8
233		Выход сока, %	0,02	0,18	0,10	0,14	0,10	0,14	0,14	0,02	0,10	0,14
505		Массовая концентрация сахаров в соке ягод, г/100 см ³	0,04	0,36	0,28	0,28	0,28	0,20	0,20	0,32	0,28	0,20
506		Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	0,04	0,36	0,12	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
304-1	Качество 4,5 балла	Показатель технической зрелости	0,06	0,54	0,42	0,42	0,42	0,42	0,54	0,54	0,54	0,54
-		Количество фенольных соединений, г/дм ³	0,05	0,45	0,35	0,45	0,35	0,45	0,25	0,35	0,45	0,35
-		Количество биологически активных веществ, г/дм ³	0,04	0,36	0,28	0,28	0,28	0,36	0,36	0,12	0,28	0,36
-		Дегустационная оценка в баллах	0,25	2,25	1,75	2,25	1,75	2,25	2,25	0,75	1,75	2,25
504		Урожай	0,15	1,35	1,35	1,35	1,05	1,35	1,35	0,75	1,35	1,35
153	Урожай 2,25 балла	K ₁ - коэффициент плодоношения	0,05	0,45	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10	0,05	0,10	0,10
153-1		K ₂ - коэффициент плодоносности	0,05	0,45	0,10	0,10	0,10	0,15	0,15	0,05	0,15	0,15
600		Морозоустойчивость	0,08	0,72	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
459	Устойчивость 2,25 балла	Устойчивость к серой гнили	0,03	0,27	0,15	0,09	0,05	0,15	0,15	0,21	0,09	0,15
452		Устойчивость к милдью	0,07	0,63	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
455		Устойчивость к оидиуму	0,07	0,63	0,35	0,49	0,35	0,35	0,49	0,21	0,35	0,49
Итого: 9 баллов		Общее количество баллов по биотипам			5,96	6,76	5,59	6,73	6,79	4,18	6,25	6,89

ного сорта» (0,18 %). Сахаристость сока ягод также была ниже, чем у «идеального сорта». Так, если сахаристость сока у «идеального сорта» составляет 0,36 балла, то у исследуемых нами биотипов этот показатель варьировал между 0,20 и 0,32 балла. Относительно небольшое количество баллов было набрано и по титруемой кислотности. По модели «идеальный сорт» титруемая кислотность у технических сортов винограда должна составлять 0,36 балла. У исследуемых нами биотипов этот показатель составил 0,20–0,12 балла. Количество баллов по технической зрелости у биотипов 5, 6, 7 и 8 составило 0,54, что соответствует показателю «идеального сорта». У остальных биотипов оценка по этому показателю составила 0,42 балла, т.е. оказалась ниже, чем у «идеального сорта». Количество фенольных соединений колебалось в пределах 0,25–0,45 балла. Самый низкий показатель

(0,25 балла) был отмечен у биотипа 5. У биотипов 2, 4 и 7 количество фенольных соединений составило 0,45 балла, что соответствует показателю «идеального сорта». Содержание биологически активных веществ у биотипов варьировало между 0,12 и 0,36 балла. По модели «идеальный сорт» содержание биологически активных веществ должно быть 0,36 балла. Дегустационная оценка у «идеального сорта» должна быть 2,25 балла. У исследуемых нами биотипов дегустационная оценка менялась в диапазоне 0,75–2,25 балла. Самая низкая оценка (0,75 балла) была у биотипа 6. Биотипы 2, 4, 5 и 8 показали достаточно высокие результаты (1,75, ...2,25 балла). По урожаю шесть биотипов соответствовали показателю «идеального сорта» (1,35 балла) и только у биотипов 3 и 6 урожай оказался ниже, чем у «идеального сорта» (1,05–0,75). По коэффициенту плодоношения (K₁)

исследуемые биотипы очень отстали от «идеального сорта». Так, коэффициент плодоношения у биотипов колебался в пределах 0,1–0,05, в то время как у «идеального сорта» он должен быть 0,45. Коэффициент плодоносности (K_2) у биотипов, меняясь в диапазоне 0,10–0,15, также оказался ниже, чем у «идеального сорта» (0,45). Показатель морозоустойчивости у всех биотипов составил 0,40, в то время как у «идеального сорта» он должен быть 0,72. Степень устойчивости к серой гнили по инновативной модели составляет 0,27. У биотипов же этот показатель варьировал между 0,05–0,21. Исследуемые биотипы отстали от «идеального сорта» и по степени устойчивости к милдью и оидиуму. Устойчивость к милдью у биотипов была оценена в 0,21 балла, что гораздо ниже, чем у «идеального сорта» (0,63). Стойкость к оидиуму по биотипам варьировала в пределах 0,21–0,49. По модели «идеальный сорт» оидиумоустойчивость должна быть на уровне 0,63.

Выводы

Исследованиями установлено, что в популяции сорта Баяншира встречаются биотипы, различающиеся между собой по морфологическим, биометрическим признакам листьев, гроздей и ягод, а также по ряду агробиологических и технологических показателей. В исследуемой популяции было выявлено 8 первичных биотипов Баяншира. Были изучены и оценены основные морфологические, биологические, технологические и экономические показатели этих биотипов. Выяснилось, что в биотипе 6 вследствие чрезмерного осыпания цветков и большого количества горошащихся ягод урожай с куста был низкий, товарные качества урожая – негодными. Это, в свою очередь, негативно отразилось на показателях перспективности этого генотипа. Так, если общая оценка перспективности у других биотипов колебалась в пределах 5,59–6,89 балла, у биотипа 6 этот показатель был значительно ниже и составил 4,18 балла. Урожай с куста у биотипа 6 был низкий и составил 4,4 кг, в то время как у других биотипов этот показатель был значительно выше – от 6,1 до 12,4 кг. У остальных биотипов, наряду с показателями урожая, показатели качества отвечали предъявленным требованиям. Является целесообразным их размножение и выращивание в хозяйственных условиях. Оценивание разнообразия в популяции Баяншира, наряду с предоставляемой возможностью выявления отрицательных и положительных биотипов, готовит почву для повышения урожайности и качества насаждений этого сорта, очистки популяции от растений с различными наследственными патологиями.

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Бабаев Т.А. Азербайджан – древний очаг виноградарства. Баку: Азербайджанский Государственный Университет. 1988:1-86 (на азербайджанском).
2. Эфендиев М.М. Виноградарство в Азербайджане. Баку: Азербайджанское государственное издательство. 1972:1-187 (на азербайджанском).
3. Ибрагимов Н.А. Технология азербайджанских вин. Баку. 1998:1-319 (на азербайджанском).
4. Асадуллаев А., Сулейманов Дж., Велиев С. Повышение урожайности и улучшение качества винограда. Баку: Азербайджанское государственное издательство. 1981:1-218 (на азербайджанском).
5. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Мобилизация, сохранение и пополнение генетических ресурсов винограда донской ампелографической коллекции имени Я.И. Потапенко в 2019 году // Русский виноград. 2020;14:30-36. DOI 10.32904/2712-8245-2020-14-30-36.
6. Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимова В.А., Сивочуб Г.В. Автохтонные сорта винограда: актуальность и перспективы использования в виноделии // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(4):349-360. DOI 10.34919/IM.2022.64.77.008.
7. Ильницкая Е.Т., Шелудько О.Н., Макаркина М.В. Молекулярно-генетическая и химико-технологическая характеристика сорта винограда Дмитрий // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):235-241. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.006.
8. Лиховской В.В., Зармаев А.А., Полулях А.А., Волынкин В.А., Гориславец С.М., Рисованная В.И., Борисенко М.Н., Сапсай А.О. Ампелография аборигенных и местных сортов Крыма: монография под ред. Лиховского В.В. Симферополь: ООО «Форма». 2018:1-140.
9. Ильницкая Е.Т., Наумова Л.Г., Ганич В.А., Токмаков С.В., Макаркина М.В. Генетический полиморфизм редких и малораспространенных аборигенных донских генотипов *Vitis vinifera* L. // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):191-197. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.002.
10. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Выделение и изучение биотипов в популяции сорта винограда Мускат янтарный // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(1):16-18.
11. Salimov V., Musayev M., Asadullayev R. Ampelographic characteristics of Azerbaijani local grape varieties. *Vitis*. 2015;54:121-123.
12. Зармаев А.А., Борисенко М.Н. Селекция, генетика винограда и ампелография. От теории к практике. Симферополь: ООО «Форма». 2018:1-330.
13. Салимов В.С. Ампелографический скрининг винограда. Баку: Зардаби нешр. 2022:1-318 (на азербайджанском).
14. Масюкова О.В. Методы селекционно-генетических исследований плодовых пород. Кишинев: Штиинца. 1973:1-48.
15. Трошин Л.П., Маградзе Д.Н. Ампелографический скрининг генофонда винограда. Краснодар: КГАУ. 2013:1-120.
16. Пытель И.Ф., Волынкин В.А., Олейников Н.П. Реализация моделей селекционных сортов винограда технического направления в ГБУ ННИИВИБ «Магарач» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;3:74-75.
17. Second Edition of the OIV Descriptor List for Grape Varieties and *Vitis* Species. Paris: Office International de la Vigne et du Vin (O.I.V.). 2013:1-56.

References

1. Babaev T.A. Azerbaijan is an ancient center of viticulture. Baku: Azerbaijan State University. 1988:1-86 (in Azerbaijanian).
2. Efendiyev M.M. Viticulture in Azerbaijan. Baku: Azerbaijan State Publishing House. 1972:1-187 (in Azerbaijanian).

3. Ibragimov N.A. Technology of Azerbaijani wines. Baku: 1998:1-319 (*in Azerbaijanian*).
4. Asadullayev A., Suleymanov J., Veliyev S. Increasing of cropping capacity and improving of grape quality. Baku: Azerneshr. 1981:1-218 (*in Azerbaijanian*).
5. Naumova L.G., Ganich V.A. Mobilization, conservation and replenishment of grapevine genetic resources of Ya.I. Potapenko Don Ampelographic Collection in 2019. Russian Grapes. 2020;14:30-36. DOI 10.32904/2712-8245-2020-14-30-36 (*in Russian*).
6. Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V. Autochthonous grapevine varieties: relevance and prospects of use in winemaking. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(4):349-360. DOI 10.34919/IM.2022.64.77.008 (*in Russian*).
7. Ilnitskaya E.T., Sheludko O.N., Makarkina M.V. Molecular-genetic and chemical-technological characteristics of 'Dmitry' grape variety. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):235-241. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.006 (*in Russian*).
8. Likhovskoi V.V., Zarmaev A.A., Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Gorislavets S.M., Risovannaya V.I., Borisenko M.N., Sapsai A.O. Ampelography of indigenous and local varieties of Crimea: a monograph. Edited by Likhovskoi V.V. Simferopol: LLC Forma. 2018:1-140 (*in Russian*).
9. Ilnitskaya E.T., Naumova L.G., Ganich V.A., Tokmakov S.V., Makarkina M.V. Genetic polymorphism of rare and less common autochthonous Don grapevine varieties *Vitis vinifera* L. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;21(3):191-197. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.002 (*in Russian*).
10. Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. The isolation and study of the biotypes in the population of cv. 'Muscat yantarnyi' grapevine. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;21(1):16-18 (*in Russian*).
11. Salimov V., Musayev M., Asadullayev R. Ampelographic characteristics of Azerbaijani local grape varieties. Vitis. 2015;54:121-123.
12. Zarmaev A.A., Borisenko M.N. Breeding, grape genetics and ampelography. From the theory to practice. Simferopol: LLC Forma. 2018:1-330 (*in Russian*).
13. Salimov V.S. Ampelographic screening of grapes. Baku: Zardabi Neshr. 2022:1-318 (*in Azerbaijanian*).
14. Masyukova O.V. Methods of selection-genetic research in horticulture. Kishinev: Shiintsa. 1973:1-48 (*in Russian*).
15. Troshin L.P., Magradze D.H. Ampelographic screening of grape genepool. Krasnodar: KSAU. 2013:1-120 (*in Russian*).
16. Pytel I.F., Volynkin V.A., Oleinikov N.P. Implementation of models selected varieties of grapes in the technical direction of the Institute for Vine and Wine "Magarach". Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;3:74-75 (*in Russian*).
17. Second Edition of the OIV Descriptor List for Grape Varieties and *Vitis* Species. Paris: Office International de la Vigne et du Vin (O.I.V.). 2013:1-56.

Информация об авторах

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

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

Турана Гошгаровна Гусейнова, зав. лабораторией технологий интегрированной защиты; e-мейл: turanahuseynova95@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0542-1336>;

Нурия Яшаровна Гусейнзаде, науч. сотр. отдела ампелографии, селекции и питомниководства; e-мейл: nuriyahuseynzada@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0099-946X>;

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

Рейхан Рамизовна Ибрагимли, науч. сотр. отдела переработки винограда и технологии вина; e-мейл: reyhan-ibrahimli@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-9253-9981>.

Information about authors

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

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

Turana G. Huseynova, Head of the Laboratory of Integrated Protection Technologies; e-mail: turanahuseynova95@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-0542-1336>;

Nuriyya Y. Huseynzade, Staff Scientist, Department of Ampelography, Selection and Nursery; e-mail: nuriyahuseynzada@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0099-946X>;

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

Reyhan R. Ibrahimli, Staff Scientist, Department of Grape Processing and Wine Technology; e-mail: reyhan-ibrahimli@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0008-9253-9981>.

Статья поступила в редакцию 03.10.2023, одобрена после рецензии 02.11.2023, принята к публикации 22.11.2023.

Влияние генотипа и регуляторов роста на развитие растений из зиготических зародышей недоразвитых семян винограда в культуре *in vitro*

Зленко В.А.¹, Павлова И.А.^{1✉}, Клименко В.П.¹, Лушчай Е.А.¹, Абдурашитова А.С.¹, Григоренко М.И.¹, Авидзба А.М.²

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

²Российская академия наук, Секция хранения и переработки сельскохозяйственной продукции, г. Москва, Россия.

✉pavlovairinal965@gmail.com

Аннотация. Семена, полученные путем скрещиваний соматклонов сортов Сфинкс и Рута с соматклоном гибридной формы Е-342, сортом Мускат Крыма и сеянцем ТТ-2, выделены из ягод на стадии начала созревания, продезинфицированы и разрезаны поперек в стерильных условиях с целью изучения влияния генотипа и регуляторов роста на развитие растений из зиготических зародышей. Затем сегменты семян с зародышами высажены в варианты жидкой среды РГ (1995) с добавкой: 10 мг/л тиамина, 5 мг/л никотиновой кислоты, 5 мг/л парааминобензойной кислоты и 5 мг/л Са-пантотената, которые различались содержанием регуляторов роста: 5 мг/л кинетина, 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина (БАП), 5 мг/л β-индолилмасляной кислоты (ИМК) и 0,2 мг/л гибберелловой кислоты (ГАЗ) в различных комбинациях (I этап). Развивающиеся проростки пересаживали на твердую безгормональную среду РГ для развития из них растений-сеянцев (II этап). Растения с недостаточно развитыми побегами снова пересаживали в жидкую модифицированную среду РГ, но с добавкой 1,5 мг/л БАП (III этап). Для образования способных к укоренению побегов, развившихся из проростков, агрегаты почек и побегов субкультивировали в безгормональную среду РГ (IV этап). Затем эти побеги высаживали на твердую безгормональную среду РГ для развития из них растений-сеянцев в культуре *in vitro* (V этап). Зиготические зародыши из семян (без эндосперма) (92 дня после опыления) скрещивания соматклона № 49 Рута x Мускат Крыма прорастали и развивали на первом и втором этапах культивирования в вариантах жидких сред. Для развития полноценных растений из недоразвитых зародышей из семян (61 день после опыления), полученных в результате скрещиваний, в которых в качестве материнских форм были использованы соматклоны № 87 и № 89 Сфинкс, требовалось 2–5 этапов.

Ключевые слова: проростки; кинетин; 6-бензиламинопурина; β-индолилмасляная кислота; гибберелловая кислота; соматклон; сорт; каллус; побег.

Для цитирования: Зленко В.А., Павлова И.А., Клименко В.П., Лушчай Е.А., Абдурашитова А.С., Григоренко М.И., Авидзба А.М. Влияние генотипа и регуляторов роста на развитие растений из зиготических зародышей недоразвитых семян винограда в культуре *in vitro* // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):334-340. DOI 10.34919/IM.2023.90.97.002.

ORIGINAL RESEARCH

The effect of genotype and growth regulators on the development of plants from zygotic embryos of underdeveloped grape seeds in the culture *in vitro*

Zlenko V.A.¹, Pavlova I.A.^{1✉}, Klimenko V.P.¹, Lushchay E.A.¹, Abdurashitova A.S.¹, Grigorenko M.I.¹, Avidzba A.M.²

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

²Russian Academy of Sciences, Section of Storage and Processing of Agricultural Products, Moscow, Russia.

✉pavlovairinal965@gmail.com

Abstract. The seeds obtained in crossing of somaclones of 'Sphinx' and 'Ruta' varieties with hybrid somaclone E-342, 'Muscat Kryma' variety and TT-2 seedling, were isolated from berries at the beginning of ripening, disinfected and cross-cut under sterile conditions in order to study the effect of genotype and growth regulators on the development of plants from zygotic embryos. Then seed segments with embryos were planted in liquid PG medium variants (1995) with adding 10 mg/l thiamine, 5 mg/l nicotinic acid, 5 mg/l paraaminobenzoic acid, and 5 mg/l Ca-pantothenate, which differed in the content of growth regulators: 5 mg/l kinetin, 0.5 mg/l 6-benzylaminopurine (BAP), 5 mg/l β-indolylbutyric acid (IBA), and 0.2 mg/l gibberelic acid (GA₃) in different combinations (stage I). Germinating seedlings were replanted into a solid hormone-free PG medium for the development of plants-seedlings from them (stage II). Plants with insufficiently developed shoots were replanted again into a modified liquid PG medium, but with adding 1.5 mg/l BAP (stage III). In order to produce rootable shoots developed from seedlings, aggregates of buds and shoots were subcultured into a hormone-free PG medium (stage IV). Then these shoots were planted in a solid hormone-free PG medium for the development of plants-seedlings from them in the culture *in vitro* (stage V). Zygotic embryos from seeds (without endosperm) (92 days after pollination) of crossing somaclone No. 49 'Ruta' x 'Muscat Kryma' germinated and developed at the first and second stages of cultivation in liquid media variants. For the development of full-value plants from underdeveloped embryos of seeds (61 days after pollination), obtained as a result of crosses with somaclones No. 87 and No. 89 'Sphinx' used as maternal forms, 2–5 stages were required.

Key words: germinating seedlings; kinetin; 6-benzylaminopurine; β-indolylbutyric acid; gibberelic acid; somaclone; variety; callus; shoot.

For citation: Zlenko V.A., Pavlova I.A., Klimenko V.P., Lushchay E.A., Abdurashitova A.S., Grigorenko M.I., Avidzba A.M. The effect of genotype and growth regulators on the development of plants from zygotic embryos of underdeveloped grape seeds in the culture *in vitro*. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):334-340. DOI 10.34919/IM.2023.90.97.002 (in Russian).

Введение

Различные технологии, позволяющие индуцировать развитие зиготического зародыша, извлеченного из оплодотворенной семяпочки, известны как «эмбриоспасение» [1]. Эти технологии в настоящее время широко используются в программах селекции столового винограда, обеспечивая относительно высокую частоту развития зародыша (в среднем 50 %). Использование технологии эмбриоспасения в селекции столового винограда привело к созданию инновационных сортов и ускорению селекционного процесса. Многие новые сорта были получены методом спасения эмбрионов в Соединенных Штатах, Аргентине, Китае, Японии, Италии, Индии и Австралии [2, 3]. Стеноспермокарпические сорта винограда используют в качестве материнской формы в скрещиваниях с семенными и бессемянными опылителями [4–9]. Эффективность технологии зависит от генотипов родительских пар, периода после опыления, среды культивирования, биологически активных веществ, условий культивирования. В последнее время эти технологии используют для получения бессемянного потомства при скрещивании родительских пар разной ploidy. Результаты исследований показывают, что использование технологии эмбриоспасения может повысить эффективность селекции на тетраплоидном и гипотетраплоидном уровне [10, 11].

Покой семян винограда замедляет ход многих селекционных программ, что приводит к низкой однородности и низкому проценту всхожести. Культуру семян *in vitro* используют в качестве эффективной системы, способствующей ускорению процессов прорастания и развития растений [12].

Цель исследования – разработка системы *in vitro* получения растений из зиготических зародышей недоразвитых семян на основе изучения влияния генотипа и регуляторов роста на процессы развития морфологических структур.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования служили семена винограда, полученные в результате гибридизации. В качестве материнских форм использованы соматклоны (№ 87 и № 89) сорта винограда Сфинкс (обоеполюй тип цветка), сорта Рута (№ 49) (женский тип цветка), полученные путем соматического эмбриогенеза из клеток суспензионных культур, обработанных колхицином [13]. В качестве опылителей выступили: соматклон № 97 бессемянной гибридной формы Е-342, сорт Мускат Крыма и гибридная форма ТТ-2 (Тимур х Ташлы). Семена с недоразвитым зародышем были выделены в фазу начала созревания ягоды. У соматклонов № 87 и № 89 Сфинкс (сверххранний срок созревания) семена собраны на 61 день, у соматклона № 49 Рута (поздний срок созревания) – на 92 день после опыления соответственно. Для введения в культуру использовали только гибридные семена № 49 Руты без эндосперма (при замачивании в воде они всплывают).

Семена были выделены из ягод, продезинфицированы 96 % спиртом-ректификатом в течение 20 с,

затем диоцидом в течение 12 мин, промыты три раза стерильной H_2O в течение 30 мин. В стерильных условиях в чашках Петри отсекали халазальную часть и сегменты семян с зародышами. Высаживали по разработанной ранее методике в разные варианты жидкой среды РG с добавкой 10 мг/л тиамин, 5 мг/л никотиновой кислоты, 5 мг/л парааминобензойной кислоты, 5 мг/л Са-пантотената, 20 г/л сахарозы и регуляторов роста: цитокининов 5 мг/л (кинетин и 0,5 мг/л 6-бензиламинопурина (БАП)), ауксина 5 мг/л β -индолилмасляной кислоты (ИМК) и 0,2 мг/л гибберелловой кислоты в различных комбинациях (I этап, табл. 1, 2) [14, 15].

После трех месяцев культивирования, проростки были пересажены на твердую безгормональную среду РG (1995) с добавкой 20 г/л сахарозы и 7 г/л агара. После 40 дней развития на твердой среде была проведена оценка влияния различных регуляторов роста в вариантах жидких сред (I этап) на показатели развития побегов и корней у проростков на твердой безгормональной среде РG (II этап).

Зародыши в семенах материнской формы соматклона № 49 Рута были на более поздней стадии развития, поэтому у проростков лучше образовались корни и побеги на I и II этапах по сравнению с зародышами соматклонов № 87 и № 89 Сфинкс. В зависимости от вариантов сред I этапа и отцовской формы, применяемой в скрещиваниях, у зародышей соматклонов № 87 и № 89 Сфинкс 81 % проростков не образовывал полноценных побегов на II этапе. Такие проростки пересаживали из твердой безгормональной среды РG в жидкую среду РG с добавкой 5 мг/л никотиновой кислоты, 5 мг/л Са-пантотената, 170 мг/л $NaH_2PO_4 \cdot x H_2O$, 1,5 мг/л БАП и 20 г/л сахарозы (30 дней культивирования, III этап, рис. 2.1). Образовавшиеся из проростков агрегаты пролиферирующих почек или побегов субкультивировали в жидкую безгормональную среду РG (IV этап, рис. 2.2, 2.3). Затем побеги высаживали на безгормональную среду РG для их укоренения и развития растений в культуре *in vitro* (V этап, рис. 2.4).

На каждый вариант жидкой среды I этапа высаживали по 6–9 зародышей (отрезанных частей семян с зародышами) каждого скрещивания. НСР рассчитывали с применением Excel, $P=0,05$.

Результаты и их обсуждение

У многих проростков, полученных из зиготических зародышей от скрещивания № 49 Рута х Мускат Крыма, уже на I этапе в вариантах жидких сред (табл. 1, рис. 1.3) развивались побеги и корни. У растений, полученных из зиготических зародышей, после пересадки на твердую безгормональную среду РG (II этап) наблюдалась сильная зависимость от их генотипа и в меньшей степени от варианта жидкой среды, в которой их культивировали первоначально на I этапе (табл. 1, рис. 1).

Зародыши различались по их генетически детерминированной способности или к образованию единичных побегов, или единичным почкам, из которых не развились побеги, или конгломератом почек и

Таблица 1. Влияние регуляторов роста на развитие растений из зародышей семян с неразвитым эндоспермом популяции Рута соматклон № 49 х Мускат Крыма на I и II этапах культивирования

Table 1. The effect of growth regulators on the development of plants from seed embryos with undeveloped endosperm of the population 'Ruta' somaclone No. 49 x 'Muscat Kryma' at stages I and II of cultivation

Концентрация регуляторов роста (I этап), мг/л	Длина побегов и корней развившихся у проростков на I этапе, см		Развитие растений из проростков после их пересадки на твердую среду РГ без регуляторов роста, II этап		
	длина побегов, см	длина корней, см	длина побегов, см	доличество корней, шт.	длина корней, см
Кинетин-5	2,4	4,5	3,2	3,7	6,3
Кинетин-5; ГА ₃ -0,2	3,4	6,0	5,0	5,0	14,0
Кинетин-5; ИМК-5	2,8	1,7	4,0	4,3	2,3
Кинетин-5; ИМК-5; ГА ₃ -0,2	2,3	5,0	3,2	6,3	7,0
БАП-0,5	1,8	2,3	2,1	2,0	3,9
БАП-0,5; ГА ₃ -0,2	1,7	4,0	2,5	2,0	5,6
БАП-0,5; ИМК-5	2,0	1,5	3,0	1,0	2,0
БАП-0,5; ИМК-5; ГА ₃ -0,2	0,3	6,2	0,6	6,0	8,0
НСР	0,8	1,6	1,1	1,7	3,2



1.1

1.2

1.3

1.4

Рис. 1. Развитие проростков и растений из зародышей семян (I и II этапы). I этап: 1.1 – № 89 Сфинкс х № 97 Е-342, 5 мг/л кинетина; 1.2 – № 87 Сфинкс х Мускат Крыма, 5 мг/л кинетина и 0,2 мг/л ГА₃; 1.3 – № 49 Рута х Мускат Крыма, 5 мг/л кинетина и 5 мг/л ИМК. II этап: 1.4 – №89 Сфинкс х №97 Е-342, 5 мг/л кинетина (I этап) → твердая безгормональная среда РГ, развитие растений из проростков

Fig. 1. Development of germinating seedlings and plants from seed embryos (stages I and II). Stage I: 1.1 – No. 89 'Sphinx' x No. 97 E-342, 5 mg/l kinetin; 1.2 – No. 87 'Sphinx' x 'Muscat Kryma', 5 mg/l kinetin and 0.2 mg/l GA₃; 1.3 – No. 49 'Ruta' x 'Muscat Kryma', 5 mg/l kinetin and 5 mg/l IBA. Stage II: 1.4 – No. 89 'Sphinx' x No. 97 E-342, 5 mg/l kinetin (Stage I) → solid hormone-free PG medium, development of plants from germinating seedlings

очень коротких побегов у проростков на I и II этапах. Поэтому для развития побегов из почек у таких проростков их пересаживали в жидкую модифицированную среду РГ с добавкой 1,5 мг/л БАП (III этап).

Для образования способных к укоренению удлиненных побегов с листьями агрегаты почек и укороченных побегов субкультивировали в жидкую безгормональную среду РГ, и только потом побеги отсекали от агрегатов (IV этап) и высаживали на твердую безгормональную среду РГ, на которой из них развивались полноценные растения (V этап, рис. 2).

Этапы этого процесса у проростков из зародышей семян различных скрещиваний представлены на рис. 3: пролиферация побегов в жидкой модифицированной среде РГ с добавкой 1,5 мг/л БАП у пророст-

ка скрещивания № 49 Рута х Мускат Крыма (III этап), развившегося в варианте жидкой модифицированной среды РГ с добавкой 0,5 мг/л БАП и 5 мг/л ИМК на I этапе (рис. 3.1); образование побегов, способных к укоренению, из агрегата почек у проростка скрещивания № 87 Сфинкс х ТТ-2 после субкультивирования в варианты модифицированных жидких сред РГ: 0,5 мг/л БАП, 5 мг/л ИМК и 0,2 мг/л ГА₃ (I этап) → 1,5 мг/л БАП (III этап) → без регуляторов роста (IV этап, рис. 3.2); у проростка скрещивания № 49 Рута х Мускат Крыма субкультивирования те же, но на I этапе вариант среды с 5 мг/л кинетина и 5 мг/л ИМК (IV этап, рис. 3.3); развитие растений скрещивания № 89 Сфинкс х № 97 Е-342 после субкультивирования в жидких вариантах сред: 5 мг/л кинетина

(I этап) → 1,5 мг/л БАП (III этап) → без регуляторов роста (IV этап); отчленение побегов от агрегата почек и их высадка на твердую безгормональную среду РГ (V этап, рис. 3.4).

У сверххранних форм винограда до созревания ягод не успевают образоваться полноценные зародыши в семенах (недоразвитые зародыши) и поэтому они характеризуются низкой всхожестью [16]. Из зародышей семян от скрещиваний, в которых материнскими формами были соматклоны № 87 и № 89 Сфинкс, полноценные побеги образовывались на II этапе после пересадки проростков на твердую безгормональную среду РГ. У некоторых проростков наблюдалась пролиферация почек вместо развития побегов, поэтому требовались последовательные пересадки в жидкую модифицированную среду РГ, содержащую 1,5 мг/л БАП (III этап, рис. 3.1). Способные к укоренению побеги выращивали после субкультивирования агрегатов почек в жидкую безгормональную среду РГ (IV этап, рис. 3.2, 3.3). Затем для дальнейшего развития растений отделяли от этих агрегатов побеги и высаживали их на твердую безгормональную среду РГ (V этап, рис. 2.4). Совместная добавка гибберелловой кислоты в варианты сред с БАП на первом этапе не угнетала развитие побегов у проростков на II этапе по сравнению с кинетином. В вариантах сред с кинетином положительный эффект на развитие побегов и корней у проростков оказывала ИМК. Совместное добавление ИМК с БАП и гибберелловой кислоты с кинетином и БАП (в меньшей степени) оказало отрицательный эффект. Зародыши и проростки превращались в каллус (табл. 2).

Для развития растений из семян с недоразвитым эндоспермом или с несозревшими зародышами, взятых из ягод в начале их созревания, может применяться методика культивирования *in vitro* зиготических зародышей путем дезинфекции семян, отсекания халазальной части и высадки сегментов семян с зародышами в жидкую среду [14]. В зависимости от стадий

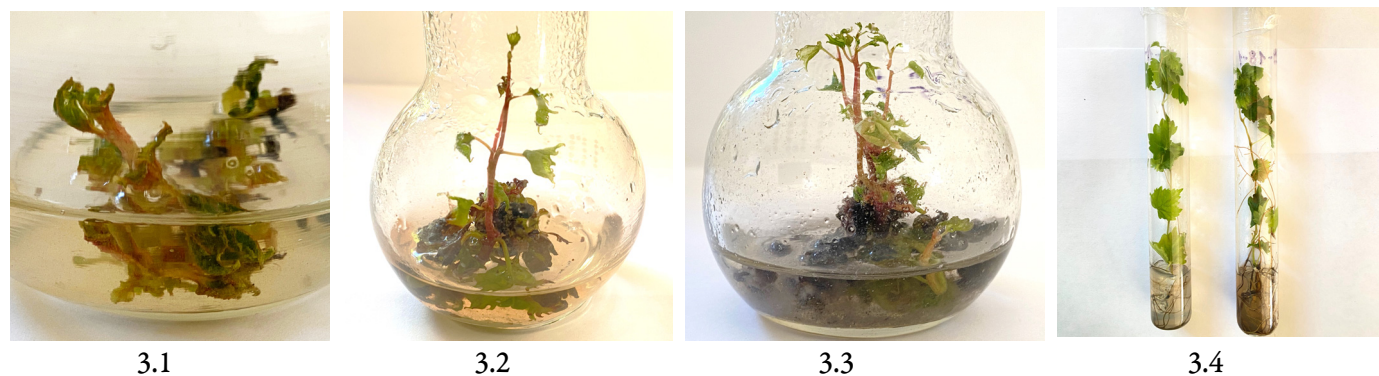


Рис. 3. Этапы получения растений из проростков, у которых не развились почки или побеги из почек на I этапе культивирования: 3.1 – пролиферация почек и побегов в варианте жидкой модифицированной среды РГ с добавкой 1,5 мг/л БАП (III этап); 3.2 и 3.3 – соответственно развитие единичных или многочисленных побегов из агрегатов почек в жидкой безгормональной среде РГ (IV этап); 3.4 – развитие растений-сеянцев на твердой безгормональной среде РГ из укорененных побегов (V этап)

Fig. 3. Stages of obtaining plants from germinating seedlings that did not develop buds or shoots from buds at stage I of cultivation: 3.1 – proliferation of buds and shoots in a modified liquid PG medium with adding 1.5 mg/l BAP (stage III); 3.2 and 3.3 – respectively, the development of single or numerous shoots from bud aggregates in a liquid hormone-free PG medium (stage IV); 3.4 – the development of plants-seedlings in a solid hormone-free PG medium from rooted shoots (stage V)

Сегмент семени
с зародышем

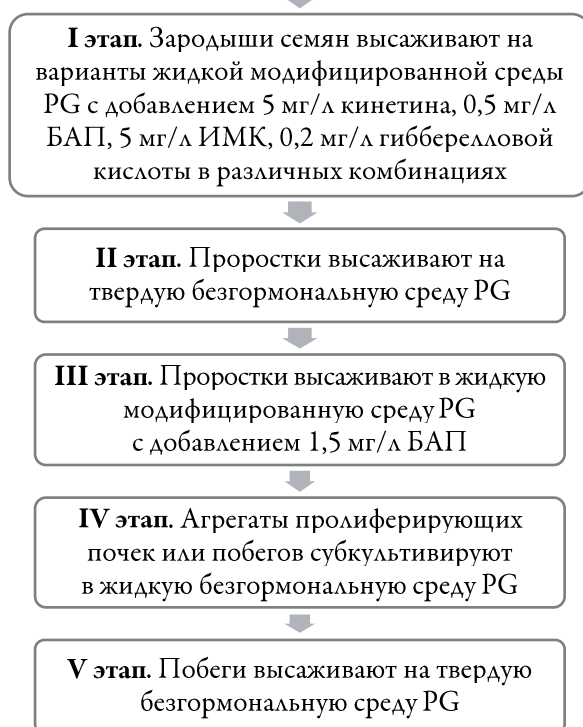


Рис. 2. Схема получения растений из зиготических зародышей винограда в условиях *in vitro*

Fig. 2. Scheme of obtaining plants from zygotic grape embryos in the conditions *in vitro*

развития зиготических зародышей в семенах, необходимо присутствие в среде разных регуляторов роста. Добавка БАП и кинетина с ИМК на первом этапе оказывала положительный эффект на развитие растений из зиготических зародышей от скрещивания № 49 Рута х Мускат Крыма.

Присутствовавшие во всех вариантах жидких

Таблица 2. Влияние регуляторов роста, добавленных в жидкую модифицированную среду PG (I этап), на развитие растений из недоразвитых зародышей после пересадки на твердую безгормональную среду PG (II этап)

Table 2. The effect of growth regulators added to a modified liquid PG medium (stage I) on the development of plants from underdeveloped embryos after re-planting into a solid hormone-free PG medium (stage II)

Концентрация регуляторов роста (I этап), мг/л	Развитие растений из проростков после их пересадки на твердую среду PG без регуляторов роста, II этап											
	длина побегов, см образование каллуса (к)				количество корней, шт.				длина корней, см			
	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
Кинетин-5	1,5	0,3	1,8	0,0	4,0	2,0	2,0	0,0	9,0	0,5	0,7	0,0
Кинетин-5; GA ₃ -0,2	0,0к	0,0	0,0	0,3к	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Кинетин-5; ИМК-5	0,9	4,0	3,0	0,0	5,0	5,0	3,0	0,0	10,0	5,0	1,0	0,0
Кинетин-5; ИМК-5; GA ₃ -0,2	0,0к	2,5	0,3	2,3	0,0	2,0	0,0	4,3	0,0	3,0	0,0	3,8
БАП-0,5	3,0	0,0	2,0	0,3	1,0	0,0	1,0	1,0	14,0	0,0	0,5	1,8
БАП-0,5; GA ₃ -0,2	7,0	0,0к	3,0	0,3к	4,0	0,0	0,0	0,0	13,0	0,0	0,0	0,0
БАП-0,5; ИМК-5	0,0	0,3	1,0к	0,3	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,7
БАП-0,5; ИМК-5; GA ₃ -0,2	0,3к	2,0	0,6	0,0к	2,0	1,0	1,0	0,0	7,0	12,0	1,0	0,0
НСР	2,0	1,3	1,0	0,6	1,7	1,5	0,9	1,2	4,9	3,5	0,4	1,2

Примечания: А – № 87 Сфинкс х № 97 Е-342; Б – № 87 Сфинкс х сеянец ТТ-2; В – № 89 Сфинкс х № 97 Е-342; Г – № 89 Сфинкс х Мускат Крыма

сред первого этапа цитокинины кинетин или БАП стимулировали образование проростков, а также индуцировали развитие побегов. Дополнительные добавки ГА или ИМК позволяли: улучшить образование и рост побегов и корней; вызвать превращение некоторых зародышей в каллус из гибридных семян соматоклонов № 87 и № 89 сорта Сфинкс. Среди полученного генеративного потомства было настолько сильное генетическое разнообразие по способности образовывать побеги и корни у проростков, что у некоторых из них этот процесс проходил на II этапе, а у других на III, IV или V этапах.

Выводы

Цитокинины кинетин и БАП стимулируют образование проростков из зиготических зародышей, а дополнительные добавки в варианты сред ауксина ИМК или гиббереловой кислоты способствуют как развитию побегов и корней у проростков, так и вызывают образование каллуса.

Способность к образованию побегов и корней у проростков из зрелых зародышей семян (92 дня после опыления) с недоразвитым эндоспермом скрещивания соматоклона № 49 Рута х Мускат Крыма в большей мере зависела от их генотипа, чем от присутствия различных регуляторов роста в вариантах сред.

У семян от скрещивания сверххранных материнских форм соматоклонов № 87 и № 89 Сфинкс недоразвитые зародыши характеризовались не только их генетически детерминированной способностью к об-

разованию проростков, побегов, корней и каллуса, но и влиянием различных регуляторов роста в вариантах сред на эти процессы. Варианты сред с добавкой 5 мг/л кинетина, или 5 мг/л кинетина с 5 мг/л ИМК, или 5 мг/л БАП не вызывали превращение в каллус зародышей из семян скрещиваний материнских форм соматоклонов № 87 и № 89 Сфинкс.

Большинство более зрелых зародышей материнской формы соматоклона № 49 Рута превращались в проростки и образовывали растения на I и II этапах, тогда как для сверххранных материнских форм соматоклонов № 87 и № 89 Сфинкс для развития растений-сеянцев требовалось больше субкультивирований на различные варианты сред.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2023-0009.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2023-0009.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Dalla Costa L., Malnoy M., Lecourieux D., Deluc L., Ouaked-Lecourieux F., Thomas M.R., Torregrosa L.J. The state-of-the-art of grapevine biotechnology and new breeding technologies

- (NBTs). *OENO One*. 2019;53(2):205-228. DOI 10.20870/oeno-one.2019.53.2.2405.
2. Chatbanyong R., Torregrosa L. A highly efficient embryo rescue protocol to recover a progeny from the microvine. *Vitis*. 2015;54(1):41-46.
3. Razi M., Jalili Marandi R., Doulati Baneh H., Hosseini B., Darvishzadeh R. Effect of paternal genotypes sprays with BA and IAA concentration on embryo rescue of F1 progenies from 'Askari' (*Vitis vinifera* L.) cultivar. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2013;15(5):1023-1032.
4. Li S., Keke L., Yu S., Ji S., Chen S., Fu Y., Sun F., Luo Q., Wang Y. The process of embryo abortion of stenospermocarpic grape and it develops into plantlet *in vitro* using embryo rescue. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2020;143(2):389-409. DOI 10.1007/s11240-020-01926-y.
5. Ismail A.S.M., El-Bassel E.H., Khalil B.M. In vitro embryo rescue of flame seedless grape. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2021;21(2):98-107. DOI 10.5829/idosi.aejaes.2021.98.107.
6. Menezes F., Silva E.M., Yano-Melo A.M., Souza Leão P.C., Melo N.F. Immature embryo rescue and *in vitro* development evaluation of intraspecific hybrids from Brazilian seedless grapevine "Superior × Thompson" clones Eiryanne. *American Journal of Plant Sciences*. 2014;05(13):1956-1960. DOI 10.4236/ajps.2014.513209.
7. Jiao Y., Li Z., Xu K., Guo Y., Zhang C., Li T., Jiang Y., Liu G., Xu Y. Study on improving plantlet development and embryo germination rates in *in vitro* embryo rescue of seedless grapevine. *New Zealand journal of crop and horticultural science*. 2018;46(1):39-53. DOI 10.1080/01140671.2017.1338301.
8. Giancaspro A., Mazzeo A., Carlomagno A., Gadaleta A., Somma S., Ferrara G. Optimization of an *in vitro* embryo rescue protocol for breeding seedless table grapes (*Vitis vinifera* L.) in Italy. *Horticulturae*. 2022;8(2):121. DOI 10.3390/horticulturae8020121.
9. Valdez J.G., Ulanovsky S. *In vitro* germination of stenospermic seeds from reciprocal crosses (*Vitis vinifera* L.) applying different techniques. *Vitis*. 1997;36(3):105-107. DOI 10.5073/vitis.1997.36.105-107.
10. Kim S.H., Kwon J.H., Park Y.S., Heo J.Y. *In vitro* embryo rescue for the production of hypotetraploids after cross between hypotetraploid and tetraploid grape cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2020;48(1):503-508. DOI 10.15835/nbha48111795.
11. Liu Q., Zhang J., Wang Y., Yu D., Xia H. Breeding for cold-resistant, seedless grapes from Chinese wild *Vitis amurensis* using embryo rescue. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2016;44(2):136-151. DOI 10.1080/01140671.2016.1153489.
12. Generoso A.L., Viana A.P., Carvalho V.S., Costa Júnior O.D. *In vitro* germination to overcome dormancy in seeds of 'Red Globe', 'Italia' and 'Niagara Rosada' grapes. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2019;41(5):e-495. DOI 10.1590/0100-29452019495.
13. Зленко В.А., Клименко В.П., Павлова И.А., Луцшай Е.А., Петухова А.В., Абурашитова А.С., Лиховской В.В. Сомаклональная изменчивость растений винограда, регенерированных из колхичинированных клеток суспензионных культур // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2020;22(3):190-195. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.001.
14. Зленко В.А., Котиков И.В., Трошин Л.П., Павлова И.О. Пат. 17919А Украина, МПК 6 АО1Н4/00, АО1Н1/04. Спосіб вирощування рослин з важко пророщуваного насіння і відбору стійких генотипів на рівні зародків / Україна. № 95010191; Заявл. 11.01.95; Опубл. 03.06.97. 1997;5:3.1.18-3.1.19.
15. Zlenko V.A., Troshin L.P., Kotikov I.V. An optimized medium for clonal micropropagation of grapevine. *Vitis*. 1995;34(2):125-126. DOI 10.5073/vitis.1995.34.125-126.
16. Павлова И.А., Лиховской В.В. Селекция столового винограда на раннеспелость с применением методов *in vitro* // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2013;4:4-6.

References

1. Dalla Costa L., Malnoy M., Lecourieux D., Deluc L., Ouaked-Lecourieux F., Thomas M.R., Torregrosa L.J. The state-of-the-art of grapevine biotechnology and new breeding technologies (NBTs). *OENO One*. 2019;53(2):205-228. DOI 10.20870/oeno-one.2019.53.2.2405.
2. Chatbanyong R., Torregrosa L. A highly efficient embryo rescue protocol to recover a progeny from the microvine. *Vitis*. 2015;54(1):41-46.
3. Razi M., Jalili Marandi R., Doulati Baneh H., Hosseini B., Darvishzadeh R. Effect of paternal genotypes sprays with BA and IAA concentration on embryo rescue of F1 progenies from 'Askari' (*Vitis vinifera* L.) cultivar. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 2013;15(5):1023-1032.
4. Li S., Keke L., Yu S., Ji S., Chen S., Fu Y., Sun F., Luo Q., Wang Y. The process of embryo abortion of stenospermocarpic grape and it develops into plantlet *in vitro* using embryo rescue. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 2020;143(2):389-409. DOI 10.1007/s11240-020-01926-y.
5. Ismail A.S.M., El-Bassel E.H., Khalil B.M. In vitro embryo rescue of flame seedless grape. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*. 2021;21(2):98-107. DOI 10.5829/idosi.aejaes.2021.98.107.
6. Menezes F., Silva E.M., Yano-Melo A.M., Souza Leão P.C., Melo N.F. Immature embryo rescue and *in vitro* development evaluation of intraspecific hybrids from Brazilian seedless grapevine "Superior × Thompson" clones Eiryanne. *American Journal of Plant Sciences*. 2014;05(13):1956-1960. DOI 10.4236/ajps.2014.513209.
7. Jiao Y., Li Z., Xu K., Guo Y., Zhang C., Li T., Jiang Y., Liu G., Xu Y. Study on improving plantlet development and embryo germination rates in *in vitro* embryo rescue of seedless grapevine. *New Zealand journal of crop and horticultural science*. 2018;46(1):39-53. DOI 10.1080/01140671.2017.1338301.
8. Giancaspro A., Mazzeo A., Carlomagno A., Gadaleta A., Somma S., Ferrara G. Optimization of an *in vitro* embryo rescue protocol for breeding seedless table grapes (*Vitis vinifera* L.) in Italy. *Horticulturae*. 2022;8(2):121. DOI 10.3390/horticulturae8020121.
9. Valdez J.G., Ulanovsky S. *In vitro* germination of stenospermic seeds from reciprocal crosses (*Vitis vinifera* L.) applying different techniques. *Vitis*. 1997;36(3):105-107. DOI 10.5073/vitis.1997.36.105-107.
10. Kim S.H., Kwon J.H., Park Y.S., Heo J.Y. *In vitro* embryo rescue for the production of hypotetraploids after cross between hypotetraploid and tetraploid grape cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 2020;48(1):503-508. DOI 10.15835/nbha48111795.
11. Liu Q., Zhang J., Wang Y., Yu D., Xia H. Breeding for cold-resistant, seedless grapes from Chinese wild *Vitis amurensis* using embryo rescue. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 2016;44(2):136-151. DOI 10.1080/01140671.2016.1153489.
12. Generoso A.L., Viana A.P., Carvalho V.S., Costa Júnior O.D. *In vitro* germination to overcome dormancy in seeds of 'Red Globe', 'Italia' and 'Niagara Rosada' grapes. *Revista Brasileira de Fruticultura*. 2019;41(5):e-495. DOI 10.1590/0100-29452019495.

13. Zlenko V.A., Klimenko V.P., Pavlova I.A., Lushchay E.A., Petukhova A.V., Abdurashitova A.S., Likhovskoi V.V. Somaclonal variation of grape plants regenerated from colchicinated cells of suspension cultures. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 2020;22(3):190-195. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.001 (in Russian).
14. Zlenko V.A., Troshin L.P., Kotikov I.V., Pavlova I.A. Pat. 17919A Ukraine, МРК 6 АО1Н4/00, АО1Н1/04. Method for growing plants from hard-to-germinate seeds and selecting stable genotypes at the germ level. Ukraine. No. 95010191; Appl. 11.01.95; Publ. 03.06.97. 1997;5:3.1.18-3.1.19 (in Ukrainian).
15. Zlenko V.A., Troshin L.P., Kotikov I.V. An optimized medium for clonal micropropagation of grapevine. *Vitis*. 1995;34(2):125-126. DOI 10.5073/vitis.1995.34.125-126.
16. Pavlova I.A., Likhovskoi V.V. Breeding of table grapes for early ripeness with the use of *in vitro* methods. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2013;4:4-6 (in Russian).

Информация об авторах

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

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

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

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

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

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

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

Information about authors

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

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

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

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

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

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

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

Статья поступила в редакцию 23.10.2023, одобрена после рецензии 15.11.2023, принята к публикации 22.11.2023.

Новая бессемянная форма винограда Партенитский

Лиховской В.В.¹, Спотарь Г.Ю.^{1✉}, Студенникова Н.Л.¹, Котоловец З.В.¹, Рыбаченко Н.А.¹,
Гончаренко В.А.²

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

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

✉probud@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований 2020–2023 гг. по выделению с применением метода маркер-ориентированной селекции (Marker Assistant Selection - MAS) перспективной гибридной бессемянной формы, дана оценка ее хозяйственно ценных свойств, определен молекулярно-генетический профиль и подтверждено ее происхождение. Исследования выполнены на селекционном участке, расположенном в пгт. Партенит, Южный берег Крыма (ЮБК). Схема посадки кустов винограда – 3×1,5 м, форма куста – одноплечий Гюйо, участок без орошения. В 2020 г. в популяции Подарок Запорожью х Аленушка, полученной по схеме скрещивания «семенной х бессемянный», была выделена в элиту бессемянная форма М № 32-11-5-1 под рабочим названием Партенитский. Для ее идентификации были применены маркеры MAS по бессемянности: p3_VvAGL11 и VMC7F2. Выявлено, что форма М № 32-11-5-1 имеет аллель по этим маркерам, сцепленный с фенотипом бессемянности, который составляет 198 п.н. Составлено ампелографическое описание гибридной формы, определены основные фенологические фазы развития и агробиологические показатели: средняя масса грозди составляет 179,5 г, максимальная масса грозди – 190,7 г, средняя масса ягоды – 2,4 г, урожай с куста – 2,23 кг. При соразмерности величины ягод масса рудиментов формы Партенитский значительно меньше, чем у контрольного сорта Южнобережный (в 6 раз). Выделенную форму Партенитский можно отнести к I–II категории бессемянности. Получен молекулярно-генетический профиль и хлоротип формы М № 32-11-5-1 и ее предполагаемой родительской бессемянной формы Аленушка с помощью генотипирования по стандартному набору из 9 ядерных и 3 хлоропластных SSR-локусов. Установлено, что бессемянный сорт Аленушка является родительской формой сорта Партенитский, это подтверждается наличием общих аллелей во всех 9 SSR-локусах. Также было подтверждено на основании генотипирования, что сорт Аленушка является родительской формой для всех гибридов популяции Подарок Запорожью х Аленушка.

Ключевые слова: сорт; виноград; бессемянность; ДНК; генотипирование; SSR-локусы; хлоротип; популяция; MAS.

Для цитирования: Лиховской В.В., Спотарь Г.Ю., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А., Гончаренко В.А. Новая бессемянная форма винограда Партенитский // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):341-348. DOI 10.34919/IM.2023.11.40.003.

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

New seedless grape form 'Partenitskiy'

Likhovskoi V.V.¹, Spotar G.Yu.^{1✉}, Studennikova N.L.¹, Kotolovets Z.V.¹, Rybachenko N.A.¹,
Goncharenko V.A.²

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

²Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, 52 Nikitsky Spusk str., Yalta, Republic of Crimea, Russia.

✉probud@mail.ru

Abstract. The article presents the results of studies carried out in 2020–2023 on isolating a promising hybrid seedless form using the Marker Assistant Selection (MAS) method, assesses its economically valuable properties, as well as determines its molecular genetic profile and origin. The research was carried out on a breeding plot located in the village Partenit, South Coast of Crimea (SCC). The planting pattern of grape bushes is 3x1.5 m, bush shape is a one-armed Guyot, non-irrigated. In 2020, in the population 'Podarok Zaporozhyu' x 'Alyonushka', obtained in the crossing "seeded x seedless", the seedless form M No. 32-11-5-1 was distinguished as elite under the working title "Partenitskiy". Seedlessness MAS markers p3_VvAGL11 and VMC7F2 were used for its identification. It was revealed that grape form M No. 32-11-5-1 has an allele for these markers linked with the phenotype of seedlessness, which is 198 bp. Ampelographic description of the hybrid form was compiled, basic phenological stages of development and agrobiological indicators were determined: average bunch weight - 179.5 g, maximum bunch weight - 190.7 g, average berry weight - 2.4 g, yield per bush - 2.23 kg. Given same size of berries, the weight of rudiments in the 'Partenitskiy' form is significantly less than that of the control variety 'Yuzhnoberezhnyi' (in 6 times). Isolated grape form 'Partenitskiy' can be classified as seedless class I–II. A molecular genetic profile and chlorotype were obtained for grape form M No. 32-11-5-1 and its suppositional seedless parental form 'Alyonushka' by genotyping using a standard set of 9 nuclear and 3 chloroplast SSR loci. It is established that the seedless variety 'Alyonushka' is a parental form of 'Partenitskiy' variety, which is confirmed by the presence of similar alleles in all 9 SSR loci. It is also confirmed by genotyping that 'Alyonushka' variety is a parental form for all hybrids in the population 'Podarok Zaporozhyu' x 'Alyonushka'.

Key words: variety; grapes; seedlessness; DNA; genotyping; SSR loci; chlorotype; population; MAS.

For citation: Likhovskoi V.V., Spotar G.Yu., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Goncharenko V.A. New seedless grape form 'Partenitskiy'. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):341-348. DOI 10.34919/IM.2023.11.40.003 (in Russian).

Введение

Основным методом выведения сортов винограда нового поколения, обладающих генетически обусловленными признаками раннеспелости, качества, высокой урожайности, бессемянности и устойчивости к биотическим и абиотическим факторам, является скрещивание сложных межвидовых гибридов с сортами вида *Vitis vinifera* различных эколого-географических групп, а также насыщающие скрещивания [1–5]. Среди основных задач развития отрасли столового виноградарства выделяют обеспечение населения виноградом путем расширения площадей возделывания и повышения их продуктивности; совершенствование сортимента винограда за счет создания и внедрения в производство бессемянных высокопродуктивных сортов, максимальное увеличение периода потребления свежей продукции в результате создания экологического и сортового конвейеров, длительного хранения винограда зимой и ранней весной в холодильниках. Для бессемянных сортов, предназначенных для потребления в свежем виде и приготовления сушеной продукции, главная задача – сочетание в одном сорте бессемянности с крупным размером ягод, наличием мускатного аромата и ранним сроком созревания [6–11].

Среди группы бессемянных сортов выделяют кишмиши, относящиеся к восточной эколого-географической группе культурного винограда, и коринки, относящейся к эколого-географической группе бассейна Черного моря. Бессемянные сорта винограда характеризуются малым размером ягод (за исключением отдельных новых сортов гибридного происхождения), приятным вкусом и высокой массовой концентрацией сахаров. В ягодах бессемянных сортов типа коринки и в партенокарпических ягодах, образовавшихся у семенных сортов, имеется едва заметный след от деформировавшейся семяпочки. В ягодах бессемянных сортов (группа кишмишей) и в стеноспермокарпических ягодах семенных сортов имеются зачатки семян – рудименты, представляющие собой мягкую травянистую оболочку различной величины и формы [12].

Обогащение бессемянного сортимента методом гибридизации наиболее результативно. Так, методом внутривидовой гибридизации получены ценные бессемянные сорта Кишмиш Хишрау, Кишмиш Заравшан, Кишмиш Сохдиана, Кишмиш ВИРа, Кишмиш лучистый, Кишмиш молдавский, Бессемянный Магарача, Парвана, Сирануш, Сюрприз, Мечта и другие [13]. В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, Российской Федерации по состоянию на 2022 г. зарегистрированы 11 бессемянных сортов винограда, в том числе 3 сорта селекции ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»: Красень, Южнобережный, Ялтинский бессемянный [14, 15].

В 2019 г. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» поданы заявки в ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» на регистрацию и выдачу патентов на се-

лекционные достижения – бессемянные сорта винограда «Сорт винограда Артек» (№ 79006/8057751), «Сорт винограда Альбина» (№ 79008/8057752).

Для снижения затрат и увеличения эффективности селекционных программ в условиях ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» проводится внедрение в селекционный процесс молекулярно-генетических методов для отбора гибридных форм на ранних стадиях развития сеянцев на основе маркеров MAS. В настоящее время предложено два наиболее эффективных маркера MAS по бессемянности: *p3_vVAGL11* и *VMC7F2*, которые успешно используются для генотипирования гибридных сеянцев бессемянных популяций F1 скрещивания «семенной x бессемянный» и выделения бессемянных форм [16, 17].

Цель исследования – создание бессемянного сорта винограда путем выделения из опытных популяций с применением метода MAS гибридной формы, обладающей улучшенными характеристиками, определение ее молекулярно-генетического профиля и хлоротипа с подтверждением происхождения.

Материалы и методы исследования

Лабораторные и полевые исследования проводились на базе лабораторий генеративной и клоновой селекции и лаборатории молекулярно-генетических исследований в 2020–2023 гг. В 2020 г. в популяции Подарок Запорожью x Аленушка, полученной по схеме скрещивания «семенной x бессемянный», выделена в элиту бессемянная форма М № 32-11-5-1 среднего срока созревания, имеющая бессемянные ягоды (I-II категории бессемянности) под рабочим названием Partenitskiy.

Родительская форма Подарок Запорожью. (Кеша-1 x (V-70-90 + R-65)). Синоним: FVC-3-3. Столовая форма винограда. Срок созревания – средний. Сильнорослая. Грозди крупные 600–900 г, конические или цилиндро-конические, от рыхлых до плотных. Ягоды крупные 33x25 мм, средняя масса – 10–12 г, зеленые, мясисто-сочные, простого вкуса. Цветок функционально женский. Урожайность высокая. Ягоды выравнены в грозди. У формы винограда Подарок Запорожью повышена устойчивость к грибным болезням [18]. В настоящее время сорт в коллекции отсутствует.

Родительская форма Аленушка – сорт винограда неизвестного происхождения. Срок созревания ранне-средний. Кусты большой силы роста. Цветок обоеполюй. Грозди крупные, цилиндро-конические, средней плотности и рыхлые, массой 600–800 г. Ягоды крупные, удлинено-овальные с заостренным кончиком, темно-синие, почти черные, массой 6–10 г. Мякоть мясистая, вкус гармоничный. В ягодах присутствуют рудименты, при обработке гибберелином рудименты практически незаметны, при этом ягоды становятся пальцевидными размером 4–5 см. Массовая концентрация сахаров в соке ягод – 18–19 г/100 см³, массовая концентрация титруемых кислот – 5–6 г/дм³. Урожайность средняя. Устойчивость к грибным заболеваниям и морозу низкая [18].

Полевые исследования проведены на селекцион-

ном участке в пгт. Партенит, Южный берег Крыма (ЮБК) [19]. От холодных северных ветров участок защищает Главная гряда Крымских гор, поэтому климат здесь сухой субтропический, а зима более дождливая, чем холодная, весна часто ранняя, а осень – сухая, лето – жаркое. В условиях ЮБК среднегодовой температуры воздуха составляет 13,5 °С (метеостанция п. Никита). Сумма активных температур ($\geq +10$ °С) достигает 3751,0 °С. Осадков выпадает 619,6 мм [20].

Схема посадки кустов винограда – 3×1,5 м, форма куста – одноплечий Гюйо, участок неорошаемый. Агробиологические учеты и ампелографическое описание выполняли с использованием классических методик [21, 22]. Для определения химического состава ягод винограда использовали следующие показатели и методы определения:

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

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

Для бессемянных форм винограда брали от 1 до 3 гроздей при полной их зрелости. Рудименты семян были извлечены из 30 случайным образом отобранных ягод разной величины. Рудименты полностью освобождались от мякоти и сосудистого пучка, учитывались рудименты длиной от 0,5 мм и более, подсчитывалось их количество. Взвешивание рудиментов выполнялось с точностью до 1 мг. Измерялись величина и вес ягоды. Категория бессемянности определялась по классификации проф. К.В. Смирнова [23].

Для получения генетического профиля исследуемой формы М № 32-11-5-1 и сорта Аленушка выделение ДНК из молодых листьев винограда осуществляли методом выделения нуклеиновых кислот на основе СТАВ (2 % cetyltrimethylammonium bromide) [24]. Количество и чистоту выделенной ДНК определяли на спектрофотометре BioPhotometer plus (Eppendorf, США). Значения коэффициентов, характеризующих чистоту ДНК ($A_{260}/A_{280} > 1,6$; $A_{260}/A_{230} > 1,4$) были достаточными для продолжения работы. Для генотипирования сортов использовали стандартный набор из 9 ядерных (nSSR) локусов: VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VrZAG62 и VrZAG79, и 3 хлоропластных (cpSSR) микросателлитных локуса: csmr3, csmr5, csmr10 [25–27]. Для выявления генотипа бессемянности (локуса Seed Development Inhibitor, SDI) совместно использовались маркеры MAS p3_vVAGL11 и VMС7F2 [16, 17].

Мультиплексную ПЦР проводили на амплификаторе T100 (BIO-RAD, США) при следующих условиях: 1) денатурация при 95 °С – 5 мин.; 2) 35 циклов: при 95 °С – 30 с (денатурация); 58 °С – 30 с (отжиг); 72 °С – 45 с (элонгация) 3) при 72 °С – 15 мин. (окончательная элонгация). Каждый прямой праймер SSR-локуса был помечен на 5'-конце флуоресцентной мет-



Рис 1. Гроздь перспективной формы М № 32-11-5-1
Fig. 1. A bunch of promising grape form M No. 32-11-5-1

кой (6-FAM, 6-TAMRA или 5-R6G). В каждой мультиплексной ПЦР использовалось 3–4 пары праймеров, всего в 4-х мультиплексных ПЦР использовалось 14 пар праймеров с внесением в реакционный объем от 1 до 10 пкмоль каждого праймера (в зависимости от интенсивности сигнала). Амплификация была проведена в общем реакционном объеме 15 мкл с использованием 2,5-кратной реакционной смеси (ООО «Синтол»), в реакции вносили 20 нг ДНК.

Разделение продуктов амплификации выполняли методом капиллярного электрофореза на генетическом анализаторе ABI 3130 (Applied Biosystems, США). Определение длин аллелей проводили в программном приложении GeneMapper (Version 4.0) с использованием размерного стандарта GS400HD Rox (Applied Biosystems, США). Стандартизация размеров аллелей была выполнена с применением распространенных референсных сортов согласно рекомендациям VIVC [28]. В качестве контроля для полученных хозяйственно-биологических показателей, характеристик ягод и рудиментов, генотипа по маркерам MAS исследуемых формы М № 32-11-5-1 и сорта Аленушка были взяты показатели сорта Южнобережный.

Результаты и их обсуждение

Перспективная форма М № 32-11-5-1 (рабочее название Партенитский) (рис. 1) среднего срока созревания, получена в результате скрещивания сортов Подарок Запорожью х Аленушка. Кусты среднерослые с хорошо развитой кроной. Однолетняя лоза коричневого цвета. Вызревание лозы хорошее. Листья средние, пятилопастные, сильно рассеченные, гладкие, щетинистое опушение главных жилок на нижней стороне пластинки – средней густоты. Черешок короче центральной жилки. Зубчики на концах лопастей средней длины с прямыми сторонами. Доля главных жилок верхней стороны пластинки с антоциановой окраской большая. Цветок обоеполюй. Гроздь средняя, коническая, рыхлая (средняя масса – 175–185 г).

Таблица 1. Хозяйственно-биологические показатели перспективной формы М № 32-11-5-1 за 2020–2023 гг.
Table 1. Economic and biological indicators of promising grape form M No. 32-11-5-1 for 2020–2023

Сорт, форма	Год исследований	Урожай с 1 куста, кг	Урожайность с 1 гектара, ц	Средняя масса грозди, г	Максимальная масса грозди, г	Средняя масса ягоды, г	Максимальная масса ягоды, г	Содержание сахаров в ягодах, г/дм ³	Содержание титруемых кислот в ягодах, г/дм ³
Южнобережный (К)	2020	2,03	45,1	185,0	200,0	2,3	2,5	190,0	6,7
	2021	2,40	53,3	200,0	220,0	2,4	2,6	187,0	6,4
	2022	2,52	55,9	180,0	195,0	2,6	2,7	192,8	6,3
	2023	2,45	54,4	175,0	210,0	2,5	2,8	195,0	6,8
	Среднее значение	2,35	52,2	185,0	206,3	2,5	2,7	191,2	6,6
Стандартное отклонение	0,22	4,9	10,8	11,1	0,13	0,13	3,47	0,24	
Коэффициент вариации (V, %)	9,30	9,30	5,83	5,37	5,25	4,87	1,81	3,63	
Ошибка средней	0,11	2,43	5,40	5,54	0,06	0,06	1,73	0,12	
М № 32-11-5-1	2020	2,13	47,3	178,0	190,0	2,4	2,5	200,0	6,5
	2021	2,52	55,9	180,0	195,0	2,3	2,4	188,0	6,4
	2022	2,10	46,6	175,0	186,0	2,5	2,7	215,0	6,3
	2023	2,22	49,3	185,0	192,0	2,4	2,7	190,0	6,6
	Среднее значение	2,23	49,7	179,5	190,7	2,4	2,6	198,3	6,5
Стандартное отклонение	0,23	4,6	4,2	4,4	0,08	0,09	12,3	0,13	
Коэффициент вариации (V, %)	10,38	9,65	2,4	2,3	3,38	3,61	6,22	2,00	
Ошибка средней	0,11	2,34	2,1	2,19	0,04	0,05	6,17	0,06	

Форма ягоды цилиндрическая, ягоды среднего размера, темно-красно-фиолетовые. Кожица средней толщины и прочности. Вкус освежающий, сортовой. Мякоть нежная. Ягоды бессемянные (I-II категории бессемянности), присутствуют рудименты.

В Южнобережной зоне Крыма распускание почек начинается в третьей декаде апреля, цветение – в первой декаде июня, созревание ягод – в первой декаде августа. Промышленная зрелость ягод – в первой декаде сентября. Продолжительность периода от распускания почек до промышленной зрелости ягод составляет 132 дня.

Сорт требует 3–4 профилактические обработки против грибных болезней.

В табл. 1 представлены показатели урожайности и качества ягод перспективной формы М № 32-11-5-1 в сравнении с контролем – сортом средне-позднего срока созревания Южнобережный за период 2020–2023 гг. Установлено, что гибридная форма находится на уровне контрольного сорта Южнобережный по показателям: средняя масса грозди – $179,5 \pm 2,1$ г ($V=2,4\%$); средняя масса ягоды – $2,4 \pm 0,4$ г ($V=3,38\%$); урожай с куста – в среднем $2,23 \pm 0,11$ кг ($V=10,38\%$); по содержанию титруемых кислот – $6,5 \pm 0,06$ г/дм³

($V=2,0\%$). Следует отметить, что по показателю массовая концентрация сахаров изучаемый гибрид превосходит контроль на 7 г/дм³, составляя в среднем $198,25 \pm 6,17$ г/дм³ ($V=6,22\%$).

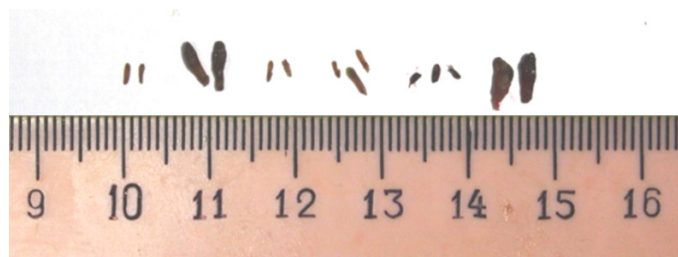
Характеристики бессемянности перспективной формы М № 32-11-5-1 в сравнении с сортом Южнобережный приведены в табл. 2. При соразмерности величины ягод масса рудиментов формы значительно меньше, чем у сорта Южнобережный. Партенитский можно отнести к I-II категории бессемянности, учитывая колебание массы рудиментов от влияния факторов внешней среды. На рис. 2 представлены рудименты, извлеченные из 6 ягод формы (М № 32-11-5-1), в натуральную величину.

Для выделения бессемянных форм в популяции Подарок Запорожью x Аленушка были применены наиболее эффективные в настоящее время маркеры MAS по бессемянности: p3_VvAGL11 и VMС7F2 (табл. 3). Размер аллеля, сцепленного с фенотипом бессемянности, для этих маркеров составляет 198 п.н. Применение маркеров MAS в данной селекционной программе позволяет сократить площади посадки, трудо- и энергозатраты в 2 раза.

Для получения генетического профиля формы

Таблица 2. Характеристики бессемянности формы М № 32-11-5-1 в сравнении с сортом Южнобережный за 2020–2022 гг.**Table 2.** Seedlessness characteristics of grape form M No. 32-11-5-1 in comparison with ‘Yuzhnoberezhnyi’ variety for 2020–2022

Наименование сорта, формы	Средняя длина ягоды, мм	Средняя ширина ягоды, мм	Среднее количество рудиментов на ягоду, шт.	Средняя масса рудиментов на ягоду, мг	Категория бессемянности
Южнобережный (К)	16,94	14,93	3,08	37,03	
Стандартное отклонение	0,76	0,69	0,15	5,81	
Коэффициент вариации, %	4,49	4,62	4,87	15,68	IV (14,1 мг и более)
Ошибка средней	0,54	0,49	0,11	4,10	
Форма М № 32-11-5-1	17,29	13,88	2,00	6,02	
Стандартное отклонение	0,66	0,34	0,22	0,91	I-II (0–6 мг) – (6,1–10 мг)
Коэффициент вариации, %	3,80	2,45	10,80	15,10	
Ошибка средней	0,38	0,20	0,12	0,52	

**Рис 2.** Вид рудиментов гибридной формы М № 32-11-5-1, извлеченных из 6 ягод, в натуральную величину**Fig. 2.** The show of rudiments of the hybrid form M No. 32-11-5-1, extracted from 6 berries, life-size**Таблица 3.** Генотип бессемянности, полученный в результате применения маркеров MAS**Table 3.** Seedlessness genotype obtained as a result of using MAS markers

Наименование сортов, формы	Маркеры MAS на бессемянность			
	p3_VvAGL11		VMC7F2	
Южнобережный	176	198	198	202
Аленушка	176	198	198	206
М № 32-11-5-1	188	198	198	200

Таблица 4. Генетические профили и хлоротип формы М № 32-11-5-1 и его родительской формы Аленушка**Table 4.** Genetic profiles and chlorotype of grape form M No. 32-11-5-1 and its parental form ‘Alyonushka’

Наименование сорта, формы	Наименование и аллели SSR-локусов																			Хлоро-тип
	VVS2		VVMD5		VVMD7		VVMD25		VVMD27		VVMD28		VVMD32		VtZAG62		VtZAG79			
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2		
М № 32-11-5-1	135	141	234	238	243	253	255	255	195	195	218	244	272	272	188	188	249	257	C	
Аленушка	<u>135</u>	155	<u>234</u>	236	249	<u>253</u>	245	<u>255</u>	195	<u>195</u>	<u>218</u>	258	250	<u>272</u>	188	<u>188</u>	251	<u>257</u>	C	

М № 32-11-5-1 и ее предполагаемой родительской формы Аленушка было проведено генотипирование по стандартному набору из 9 ядерных SSR-локусов, а также по 3-м хлоропластным SSR-локусам для получения их хлоротипа. Полученные генетические профили и хлоротипы приведены в табл. 4. По результатам

генотипирования установлено, что сорт Аленушка является родительской формой гибрида М № 32-11-5-1, поскольку прослеживается наследование аллелей по кодоминантному принципу (подчеркнуты). Также было подтверждено на основании генотипирования, что сорт Аленушка является родительской формой

для всех гибридов популяции Подарок Запорожью х Аленушка.

Выводы

Выделена в элиту бессемянная форма М № 32-11-5-1 (сорт Партенитский), обладающая сравнительно крупной ягодой и имеющая высокие (I–II) категории бессемянности по сравнению с сортом Южнобережный, имеющим IV-ю категорию с сопоставимой по размеру ягодой.

Для составления молекулярно-генетического паспорта сорта и его идентификации получен генетический профиль сорта Партенитский по стандартному набору из 9 SSR-маркеров и хлоротип, а также подтверждено его происхождение от сорта Аленушка.

Применение маркеров MAS для идентификации бессемянности позволило выделить бессемянные формы популяции Подарок Запорожью х Аленушка, включая М № 32-11-5-1.

Исходя из улучшенных характеристик выделенной формы М № 32-11-5-1, будет подготовлена соответствующая документация в Госсорткомиссию РФ для получения патента на сорт Партенитский.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания Рег. № НИОКТР: 121071900108-4, № 0833-2019-0016 и аспирантской программы.

Financing source

The work was conducted within the framework of public assignment Reg. No. RTD: 121071900108-4, No. 0833-2019-0016 and postgraduate educational program.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Иванченко В.И., Алеша А.Н., Матчина И.Г., Лиховской В.В., Олейников Н.П., Корсакова С.П., Баранова Н.В., Рыбалко Е.А., Ткаченко О.В. Состояние и перспектива развития виноградарства АР Крым. Ялта: НИВиВ «Магарач». 2013:1-168.
- Полулях А.А., Волынкин В.А., Лиховской В.В. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». Проблемы и перспективы сохранения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276.
- Ильницкая Е.Т., Пята Е.Г., Макаркина М.В., Мarmorштейн А.А., Козина Т.Д. Фенотипическое и генетическое изучение бессемянных сортов винограда // Садоводство и виноградарство. 2020;1:5-9. DOI 10/31676/0235-2591-2020-1-5-8.
- Носульчак В.А. Исходный материал в селекции бессемянных сортов винограда // Виноделие и виноградарство. 2021;4:18-30.
- Майстренко Л.А., Дуран Н.А., Медютова Е.Н., Мезенцева Л.Н. Итоги селекции бессемянных сортов винограда // Русский виноград. 2017;5:29-39.
- Петров В.С. Биологические методы управления продукционным потенциалом винограда // Виноделие и виноградарство. 2013;6:42-47.
- Егоров Е.А., Шадрин Ж.А., Кочьян Г.А. Научное обеспечение отраслей садоводства и виноградарства в аспекте импортозамещения // Научные труды СКЗНИИСиВ. 2016;10:7-17.
- Магомедова А.Г., Караев М.К. Продуктивность интродуцированных сортов столового винограда в условиях Приморской зоны Дагестана // Овощи России. 2020;6:89-93. DOI 10.18619/2072-9146-2020-6-89-93.
- Горлов С.М., Тягушева А.А., Яцущко Е.С., Карпенко Е.Н. Современные технологии хранения винограда // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020;159(05):319-333. DOI 10.21515/1990-4665-159-022.
- Тастанбекова Г.Р., Даулетова Л.Т., Мендибаев Б.Ш. Продуктивность кустов у интродуцированных кишмишных сортов винограда в условиях сероземных почв Юга Казахстана // Актуальные научные исследования в современном мире. 2020;10-7(66):126-130.
- Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия. <https://docs.cntd.ru/document/902361843> (дата обращения: 15.08.2023).
- Энциклопедия виноградарства. Кишинев: Главная редакция Молдавской Советской Энциклопедии. 1986;1:155.
- Дженеев С.Ю., Смирнов К.В. Производство столового винограда, кишмиша и изюма. М: Колос. 1992:1-174.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. <https://reestr.gossortrf.ru/search/vegetable/> (дата обращения: 23.08.2023).
- Майстренко Л.А. Новые бессемянные сорта винограда селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко и ФГБУН «ВНИИ-ВиВ «Магарач» РАН» в условиях Нижнего Придонья // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(1):6-13. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.001.
- Cabezas J., Cervera M., Ruiz-Garcia L, Carreno J, Martinez-Zapater J. A genetic analysis of seed and berry weight in grapevine. Genome. 2006;49(12):1572-1585. DOI 10.1139/g06-122.
- Mejía N., Soto B., Guerrero M., Casanueva X., Houel C., Ángeles Miccono M., Ramos R., Cunff L., Boursiquot J.-M., Hinrichsen P., Adam-Blondon A.-F. Molecular, genetic and transcriptional evidence for a role of VvAGL11 in stenospermocarpic seedlessness in grapevine. BMC Plant Biology. 2011;11(1):57-75. DOI 10.1186/1471-2229-11-57.
- Аленушка. <https://vinograd.info/sorta/stolovye/alenushka.html> (дата обращения: 01.09.2023).
- Территориальное деление виноградопригодных земель Российской Федерации / Ассоциация виноградарей и виноделов России. Протокол № 4 от 7 июня 2022. 2022:1-5.
- Урденко Н.А., Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Экономическое обоснование продуктивности клона VCR – 3 сорта Мускат белый при новой технологии его возделывания // Виноградарство и виноделие. 2020;49:185-188.
- Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Мarmorштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2021:1-146.
- Грамотенко П.М., Панарина А.М. Методические рекомендации по изучению сортов винограда в производственных условиях. Ялта: НИВиВ «Магарач». 1992:1-29.
- Смирнов К.В., Калмыкова Т.И., Морозова Г.С. Виноградарство / под ред. К.В. Смирнова. М.: Агропромиздат. 1987:1-367.
- Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. Plant Molecular Biology. 1985;5(2):69-76.

25. This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J., Botta R., Costantini L., Crespan M., Dangi G.S., Eisenheld C., Ferreira-Monteiro F., Grando S., Ibáñez J., Lacombe T., Laucou V., Magalhães R., Meredith C. P., Milani N., Peterlunger E., Regner F., Zulini L., Maul E. Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivar. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004;109(7):1448-1458. DOI 10.1007/s00122-004-1760-3.
26. Arroyo García R., Ruiz Garcia L., Bolling L. Ocete R., López M.A., Arnold C., Ergul A., Söylemezoglu G., Uzun H.I., Cabello F., Ibáñez J., Aradhya M.K., Atanassov A., Atanassov I., Balint S., Cenis J.L., Costantini L., Gorislavets S., Grando M.S., Klein B.Y., McGovern P.E., Merdinoglu D., Pejic I., Pelsy F., Primikiriou N., Risovannaya V., Roubelakis-angelakis K.A., Snoussi H., Sotiri P., Tamhankar S., This P., Troshin L., Malpica J.M., Lefort F., Martinez-zapater J.M. Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. *sativa*) based on chloroplast DNA polymorphisms. *Molecular Ecology*. 2006;15(12):3707-3714. DOI 10.1111/j.1365-294X.2006.03049.x.
27. Лиховской В.В., Зленко В.А., Хватков П.А., Малетич Г.К., Спотарь Г.Ю., Луцкай Е.А., Клименко В.П. Биотехнологические и молекулярно-генетические методы в селекции винограда // Садоводство и виноградарство. 2022;6:5-15. DOI 10.31676/0235-2591-2022-6-5-15.
28. Vitis International Variety Catalogue VIVC. Julius KuhnInstitut. <http://www.vivc.de/index.php> (дата обращения: 01.09.2023).

References

1. Ivanchenko V.I., Alyosha A.N., Matchina I.G., Likhovskoi V.V., Oleinikov N.P., Korsakova S.P., Baranova N.V., Rybalko E.A., Tkachenko O.V. Condition and prospects of viticulture development in Crimea. Yalta: NIV&W Magarach. 2013:1-168 (*in Russian*).
2. Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Problems and prospects of grapevine genetic resources preservation at "Magarach" institute. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/ VJ17.276 (*in Russian*).
3. Ilnitskaya E.T., Pyata E.G., Makarkina M.V., Marmorshstein A.A., Kozina T.D. Phenotypic and genetic study of seedlessness in grape varieties. *Horticulture and Viticulture*. 2020;1:5-9. DOI 10.31676/0235-2591-2020-1-5-8 (*in Russian*).
4. Nosulchak V.A. Initial material in the breeding of seedless varieties of grapes. *Winemaking and Viticulture*. 2021;4:18-30 (*in Russian*).
5. Maistrenko L.A., Duran N.A., Medutova E.N., Mezentseva L.N. Results of breeding of seedless grape varieties. *Russian Grapes*. 2017;5:29-39 (*in Russian*).
6. Petrov V.S. Biological management methods of grape production potential. *Winemaking and Viticulture*. 2013;6:42-47 (*in Russian*).
7. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Scientific providing of gardening and wine growing branches in the aspect of import substitution. *Scientific Publications of NCFSCHVW*. 2016;10:7-17 (*in Russian*).
8. Magomedova A.G., Karaev M.K. Productivity of early table grape varieties in conditions of the seaside zone of Dagestan. *Vegetables of Russia*. 2020;6:89-93. DOI 10.18619/2072-9146-2020-6-89-93 (*in Russian*).
9. Gorlov S.M., Tiagusheva A.A., Yatsushko E.S., Karpenko E.N. Modern technologies for grape storing. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2020;159:319-333. DOI 10.21515/1990-4665-159-022 (*in Russian*).
10. Tastanbekova G.R., Dauletova L.T., Mendibaev B.Sh. Productivity of bushes in introduced kishmish grape varieties in conditions of gray soils of South Kazakhstan. *Current Scientific Research in the Modern World*. 2020;10-7(66):126-130 (*in Russian*).
11. State program for the development of agriculture and regulation of market for agricultural products, raw materials and food. <https://docs.cntd.ru/document/902361843> (date of access: 15.02.2023) (*in Russian*).
12. Encyclopedia of Viticulture. Chisinau: M. Ed. Mold. Sov. Ents. 1986;1:155 (*in Russian*).
13. Dzhenev S.Yu., Smirnov K.V. Production of table grapes, kishmish and raisins. *M. Kolos*. 1992:1-174 (*in Russian*).
14. State Register of breeding achievements approved for use. <https://reestr.gossortrf.ru/search/vegetable/> (date of access: 23.08.2023) (*in Russian*).
15. Maistrenko L.A. New seedless grape varieties of the Ya.I. Potapenko ASRIV&W and the Magarach ANRIV&W selection in the conditions of the Lower Don Region. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(1):6-13. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.001 (*in Russian*).
16. Cabezas J., Cervera M., Ruiz-Garcia L., Carreno J., Martinez-Zapater J. A genetic analysis of seed and berry weight in grapevine. *Genome*. 2006;49(12):1572-1585. DOI 10.1139/g06-122.
17. Mejia N., Soto B., Guerrero M., Casanueva X., Houel C., Ángeles Miccono M., Ramos R., Cunff L., Boursiquot J.-M., Hinrichsen P., Adam-Blondon A.-F. Molecular, genetic and transcriptional evidence for a role of VvAGL11 in stenospermocarpic seedlessness in grapevine. *BMC Plant Biology*. 2011;11(1):57-75. DOI 10.1186/1471-2229-11-57.
18. 'Alyonushka'. <https://vinograd.info/sorta/stolovye/alenushka.html> (date of access: 01.09.2023) (*in Russian*).
19. Territorial division of grape-growing lands of the Russian Federation. Association of Winegrowers and Winemakers of Russia. Protocol No. 4 of June 7, 2022. 2022:1-5.
20. Urdenko N.A., Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Buival R.A. Economic assessment of productivity of VCR-3 clone of variety 'Muscat Blanc' using new technology of its cultivation. *Viticulture and Winemaking*. 2020;49:185-188 (*in Russian*).
21. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorshstein A.A. Research methods in viticulture. Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW. 2021:1-146 (*in Russian*).
22. Gramotenko P.M., Panarina A.M. Methodological recommendations for the study of grape varieties in production conditions. Yalta: NIV&W Magarach. 1992:1-29 (*in Russian*).
23. Smirnov K.V., Kalmykova T.I., Morozova G.S. *Viticulture / Edited by K.V. Smirnov*. M.: Agropromizdat. 1987:1-367 (*in Russian*).
24. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology*. 1985;5(2):69-76.
25. This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J., Botta R., Costantini L., Crespan M., Dangi G.S., Eisenheld C., Ferreira-Monteiro F., Grando S., Ibáñez J., Lacombe T., Laucou V., Magalhães R., Meredith C. P., Milani N., Peterlunger E., Regner F., Zulini L., Maul E. Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivar. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004;109(7):1448-1458. DOI 10.1007/s00122-004-1760-3.

26. Arroyo García R., Ruiz Garcia L., Bolling L. Ocete R., López M.A., Arnold C., Ergul A., Söylemezoglu G., Uzun H.I., Cabello F., Ibáñez J., Aradhya M.K., Atanassov A., Atanassov I., Balint S., Cenis J.L., Costantini L., Gorislavets S., Grando M.S., Klein B.Y., MCGovern P.E., Merdinoglu D., Pejic I., Pelsy F., Primikorios N., Risovannaya V., Roubelakis-angelakis K.A., Snoussi H., Sotiri P., Tamhankar S., This P., Troshin L., Malpica J.M., Lefort F., Martinez-zapater J.M. Multiple origins of cultivated grapevine (*Vitis vinifera* L. ssp. sativa) based on chloroplast DNA polymorphisms. *Molecular Ecology*. 2006;15(12):3707-3714. DOI 10.1111/j.1365-294X.2006.03049.x.
27. Likhovskoi V.V., Zlenko V.A., Khvatkov P.A., Maletich G.K., Spotar G.Yu., Lushchay E.A., Klimenko V.P. Biotechnological and molecular genetic methods in grape breeding. *Horticulture and Viticulture*. 2022;6:5-15. DOI 10.31676/0235-2591-2022-6-5-15 (in Russian).
28. Vitis International Variety Catalogue VIVC. Julius KuhnInstitut. <http://www.vivc.de/index.php> (date of access: 01.09.2023).

Информация об авторах

Владимир Владимирович Лиховской, д-р с.-х. наук, директор института; e-мэйл: lihovskoy@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3879-0485>;

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

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

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

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

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

Information about authors

Vladimir V. Likhovskoi, Dr. Agric. Sci., Director of the FSBSI Institute Magarach of the RAS; e-mail: lihovskoy@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-3879-0485>;

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

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

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

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

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

Статья поступила в редакцию 13.09.2023, одобрена после рецензии 15.11.2023, принята к публикации 22.11.2023.

Эффективность системного применения отечественных хелатных микроудобрений на винограде в условиях Крыма

Диденко П.А.^{1✉}, Шапоренко В.Н.¹, Цирульникова Н.В.², Никулина Е.А.²

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

²Институт химических реактивов и особо чистых веществ, Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт», г. Москва, Россия.

✉pavel-liana@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований 2020–2022 гг., проведенных в почвенно-климатических условиях Югобережного виноградо-винодельческого района Крыма, по изучению эффективности внекорневых подкормок хелатными микроудобрениями винограда ценного технического сорта Каберне Совиньон. Внекорневые подкормки изучаемыми удобрениями проводились в следующие фенологические фазы развития виноградных растений (шкала ВВСН): «выдвижение соцветий», «перед цветением», «после цветения», «мелкая горошина» и «начало созревания». В результате проведения опыта определено положительное влияние данных микроудобрений на фитометрические показатели виноградной лозы, количественные и качественные показатели урожая культуры. Экспериментально установлено, что внекорневые подкормки хелатными микроудобрениями способствовали получению хорошего кондиционного урожая винограда в опыте и эталоне, при этом отмечалось повышение в опытном варианте урожая в среднем на 7,4 % и урожайности 5,9 % (3,3 ц/га). В опыте с использованием изучаемой системы минерального питания отмечено улучшение химического состава ягод винограда: увеличилась массовая концентрация сахаров на 6,3 % (1,3 г/100 см³) и снизилась массовая концентрация титруемых кислот на 3,6 % (0,3 г/дм³) в сравнении с производственным эталоном.

Ключевые слова: виноград; микроудобрения; внекорневые обработки; урожайность; качество урожая.

Для цитирования: Диденко П.А., Шапоренко В.Н., Цирульникова Н.В., Никулина Е.А. Эффективность системного применения отечественных хелатных микроудобрений на винограде в условиях Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):349-355. DOI 10.34919/IM.2023.25.65.004.

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

The efficiency of systemic use of domestic chelate micro-fertilizers on grapes in Crimea

Didenko P.A.^{1✉}, Shaporenko V.N.¹, Tsurulnikova N.V.², Nikulina E.A.²

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

²Institute of Chemical Reagents and High Purity Chemical Substances, Kurchatov Institute National Research Centre, Moscow, Russia.

✉pavel-liana@mail.ru

Abstract. This article presents the results of studies, carried out in 2020–2022 in the soil and climatic conditions of viticultural and winemaking region of the South Coast of Crimea, on the effectiveness of foliar fertilizing of valuable wine grape variety 'Cabernet Sauvignon' with chelate micro-fertilizers. Foliar dressing with the studied fertilizers was carried out in the following phenological growth stages of grape plant development (BBCH scale): "inflorescences clearly visible", "inflorescences fully developed", "full flowering", "berries pea-sized" and "beginning of ripening". As the experiment result, positive effect of these micro-fertilizers on the phytometric indicators of grapes, as well as quantitative and qualitative yield indicators was determined. It was experimentally established that foliar dressing with chelate micro-fertilizers contributed to obtaining a good conditional grape yield in both the experiment and reference standard, while in the experimental variant there was an increase in the yield by an average of 7.4%, and in the cropping capacity - 5.9% (3.3 c/ha). In the experiment, using the studied system of mineral nutrition, an improvement in the chemical composition of grape berries was noted: sugar content increased by 6.3% (1.3 g/100 cm³), and acidity decreased by 3.6% (0.3 g/dm³), in comparison with production reference standard.

Key words: grapes; micro-nutrient fertilizers; foliar dressing; cropping capacity; product quality.

For citation: Didenko P.A., Shaporenko V.N., Tsurulnikova N.V., Nikulina E.A. The efficiency of systemic use of domestic chelate micro-fertilizers on grapes in Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):349-355. DOI 10.34919/IM.2023.25.65.004 (in Russian).

Введение

Эффективное развитие сельского хозяйства неразрывно связано с систематическим использованием удобрений и постоянным совершенствованием технологий их применения при выращивании сельскохозяйственных культур, в том числе и винограда [1].

Виноград – культура местности, поэтому вся технология его возделывания должна строиться с учётом биологических особенностей развития и сортимен-та применительно к конкретным почвенно-климатическим условиям зоны, района, хозяйства [2–4].

В настоящее время для повышения продуктивности виноградных насаждений вносят минеральные удобрения, содержащие макро- и микроэлементы [5–8]. Установлено, что вегетативными и генеративными органами винограда выносятся большое количество питательных веществ (около 74 химических элементов). Важные макроэлементы, такие как азот, фосфор, калий, железо, кальций, магний, сера, входят в состав жизненно необходимых органических соединений: белков, нуклеопротеидов, аминокислот и других. Микроэлементы, такие как бор, медь, марганец, молибден, кремний, цинк и другие, повышают активность многих ферментов в растительном организме и улучшают использование растением микроудобрений. Функции каждого макро- и микроэлемента специфичны [9]. Основная масса удобрений обладает избирательностью своего действия на различные виды, сорта, ткани и органы растительного организма. На сегодняшний день применение удобрений в хелатной форме актуально, так как они легко усваиваются растениями до 90 % (для сравнения неорганические соли лишь на 20–30 %) благодаря тому, что содержащиеся в них неорганические вещества находятся в органических молекулах, которые легко проникают через восковое покрытие листа внутрь растения и насыщают его питательными веществами [10–12].

Таким образом, **цель работы** – изучение эффективности хелатных отечественных микроудобрений на продуктивность виноградных насаждений и качественные показатели урожая винограда.

Материалы и методы исследования

Полевые опыты проводились на протяжении 2020–2022 гг. на промышленных виноградных насаждениях технического сорта Каберне Совиньон в почвенно-климатических условиях Южнобережного Крыма (АО «ПАО «Массандра», филиал «Ливадия»).

Год посадки виноградника – 2005, подвой – Берландиери х Рипариа Кобер 5ББ, схема посадки – 3 х 1,5 м, формировка – двуплечий кордон на среднем штамбе. Культура неукрывная, неорошаемая. Тип почвы на участках – коричневая горная некарбонатная,

Таблица 1. Схемы опытов
Table 1. Experimental schemes

№ обр.	Фаза развития винограда на период обработки (шкала ВВСН)	Наименование агрохимиката	Норма применения, л, кг/га
Опыт (изучаемая система питания)			
1	«выдвижение соцветий»	Хелатон Экстра	1
2	«перед цветением»	Хелат Бор + Комплекс Fe (III)	1 + 1
3	«после цветения»	Хелат Бор + Хелат Fe (III)	1 + 1
4	«мелкая горошина»	Хелатон Экстра + Тиатон	1 + 1
5	«начало созревания»	Хелатон Экстра	1
Эталон (система питания хозяйства)			
1	«выдвижение соцветий»	Дабл Вин 20-20-20+ Сиамино Про	2 + 1
2	«перед цветением»	Дабл Вин Р + Сиамино Про	2 + 1
3	«мелкая горошина»	Дабл Вин К + Сиамино Про	2 + 1

механический состав – суглинистый, содержание гумуса – 1,57 %, рН почвы – 6,5 (согласно данным технологической карты виноградника предприятия).

На опытных участках проводились все необходимые агротехнические мероприятия согласно технологическим картам: обрезка (февраль), сухая подвязка (март), две обломки (май-июнь), летняя подвязка лоз (июнь), чеканка побегов (июль). Обработка почвы: осенне-зимняя пахота, летнее трехкратное рыхление.

Схема исследований состояла из двух вариантов: опытной системы питания и эталонной, применяемой на предприятии, табл. 1. Система защиты винограда от вредных организмов по вариантам исследований не отличалась и включала в себя 7 пестицидных обработок.

Изучаемые хелатные микроудобрения разработаны и предоставлены для проведения исследований НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА. Характеристика применяемых хелатных минеральных удобрений:

– Тиатон – микроудобрение, содержащее серу (S) – 4,24 % в хелатной форме, рН = 6,0–8,0;

– Хелатон Экстра – хелатное микроудобрение, содержащее комплекс микроэлементов: железо (III), цинк (II), медь (II), кобальт (II), марганец (II), молибден (VI) в хелатной форме – все по 0,6 % и бор – 0,2 %;

– Хелат Бор – хелатное микроудобрение, содержащее бор в органической форме 9,9 % и азот 4,2 %, рН = 3,8–5,5;

– Комплекс Fe (III) – хелатное железосодержащее микроудобрение, массовая доля основного вещества (Fe) 0,5 %, рН = 6,5–7,5;

– Хелат Fe (III) – хелатное железосодержащее микроудобрение, массовая доля основного вещества (Fe) – 2 %, рН = 6,5–7,5.

При проведении исследований использовались общепринятые методы, применяемые в виноградар-

Таблица 2. Показатели потенциальной продуктивности виноградных растений (в среднем за 2020–2022 гг.)
Table 2. Indicators of potential productivity of grape plants (average for 2020–2022)

Вариант	Количество, шт./куст				Коэффициенты	
	глазков	нормально развитых побегов	плодоносных побегов	соцветий	K ₁	K ₂
Опыт	34,6	33,4	28,5	36,3	1,1	1,3
Эталон	34,1	33,6	28,3	36,5	1,1	1,3
НСР ₀₅	1,4	1,3	1,6	1,8	0,06	0,07

Примечание: K₁ – коэффициент плодоношения;
K₂ – коэффициент плодоносности

Таблица 3. Динамика изменения фитометрических показателей виноградного куста при использовании изучаемых систем питания (в среднем за 2020–2022 гг.)**Table 3.** Dynamics of changes in grape bush phytometric indicators when using the studied systems of nutrition (average for 2020–2022)

Вариант	Средняя длина побега L, см			Средний диаметр побега D, мм			Прирост куста (объем) P, см ³		
	III декада								
	июня	июля	августа	июня	июля	августа	июня	июля	августа
Опыт	132,8	145,1	159,3	63	74	81	1576,4	2376,4	3125,9
Эталон	134,7	143,6	156,7	62	75	80	1560,8	2434,9	3023,1
НСР ₀₅	5,8	6,8	7,3	3,2	3,9	4,2	48,6	71,5	86,8

стве: постановка опыта согласно «Руководству по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве» Москва, 2018 г. [13]; агробиологические учеты, определение массы урожая и его кондиций согласно «Методическим рекомендациям по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины» г. Ялта, 2004 г. [14]. Полученные экспериментальные данные подвергали математической обработке общепринятыми методами с использованием дисперсионного анализа «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» Москва, 2014 г. [15] при помощи пакета анализа данных электронной таблицы Excel.

Результаты и их обсуждение

Метеорологические показатели вегетационных периодов 2020–2022 гг. в Южнобережном виноградо-винодельческом районе проведения исследований были благоприятными для роста и развития виноградных растений. В целом температура воздуха на протяжении вегетаций винограда в годы исследований была близка к среднемноголетним данным. Распределение осадков в период вегетаций происходило следующим образом: засушливые периоды сменялись ливневыми дождями.

Анализ данных агробиологических учетов выявил отсутствие существенных различий между вариантами опыта по показателям: количество побегов на куст, количество плодоносных побегов и количество соцветий (табл. 2).

В ходе исследований проводилось определение фитометрических показателей виноградных кустов на опытных участках. Измерения побегов на опытном участке сорта Каберне Совиньон показали, что на протяжении периода вегетации винограда по длине, диаметру побегов и приросту куста опытный вариант и эталон хозяйства находились на одном уровне (табл. 3).

При учете урожая сорта Каберне Совиньон в 2020 г. установлено, что у варианта с применением опытной системы питания и эталоне получен хороший кондиционный урожай винограда – 2,7–2,8 кг/куст (табл. 4, рис. 2), при этом по содержанию сахара в соке ягод винограда данный показатель в опыте положительно превышал эталон на 3 % (0,6 г/100 см³). В условиях 2021 г. на фоне пятикратной обработки винограда на опытном варианте наблюдалось существенное повышение концентрации сахара до 22,6 г/100 см³, разница составила 6,6 % (1,4 г/100 см³) в сравнении с эталоном (табл. 4).

На третий год применения (2022 г.) изучаемой системы питания на одном и том же участке, отмечалось повышение средней массы грозди винограда на 8,9 г (10 %), что привело к увеличению урожая с куста и урожайности сорта на 0,3 кг/куст и 6 ц/га соответственно (9,4 %, табл. 4).

При расчете хозяйственного урожая установлено, что превышение продуктивности побегов (ПП) на опытных вариантах относительно эталоне хозяйства составило в среднем 3,6 % (табл. 4). При этом зафиксировано, что на всех вариантах опыта уровень вы-

Таблица 4. Влияние изучаемых систем минерального питания на количественные и качественные показатели урожая винограда сорта Каберне Совиньон

Table 4. The effect of the studied systems of mineral nutrition on the quantitative and qualitative yield indicators of 'Cabernet Sauvignon' grapes

Вариант	Средняя масса грозди, г	Количество гроздей, шт./куст	Урожай, кг/куст	Урожайность, ц/га	Массовая концентрация		pH
					сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³	
2020 г.							
Опыт	111,6	25,1	2,8	59	21,7	8,6	3,3
Эталон	108,4	24,9	2,7	57	21,1	8,9	3,3
НСР ₀₅	8,1	1,4	0,5	-	1,1	0,6	0,1
2021 г.							
Опыт	86,3	27,8	2,4	48	22,6	7,1	3,4
Эталон	84,9	27,3	2,3	46	21,2	7,5	3,3
НСР ₀₅	5,2	1,8	0,3	-	1,3	0,5	0,2
2022 г.							
Опыт	98,3	35,6	3,5	70	21,8	8,2	3,4
Эталон	89,4	35,8	3,2	64	19,9	8,6	3,4
НСР ₀₅	6,4	1,6	0,3	-	1,4	0,6	0,1
в среднем за 2020–2022 гг.							
Опыт	98,3	29,5	2,9	59	22,0	8,0	3,4
Эталон	92,2	29,3	2,7	55,7	20,7	8,3	3,3
НСР ₀₅	5,4	1,6	0,2	-	1,1	0,4	0,2

Таблица 5. Продуктивность и вызревание побегов при сравнении изучаемых систем минерального питания (в среднем за 2020–2022 гг.)

Table 5. Productivity and ripening of shoots when comparing the studied systems of mineral nutrition (average for 2020–2022)

Вариант	Коэффициент плодоношения (K ₁)	Средняя масса грозди, г	Продуктивность побегов, г	Превышение продуктивности побегов относительно эталона, %	% вызревшей части побега
Опыт	1,1	98,6	108,5	3,6	93,7
Эталон	1,1	95,2	104,7	-	88,5
НСР ₀₅	0,1	5,4	-	-	-

зревания однолетних побегов достаточный для хорошей перезимовки виноградной лозы (табл. 5).

Таким образом, положительным моментом является тот факт, что увеличение урожайности насаждений в опытном варианте при использовании изучаемой системы питания за годы проведения исследований привело параллельно к увеличению содержания сахаров в соке ягод в среднем до уровня 22 г/100 см³, то есть на 1,3 г/100 см³ (6,3 %). По величине массовой концентрации титруемых кислот между опытом и эталоном существенной разницы не отмечалось. Данный показатель был на уровне 8,0–8,3 г/дм³, то есть соответствовал требованиям, предъявляемым к

качеству сусла, предназначенного для производства красных сухих виноматериалов.

В 2022 г. с целью определения динамики накопления сахаров в ягодах винограда проводились измерения данного показателя в полевых условиях с помощью рефрактометра с начала созревания ягод и до сбора винограда (рис. 1).

Взятые пробы винограда с экспериментальных участков показали, что опытный вариант с использованием изучаемой системы применения отечественных хелатных микроудобрений превосходил эталон на протяжении всего периода созревания урожая по показателю массовая концентрация сахаров в соке

ягод винограда. Отмечалось существенное повышение данного показателя в следующие дни отбора проб: 7.09 (НСР₀₅ = 0,6), 15.09 (НСР₀₅ = 0,7), 23.09 (НСР₀₅ = 1,1) и 27.09 (НСР₀₅ = 1,2).

Таким образом, применение изучаемых хелатных микроудобрений способствовало более быстрому процессу накопления сахаров в соке ягод, тем самым ускоряя созревание урожая винограда технического сорта Каберне Совиньон в условиях Южнобережного Крыма.

Выводы

При изучении эффективности системы минерального питания микроудобрениями отечественного производства НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА на урожайность и качество винограда технического сорта Каберне Совиньон в условиях Южнобережного Крыма установлено их положительное влияние на продуктивность виноградных насаждений.

Определено, что внекорневые обработки изучаемой системы питания отечественными хелатными микроудобрениями способствовали:

- получению кондиционного урожая винограда, при этом отмечается повышение урожая в среднем за годы исследований на 7,4 % и урожайности на 5,9 % (3,3 ц/га) до 59 ц/га;

- улучшению химического состава ягод винограда: увеличению массовой концентрации сахаров на 6,3 % (1,3 г/100 см³) и снижению массовой концентрации титруемых кислот на 3,6 % (0,3 г/дм³) в сравнении с производственным эталоном.

Источник финансирования

Статья подготовлена в рамках выполнения Договора о творческом сотрудничестве от 28 мая 2018 г. и программе совместных исследований с НИЦ «Курчатовский институт» – ИРЕА.

Financing source

The article was prepared as part of performance the Agreement on Creative Cooperation dd May 28, 2018, and the program of joint research with the Kurchatov Institute National Research Centre – IREA.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

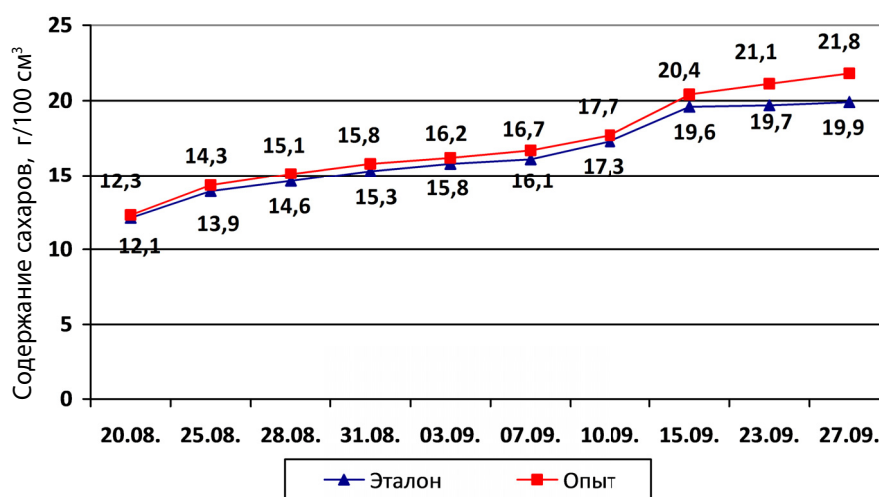


Рис. 1. Динамика сахаронакопления в соке ягод винограда на опытном участке (филиал «Ливадия», сорт Каберне Совиньон, 2022 г.)

Fig. 1. Dynamics of sugar accumulation in grape juice at the experimental plot (Livadia branch, 'Cabernet Sauvignon' variety, 2022)



Рис. 2. Урожай винограда технического сорта Каберне Совиньон (филиал «Ливадия, АО «ПАО «Массандра», 2020 г.)

Fig. 2. Yield of wine grapes 'Cabernet Sauvignon' (Livadia branch, FSUE PJSC Massandra, 2020)

Список литературы

1. Радчевский П.А., Барчукова А.Я., Тосунов Я.К., Прах А.В., Грюнер М.А. Влияние некорневой подкормки винограда органоминеральным удобрением «Реновация марки защита» на урожай и его качество // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;74(2):144-158. DOI 10.30679/2219-5335-2022-2-74-144-158.
2. Герман М.С., Айсанов Т.С. Влияние внекорневых подкормок на биохимический состав и структуру урожая столовых сортов винограда в условиях неустойчивого увлажнения Ставропольского края // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(1):30-34. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.004.
3. Алейникова Н.В., Диденко П.А., Галкина Е.С., Радионовская Я.Э., Шапоренко В.Н., Андреев В.В., Диденко Л.В., Болотянская Е.А. Влияние различных систем питания минеральными удобрениями отечественного производства на продуктивность виноградных на-

- саждений в условиях Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(1):35-42. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.005.
- Петров В.С. Биологические методы управления продукционным потенциалом винограда // Виноделие и виноградарство. 2013;6:42-47.
 - Бойко В.А., Левченко С.В., Белаш Д.Ю., Романов А.В. Оценка влияния применения препарата «Лигногумат» на показатели продуктивности и качества винограда в условиях Республики Крым // Русский виноград. 2021;15:43-51. DOI 10.32904/2712-8245-2021-15-43-51.
 - Урденко Н.А., Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Буивал Р.А. Влияние отдельных элементов агротехнологии на продукционный потенциал и перспективность столового сорта винограда Виктория // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(03):242-247. DOI 10.35547/IM.2021.95.94.006.
 - Руссо Д.Э., Красильников А.А., Шелудько О.Н. Влияние специальных органоминеральных микроудобрений нового поколения на качество винограда и виноматериалов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;67(1):261-282. DOI 10.30679/2219-5335-2021-1-67-261-282.
 - Кулько И.А., Радчевский П.П., Матузок Н.В. Особенности формирования агробиологических показателей фактической плодородности на кустах винограда сорта Сперави под влиянием обработки препаратом Вымпел и минеральными удобрениями нового поколения // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016;116(02):1467-1495.
 - Байрамбеков Ш.Б., Кумашева Б.Н. Влияние внекорневых подкормок жидкими микроудобрениями на продуктивность и качество винограда // Садоводство и виноградарство. 2016;6:52-56. DOI 10.18454/VSTISP.2016.6.3918.
 - Moretti G. Effect of foliar treatments of magnesium, manganese and zinc on grafted vines in the nursery. Acta Horticulturae. 2002;594:1-87. DOI 10.17660/ActaHortic.2002.594.87.
 - Gomes M., Jefferson S. Effect of dehydration process on mineral content, phenolic compounds and antioxidant activity of Cabernet Sauvignon and Merlot grapes. Food Research International. 2013;54(2):1343-1350. DOI 10/1016/j.foodres.2013.10.016.
 - Алейникова Н.В., Цирульникова Н.В., Диденко П.А., Никулина Е.А. Перспективы применения отечественных хелатных микроудобрений на винограде в Крыму // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(3):216-220. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.006.
 - Сычев В.Г., Шаповал О.А., Можарова И.П., Веревкина Т.М., Мухина М.Т., Коршунов А.А., Пономарева А.С., Вознесенская Т.Ю., Веревкин Е.Л. Руководство по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве: производственно-практическое издание. М.: ООО «Плодородие». 2018:1-248.
 - Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины / под ред. А.М. Авидзбы. Ялта: ИВиВ «Магарач». 2004:1-264.
 - Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.

References

- Radchevsky P.P., Barchukova A.Ya., Tosunov Ya.K., Prakh A.V., Gruner M.A. Effect of foliar dressing of grapes with organomineral fertilizer "Renovation of the protection brand" on the yield and its quality. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2022;74(2):144-158. DOI 10.30679/2219-5335-2022-12-2-74-144-158 (in Russian).
- German M.S., Aisanov T.S. The effect of foliar fertilizing on the biochemical composition and yield structure of table grape varieties in the conditions of unstable precipitation zone of the Stavropol Territory. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(1):30-34. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.004 (in Russian).
- Aleinikova N.V., Didenko P.A., Galkina Ye.S., Radionovskaya Ya.E., Shaporenko V.N., Andreiev V.V., Didenko L.V., Bolotianskaia E.A. The effect of different systems of nutrition with mineral fertilizers of local production on the productivity of grapevine plantings in the conditions of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(1):35-42. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.005 (in Russian).
- Petrov V.S. Biological management methods of grapes production potential. Winemaking and Viticulture. 2013;6:42-47 (in Russian).
- Boyko V.A., Levchenko S.V., Belash D.Yu., Romanov A.V. Impact of "Lignohumate" fertilizer on productivity indicators and grapes quality in the conditions of the Republic of Crimea. Russian Grapes. 2021;15:43-51. DOI 10.32904/2712-8245-2021-15-43-51 (in Russian).
- Urdenko N.A., Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Buival R.A. The effect of specific agrotechnology elements on production potential and prospects of the table grape variety 'Viktoriya'. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2021;23(3):242-247. DOI 10.35547/IM.2021.95.94.006 (in Russian).
- Russo D.E., Krasilnikov A.A., Sheludko O.N. The influence of special organic and mineral fertilizers of new generation the quality of grapes and wine materials. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2021;67(1):261-282. DOI 10.30679/2219-5335-2021-1-67-261-282 (in Russian).
- Kulko I.A., Radchevsky P.P., Matuzok N.V. Peculiarities of forming agrobiological indexes of real fruitfulness on grape bushes of Saperavi variety under the influence of treatment by "Vimpel" preparation and new generation fertilizers. Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2016;116(02):1467-1495 (in Russian).
- Bairambekov Sh.B., Kumasheva B.N. Influence of foliar application by liquid micro fertilizers on productivity and quality of grapes. Horticulture and Viticulture. 2016;6:52-56. DOI 10.18454/VSTISP.2016.6.3918 (in Russian).
- Moretti G. Effect of foliar treatments of magnesium, manganese and zinc on grafted vines in the nursery. Acta Horticulturae. 2002;594:1-87. DOI 10.17660/ActaHortic.2002.594.87.
- Gomes M., Jefferson S. Effect of dehydration process on mineral content, phenolic compounds and antioxidant activity of Cabernet Sauvignon and Merlot grapes. Food Research International. 2013;54(2):1343-1350. DOI 10/1016/j.foodres.2013.10.016.
- Aleinikova N.V., Tsirulnikova N.V., Didenko P. A., Nikulina E.A. Prospects of treatment grapes in Crimea with locally produced chelate microfertilizers. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(1):35-42. DOI 10.34919/IM.2023.25.1.005 (in Russian).

- ture and Winemaking. 2020;22(3):216-220. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.006 (in Russian).
13. Sychev V.G., Shapoval O.A., Mozharova I.P., Verevkin T.M., Mukhina M.T., Korshunov A.A., Ponomareva A.S., Voznesenskaya T.Yu., Verevkin E.L. Guidelines for conducting registration tests of agrochemicals in agriculture: production and practical edition. M.: LLC Plodorodiye. 2018:1-248 (in Russian).
14. Methodological recommendations on agrotechnical research in viticulture of Ukraine. Edited by A.M. Avidzba. Yalta: IV&W Magarach. 2004:1-264 (in Russian).
15. Dospikhov B.A. Methodology of field experiment with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).

Информация об авторах

Павел Александрович Диденко, канд. с.-х. наук, науч. сотр., зав. лабораторией защиты растений; e-мейл: pavel-liana@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6170-2119>;

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

Нина Владимировна Цирульникова, д-р хим. наук, гл. науч. сотр., зав. лабораторией технологии комплексонов и комплексных соединений; e-мейл: nv.tsir@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6707-2306>;

Елена Аркадьевна Никулина, канд. техн. наук, науч. сотр.; e-мейл: nikulina_elen@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2369-3140>.

Information about authors

Pavel A. Didenko, Cand. Agric. Sci., Staff Scientist, Head of the Laboratory of Plant Protection; e-mail: pavel-liana@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6170-2119>;

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>;

Nina V. Tsirulnikova, Dr. Chem. Sci., Chief Staff Scientist, Head of the Laboratory of Complexones and Complex Compounds Technology; e-mail: nv.tsir@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6707-2306>;

Elena A. Nikulina, Cand. Techn. Sci., Staff Scientist; e-mail: nikulina_elen@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2369-3140>.

Статья поступила в редакцию 13.11.2023, одобрена после рецензии 15.11.2023, принята к публикации 22.11.2023.

Фитоплазменные заболевания – современный вызов стабильному развитию виноградарства в Крыму

Радиононская Я.Э.^{1✉}, Алейникова Н.В.¹, Бондаренко Г.Н.^{2,3}, Хамаева Б.Б.², Болотянская Е.А.¹, Белаш С.Ю.¹

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

²Всероссийский центр карантина растений (ФГБУ «ВНИИКР»), г. Раменское, Московская область, Россия;

³Аграрно-технологический институт Российского университета дружбы народов, г. Москва, Россия.

✉vovkayalta@mail.ru

Аннотация. Цель проведенных в 2018–2020 гг. исследований заключалась в оценке распространённости и изучении биоэкологических особенностей развития нового вредоносного фитоплазмоза – почернение древесины винограда (Bois Noir, BN) в Крыму. В ходе регулярных осмотров виноградников выявлено 683 га (41 участок), инфицированных фитоплазмозом; в растительном материале (побеги, листья) с 16 участков (266 га) методами Nested PCR (Polymerase Chain Reaction) и Real-time PCR диагностирован возбудитель – *Candidatus Phytoplasma solani*. Установлено, что наибольшая площадь инфицированных участков находится в Юго-западном Крыму, где сосредоточено 58 % от общей площади выявленных виноградников с BN, минимальная – 1 % на Южном берегу Крыма. Появление первых симптомов развития фитоплазмоза варьировало в пределах 2 недель: 1–2 декада июня для сорта Шардоне, наиболее чувствительного к данной инфекции. Определены 11 классических (Шардоне, Алиготе, Вердельо, Пино нуар, Бастардо, Каберне Совиньон, Мерло, Траминер розовый, Мальбек) и местных (Бастардо магарачский, Кокур белый) сортов, в разной степени подверженных поражению BN. Отмечены различия в интенсивности развития BN по годам: умеренный и эпифитотийный уровни заболевания преобладали в 2018 и 2019 гг. (на 45–59 % площади виноградников с симптомами BN), в условиях 2020 г. преобладал слабый уровень (41 %). Природных резервуаров BN в образцах 4 видов сорной и дикой растительности внутри и вокруг виноградников исследованиями не выявлено.

Ключевые слова: *Vitis vinifera*; почернение древесины винограда; *Candidatus Phytoplasma solani*; Nested PCR; Real-time PCR; распространение; особенности развития.

Для цитирования: Радиононская Я.Э., Алейникова Н.В., Бондаренко Г.Н., Хамаева Б.Б., Болотянская Е.А., Белаш С.Ю. Фитоплазменные заболевания – современный вызов стабильному развитию виноградарства в Крыму // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):356-362. DOI 10.34919/IM.2023.90.40.005.

Phytoplasma diseases as a modern challenge to sustainable development of viticulture in Crimea

Radionovskaya Ya.E.^{1✉}, Aleinikova N.V.¹, Bondarenko G.N.^{2,3}, Khamaeva B.B.², Bolotianskaia E.A.¹, Belash S.Yu.¹

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

²All-Russian Center for Plant Quarantine (FSBI VNIIEKR), Ramenskoye, Moscow region, Russia;

³Agrarian and Technological Institute, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia.

✉vovkayalta@mail.ru

Abstract. The purpose of the studies carried out in 2018–2020 consisted in assessing the prevalence, and investigation of bioecological development features of a new harmful phytoplasmosis - grapevine black wood trunk disease (Bois Noir, BN) in Crimea. During regular inspections of vineyards, 683 hectares (41 plots) infected with phytoplasmosis were identified. In plant material (shoots, leaves) from 16 plots (266 ha), the pathogen - *Candidatus Phytoplasma solani* - was diagnosed using methods of Nested PCR (Polymerase Chain Reaction) and Real-time PCR. It is established that the largest area of infected plots is located in the South-Western Crimea, where 58% of the total area of vineyards with confirmed BN is concentrated. Minimal BN development - 1% was registered in the South Coast of Crimea. The onset of first symptoms of phytoplasmosis development varied within 2 weeks: 1–2 ten days of June for 'Chardonnay' variety as the most sensitive to this infection. Eleven traditional ('Chardonnay', 'Aligote', 'Verdelho', 'Pinot Noir', 'Bastardo', 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot', 'Traminer Rose', 'Malbec') and local ('Bastardo Magarachskiy', 'Kokur Belyi') varieties, susceptible to BN affection to a varying degree, were identified. Differences in the intensity of BN development by years were noted: moderate and epiphytotic disease levels prevailed in 2018 and 2019 (45–59% of the vineyard areas with BN symptoms), slow development level prevailed in 2020 (41%). The research has not identified natural BN reserves in the samples of 4 types of weed and wild vegetation inside and around the vineyards.

Key words: *Vitis vinifera*; Bois Noir (black wood) grapevine trunk disease; *Candidatus Phytoplasma solani*; Nested PCR; Real-time PCR; spreading; development features.

For citation: Radionovskaya Ya.E., Aleinikova N.V., Bondarenko G.N., Khamaeva B.B., Bolotianskaia E.A., Belash S.Yu. Phytoplasma diseases as a modern challenge to sustainable development of viticulture in Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):356-362. DOI 10.34919/IM.2023.90.40.005 (in Russian).

Введение

В мире за прошедшие полувека с момента обнаружения возбудителя фитоплазменных болезней отмечаются значительные успехи в познании этих патогенов: расширяется список растений-хозяев и переносчиков инфекции, изучаются генетические аспекты вредоносности; установлено широкое распространение и катастрофическая вредоносность фитоплазмозов [1, 2]. Исследованиями, проведенными в России за последнее десятилетие, показано, что фитоплазмы поражают более 20 видов культурных растений, в том числе плодовые, ягодные и виноград [3, 4].

Среди видов растений, инфицированных фитоплазмами, виноградная лоза – одна из тех, которая наиболее сильно пострадала на мировом уровне. Распространение фитоплазмозов винограда в мире связано непосредственно с районами возделывания виноградников и ареалом насекомых-переносчиков фитоплазменной инфекции [5]. Самые опасные фитоплазменные болезни винограда европейского *Vitis vinifera* – это золотистое пожелтение Grapevine Flavescence Dorée (FD) и почернение древесины винограда Bois Noir (BN), которые относятся к группе желтух винограда (Grapevine yellows, GY) и вызывают схожие симптомы поражения растений; их видовая идентификация возможна только с использованием молекулярного метода. Возбудитель BN – бактерия *Candidatus Ph. solani* из группы столбур (stolbur), подгруппы 16SrXII-A является карантинным объектом в странах Европейского союза (список А 2), Норвегии, Турции (список А 2), Израиля, Иордании и др. [6]. Данное заболевание является самым распространенным фитоплазмозом винограда в Европе, развитие которого может приводить к региональным потерям до 50 % [7]. На территории Евразийского экономического союза, в том числе России, BN не является объектом карантина, в отличие от фитоплазмоза золотистое пожелтение – возбудитель *Candidatus Phytoplasma vitis* из подгруппы 16SrV, имеющего карантинный статус [8].

Для южных регионов России (Краснодарский край и Крым), где сосредоточены основные площади виноградных насаждений, уже опубликованы первые данные о наличии участков виноградников с симптоматикой фитоплазмоза и положительных результатах ПЦР-диагностики на *Candidatus Ph. solani*; инфекция FD не обнаружена [9–11]. Известно, что на указанных территориях возбудители столбура ряда других сельскохозяйственных культур (томаты, перец, картофель, морковь, табак) относятся к фитоплазмам подгруппы 16SrXII-A, как и фитоплазмоза BN [1, 3, 4]. Однако заболевания столбуром на этих культурах известны и изучаются давно, а проблема фитоплазменных болезней виноградников актуализировалась только в последнее десятилетие, поэтому авторы статьи в большей

степени связывают многочисленные проявления фитоплазмоза на виноградниках Крыма с массовой интродукцией инфицированных саженцев из европейских стран с начала нового столетия. По мнению Кастальевой Т.Б. с соавторами, для разъяснения данной ситуации необходим мониторинг фитоплазмозов винограда с применением методов ПЦР-анализа для выявления групп и подгрупп фитоплазм, ранее не отмечавшихся на территории России, и определения на основе анализа набора генов их принадлежности к конкретному биотипу [3].

Принимая во внимание, что фитоплазмоз BN относится к системным заболеваниям и характеризуется высокой вредоносностью (снижая количественные и качественные показатели урожая, сокращая срок эксплуатации виноградников), а также отсутствие на сегодняшний день эффективных мер контроля, актуальность исследований, направленных на изучение вопросов, связанных с эпидемиологией нового для Крыма патогена, является актуальным.

Цель исследований – мониторинг виноградных насаждений в Крыму для изучения нового актуального фитоплазмоза – почернение древесины винограда, как современного вызова устойчивого развития виноградарской отрасли, и создания в дальнейшем информационной базы данных регионального уровня по данному заболеванию. Задачи исследований: выявить участки с визуальными симптомами поражения виноградных растений, ассоциируемых с фитоплазмозом; молекулярно-генетическими методами диагностировать возбудителя заболевания; дать оценку распространённости почернения древесины винограда; изучить симптоматику и биоэкологические особенности развития BN в условиях Крыма.

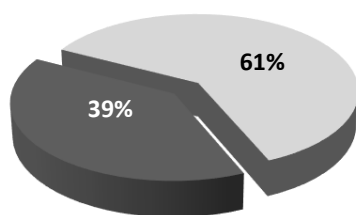
Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2018–2020 гг. на насаждениях виноградарских предприятий четырех основных зон виноградарства Крыма: Южнобережная (ЮБК), Горно-долинная (ГДК), Центральная степная (ЦСК), Юго-западная (ЮЗК). Распространенность и интенсивность поражения виноградных растений фитоплазмозом BN изучали в ходе маршрутных обследований виноградников, проводимых с мая по октябрь. Распространенность оценивали по показателю количества больных растений, выраженного в процентах от общего числа осмотренных кустов. Степень поражения виноградных растений BN оценивали по разработанной шкале: слабая – 1–2 побега на кусте с симптом BN; средняя – 3–5 побегов на кусте имеют симптомы BN; сильная – более 5 побегов на кусте имеют симптомы BN. Уровень (интенсивность) развития фитоплазмоза характеризовали, применяя авторскую градацию: слабый – до 10 % растений с признаками BN в слабой степени или до 5 % растений с признаками BN

Таблица 1. Праймеры, использованные для постановки ПЦР

Table 1. The primers used for PCR

№ п/п	Название пары	Последовательность	Ген	Размер продукта, п.о.
1	P1/P7 I этап	AAGAGTTTGATCCTGGCTCAGGATTCGTCCTTCATCGGCTCTT	16S-23S	1280-1570
2	M23Sr 16r758f II этап	TAGTGCCAAGGCATCCACTGTGGTCTTTACTGACGCTGAGGC	16S-23S	1000-1100
3	fU5 rU3 II этап	CGGCAATGGAGGAAACTTTCAGCTACTCTTTGTAACA	16S-23S	850-950



■ Визуально и ПЦР-анализ
■ Только визуально

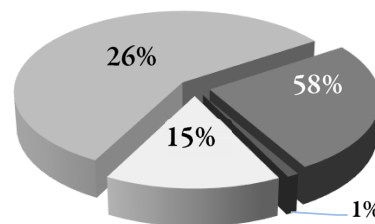
Рис. 1. Доля площадей виноградников Крыма, на которых визуальные симптомы инфицирования *Candidatus Ph. solani* подтверждены результатами ПЦР-анализа (по данным 2018–2020 гг.)

Fig. 1. The proportion of Crimean vineyard areas with confirmed by the results of PCR-analysis visual symptoms of *Candidatus Ph. solani* (according to the data of 2018-2020)

в средней и сильной степени; умеренный – до 40 % растений с признаками VN в разной степени; эпифитотийный – более 40 % растений с признаками VN в разной степени.

Лабораторные исследования по идентификации возбудителя фитоплазмоза в пробах растительного материала винограда (побеги, листья с типичными симптомами поражения и без симптомов), а также сорной и дикой растительности вокруг инфицированных виноградников (листья, стебли нормально развитые и с разными деформациями) проводили в ФГБУ «ВНИИКР» (г. Москва) и филиале ФГБУ «ВНИИКР» в Республике Крым (г. Симферополь). Отбор образцов осуществляли в июле-августе.

Выделение ДНК из растительного материала проводили согласно методическим рекомендациям, разработанным в ФГБУ «ВНИИКР» [12]. Для изолирования фитоплазм из растительных тканей образцов в разрушающем буфере измельчали листовые черенки или стеблевую флору растений. Метод «Doyle&Doyle» использовали для выделения ДНК [13]; качественную и количественную оценку полученной ДНК проводили с помощью спектрофотометра NanoDrop 2000 («Thermo Fisher scf.», Литва). Образцы анализировали методом классического ПЦР (табл. 1), ПЦР в режиме реального времени с применением коммерческих наборов компании «Синтол» и «Агродиагностика» (Москва,



Зоны виноградарства Крыма
■ ЮБК □ ГДК
■ ЮЗК ■ ЦСК

Рис. 2. Соотношение площадей виноградников с признаками VN в основных зонах виноградарства Крыма (по данным 2018–2020 гг.)

Fig. 2. The proportion of vineyard areas with BN symptoms in the main viticultural zones of Crimea (according to the data of 2018-2020)

Россия) [14–16].

После визуализации методом горизонтально-го электрофореза целевые продукты ПЦР очищали от побочных продуктов (остатки реакционной смеси) с помощью коммерческого набора «Gene Jet PCR Purification Kit», в котором используется метод очистки ДНК на колонках («Thermo Fisher Scientific», Литва).

Расшифровка нуклеотидных последовательностей проводилась на генетическом анализаторе Genetic Analyzer AB-3500 методом капиллярного электрофореза. Для вставки меченых нуклеотидов в составе фрагментов ДНК применяли набор «Big Dye Terminator Kit v 3.1» для проведения секвенирования («Applied Biosystems», США, Япония). Полученные последовательности форматировали в программах «Sequencing analysis» и «BioEdit», сравнивали их с данными генетических баз NCBI и Q-bank [17].

Результаты и их обсуждение

В ходе фитосанитарных обследований виноградных насаждений различных зон виноградарства Крыма типичные визуальные симптомы заболевания, ассоциируемые с фитоплазмозом VN, выявлены на 41 участке общей площадью 683 га. Молекулярно-генетические исследования проведены в образцах растительного материала с 29 участков, для 16 участков общей площадью 266 га подтверж-

Таблица 2. Характеристика интенсивности поражения виноградных насаждений фитоплазмозом ВН в Крыму за 2018–2020 гг.**Table 2.** Characteristics of the affection intensity of Crimean vineyards with BN phytoplasmosis during 2018–2020

Уровень поражения растений ВН	Площадь виноградников, %		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Слабый	21	33	41
Умеренный	45	8	38
Эпифитотийный	34	59	21

дено наличие фитоплазменной инфекции и диагностирован возбудитель заболевания *Candidatus Ph. solani*. Таким образом, для 39 % от всей площади насаждений с признаками инфекции достоверно диагностирован фитоплазмоз почернение древесины винограда (рис. 1).

Согласно результатам исследований наибольшая площадь участков, пораженных фитоплазмозом, отмечена в ЮЗК – 58 %; существенно меньшие площади инфицированных фитоплазмозом виноградников выявлены в ЦСК – 26 % и ГДК – 15 %; минимальное распространение фитоплазмоза ВН зафиксировано на виноградниках ЮБК – 1 % (рис. 2).

Первые единичные и слабо выраженные симптомы фитоплазмоза ВН фиксировали на виноградниках сорта Шардоне с конца мая до середины июня (2018 г. – 30 мая; 2019 г. и 2020 г. – 14 июня) при прохождении виноградными растениями фенологических фаз «полное цветение» – «конец цветения» (по шкале ВВСН – 65–69): поражённые побеги выделялись более светлой окраской листьев с краями, слегка направленными книзу. Отчётливые, а на отдельных участках и массовые признаки фитоплазмоза (пожелтение листьев и их скручивание, частичное или полное усыхание соцветий и т.д.) наблюдали на виноградных растениях сорта Шардоне с 3 декады июня, начиная с фенологических фаз развития «ягоды размером с горошину» – «начало формирования ягод в грозди» (по шкале ВВСН – 75–77).

Начальные симптомы почернения древесины на других сортах винограда (Алиготе, Пино нуар, Вердельо, Мальбек, Мерло, Бастардо, Бастардо магарачский, Кокур белый) отмечали позднее – с 1 декады июля, при прохождении фенологических фаз «начало и завершение формирования ягод в грозди» (по шкале ВВСН – 77–79), в виде изменения окраски листьев (пожелтения или покраснения), многочисленных тёмных пустул на коре побегов, повышенной гибкости побегов, недоразвитых гроздей и т.д. Со второй половины июля фиксировали симптомы ВН на участках сортов Каберне Совиньон и Траминер розовый.

Наиболее интенсивное проявление заболевания на всех инфицированных ВН сортах наблюдали в

период созревания ягод винограда с 3 декады июля по сентябрь–октябрь (фенофазы «начало созревания ягод» – «полная спелость ягод», по шкале ВВСН – 81–89), в том числе в виде некроза листьев, увядания и усыхания гроздей, частичного или полного отсутствия вызревания поражённых побегов.

При обследовании виноградников светло-ягодного сорта Шардоне во второй половине сентября и начале октября наблюдали почернение (некроз) поражённых ВН побегов: от верхушки к основанию. На участке темно-ягодного сорта винограда Мальбек отмечали окрашивание больных побегов в светло- и темно-бордовые цвета.

Следует отметить, что возраст виноградников, на которых диагностировали фитоплазмоз ВН, колебался от 4 до 16 лет (от вступающих в плодоношение до плодоносящих), посадочный материал для этих участков был интродуцирован в основном из таких европейских стран как Италия, Франция и Сербия. Исключением являются два участка сортов винограда Вердельо и Алиготе на ЮБК, возраст которых уже превышает 30 лет.

За период наблюдений признаки фитоплазмоза наблюдали на виноградных насаждениях 11 технических сортов: Шардоне, Алиготе, Вердельо, Пино нуар, Бастардо, Бастардо магарачский, Каберне Совиньон, Мерло, Траминер розовый, Мальбек, Кокур белый. Положительные результаты молекулярно-генетической экспертизы к настоящему моменту имеются для 5 сортов винограда: Шардоне, Пино нуар, Бастардо, Алиготе, Вердельо.

Анализ трехлетних данных об интенсивности визуальных проявлений заболевания ВН на изучаемых виноградниках показал, что наибольший уровень развития ВН наблюдали в 2018 и 2019 гг., когда площадь участков с умеренным и эпифитотийным уровнем поражения растений суммарно составляла 79 и 67 % соответственно (табл. 2).

В условиях 2019 г. отмечена максимальная площадь виноградников с развитием ВН по типу эпифитотии – 59 %. Исходя из полученных данных, можно сказать, что агроклиматические условия 2020 г. были наименее благоприятными для развития изучаемого заболевания: в большинстве случаев фиксировали слабое и умеренное проявление на

винограде симптомов ВN (41 и 38 % соответственно), эпифитотийное развитие заболевания отмечали на минимальной за годы исследований площади – 21 %.

Кроме наблюдений за проявлением фитоплазменной инфекции на виноградных растениях в 2018–2019 гг. при фитосанитарных обследованиях проводили осмотр сорной растительности на виноградниках, а также дикой растительности вокруг них с целью выявления признаков поражения фитоплазмозом и, соответственно, природных резерваций данного заболевания. К настоящему моменту явных (типичных) симптомов поражения сорной и дикой растительности фитоплазменной инфекцией не зафиксировано. Лабораторными исследованиями (ФГБУ «ВНИИКР») присутствие возбудителей фитоплазмоза в образцах растительного материала вьюнка *Convolvulus* sp., ластовня *Vincetoxicum* sp., ломоноса *Clematis* sp. и каперсов *Capparis* sp. не выявлено.

В данной статье представлены наиболее полные данные о распространении и идентификации фитоплазмоза ВN на виноградниках Крыма относительно более ранних публикаций авторов [9, 11]. Результаты наблюдений за календарными сроками проявления различных симптомов фитоплазмоза с учётом фенологических фаз развития виноградных растений различных сортов винограда, а также сезонной динамикой поражения ВN, в целом согласуются с имеющейся в научной литературе информации по данным вопросам. Нашими исследованиями подтверждено, что и в условиях Крыма растения винограда сорта Шардоне проявляют наибольшую чувствительность к данному патогену. В перечень сортов винограда, проявляющих симптомы фитоплазмоза, вошли как классические, так и местные сорта (Кокур белый, Бастардо магарачский). Поротикова Е.В. с соавторами по результатам аналогичных исследований в Краснодарском крае РФ также наряду с классическими сортами указывает и местные сорта винограда (Августин, Юбилейный, Красностоп, Колобок) [10]. Отрицательные результаты исследований по выявлению инфекции в потенциальных растениях-резерватах фитоплазмоза скорее всего свидетельствуют о необходимости более масштабных и целенаправленных поисков, чем было возможно в рамках данной работы.

Выводы

На виноградниках основных технических сортов 4 виноградарских зон Крыма в 2018–2020 гг. для выполнения поставленных задач проводилось выявление, идентификация и изучение симптоматики и других особенностей развития фитоплазменного заболевания ВN. Установлено, что появление первых симптомов развития фитоплазмоза на виноградных растениях может варьировать в пределах 2 недель на фоне различных метеоусловий

года; в среднем – это 1–2 декада июня для наиболее чувствительного к данной инфекции сорта Шардоне. Максимальный уровень проявления ВN на всех сортах фиксируется в августе-сентябре; после листопада отмечается частичный или полный некроз поражённых (не одревесневших) побегов. Составлен перечень сортов винограда, на которых в период вегетации выявлялись визуальные признаки ВN, включающий 11 сортов; к настоящему моменту для 5 из них инфекция подтверждена ПЦР-анализом. Общая площадь виноградников с симптоматикой ВN, выявленных в процессе исследований, составляет 683 га (41 участок); на 16 участках (266 га) молекулярно-генетическим методом диагностирован возбудитель заболевания – *Candidatus Ph. solani*. Природных резерваций ВN на сорной и дикой растительности вокруг виноградников исследованиями не выявлено. Отмечены существенные колебания интенсивности развития ВN на виноградниках Крыма в разные годы: так умеренный и эпифитотийный уровни поражения преобладали в 2018 и 2019 гг. (45–59 % площади с симптомами ВN), в условиях 2020 г. преобладал слабый уровень – 41 % площади с симптомами ВN. Полученная информация в дальнейшем станет основой для создания информационной базы данных регионального уровня по данному заболеванию.

Ежегодное развитие заболевания по типу эпифитотии свидетельствует о серьёзных экономических рисках для устойчивого виноградарства в Крыму на фоне продолжающейся широкой интродукции саженцев винограда, наличия потенциальных векторов фитоплазменной инфекции и учащения климатических стрессов. Результаты исследований свидетельствуют о необходимости мониторинга виноградных насаждений Крыма для лучшего понимания текущей ситуации с распространением фитоплазмоза ВN, его влиянием на продуктивность и жизнеспособность виноградных растений. В круг исследовательских интересов следует также включить вопросы о роли представителей аборигенной и инвазийной цикадофауны в системе хозяин-патоген-вектор, а также разработке эффективной практики возделывания винограда.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» № 0833-2019-0011.

Financing source

The work was conducted within the framework of public assignment of the FSBSI Institute Magarach of the RAS No. 0833-2019-0011.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Богоутдинов Д.З., Кастальева Т.Б., Гирсова Н.В., Самсонова Л.Н. Фитоплазменные болезни: исторический обзор к 50-летию открытия фитоплазмозов // Сельскохозяйственная биология. 2019;54(1):3-18. DOI 10.15389/agrobiology.2019.1.3rus.
2. Бондучук В., Хаустов Е. Фитоплазмоз виноградской лозы в Молдове. <https://agroexpert.md/rus/agromenedzhment/fitoplazmoz-vinogradnoy-lozy-v-moldove> (дата обращения: 18.04.2021).
3. Кастальева Т.Б., Богоутдинов Д.З., Боттнер-Паркер К.Д., Гирсова Н.В., Ли И.М. О разнообразии фитоплазмозов сельскохозяйственных культур в России: патогены и их переносчики // Сельскохозяйственная биология. 2016;51(3):367-375. DOI 10.15389/agrobiology.2016.3.367rus.
4. Богоутдинов Д.З., Гирсова Н.В., Кастальева Т.Б. Фитоплазменные болезни плодовых и ягодных культур в Центральном и Поволжском регионах России // Плодоводство и ягодоводство России. 2019;59:212-218. DOI 10.31676/2073-4948-2019-59-212-218.
5. Angelini E., Clair D., Borgo M., Bertaccini A., Boudon-Padieu E. Flavescence dorée in France and Italy – occurrence of closely related phytoplasma isolates and their near relationships to Palatinate grapevine yellows and an alder yellows phytoplasma. *Vitis*. 2001;40(2):79-86. DOI 10.5073/vitis.2001.40.79-86.
6. Dermastia M., Bertaccini A., Constable F., Mehle N. Grapevine yellows diseases and their phytoplasma agents. *Biology and Detection*. Springer. 2017:1-99. DOI 10.1007/978-3-319-50648-7_5.
7. Dermastia M., Škrlić B., Strah R., Anžič B., Tomaž Š., Križnik M., Schönhuber C., Riedle-Bauer M., Ramšak Ž., Petek M., Kladnik A., Lavrač N., Gruden K., Roitsch T., Brader G., Pompe-Novak M. Differential response of grapevine to infection with ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’ in early and late growing season through complex regulation of mRNA and Small RNA transcriptomes. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(7):3531. DOI 10.3390/ijms22073531.
8. Национальный доклад о карантинном фитосанитарном состоянии территории Российской Федерации в 2019 году // Защита и карантин растений. 2020;7:9-19.
9. Bondarenko G.N., Bashkirova I.G., Aleynikova N.V., Radionovskaya Y.E. Monitoring of ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’ and “Flavescence Dorée” phytoplasma in South regions of the Russian Federation. *Phytopathogenic Mollicutes*. 2019;9(1):210-209. DOI 10.5958/2249-4677.2019.00105.1.
10. Porotikova E.V., Yurchenko E.G., Vinogradova S.V. First report of ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’ associated with Bois Noir on grapevine (*Vitis vinifera*) in Krasnodar Region of Russia. *Plant Disease*. 2019;104(1):277. DOI 10.1094/PDIS-03-19-0508-PDN.
11. Girsova N., Aleynikova N., Kastalyeva T., Radionovskaya Y., Bogoutdinov D. Phytoplasma disease «Bois Noir» in Crimea: diagnosis of the pathogen. *BIO Web of Conferences* 2020;25(4):06004. DOI 10.1051/bioconf/20202506004.
12. Мугол Хан Г.Н., Камаев И.О. Методические рекомендации по выявлению и идентификации возбудителя золотистого пожелтения винограда *Candidatus Phytoplasma vitis* (Flavescence dorée). Москва: ФГБУ «ВНИИКР». 2014:1-32.
13. Doyle J.J., Doyle J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*. 1990;12(1):15-13.
14. Deng S., Hiruki C. Amplification of 16 s ribosomal-rna genes from culturable and nonculturable mollicutes. *Journal of Microbiological Methods*. 1991;14(1):61-53. DOI 10.1016/0167-7012(91)90007-D.
15. Gibb K., Padovan A. A DNA extraction method that allows reliable PCR amplification of MLO DNA from «difficult» plant host species. *PCR methods and applications*. 1994;4(1):56-58. DOI 10.1101/gr.4.1.56.
16. Lorenz K.H., Schneider B., Ahrens U., Seemüller E. Detection of the apple proliferation and pear decline phytoplasmas by PCR amplification ribosomal and non-ribosomal DNA. *Phytopathology*. 1995;85(7):771-776. DOI 10.1094/Phyto-85-771.
17. National Center for Biotechnology Information. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> (дата обращения: 03.04.2021).

References

1. Bogoutdinov D.Z., Kastalyeva T.B., Girsova N.V., Samsonova L.N. Phytoplasma diseases: a review of 50 year history and current advances. *Agricultural Biology*. 2019;54(1):3-18. DOI 10.15389/agrobiology.2019.1.3rus (in Russian).
2. Bondarchuk V., Haustov E. Grapevine phytoplasmosis in Moldova. <https://agroexpert.md/rus/agromenedzhment/fitoplazmoz-vinogradnoy-lozy-v-moldove> (date of access: 18.04.2021) (in Russian).
3. Kastal'eva T.B., Bogoutdinov D.Z., Bottner-Parker K.D., Girsova N.V., Lee I.M. Diverse phytoplasmas associated with diseases in various crops in Russia - pathogens and vectors. *Agricultural Biology*. 2016;51(3):367-375. DOI 10.15389/agrobiology.2016.3.367rus (in Russian).
4. Bogoutdinov D.Z., Girsova N.V., Kastalyeva T.B. Phytoplasmic diseases of fruit and small fruit crops in the Central and Volga regions of Russia. *Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia*. 2019;59:212-218. DOI 10.31676/2073-4948-2019-59-212-218 (in Russian).
5. Angelini E., Clair D., Borgo M., Bertaccini A., Boudon-Padieu E. Flavescence dorée in France and Italy – occurrence of closely related phytoplasma isolates and their near relationships to Palatinate grapevine yellows and an alder yellows phytoplasma. *Vitis*. 2001;40(2):79-86. DOI 10.5073/vitis.2001.40.79-86.
6. Dermastia M., Bertaccini A., Constable F., Mehle N. Grapevine yellows diseases and their phytoplasma agents. *Biology and Detection*. Springer. 2017:1-99. DOI 10.1007/978-3-319-50648-7_5.
7. Dermastia M., Škrlić B., Strah R., Anžič B., Tomaž Š., Križnik M., Schönhuber C., Riedle-Bauer M., Ramšak Ž., Petek M., Kladnik A., Lavrač N., Gruden K., Roitsch T., Brader G., Pompe-Novak M. Differential response of grapevine to infection with ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’ in early and late growing season through complex regulation of mRNA and Small RNA transcriptomes. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021;22(7):3531. DOI 10.3390/ijms22073531.
8. National report on the quarantine phytosanitary condition of the territory of the Russian Federation in 2019. *Plant Protection and Quarantine*. 2020;7:9-19 (in Russian).
9. Bondarenko G.N., Bashkirova I.G., Aleynikova N.V., Radionovskaya Ya.E. Monitoring of ‘*Candidatus Phytoplasma solani*’ and “Flavescence Dorée” phytoplasma in South regions of the Russian Federation.

- Phytopathogenic Mollicutes. 2019;9(1):210-209. DOI 10.5958/2249-4677.2019.00105.1.
10. Porotikova E.V., Yurchenko E.G., Vinogradova S.V. First report of 'Candidatus Phytoplasma solani' associated with Bois Noir on grapevine (*Vitis vinifera*) in Krasnodar Region of Russia. Plant Disease. 2019;104(1):277. DOI 10.1094/PDIS-03-19-0508-PDN.
11. Girsova N., Aleinikova N., Kastalyeva T., Radionovskaya Y., Bogoutdinov D. Phytoplasma disease «Bois Noir» in Crimea: diagnosis of the pathogen. BIO Web of Conferences. 2020;25(4):06004. DOI 10.1051/bioconf/20202506004.
12. Mugol Khan G.N., Kamaev I.O. Methodological recommendations for identifying causative agent of grapevine flavescence dorée phytoplasma *Candidatus Phytoplasma vitis* (Flavescence dorée). Moscow: FGBU "VNIKR". 2014:1-32 (in Russian).
13. Doyle J.J., Doyle J.L. Isolation of plant DNA from fresh tissue. Focus. 1990;12(1):15-13.
14. Deng S., Hiruki C. Amplification of 16 s ribosomal-rna genes from culturable and nonculturable mollicutes. Journal of Microbiological Methods. 1991;14(1):61-53. DOI 10.1016/0167-7012(91)90007-D.
15. Gibb K., Padovan A. A DNA extraction method that allows reliable PCR amplification of MLO DNA from «difficult» plant host species. PCR methods and applications. 1994;4(1):56-58. DOI 10.1101/rp.4.1.56.
16. Lorenz K.H., Schneider B., Ahrens U., Seemüller E. Detection of the apple proliferation and pear decline phytoplasmas by PCR amplification ribosomal and non-ribosomal DNA. Phytopathology. 1995;85(7):771-776. DOI 10.1094/Phyto-85-771.
17. National Center for Biotechnology Information. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov> (date of access: 03.04.2021).

Информация об авторах

Яна Эдуардовна Радионовская, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: vovkayalta@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9124-8436>;

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

Галина Николаевна Бондаренко, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., начальник испытательного лабораторного центра Всероссийского центра карантина растений, ст. преп. Аграрно-технологического института РУДН; e-мэйл: researcherm@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3826-1009>;

Байрта Борисовна Хамаева, зав. лабораторией сорных растений, аспирант; e-мэйл: airta@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2923-5762>;

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

Сергей Юрьевич Белаш, мл. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: mithr2441@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7422-6588>.

Information about authors

Yana E. Radionovskaya, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection; e-mail: vovkayalta@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9124-8436>;

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

Galina N. Bondarenko, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Testing Laboratory Centre, All-Russian Center for Plant Quarantine; Assistant Professor of Agrarian and Technological Institute, RUDN; e-mail: researcherm@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3826-1009>;

Bairta B. Khamaeva, Head of the Weed Plant Laboratory, Postgraduate student; e-мэйл: airta@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2923-5762>;

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

Sergey Yu. Belash, Junior Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection; e-mail: mithr2441@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7422-6588>.

Статья поступила в редакцию 08.11.2023, одобрена после рецензии 15.11.2023, принята к публикации 22.11.2023.

Эффективность интродуцированных акарифагов в снижении популяций клещей-фитофагов в местах диапаузы

Алейникова Н.В.¹, Рыбарева Т.С.^{1,2✉}, Ягодинская Л.П.², Корж Д.А.²

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

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

✉diza_alex_a@mail.ru

Аннотация. Ежегодно фиксируются устойчивые к акарицидам расы клещей-фитофагов семейства Tetranychidae, доминирующими на протяжении последних десяти лет видами в яблоневых насаждениях остаются *Amphitetranychus viennensis* Zacher и *Panonychus ulmi* Koch, в отдельные годы наблюдается массовое размножение *Tetranychus turkestanii* Ugarov et Nikolskii и *Tetranychus urticae* Koch. Вследствие низкой эффективности химического метода была разработана биологизированная система защиты промышленных насаждений яблони с использованием хищных клещей семейства Phytoseiidae, в результате применения которой установлено снижение численности клещей-фитофагов в течение первого года на 30 %, второго – до 60–70 %, третьего – до 95–98 %. Проведены исследования по влиянию погодных условий в период диапаузы на интродуцированных в промышленные насаждения яблони АО «Победа» и АО «Крымская фруктовая компания» центрального равнинно-степного агроклиматического района Крыма клещей из семейства Phytoseiidae – *Neoseiulus californicus* McGregor и *Amblyseius andersoni* Chant. Определено, что интродуцированные виды семейства Phytoseiidae выдерживают кратковременное понижение температуры в зимний период до -18 °С. В Нижнегорском районе не выявлено погибших особей хищных клещей даже при понижении температуры воздуха до -18 °С в течение одних суток и 8-и суток -5 °С ... -9 °С. При температуре воздуха от -9 °С до -17 °С в течение 3-х суток погибло от 25 % до 33,3 % хищных клещей. В Красногвардейском районе гибель интродуцированных клещей под корой составила от 30 % до 45 %, в следствии трехдневного понижения температуры воздуха в январе до -10 °С ... -12 °С. Установлено, что акарифаги питаются клещами-фитофагами в местах диапаузы и способны полностью уничтожить популяцию *Amphitetranychus viennensis* Zacher в зимний период, вследствие чего в весенний период вышедших из диапаузы клещей-фитофагов не выявлено. Максимальный процент гибели диапаузирующих яиц *Panonychus ulmi* Koch составил 58,8 %, что позволило снизить уровень популяции данного вида в два раза.

Ключевые слова: резистентность; численность популяции; акарифаги; фитофаги; погодные условия; диапауза.

Для цитирования: Алейникова Н.В., Рыбарева Т.С., Ягодинская Л.П., Корж Д.А. Эффективность интродуцированных акарифагов в снижении популяций клещей-фитофагов в местах диапаузы // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):363-369. DOI 10.34919/IM.2023.62.89.006.

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

The effectiveness of introduced acariphages in reducing populations of phytophagous mites in diapause sites

Aleinikova N.V.¹, Rybareva T.S.^{1,2✉}, Yagodinskaya L.P.², Korzh D.A.²

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

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

✉diza_alex_a@mail.ru

Abstract. Acaricide-resistant races of phytophagous mites of the family Tetranychidae are annually recorded. The dominant species in apple orchards over the past ten years are *Amphitetranychus viennensis* Zacher and *Panonychus ulmi* Koch. In some years, massive reproduction of *Tetranychus turkestanii* Ugarov et Nikolskii and *Tetranychus urticae* Koch is observed. Due to the low effectiveness of chemical method, a biologized system for protection of industrial apple orchards was developed using predatory mites of *Phytoseiidae* family, as a result of which it was established that the number of phytophagous mites decreased by 30% during the first year, up to 60–70% during the second year, and up to 95%–98% during the third year. The research was carried out on the effect of weather conditions during the period of diapause on mites from the *Phytoseiidae* family – *Neoseiulus californicus* McGregor and *Amblyseius andersoni* Chant – introduced into the industrial apple orchards of Pobeda JSC and Crimean Fruit Company JSC in the central steppe plain agroclimatic region of Crimea. It was determined that introduced species of *Phytoseiidae* family can resist short-term temperature drops in winter down to -18 °C. In Nizhnegorsky district, no lost predatory mites were detected, even when air temperatures dropped down to -18 °C during one day, and -5 °C to -9 °C during 8 days. At air temperatures from -9 °C to -17 °C, from 25% to 33.3% of predatory mites were lost within 3 days. In Krasnogvardeysky district, the loss of introduced mites under the bark ranged from 30% to 45%, as a result of a three-day drop in air temperature in January to -10 °C ... -12 °C. It was established that acariphages feed on phytophagous mites in diapause sites, and are capable of completely destroying the population of *Amphitetranychus viennensis* Zacher in winter period, as a result of which no phytophagous mites in spring after diapausing were registered. The maximum percentage of loss of *Panonychus ulmi* Koch diapausing eggs was 58.8%, which made it possible to reduce the population level of this species by half.

Key words: resistance; population size; acariphages; phytophages; weather conditions; diapause.

For citation: Aleinikova N.V., Rybareva T.S., Yagodinskaya L.P., Korzh D.A. The effectiveness of introduced acariphages in reducing populations of phytophagous mites in diapause sites. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):363-369. DOI 10.34919/IM.2023.62.89.006 (in Russian).

Введение

Клещи-фитофаги наносят вред промышленным плодовым насаждениям, питомникам, овощам открытого и закрытого грунта, а также декоративным и цветочным культурам. Наиболее повреждаемой плодовой культурой является яблоня, где за сезон вегетации ежегодно фиксируется от 3 до 6–7 вспышек размножения клещей-фитофагов. В Крыму доля отряда Acariformes в таксономической структуре энтомоакарокомплекса яблони составляет от 14,2 % до 17,5 % [1, 2]. На протяжении последнего десятилетия на яблоне доминируют два вида клещей сем. Tetranychidae – *Amphitetranychus viennensis* Zacher и *Panonychus ulmi* Koch, в отдельные годы наблюдается массовое размножение *Tetranychus turkestanii* Ugarov et Nikolskii и *Tetranychus urticae* Koch [1, 3]. Многократное применение химических препаратов не только оказывает пестицидный прессинг на агроценоз, но и приводит к дестабилизации экосистемы плодовых насаждений, что проявляется в смене одних видов другими, влияет на биоразнообразие, снижает численность полезных членистоногих и приводит к появлению резистентных к пестицидам рас вредителей [2, 4, 5]. За последние шесть лет в промышленных насаждениях яблони в Крыму эффективность большинства акарицидов в борьбе с *P. ulmi* и *A. viennensis* снизилась до 50–85 %.

Предупреждение появления устойчивых к пестицидам рас сем. Tetranychidae и сдерживание роста их численности в плодовых насаждениях при помощи акарифагов является одной из главных стратегий биологизированной системы защитных мероприятий.

Важным фактором сдерживания популяций клещей-фитофагов на хозяйственно неоцутимом уровне является возможность акклиматизации и жизнеспособности в зимний период регулирующих их численности клещей-фитосейд [1, 2, 6, 7].

Цель исследований заключалась в оценке жизнеспособности интродуцированных хищных клещей-фитосейд *Neoseiulus californicus* McGregor, *Amblyseius andersoni* Chant в зимний период.

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены в 2015–2018 гг. в интенсивных насаждениях яблони центрального равнинно-степного агроклиматического района Крыма на предприятиях АО «Победа» Нижнегорского района (2015–2018 гг.) и АО «Крымская фруктовая компания» Красногвардейского района (2015–2017 гг.).

Предметом исследований являлся комплекс доминирующих клещей фитофагов яблони семейства паутиновые Tetranychidae – *P. ulmi*, *A. viennensis* и два вида интродуцированных в яблонево-сады хищных клещей семейства Phytoseiidae – *N. californicus* и *A. andersoni*.

На насаждениях яблони АО «Победа» доминировал вид клещей-фитофагов *A. viennensis*. В эталонной культуре акарифагов культивировалась с целью размножения и расселения в яблонево-сады на кормовом виде клеща *T. urticae* соответственно методическим рекомендациям Кузнецова Н.Н. [1]. На участке 16 га интенсивного сада были заложены

три опытных варианта, в которых хищные клещи *A. andersoni* и *N. californicus* выпускались совместно методом вывешивания пакетированного материала с содержанием акарифагов на деревья. Акарицидные обработки не планировались. В опытной системе № 1 была проведена двукратная колонизация акарифагов, в опытной системе № 2 хищные клещи применялись методом колонизации в первый год и методом наводнения во второй, в опытной системе № 3 акарифаги выпускались методом наводнения.

На всех опытных участках проводились идентичные фоновые пестицидные обработки в защите от болезней и вредителей, за исключением акарицидных.

На насаждениях яблони АО «Крымская фруктовая компания» доминировал вид клещей-фитофагов *P. ulmi*, в отношении которого испытано 4 опытные системы. В опытной системе № 1 в весенний период очаги фитофага наводнялись *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, 10000 особей/очаг, который был применен в связи с высоким уровнем популяции вредителя как метод быстрого снижения его численности. Оценка жизнеспособности *P. persimilis* в зимний период не проводилась в связи с отсутствием у него периода диапаузы. В летний период проводилось наводнение *A. andersoni* и *N. californicus*. Двукратно для снижения численности яиц на листьях проводились обработки препаратами овицидного действия с действующими веществами клофентезин (500 г/л) и тебуфенпирад (200 г/кг) с рекомендованными нормами применения. В опытной системе № 2 акарицидные обработки в течение вегетационного периода не проводились, выпуски хищных клещей были аналогичными системе № 1. В опытной системе № 3 применялась сезонная колонизация *A. andersoni* в весенний, *N. californicus* в летний период. В опытной системе № 4 сезонная колонизация *N. californicus* проводилась при полном выходе фитофагов из мест диапаузы, затем *A. andersoni* в летний период.

В первый год исследований на всех опытных участках в весенний период для снижения численности диапаузирующих яиц проводились обработки препаратами овицидного действия с действующими веществами клофентезин (500 г/л) и минеральными маслами с рекомендованными нормами применения.

Учет численности паутиновых и хищных клещей в период диапаузы проводили согласно «Методическим указаниям по биологическому методу борьбы с растительноядными клещами в плодовых садах и на виноградниках» (Кузнецов Н.Н., 1978 г.) [8, 9]. Для наблюдений за акарифагами в местах диапаузы использовались ловчие пояса, представляющие собой отрезки плотной ткани, плотно обернутой и перевязанной веревками вокруг стволов модельных деревьев на участках, где ранее выпускались хищные клещи. Также отбирались пробы коры и побегов. Данные о количественном составе подвижных стадий клещей-фитофагов и акарифагов были получены в лаборатории при просмотре проб коры, веточек и ловчих поясов под стереомикроскопом. Хищных клещей отбирали с проб для приготовления микропрепа-



А



Б

Рис. 1. Особь хищного клеща в колонии диапаузирующих боярышниковых клещей (А), погибших вследствие питания хищника особи фитофага (Б), оригинальные фото автора

Fig. 1. Specimen of a predatory mite in a colony of diapausing hawthorn red mites (A), died due to feeding of a predator (B), original photos of the author

ратов [1, 10]. Определение видовой принадлежности осуществлялось согласно методикам, приведенным в «Сельскохозяйственной акарологии», «Хищных клещах Прибалтики» [8, 10].

Для подведения итогов учет живых и погибших особей проводили в конце февраля – середине марта, перед выходом из диапаузы.

Результаты и их обсуждение

Вследствие снижения эффективности акарицидных обработок нашими исследованиями была разработана биологизированная система защиты промышленных насаждений яблони с использованием хищных клещей сем. Phytoseiidae, которая позволила сдерживать популяции клещей-фитофагов на уровне ниже ЭПВ (5 особей/лист), что достаточно для поддержания популяции акарифагов. В результате сочетания двух методов – колонизации и наводнения хищными клещами, отмечали снижение численности вредителя в течение первого года на 30 %, второго – до 60–70 %, третьего – до 95–98 % [11].

Настоящие исследования были посвящены оценке жизнеспособности акарифагов, ушедших в места диапаузы, в погодно-климатических условиях 2015–2018 гг. на промышленных насаждениях яблони двух предприятий – АО «Победа» (2015–2018 гг.) и АО «Крымская фруктовая компания» (2015–2017 гг.).

В АО «Победа» погодные условия 2015 г. отличались от среднесезонных показателей, прежде всего теплой зимой, затяжной прохладной весной и умеренно теплым летом. В сентябре фиксировали начало перемещения самок *A. viennensis* под кору яблони.

После ухода в диапаузу соотношение хищник: фитофаг под корой на участке выпуска составило 1:1,8, без выпуска акарифагов – 1:65. Декабрь был теплым, температура воздуха ниже 0 °C опустилась лишь в последние трое суток и держалась на таком уровне до 8 января. Самый холодный день пришелся на 3-е января, когда температура воздуха упала до -12 °C днем и -18 °C ночью. В целом эффективные температуры воздуха начали набираться уже в январе и феврале, они превышали среднесезонные показатели на протяжении всего вегетационного периода. Хищные клещи выдержали кратковременное понижение температуры, в местах диапаузы ни одной погибшей особи не выявлено.

За период диапаузы 2015–2016 гг. было уничтожено до 45 % самок *A. viennensis* на участке без выпуска акарифагов и все особи клещей-фитофагов на участке, где проводился их выпуск (рис. 1).

Температура воздуха в зимний период 2016–2017 гг. превышала среднесезонные показатели, период незначительного ее понижения был зафиксирован во второй декаде января и первой декаде февраля. Во второй декаде декабря 2016 г. в течение одних суток температура воздуха снизилась до -6 °C днем и -13 °C ночью. Февраль 2017 г. характеризовался периодом понижения температуры воздуха до -5 °C ...-9 °C (в течение 8 суток). К третьей декаде зафиксировано повышение температуры до +11...+13 °C. Снежный покров в зимний период 2016–2017 гг. лежал 12 дней. Учет, проведенный в третьей декаде октября 2016 г. на эталонном варианте, показал, что под корой встречаются особи хищников и единич-

но живые самки боярышникового клеща. Уже на тот момент процент погибших особей фитофагов вследствие питания хищников составил от 60 до 90 % в зависимости от участка (рис. 2).

В весенний период 2016 г. вышедших из диапаузы клещей-фитофагов не выявлено. После ухода в диапаузу, в зимний период 2016–2017 гг. в опытных системах погибших особей хищных клещей под корой не отмечено. В 2017 г. в весенний период клещей-фитофагов не зафиксировано.

Декабрь 2017 г. отличался теплыми положительными температурами воздуха, которые достигали +14 °С... +17 °С днем и не опускались ниже -2 °С ночью. Понижение температуры до -2 °С... -5 °С наступило только ко второй декаде января 2018 г. В зимний период 2017–2018 гг. гибель клещей семейства Phytoseiidae составила 25–33,3 % в зависимости от участка.

Таким образом, большая часть популяции хищных клещей выдержала понижение минимальной температуры от -9 °С до -17 °С в течение трех суток. Несмотря на это, в период диапаузы было уничтожено около 50 % *A. viennensis* и 35 % зимних яиц *P. ulmi*. Выход самок боярышникового клеща из мест зимовки не превысил 10 % особей. Выпуск хищных клещей *N. californicus* проводился на момент ухода фитофагов в диапаузу. Установлено, что при выпуске данного вида в конце вегетации численность ушедших в диапаузу особей хищника была выше. Например, в 2016–2019 гг., при выпуске хищников в мае и июне под корой насчитывалось от 0,5 экз./см² до 0,1 экз./см², выпуск в августе позволил увеличить диапаузирующих особей до 0,3 экз./см².

На опытном участке в зимний период 2017–2018 гг. практически все особи *A. viennensis* были уничтожены хищными клещами под корой, при учетах наблюдались только единичные живые самки фитофагов. Гибель яиц *P. ulmi* была ниже – не более 2 яиц/см погонный. В декабре при повышении температуры выявлены миграции хищных клещей с ловчих поясов на деревья (рис. 3).

В садах яблони АО «Крымская фруктовая компания» в зимний период 2015–2016 гг. *N. californicus*, выпущенный в августе 2015 г., уничтожил от 43,8 % до 58,8 % диапаузирующих яиц *P. ulmi*. Особи *N. californicus* питались не только осенью, но и в зимние дни с положительными среднесуточными температурами (табл. 1, рис. 4).

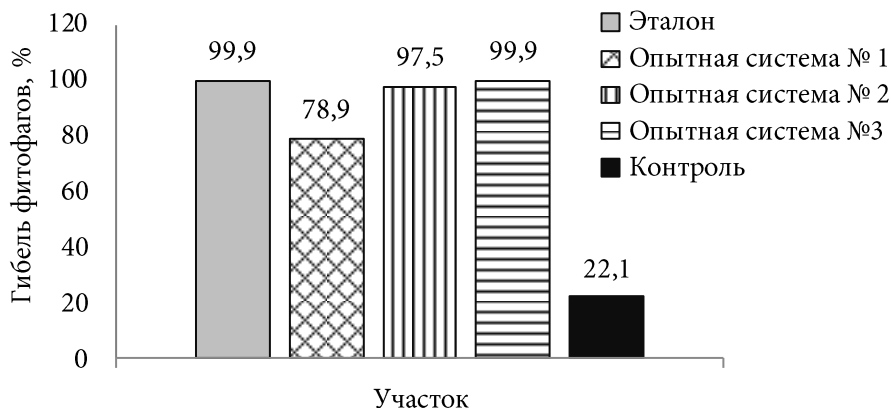


Рис. 2. Гибель особей *A. viennensis* вследствие питания хищных клещей в период диапаузы 2016–2017 гг., АО «Победа»

Fig. 2. The loss of *A. viennensis* specimens due to feeding of predatory mites during the 2016–2017 diapause, Pobeda JSC

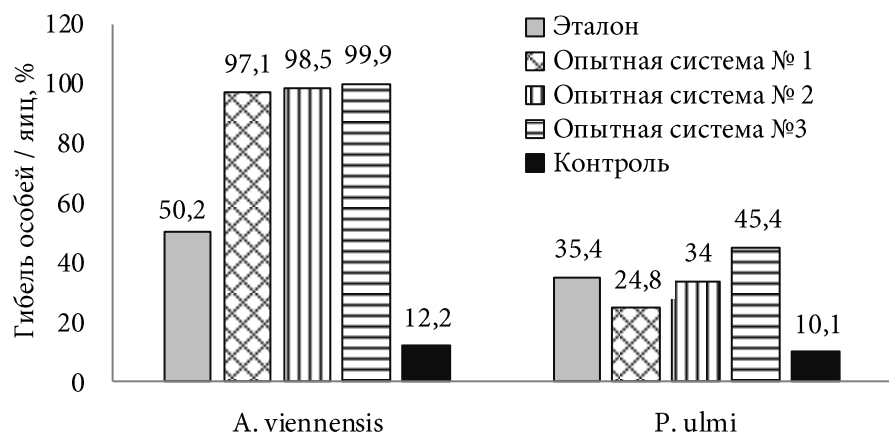


Рис. 3. Гибель особей *A. viennensis*, яиц *P. ulmi* в период диапаузы 2017–2018 гг. вследствие питания хищных клещей, АО «Победа»

Fig. 3. The loss of *A. viennensis* specimens, *P. ulmi* eggs due to feeding of predatory mites during the diapause of 2017–2018, Pobeda JSC

В декабре 2015 г. температура воздуха днем колебалась от +1 до +18 °С и снизилась только в последние 2 суток до -4 °С... -7 °С.

В морозный период хищники находились под корой деревьев в состоянии диапаузы. Гибель клещей сем. Phytoseiidae под корой составила от 30 до 45 %, вследствие трехдневного понижения температуры воздуха в январе до -10 °С... -12 °С. В период диапаузы 2016–2017 гг. температура воздуха ночью снижалась до -11 °С... -12 °С несколько раз в декабре и в январе. Продолжительность периодов сниженной температуры составила четыре и семь суток, соответственно. В период пониженных температур погибло до 46,5 % хищных клещей.

В конце вегетационного периода 2016 г. на сорте Фуджи максимальное количество диапаузирующих яиц выявлено в двух опытных системах № 1 и № 4 *P. ulmi* – 5,9±0,8 и 6,5±0,9 яиц/см погонный коры соответственно, в опытных системах № 2 и № 3 насчитывалось 2,3±0,3 и 1,2±0,2 яиц/см погонный коры (табл.2).



А



Б

Рис. 4. Особь хищного клеща под корой яблони (А), хищник с признаками питания в колонии диапаузирующих яиц красного плодового клеща (Б), оригинальные фото автора

Fig. 4. Specimen of a predatory mite under the bark of an apple tree (А), a predator with signs of feeding in a colony of diapausing eggs of a red fruit mite (Б), original photos of the author

Таблица 1. Численность яиц красного плодового клеща на коре яблони сорта Фуджи, АО «Крымская фруктовая компания», 2015–2016 гг.

Table 1. The number of eggs of a red fruit mite on a bark of apple trees of “Fuji” variety, Crimean Fruit Company JSC, 2015-2016

Опытная система	Яйца, шт./см погонный				Погибших яиц, %	
	в начале диапаузы		в конце диапаузы		всего	вследствие питания хищника
	живые	погибшие	живые	погибшие		
1	5,0±1,2	7,0±2,0	2,9±0,7	3,7±0,9	56,0	43,8
2	2,0±0,5	5,0±1,5	1,5±0,5	5,2±1,0	71,0	58,8
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
контроль	17,0±3,2	0	14,9±2,5	2,4±0,5	13,9	

Таблица 2. Суммарная численность хищных клещей и яиц красного плодового клеща до и после выхода из диапаузы, АО «Крымская фруктовая компания», 2015–2017 гг.

Table 2. Total number of predatory mites and eggs of red fruit mites before and after diapausing, Crimean Fruit Company JSC, 2015–2017

Опытная система	Численность яиц в начале диапаузы, шт./см ²	Численность хищников в начале диапаузы, экз./см ²	Численность яиц перед выходом из диапаузы, шт./см ²	Численность хищников перед выходом из диапаузы, экз./см ²
октябрь 2015 г. – март 2016 г.				
1	8,3±1,2	1,1±0,1	5,4±0,9	0,5±0,1
октябрь 2016 г. – март 2017 г.				
1	5,9±0,8	1,1±0,1	5,0±4,5	0,5±0,01
2	2,3±0,3	0,1±0,01	2,0±0,1	0,4±0,01
3	1,2±0,2	0,2±0,01	0,001	0,06±0,02
4	6,5±0,9	1,0±0,1	0,001	0,4±0,01

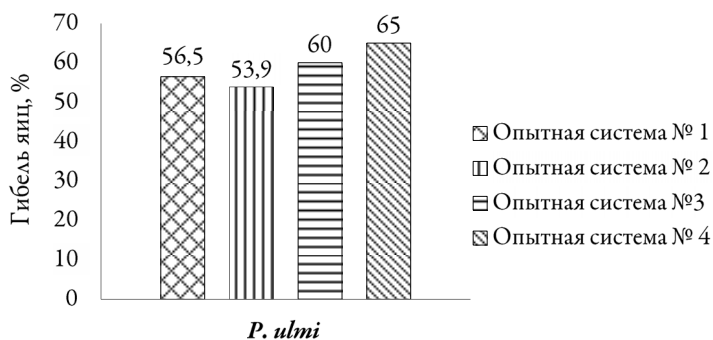


Рис. 5. Гибель яиц *P. ulmi* в период диапаузы 2016–2017 гг. вследствие питания хищных клещей

Fig. 5. The loss of *P. ulmi* eggs during the diapause of 2016–2017 due to feeding of predatory mites

В ранневесенний период 2017 г. на деревьях были выявлены поврежденные хищными клещами яйца фитофага. Всего за период диапаузы 2016–2017 гг. уничтожено до 65 % яиц *P. ulmi* (рис.5).

Максимальное снижение количества яиц фитофага – 65 % установлено в опытной системе №4, после зимней диапаузы количество жизнеспособных яиц уменьшилось с $6,5 \pm 0,9$ до $0,001$ шт./см² (табл. 2, рис. 5).

Таким образом, в годы наблюдений вследствие трехдневного понижения температуры воздуха в январе до $-10^{\circ}\text{C} \dots -12^{\circ}\text{C}$ гибель хищных клещей под корой составила от 30 до 45 %, при снижении до $-11^{\circ}\text{C} \dots -12^{\circ}\text{C}$ в течение 7-и суток погибло 46,5 % хищных клещей.

Выводы

В результате исследований по оценке жизнеспособности акарифагов, ушедших в места диапаузы, в погодно-климатических условиях 2015–2018 гг. на промышленных насаждениях яблони двух предприятий – АО «Победа» и АО «Крымская фруктовая компания» установлено следующее:

– интродуцированные виды клещей сем. Phytoseiidae – *A. andersoni* и *N. californicus* выдерживают кратковременное понижение температуры воздуха в зимний период до -18°C . На насаждениях яблони в АО «Победа» не выявлено погибших особей хищных клещей даже при понижении температуры воздуха до -18°C в течение 1 суток и 8-и суток – до $-5^{\circ}\text{C} \dots -9^{\circ}\text{C}$;

– при понижении температуры воздуха от -9°C до -17°C в течение 3-х суток процент гибели хищных клещей варьирует от 25 до 33,3 %;

– на насаждениях яблони АО «Крымская фруктовая компания» гибель интродуцированных клещей под корой составила от 30 до 45 %, вследствие трехдневного понижения температуры воздуха в январе до $-10^{\circ}\text{C} \dots -12^{\circ}\text{C}$.

– процент гибели диапаузирующих яиц *P. ulmi* в следствии питания интродуцированных видов фито-сеид достигал 50–58 %, особей *A. viennensis* – 100 %.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного за-

дания ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» № 1009-2015-0004, № FEUU-2019-0011 и аспирантской программы.

Financing source

The work was conducted within the framework of public assignment of FSBSI Institute Magarach of the RAS No. 1009-2015-0004, No. FEUU-2019-0011 and postgraduate educational program.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Кузнецов Н.Н. Методические указания по биологическому методу борьбы с растительноядными клещами в плодовых садах и на виноградниках. Ялта: Никитский ботанический сад. 1978:1-20.
- Рахмонов А.Х., Таджиева М.И., Эргашева Х.А. Особенности защиты садов от паутиных клещей // Universum: химия и биология. 2022;5-1(95):50-52.
- Разуваева А.В., Ульянова Е.Г., Сколотнева Е.С., Андреева И.В. Видовая идентификация паутиных клещей (*Tetranychidae: Tetranychinae*): обзор методов. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2023;27(3):240-249. DOI 10.18699/VJGB-23-30.
- Подгорная М.Е., Прах С.В., Васильченко А.В., Ковалева А.И., Киек Д.А. Видовой состав и контроль численности растительноядных клещей в яблоневых садах Краснодарского края. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2022;99:153-161. DOI 10.21515/1999-1703-99-153-161.
- Рыбарева Т.С. Применение хищных клещей-фитосеид в защите яблони от клещей-фитофагов // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2016;142:179-185.
- Tixier M.-S. Predatory mites (*Acari: Phytoseiidae*) in agroecosystems and conservation biological control: a review and explorative approach for forecasting plant-predatory mite interactions and mite dispersal. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2018;6:192. DOI 10.3389/fevo.2018.00192.
- Ismailov V.Ya., Agasieva I.S., Nastasy A.S., Nefedova M.V., Besedina E.N., Komantsev A.A. The application of entomophagous and acariphagous species in biological protection systems of an apple orchard (*Malus domestica* Borkh). *Horticulturae*. 2023;9(3):379. DOI 10.3390/horticulturae9030379.
- Кузнецов Н.Н., Петров В.М. Хищные клещи Прибалтики (*Parasitiformes: Phytoseiidae, Acariformes: Prostigmata*). Рига: Зинатне. 1984:1-143.
- Szabo A., Penzes B. A new method for the release of *Amblyseius andersoni* (Chant, 1959) (*Acari: Phytoseiidae*) in a young apple orchard. *European Journal of Entomology*. 2013;110(3):477-482. DOI 10.14411/eje.2013.063.
- Лившиц И.З., Митрофанов В.И., Петрушов А.З. Сельскохозяйственная акарология. Киев. 2013:1-348.
- Агасьева И.С., Исмаилов В.Я., Настасий А.С. Биологический контроль основных вредителей яблони // Защита и карантин растений. 2023;10:15-18. DOI 10.47528/1026-8634_2023_10_15.

References

- Kuznetsov N.N. Guidelines for the biological method of combating herbivorous mites in orchards and vineyards. Yalta. 1978:1-20 (*in Russian*).

2. Rakhmonov A.Kh., Tajieva M.I., Ergasheva Kh.A. Features of protecting gardens from spider mites. *Universum: chemistry and biology*. 2022;5-1(95):50-52 (in Russian).
3. Razuvaeva A.V., Ulyanova E.G., Skolotneva E.S., Andreeva I.V. Species identification of spider mites (*Tetranychidae: Tetranychinae*): a review of methods. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2023;27(3):240-249. DOI 10.18699/VJGB-23-30 (in Russian).
4. Podgornaya M.E., Prakh S.V., Vasilchenko A.V., Kovaleva A.I., Kiek D.A. Species composition and population control of herbivorous mites in apple orchards of the Krasnodar territory. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2022;99:153-161. DOI 10.21515/1999-1703-99-153-161 (in Russian).
5. Rybaryova T.S. *Phytoseiidae* as biological control agent for managing *Tetranychidae* in apple gardens. *Collection of Scientific Works of SNBG*. 2016;142:179-185 (in Russian).
6. Tixier M.-S. Predatory mites (*Acari: Phytoseiidae*) in agroecosystems and conservation biological control: a review and explorative approach for forecasting plant-predatory mite interactions and mite dispersal. *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2018;6:192. DOI 10.3389/fevo.2018.00192.
7. Ismailov V.Ya., Agasieva I.S., Nastasy A.S., Nefedova M.V., Besedina E.N., Komantsev A.A. The application of entomophagous and acariphagous species in biological protection systems of an apple orchard (*Malus domestica* Borkh). *Horticulturae*. 2023;9(3):379. DOI 10.3390/horticulturae9030379.
8. Kuznetsov N.N., Petrov V.M. Predatory mites of the Baltic states (Parasitiformes: *Phytoseiidae*, Acariformes: *Prostigmata*). *Riga*. 1984:1-144 (in Russian).
9. Szabo A., Penzes B. A new method for the release of *Amblyseius andersoni* (Chant, 1959) (Acari: *Phytoseiidae*) in a young apple orchard. *European Journal of Entomology*. 2013;110(3):477-482. DOI 10.14411/eje.2013.063.
10. Livshits I.Z., Mitrofanov V.I., Petrushov A.Z. *Agricultural acarology*. Kyiv. 2013:1-348 (in Russian).
11. Agasyeva I.S., Ismailov V.Ya., Nastasy A.S. Biological control of main insect pests of apple tree. *Plant Protection and Quarantine*. 2023;10:15-18. DOI 10.47528/1026-8634_2023_10_15 (in Russian).

Информация об авторах

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

Татьяна Сергеевна Рыбарева, аспирант, науч. сотр. лаборатории энтомологии и фитопатологии; e-mail: diza_alex_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5242-0849>;

Лариса Павловна Ягодинская, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории энтомологии и фитопатологии; e-mail: larisayagodinskaya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9409-0363>;

Дмитрий Александрович Корж, канд. биол. наук, зав. лабораторией энтомологии и фитопатологии; e-mail: ent.protection@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9495-9129>.

Information about authors

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

Tatyana S. Rybareva, Postgraduate, Staff Scientist, Laboratory of Entomology and Phytopathology; e-mail: diza_alex_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5242-0849>;

Larisa P. Yagodinskaya, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Entomology and Phytopathology; e-mail: larisayagodinskaya@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9409-0363>;

Dmitriy A. Korzh, Cand. Biol. Sci., Head of the Laboratory of Entomology and Phytopathology; e-mail: ent.protection@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9495-9129>.

Статья поступила в редакцию 10.11.2023, одобрена после рецензии 15.11.2023, принята к публикации 22.11.2023.

Показатели качества винограда терруара Ай-Даниль для производства игристых вин

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

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

[✉]igorlutkov@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты исследований особенностей европейских сортов винограда терруара Ай-Даниль, оценки их технологического потенциала и возможности использования для приготовления качественных игристых вин. Исследования проведены на сортах винограда Шардоне, Мускат белый, Кокур белый, Пино фран, Каберне Совиньон с использованием современных и классических методов анализа. Установлено, что все изучаемые сорта винограда из терруара Ай-Даниль с учётом их особенностей можно использовать для приготовления игристых вин. Окрашенные сорта винограда легче окислялись, чем белые исследуемые сорта, что имело прямую корреляцию с монофенол-монооксигеназной активностью сусла ($r=0,8$). Поэтому при переработке винограда необходимо своевременно сульфитировать сусло или мезгу, не допуская их окисления. Все изучаемые сорта характеризовались достаточно высокими показателями экстрагирующей способности фенольных веществ (32-63%), что необходимо учитывать при их переработке по белому способу для получения качественных виноматериалов с заданными свойствами. Технологический запас фенольных и красящих веществ, а также высокая мацерирующая способность окрашенных сортов Пино фран и Каберне Совиньон позволяет рассматривать их в качестве сырья для производства красных игристых вин. Полученные данные возможно использовать как дополнительные параметры оценки на стадии сбора и переработки винограда.

Ключевые слова: сусло; физико-химические показатели; глюкоацидометрический показатель; показатель технической зрелости; фенольные соединения.

Для цитирования: Лутков И.П., Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А., Луткова Н.Ю., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А. Показатели качества винограда терруара Ай-Даниль для производства игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):370-375. DOI 10.34919/IM.2023.91.96.007.

Grape quality indicators of Crimean Ay-Danil terroir for sparkling wine production

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

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

[✉]igorlutkov@mail.ru

Abstract. The article presents the research results on the characteristics of European grape varieties of Ay-Danil terroir, assessment of their technological potential, and possibility to be used in high-quality sparkling wine production. The research was carried out on grape varieties 'Chardonnay', 'Muscat Blanc', 'Kokur Belyi', 'Pinot Franc', 'Cabernet Sauvignon', using modern and classical methods of analysis. It was found that all the studied grape varieties from Ay-Danil terroir, taking into account their characteristics, can be used for the preparation of sparkling wines. Colored grape varieties were oxidized more easily than white varieties under study, which had a direct correlation with monophenol-monooxygenase activity of the must ($r=0.8$). Therefore, during processing, it is necessary to sulfite the must or pulp in a timely manner, preventing their oxidation. All the studied varieties were characterized by sufficiently high indicator values of extracting ability of phenolic substances (32-63%), which must be taken into account when using white winemaking to obtain high-quality base wines with given properties. Technological stock of phenolic and coloring substances, as well as high macerating ability of colored varieties 'Pinot Franc' and 'Cabernet Sauvignon' allows them to be considered as raw materials for the production of red sparkling wines. In the future, the data obtained can be used as additional evaluation parameters at the stage of grape harvesting and processing.

Key words: must; physicochemical indicators; glucoacidometric indicator; indicator of technical ripeness; phenolic compounds.

For citation: Lutkov I.P., Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Maksimovskaia V.A., Lutkova N.Yu., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A. Grape quality indicators of Crimean Ay-Danil terroir for sparkling wine production. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):370-375. DOI 10.34919/IM.2023.91.96.007 (in Russian).

Введение

К современным тенденциям рынка винодельческой продукции относится расширение ниш терруарного и автохтонного виноделия, что вызвано усилением конкуренции в данном сегменте мировой экономики. Принятие в 2018 г. Федерального Закона

№468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» открыло новые возможности для отечественных предприятий, занимающихся выращиванием и переработкой винограда, и их количество стало расти. В частности, реестр СПО «Ассоциация виноградарей и виноделов Крыма «Крымское Бюро Винограда и Вина» в последние годы насчитывал до 56 организаций [1]. Кроме того, виноделием активно интересуются фермеры, имеющие небольшие по площади виноградники [2, 3].

© Лутков И.П., Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А., Луткова Н.Ю., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А., 2023

В виноградо-винодельческую отрасль стали вкладываться большие средства, в связи с этим объёмы отечественной винопродукции постепенно начали расти, и для её успешной реализации производителям стало необходимо, помимо обеспечения стабильно высокого качества и узнаваемости своей продукции, показывать её эксклюзивность в сравнении с другими аналогичными винами. К примеру, согласно дополнительным стандартам качества продукции виноградарства и виноделия виноградо-винодельческой зоны «Крым», утверждённым решением правления Ассоциации «ФСРО виноградарей и виноделов России» (15.02.2023 г.), виноградо-винодельческая зона «Крым» включает в себя 13 виноградо-винодельческих районов: восточный возвышенно-степной, восточно-предгорный, восточный степной, горно-долинный, горно-долинно-приморский, западный возвышенно-степной, западный приморско-степной, крымский западно-приморский предгорный, крымское Присивашье, предгорный, центральный степной, Южный берег Крыма (ЮБК), Севастополь. И в большинстве из этих районов выращивают традиционные европейские сорта винограда, пригодные для производства Российского шампанского и игристых вин. При этом, к примеру, на этикетке бутылки вина, выработанного из винограда сорта Шардоне, выращенного в долине реки Кача, в Джанкойском районе или на ЮБК, будет находиться одинаковая надпись: «ЗГУ Крым». В то же время, по данным ряда исследователей, влияние терруара на качество и узнаваемость вин очень существенно [4-10], и отличие по физико-химическим и органолептическим показателям вин, выработанных из винограда одного и того же сорта, но из разных мест произрастания, будет значительным. Именно на этих отличиях и основываются терруарный маркетинг и винный туризм [11, 12].

Кроме того, ещё в СССР проводилось районирование сортов винограда, то есть подбор и закрепление в культуре сортов, соответствующих специализаций виноградарства и виноделия каждого района и обеспечивающих получение высоких устойчивых урожаев хорошего качества. Районированный сортимент включал перечень сортов, их соотношение (в процентах) для новых посадок и производственное использование (назначение) каждого сорта. В частности, для южнобережной зоны предполагалось выращивание сортов винограда Вердельо, Серсиль, Альбино крымский, Семильон, Мурведр, Морастель, Фурминт, Гарс Левелю, Мускат белый и Мускат розовый, из которых вырабатывали вина по специальной технологии (мадеру, портвейн, херес и мускатные ликеры) [13]. Следовательно, ЮБК не рассматривался в качестве подходящей зоны для выращивания винограда для игристых вин. Вместе с тем, ещё в середине XIX века в отчёте Департамента сельского хозяйства Российской Империи писали: «В 1846 году на Симферопольской выставке сельскохозяйственных произведений лучшими винами признаны из игристых - князя Воронцова «Ай-Даниль», очень близко подходящие к лучшему Шампанскому...» [14].

Кроме того, в работе [15] было показано, что помимо географической широты местности, где произрастает виноград, важными являются следующие факторы: абсолютная высота над уровнем моря, расстояние до моря или другого крупного водоёма, крутизна и экспозиция склона и ряд других факторов. А в работе [16] отмечено, что даже в границах одного виноградника можно выделить микроучастки с различными терруарными свойствами, что проявляется в силе роста кустов, их урожайности и степени созревания винограда (по содержанию сахаров, титруемых кислот и величине pH) и отражается в сортовых показателях вина. Комплексный анализ закономерностей пространственного распределения 10 агроэкологических факторов, характеризующих тепло-, влагообеспеченность и морозоопасность территории позволил построить цифровую карту ампелоэкопотов Крымского полуострова, на котором было выделено 27 ампелоэкопотов с различной степенью благоприятности для выращивания винограда [17]. Кроме того, было показано существенное влияние агротехнических приёмов на качество винограда, выращиваемого в одной и той же местности [18] и климатических изменений [19].

Целью исследований являлось изучение основных технологических показателей винограда технических сортов крымского терруара Ай-Даниль для определения возможности его использования для приготовления качественных игристых вин.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись европейские сорта винограда, произрастающего в Крыму, в районе п. Даниловка (терруар Ай-Даниль): Шардоне, Каберне Совиньон, Пино фран, Мускат белый, Кокур белый. Исследования проводились в 2016-2023 гг.

Физико-химические показатели сула определяли по стандартизированным и принятым в виноделии методам анализа [20]. Для технологической и биохимической оценки качества винограда изучали следующие показатели: массовую концентрацию сахаров и титруемых кислот (ТК), активную кислотность (величина pH) в сусле, технологический запас фенольных (ТЗ ФВ) и красящих веществ (ТЗ КВ) в винограде, массовую концентрацию фенольных (ФВ исх.), в т.ч. красящих веществ (КВ исх.) в свежееотжатом сусле, монофенол-монооксигеназную (МФМО) активность сула, мацерирующую (экстрагирующую) (ФВ мац. и КВ мац.) способность сула при настаивании мезги в течение 4 ч [21]. Исследования проводили в условиях микровиноделия в трех параллельных последовательностях, обработку данных – с помощью методов математической статистики с использованием программного обеспечения MS Office Excel.

Обсуждение результатов

Полученные результаты представлены в таблицах 1, 2 и на рисунке.

В исследуемых сортах винограда массовая концентрация сахаров в сусле находилась в пределах 175-230 г/дм³, что соответствует ГОСТ Р 53023-2008 и ГОСТ 33311-2015. Массовые концентрации титруе-

Таблица 1. Диапазоны физико-химических показателей винограда

Table 1. Ranges of physicochemical parameters of grapes

Наименование образцов винограда	Массовые концентрации		Величина показателей		
	исходных сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³	pH	ГАП	ПТЗ
Шардоне	195-230	6,7-9,0	3,02-3,43	2,25-2,91	178-235
Кокур белый	201-210	6,3-6,0	3,00-3,20	3,19-3,50	181-215
Мускат белый	175-230	6,15-8,9	3,25-3,40	1,97-3,74	185-266
Пино фран	200-220	5,6-7,6	3,05-3,39	2,79-3,57	186-243
Каберне Совиньон	191-220	6,8-12,0	2,95-3,32	1,79-2,97	179-217

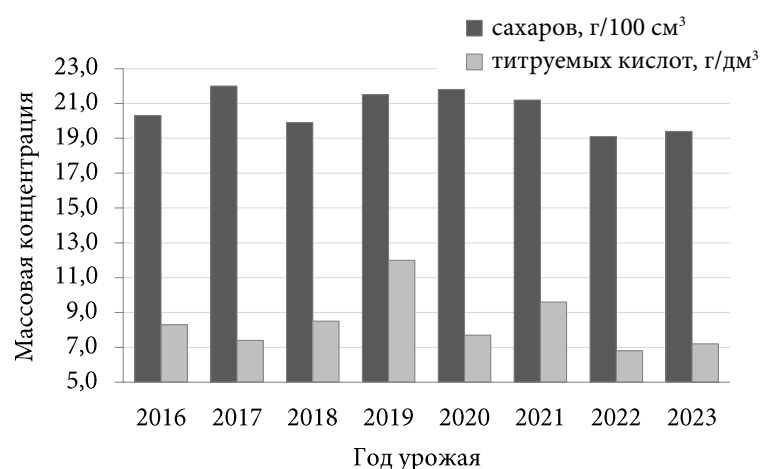


Рис. Динамика массовых концентраций сахаров и титруемых кислот винограда Каберне Совиньон

Fig. The dynamics of mass concentrations of sugars and titratable acids in 'Cabernet Sauvignon' grapes

мых кислот – в диапазоне от 5,6 до 12,0 г/дм³ в зависимости от сорта и года урожая. В частности, для сорта Каберне Совиньон разброс значений этого показателя в 2016-2023 гг. составлял 6,8-12,0 г/дм³ (рис.), что можно объяснить влиянием климатических факторов.

При технологической оценке сортов винограда оценивали расчетные показатели на основе углевод-

но-кислотного комплекса сусла – глюкоацидо-метрический показатель (ГАП) и показатель технической зрелости (ПТЗ). В изучаемых образцах показатель ПТЗ находился в диапазоне 178-266, а ГАП – 1,79-3,74, что в ряде случаев выходило за ранее установленные [22] оптимальные пределы значений данных показателей для производства белых игристых вин (ПТЗ – 143-205, ГАП – 2,1-3,3), розовых игристых вин (ПТЗ – 150-215, ГАП – 2,3-3,5), красных игристых вин (ПТЗ – 160-225, ГАП – 2,4-3,7). Тем не менее, в большинстве случаев данные показатели винограда находились в рекомендуемых диапазонах, что подтверждает необходимость более четкого определения времени сбора урожая.

Также важной характеристикой игристых вин является отсутствие окисленности, в связи с чем проводили оценку ферментативной активности сусла, обусловленной действием окислительного фермента монофенол-монооксигеназы (табл. 2).

Установлено, что в изучаемых сортах винограда монофенол-монооксигеназная активность варьировала в достаточно широком диапазоне, причём в белых сортах она не превышала рекомендуемые значения (не более 0,2 усл. ед.). В окрашенных сортах в отдельные годы активность была высокой и выходила за рекомендуемые пределы, что необходимо учитывать при переработке винограда для получения малоокисленных виноматериалов и игристых вин.

Оценка технологического запаса фенольных веществ показала, что в исследуемых белых сортах винограда среднее значение данного показателя находилось в диапазоне 676-1240 мг/дм³, в окрашенных сортах – (Пино фран) от 1350 до 2490 мг/дм³, (Каберне Совиньон) от 1384 до 2843 мг/дм³.

Исходная массовая концентрация суммы фенольных веществ в сусле, измеренная сразу после прессования, находилась в пределах 160-437 мг/дм³ (в белых сортах) и 232-598 мг/дм³ (в окрашенных), что состав-

Таблица 2. Диапазоны физико-химических показателей винограда

Table 2. Ranges of physicochemical parameters of grapes

Наименование образцов винограда	ФВ исх., мг/дм ³	ФВ мац., мг/дм ³	ТЗ ФВ, мг/дм ³	КВ исх., мг/дм ³	КВ мац., мг/дм ³	ТЗ КВ, мг/дм ³	МФМО · 10 ² , усл. ед.
Шардоне	160-437	301-634	676-1191	–	–	–	6,0-13,8
Кокур белый	318-368	459-512	1002-1240	–	–	–	7,0-12,0
Мускат белый	296-311	532-575	1098-1129	–	–	–	3,4-9,4
Пино фран	232-598	543-764	1350-2490	14-42	63-207	464-778	3,3-20,8
Каберне Совиньон	258-420	294-876	1384-2843	6-31	12-206	394-886	4,9-27,9

ляло от 13% до 45% (для белых сортов) и от 11% до 44% (для окрашенных сортов) от их технологического запаса (ФВ исх./ТЗ ФВ).

Выявлено, что в течение 1 ч происходит окисление фенольных веществ сусла Каберне Совиньон в основном на 3-5 % (в отдельных случаях на 9-11%), что тесно связано с монофенол-монооксигеназной активностью сусла ($r=0,98$). В сусле Пино фран от 8 до 42%, в сусле Кокура белого 3-5%, в сусле Муската белого – до 32%, в сусле Шардоне до 18%.

Установлено, что после 4-часового настаивания мезги в сусло экстрагируется до 63% (Каберне Совиньон), до 57% (Пино фран), до 51% (Мускат белый), до 45% (Шардоне), до 32% (Кокур белый) фенольных веществ от технологического запаса компонентов в винограде (ФВ мац./ТЗ ФВ).

Кроме того, в исходном сусле (сразу после пресования) содержалось в Каберне Совиньон от 1,0 до 4,1%, в Пино фран от 2,6 до 9,1% красящих веществ от их технологического запаса в винограде. В ходе 4-часового настаивания мезги в сусло может экстрагироваться красящих веществ до 29% (Каберне Совиньон), до 27% (Пино фран).

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что все изучаемые сорта винограда из крымского терруара Ай-Даниль с учётом их особенностей можно использовать для приготовления игристых вин. При этом при переработке винограда необходимо своевременно сульфитировать сусло или мезгу, не допуская их окисления, особенно в случаях, когда монофенол-монооксигеназная активность превышает 0,2 усл. ед. Все изучаемые сорта характеризовались достаточно высокими показателями экстрагирующей способности фенольных веществ (32-63%), что необходимо учитывать при их переработке по белому способу для получения качественных виноматериалов с заданными свойствами. Технологический запас фенольных и красящих веществ, а также высокая мацерацирующая способность окрашенных сортов Пино фран и Каберне Совиньон позволяет рассматривать их в качестве сырья для производства красных игристых вин. Полученные данные в дальнейшем возможно использовать как дополнительные параметры оценки на стадии сбора и переработки винограда.

Источник финансирования

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

Financing source

The work was conducted under public assignment of the Ministry of Education and Science of Russia No. FZNM-0022-0003.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Реестр СРО - Ассоциация виноградарей и виноделов Крыма «Крымское Бюро Винограда и Вина». Электронный ресурс. Режим доступа: URL: <https://kbvw.ru/reestr-sro> (дата обращения 05.10.2023).
2. Зотов А.Н., Волынкин В.А., Пытель И.Ф., Макаров А.С., Лутков И.П. Перспективы аматорских вин на основе научного обеспечения их производства // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2012;4:17-18.
3. Гниломедова Н.В., Прохоров Ю.А. Актуальные тренды вин для развития фермерского виноделия // Заметки ученого. 2021;12(1): 268-270.
4. Зармаев А.А. Теоретические аспекты терруара // Труды Грозненского государственного нефтяного технического университета им. академика М.Д. Миллионщикова. 2008;8:70-75.
5. Шелудько О.Н., Гугучкина Т.И., Антоненко М.В., Антоненко О.П., Тихонова А.Н., Бурцев Б.В. Органолептические свойства как показатель стабильности качества на примере вин ООО Имение «Сикоры» // Вестник КрасГАУ. 2022;10(187):169-178. DOI 10.36718/1819-4036-2022-10-169-178.
6. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Шалимова Т.Р., Максимовская В.А., Кречетова В.В. Особенности красных столовых виноматериалов из сорта винограда Каберне-Совиньон, произрастающего в некоторых зонах Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(2):34-37.
7. Самвелян Г.А., Акопян А.А., Симонян Н.Р., Самвелян А.Г., Аветисян Г.М. Перспективы развития терруарного виноделия в Армении // Виноделие и виноградарство. 2017;6:23-25.
8. Халилова Э.А., Котенко С.Ц., Исламмагомедова Э.А., Абакарова А.А. Влияние почвенно-климатических условий на качество красных столовых вин из винограда сорта Каберне-Совиньон (Республики Дагестан и Крым) // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(4):333-337. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.011.
9. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Слатья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А. Сравнительная характеристика виноматериалов из белых сортов винограда, выращенного в различных виноградо-винодельческих районах Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):291-297. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.011.
10. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Кречетова В.В. Химический состав, физико-химические свойства белых и красных десертных вин из разных природно-климатических зон Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2014;4:21-24.
11. Белякова Н.Ю., Ергунова О.Т., Омарова Н.Ю. Тренды и перспективы развития терруарного маркетинга в России // Вестник Сибирского института бизнеса и информационных технологий. 2022;11(4):99-105. DOI 10.24412/2225-8264-2022-4-99-105.
12. Сухолитко А.С., Абрамова Л.С. Винный туризм как способ повышения конкурентоспособности предприятия и отрасли в целом // Вектор экономики. 2018;12(30):172.
13. Пелях М.А. Справочник виноградаря. М.: Колос, 1971:1-344.
14. Обзор действий Департамента сельского хозяйства и очерк состояния главных отраслей сельской промышленности в России в течение 10 лет с 1844 по 1854 год. Санкт-Петербург : тип. Имп. Акад. наук, 1855:1-697 (с. разд. паг., 2 л. карт.). Электронный ресурс. Режим доступа: URL:

- <https://elib.rgo.ru/handle/123456789/232052> (дата обращения 13.10.2023).
15. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Борисова В.Ю. Распределение среднемесячной температуры воздуха в сентябре на территории Крымского полуострова // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;68(2):105-115. DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-105-115.
 16. Орлов В.А. Лукьянов А.А. Микрозонирование виноградных насаждений на основе разностных нормализованных индексов по космическим снимкам // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;78(6):248-262. DOI 10.30679/2219-5335-2022-6-78-248-262.
 17. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Выделение ампелоэкопотов на территории Крымского полуострова // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;77(5):68-81. DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-68-81.
 18. Fernandes de Oliveira A., Mercenaro L., Nieddu G. Assessing thermal efficiency for berry anthocyanin accumulation in four different sites and field-growing conditions. *Acta Hort.* 2017;1188:181-188. DOI 10.17660/ActaHortic.2017.1188.24.
 19. Cameron W., Petrie P.R., Barlow E.W.R., Patrick C.J., Howell K., Fuentes S. Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions. *Australian Journal of Grape and Wine Research.* 2020;26:53-67. DOI:10.1111/ajgw.12414.
 20. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. (2-е изд.). Симферополь: Таврида, 2009:1-304.
 21. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Гержикова В.Г., Загоруйко В.А. Новый подход к технологической оценке сортов винограда // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». 2009;39:61-66.
 22. Makarov A., Shmigelskaia N., Lutkov I., Maksimovskaia V., Sivochoub G. Improving the criteria of assessing grapes and base wines in the production of sparkling wines. *BIO Web of Conf.* 2022;53:06001. DOI 10.1051/bioconf/20225306001.
 7. Samvelyan G.A., Hakopyan A.A., Simonyan N.R., Samvelyan A.G., Avetisyan G.M. Prospects for the development of terroir winemaking in Armenia. *Winemaking and Viticulture.* 2017;6:23-25 (*in Russian*).
 8. Khalilova E.A., Kotenko S.Ts., Islammagomedova E.A., Abakarova A.A. The effect of soil and climatic conditions on the quality of red table wines from 'Cabernet Sauvignon' grapes (Republics of Dagestan and the Crimea). *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2019;21(4):333-337. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.011 (*in Russian*).
 9. Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Cherviakh S.N., Gnilomedova N.V., Vesytova A.V., Slastia E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A. Comparative characteristics of base wines from white grape varieties grown in various viticultural and winemaking regions of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2023;25(3):291-297. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.011 (*in Russian*).
 10. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Krechetova V.V. Chemical composition, physico-chemical properties of white and red dessert wines from different climatic zones of the Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2014;4:21-24 (*in Russian*).
 11. Belyakova N.Yu., Ergunova O.T., Omarova N.Yu. Trends and prospects of terroir marketing development in Russia. *Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technologies.* 2022;11(4):99-105. DOI 10.24412/2225-8264-2022-4-99-105 (*in Russian*).
 12. Sukholitko A.S., Abramova L.S. Wine tourism as a way to improve the competitiveness of enterprises and the industry as a whole. *Vector of Economics.* 2018;12(30):172 (*in Russian*).
 13. Pelyakh M.A. *Viticulturist's Handbook.* M.: Kolos, 1971:1-344 (*in Russian*).
 14. A review of actions of the Department of Agriculture and an outline of the state of main branches of rural industry in Russia for 10 years from 1844 to 1854. Saint Petersburg: Publ. Imp. Academy of Sciences. 1855:1- 697). Electronic resource. Access mode: <https://elib.rgo.ru/handle/123456789/232052> (Date of access 13.10.2023) (*in Russian*).
 15. Rybalko E.A., Baranova N.V., Borisova V.Yu. Distribution of the mean monthly air temperature in September on the territory of the Crimean Peninsula. *Fruit Growing and Viticulture of South of Russia.* 2021;68(2):105-115. DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-105-115 (*in Russian*).
 16. Orlov V.A., Lukyanov A.A. Microzoning of grape plantations on the basis of difference normalized indices from satellite images. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia.* 2022;78(6):248-262. DOI 10.30679/2219-5335-2022-6-78-248-262 (*in Russian*).
 17. Rybalko E.A., Baranova N.V. Allocation of ampeloecotopes on the territory of the Crimean Peninsula. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia.* 2022;77(5):68-81. DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-68-81 (*in Russian*).
 18. Fernandes de Oliveira A., Mercenaro L., Nieddu G. Assessing thermal efficiency for berry anthocyanin accumulation in four different sites and field-growing conditions. *Acta Hort.* 2017;1188:181-188. DOI 10.17660/ActaHortic.2017.1188.24.
 19. Cameron W., Petrie P.R., Barlow E.W.R., Patrick C.J., Howell K., Fuentes S. Advancement of grape maturity: comparison between contrasting cultivars and regions. *Australian Journal of Grape and Wine Research.* 2020;26:53-67. DOI:10.1111/ajgw.12414.
 20. Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. 2nd edition. Simferopol: Tavrída. 2009:1-304 (*in Russian*).

References

1. Register of SRO - Association of winegrowers and winemakers of Crimea "Crimean Agency of Grapes and Wine". Electronic resource. Access mode: <https://kbvw.ru/reestr-sro> (Date of access: 05.10.2023) (*in Russian*).
2. Zotov A.N., Volynkin V.A., Pytel I.F., Makarov A.S., Lutkov I.P. Prospects of amateur wines based on scientific support of their production. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2012;4:17-18 (*in Russian*).
3. Gnilomedova N.V., Prokhorov Yu.A. Contemporary wine trends for the development of farm wine. *Notes of the Scientist.* 2021;12(1):268-270 (*in Russian*).
4. Zarmaev A.A. Theoretical aspects of a terroir. *Proceedings of Grozny State Petroleum Technical University named after academician M.D. Millionshchikov.* 2008;8:70-75 (*in Russian*).
5. Sheludko O.N., Guguchkina T.I., Antonenko M.V., Antonenko O.P., Tikhonova A.N., Burtsev B.V. Organoleptic properties as a wine quality stability on the example of LLC Imeniye Sikory. *Bulletin of KrasGAU.* 2022;10(187):169-178. DOI 10.36718/1819-4036-2022-10-169-178 (*in Russian*).
6. Makarov A.S., Yalanetsky A.Ya., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Krechetova V.V. Features of red table wine materials from the Cabernet Sauvignon grape variety growing in some areas of the Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2018;20(2):34-37 (*in Russian*).

21. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Gerzhikova V.G., Zagorouiko V.A. A new approach to the technological assessment of grape varieties. *Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Works of NIV&W Magarach*. 2009;39:61-66 (in Russian).
22. Makarov A., Shmigelskaia N., Lutkov I., Maksimovskaia V., Sivochoub G. Improving the criteria of assessing grapes and base wines in the production of sparkling wines. *BIO Web of Conf.* 2022;53:06001. DOI 10.1051/bioconf/20225306001.

Информация об авторах

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

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

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

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

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

Галина Владимировна Сивочуб, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мейл: galina.sivochub@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0001-5096-952>;

Екатерина Александровна Тимошенко, мл. науч. сотр. лаборатории игристых вин; e-мейл: ekaterina_timoshenko.97@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7758-0478>.

Information about authors

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

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

Natalia A. Shmigelskaia, Cand. Tech. Sci., Senior Staff Scientist, Head of the Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: nata-ganaj@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1244-8115>;

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

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

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

Ekaterina A. Timoshenko, Junior Staff Scientist, Laboratory of Sparkling Wines; e-mail: ekaterina_timoshenko.97@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-7758-0478>.

Статья поступила 11.10.2023, одобрена после рецензии 20.10.2023, принята к публикации 22.11.2023.

УДК 663.252.4:579.863/.864:577.15
DOI 10.34919/IM.2023.84.61.008

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Влияние фенольных веществ на рост природных штаммов молочнокислых бактерий виноделия

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

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

[✉]magarach_microbiol.lab@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования ростовой активности природных штаммов молочнокислых бактерий (МКБ) в присутствии гидроксибензойных кислот (галловой и ванилиновой), гидроксикоричных кислот (p-кумаровой, кофейной и транс-феруловой), (+)-катехин гидрата и промышленных препаратов танина. Объектами исследования являлись 13 штаммов МКБ (9 штаммов *Oenococcus oeni*, 3 штамма *Lactocaseibacillus paracasei* и один штамм *Lentilactobacillus hilgardii*) из рабочей коллекции лаборатории микробиологии института «Магарач», обладающих высокой активностью к сбраживанию L-яблочной кислоты. Ростовую активность штаммов оценивали фотоэлектроколориметрическим методом. Показана высокая зависимость эффекта влияния отдельных фенольных веществ на ростовую активность МКБ, как в зависимости от штамма, так и от используемого фенольного соединения. В разной степени оказывали влияние на ослабление клеточного роста ванилиновая, кофейная, p-кумаровая и транс-феруловая кислоты. Так, p-кумаровая кислота полностью подавляла рост всех исследуемых штаммов; кофейная и транс-феруловая кислоты значительно влияли на снижение роста штаммов; ванилиновая кислота обладала более слабым ингибирующим действием по сравнению с кофейной и транс-феруловыми кислотами. Стимулировала рост штаммов галловая кислота, не оказывала влияния – (+)-катехин гидрат. В целом гидроксибензойные кислоты оказывали меньшее влияние на рост штаммов, чем гидроксикоричные. Исследование показало, что применяемые в виноделии препараты танинов в зависимости от их типа также могут влиять на развитие МКБ в вине, ингибируя или стимулируя их рост. Полученные результаты указывают на целесообразность проведения оценки устойчивости штаммов МКБ к отдельным фенольным соединениям при проведении селекционных работ.

Ключевые слова: активность роста; *O. oeni*; *L. paracasei*; *L. hilgardii*; ванилиновая кислота; кофейная кислота; p-кумаровая кислота; транс-феруловая кислота; (+)-катехин гидрат; галловая кислота.

Для цитирования: Танашук Т.Н., Шаламитский М.Ю., Загоруйко В.И., Семенова К.А. Влияние фенольных веществ на рост природных штаммов молочнокислых бактерий виноделия // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):376-382. DOI 10.34919/IM.2023.84.61.008.

ORIGINAL RESEARCH

The effect of phenolic substances on the growth of natural wine strains of lactic acid bacteria

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

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

[✉]magarach_microbiol.lab@mail.ru

Abstract. The article presents the results of studies on growth activity of natural strains of lactic acid bacteria (LAB) over hydroxybenzoic acids (gallic and vanillic), hydroxycinnamic acids (p-coumaric, caffeic and trans-ferulic), (+)-catechin hydrate and technical tannin preparations. The objects of research were 13 LAB strains (9 strains of *Oenococcus oeni*, 3 strains of *Lactocaseibacillus paracasei*, and one strain of *Lentilactobacillus hilgardii*) from the working collection of Microbiology Laboratory of the Institute Magarach, which possess high activity to ferment L-malic acid. Growth activity of strains was assessed using the photoelectrocolorimetric method. High dependence of the effect of individual phenolic substances on growth LAB activity was shown, depending on both the strain, and the phenolic compound used. Vanillic, caffeic, p-coumaric and trans-ferulic acids had an influence of varying degree on a decrease in cell growth. Thus, p-coumaric acid completely suppressed the growth of all studied strains; caffeic and trans-ferulic acids had a significant effect on reducing the growth of strains; vanillic acid had a lower inhibitory effect compared to caffeic and trans-ferulic acids. Gallic acid stimulated the growth of strains; (+)-catechin hydrate had no effect. In general, hydroxybenzoic acids had lesser effect on the growth of strains than hydroxycinnamic acids. The study showed that tannin preparations used in winemaking, depending on their type, can also influence the development of LAB in wine, inhibiting or stimulating their growth. The results obtained indicate the advisability of assessing the resistance of LAB strains to individual phenolic compounds during the selection activity.

Key words: growth activity; *O. oeni*; *L. paracasei*; *L. hilgardii*; vanillic acid; caffeic acid; p-coumaric acid; trans-ferulic acid; (+)-catechin hydrate; gallic acid.

For citation: Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M.Yu., Zagoruiko V.I., Semenova K.A. The effect of phenolic substances on the growth of natural wine strains of lactic acid bacteria. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):376-382. DOI 10.34919/IM.2023.84.61.008 (in Russian).

Введение

Сегодня виноделы рекомендуют проведение яблочно-молочного брожения (ЯМБ) при производстве большинства красных вин и некоторых белых

вин, особенно тех, которые выдерживаются в дубовой таре и подвергаются длительной выдержке в бутылках. Количество фенольных веществ в белых винах может варьировать от 150 до 1500 мг/л, в красных – от 1000 до 5000 мг/л [1, 2] и зависит от сорта винограда, технологических приемов переработки сырья и хранения виноматериалов. Опубликовано много сведений о влиянии фенольных веществ на рост мо-

лочнокислых бактерий (МКБ), среди которых наиболее часто встречаются данные о влиянии гидроксикоричных и гидроксibenзойных кислот, которые присутствуют в виноматериалах в концентрациях от 100 до 200 мг/л [3]. Основная фенольная кислота – галловая обнаружена в красных винах в количестве 52-95 мг/л, в белых винах – около 7-19 мг/л [4, 5]. Наиболее значительными из флавоноидов винограда являются катехины, количество которых на уровне 190 мг/л в красных винах и 35 мг/л – в белых винах [3], в то же время, по отдельным сведениям, их количество может достигать 400 мг/л [6].

В литературе встречаются сведения, что успешное проведение ЯМБ в виноматериалах, приготовленных из некоторых красных сортов винограда, может быть затруднительно [7, 8]. Некоторые фенольные вещества винограда могут являться одной из причин, так как в зависимости от их структуры и концентрации они способны оказывать активирующий или ингибирующий эффект на рост МКБ, по-разному влияя на их метаболизм и прохождение ЯМБ [9–22]. Еще один ключевой вопрос, возникающий в связи с гарантированным проведением ЯМБ, касается селективности ингибирующего действия фенольных веществ вина в зависимости от используемых штаммов МКБ, однако исследования различных энологических видов МКБ немногочисленны [11, 19, 24]. Изучение негативного влияния на рост и метаболизм МКБ, и, следовательно, на запуск и скорость ЯМБ, также открывает возможности применения полифенолов в качестве альтернативы использованию сульфитов в борьбе с МКБ на этапах приготовления вин [20, 23].

Таким образом, несмотря на многочисленные сообщения о влиянии полифенолов на МКБ вина, данная проблема изучена недостаточно, поскольку система сложна как по химическому составу, так и по разнообразию штаммов.

Цель исследования – изучить влияние ванилиновой, кофейной, р-кумаровой, транс-феруловой, галловой кислот, (+)-катехина гидрата, а также промышленных препаратов танина из кожицы белого винограда, галлового орешка, древесины каштана на рост штаммов МКБ, принадлежащих к видам *Oenococcus oeni*, *Lacticaseibacillus paracasei* и *Lentilactobacillus hilgardii*.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись 13 природных штаммов МКБ (9 штаммов *O. oeni* (К.1, К.3, К.4, К.6, К.17, К.19, К.24, К.25, К.48), 3 штамма *L. paracasei* (П.4, П.39, П.41) и один штамм *L. hilgardii* (П.83)) из рабочей коллекции лаборатории микробиологии института «Магарач», выделенные из винограда и вин Крыма в 2018-2019 гг. Данные штаммы были выбраны как перспективные для проведения ЯМБ в высококислотных виноматериалах [25, 26].

Для культивирования МКБ использовали виноградное сусло, разведенное водой до содержания сахаров 50 г/л с добавлением 10 г/л дрожжевого экстракта. Корректировку pH среды до значения 3,4 проводили добавлением DL-яблочной кислоты

(Sigma-Aldrich, США). Предварительно проведенное исследование при выборе pH среды культивирования показало, что в опытной среде при значении pH 3,0 штаммы по накоплению биомассы мало отличались от контрольных образцов, что позволило считать значение pH 3,0 определяющим ингибирующим фактором и исключить влияние исследуемых фенольных соединений на ростовую активность МКБ в данных условиях. Наиболее явно влияние фенольных соединений на ростовую активность исследуемых МКБ и их штаммовые отличия по устойчивости к исследуемым фенольным кислотам проявились при значении pH среды 3,4, что позволило нам данный показатель принять за основу при выборе режимов культивирования.

В работе использовали фенольные вещества: ванилиновую, кофейную, р-кумаровую, транс-феруловую кислоты, (+)-катехина гидрат (Sigma-Aldrich, США); галловую кислоту («Диаэм», Россия), конденсированный танин из кожицы белого винограда («Martin Vialatte», Франция), гидролизные танины из галлового орешка («Erbslöh», Германия) и из древесины каштана («Ajinomoto», Япония). Эти соединения были выбраны как наиболее часто используемые в исследованиях из-за их способности влиять на рост тестируемых штаммов [11]. Отдельно готовили маточные растворы фенольных кислот и катехина с концентрацией 10 г/л в 60 %-ном этаноле, маточные растворы танинов – 10 г/л в 30 %-ном этаноле и добавляли к питательной среде после стерилизации до концентрации 500 мг/л, наиболее часто представленной в литературе [11, 27]; танины – до исходной концентрации 200 мг/л, выбранной по рекомендации производителей. Контролем служили посеы исследуемых штаммов МКБ на питательную среду без добавления фенольных веществ.

Накопительные культуры МКБ получали при культивировании в аэробных условиях в течение 3-5 суток при температуре $(28 \pm 0,5)$ °C до достижения оптической плотности накопительной культуры 0,8-1,2 при длине волны 590, что соответствует примерно 10^8 - 10^9 клеток/мл среды. Среду разливали по 7 мл в микробиологические пробирки под ватно-марлевыми пробками и вносили культуру до начальной концентрации 10^6 клеток/мл среды. Пробирки с посевами культивировали в термостате пять суток при температуре $(28 \pm 0,5)$ °C, перемешивая несколько раз в сутки.

Ростовую активность штамма оценивали по накоплению биомассы путем измерения оптической плотности клеточной суспензии на фотоэлектроколориметре КФК-3 в кювете с длиной оптического пути 10 мм при длине волны 590 нм. Отсутствие роста определяли при сравнении с оптической плотностью среды сразу после засева.

Математическая обработка данных. Все эксперименты выполняли в трёх повторностях, аналитические измерения – в двух повторностях. За критерий значимости отличий между группами данных принимали критерий вероятности $p < 0,10$.

Результаты и их обсуждение

На рисунках 1-6 представлены результаты ростовой активности природных штаммов МКБ в присут-

ствии гидроксibenзойных кислот (галловой и ванилиновой), гидроксикоричных кислот (р-кумаровой, кофейной и транс-феруловой), (+)-катехина гидрата,

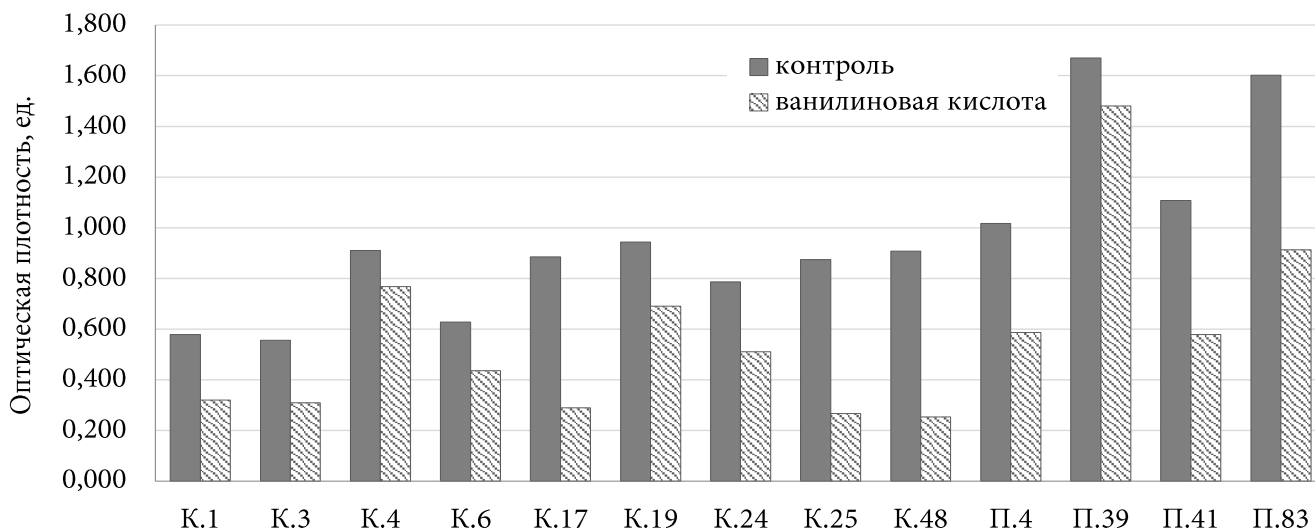


Рис. 1. Влияние ванилиновой кислоты на рост штаммов МКБ

Fig. 1. The effect of vanillic acid on the growth of LAB strains

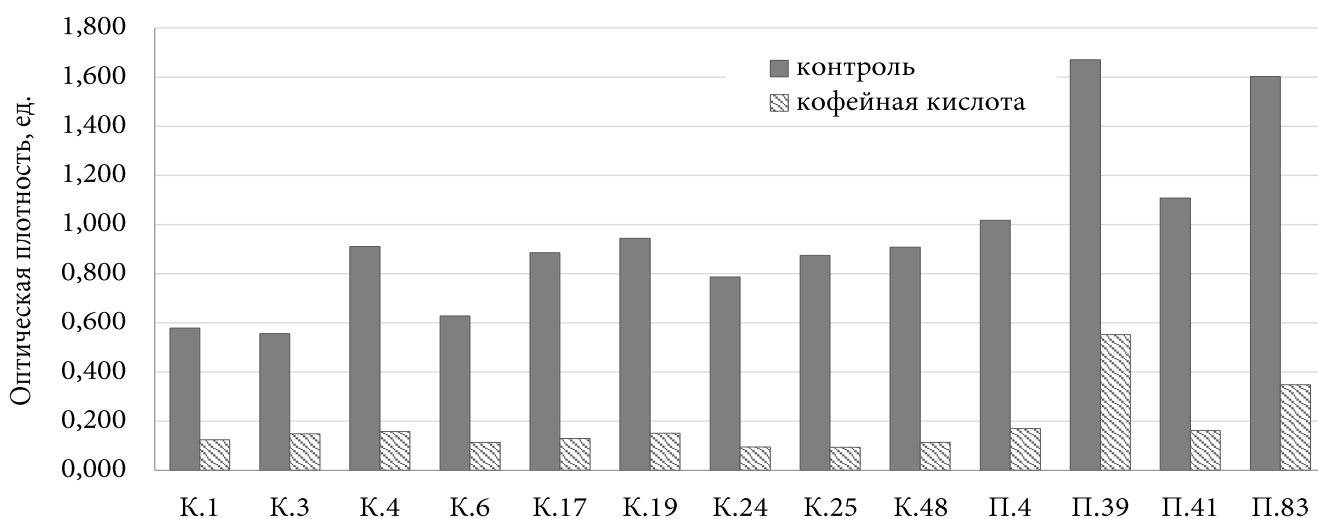


Рис. 2. Влияние кофейной кислоты на рост штаммов МКБ

Fig. 2. The effect of caffeic acid on the growth of LAB strains

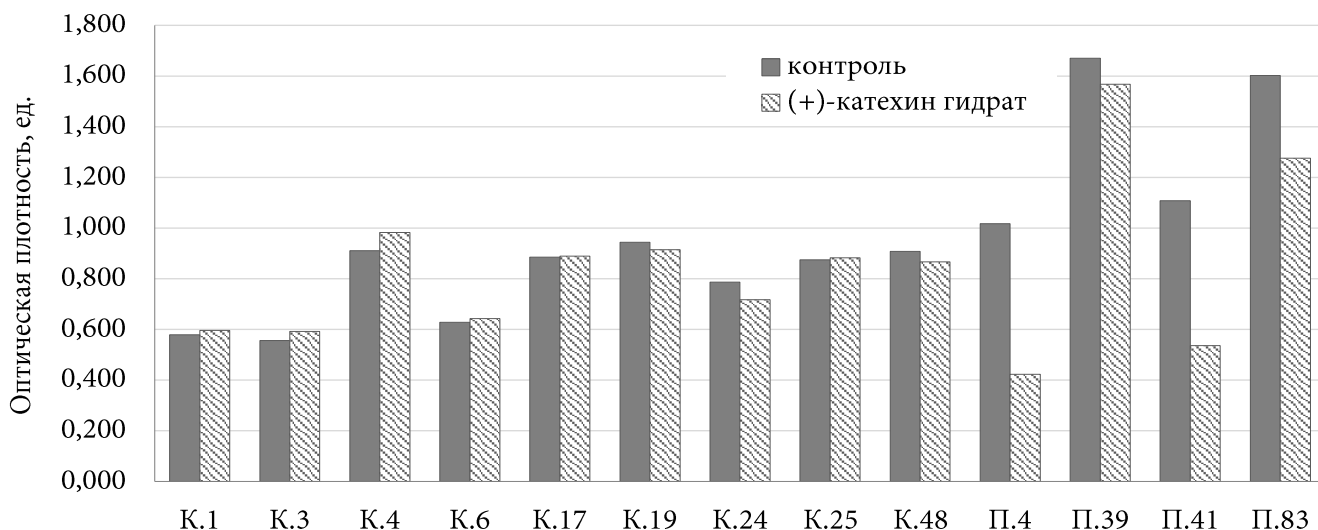


Рис. 3. Влияние (+)-катехин гидрата на рост штаммов МКБ

Fig. 3. The effect of (+)-catechin hydrate on the growth of LAB strains

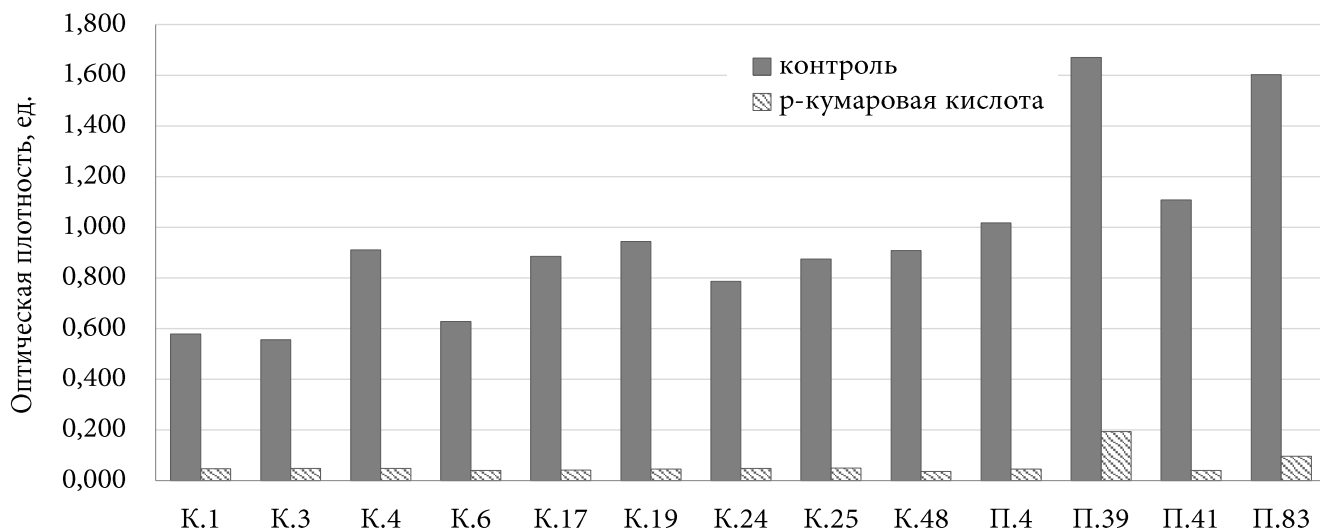


Рис. 4. Влияние p-кумаровой кислоты на рост штаммов МКБ
Fig. 4. The effect of p-coumaric acid on the growth of LAB strains

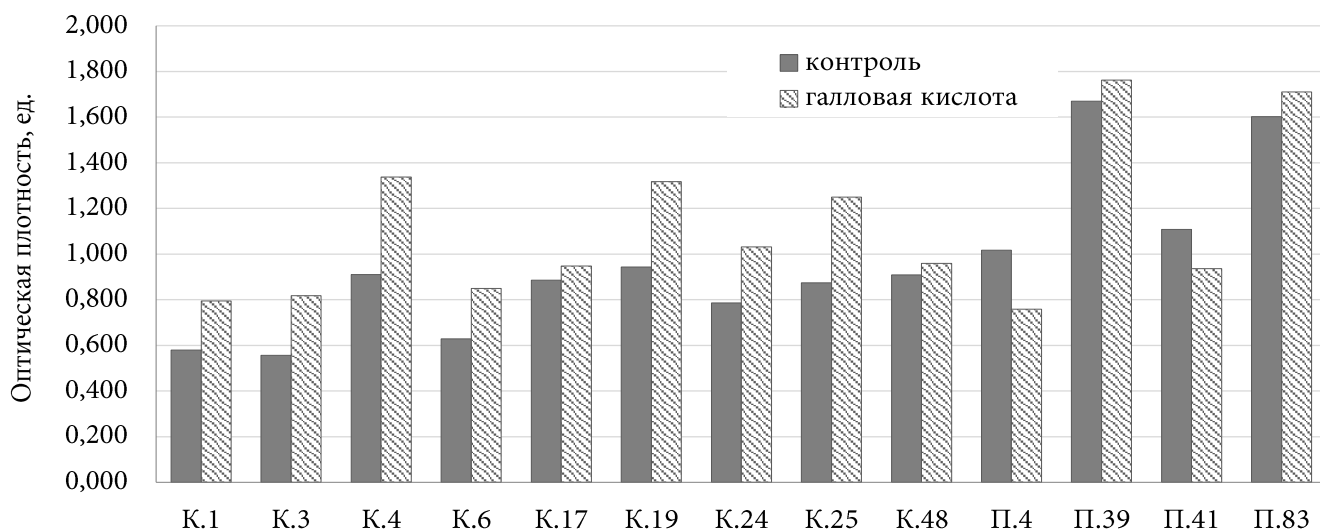


Рис. 5. Влияние галловой кислоты на рост штаммов МКБ
Fig. 5. The effect of gallic acid on the growth of LAB strains

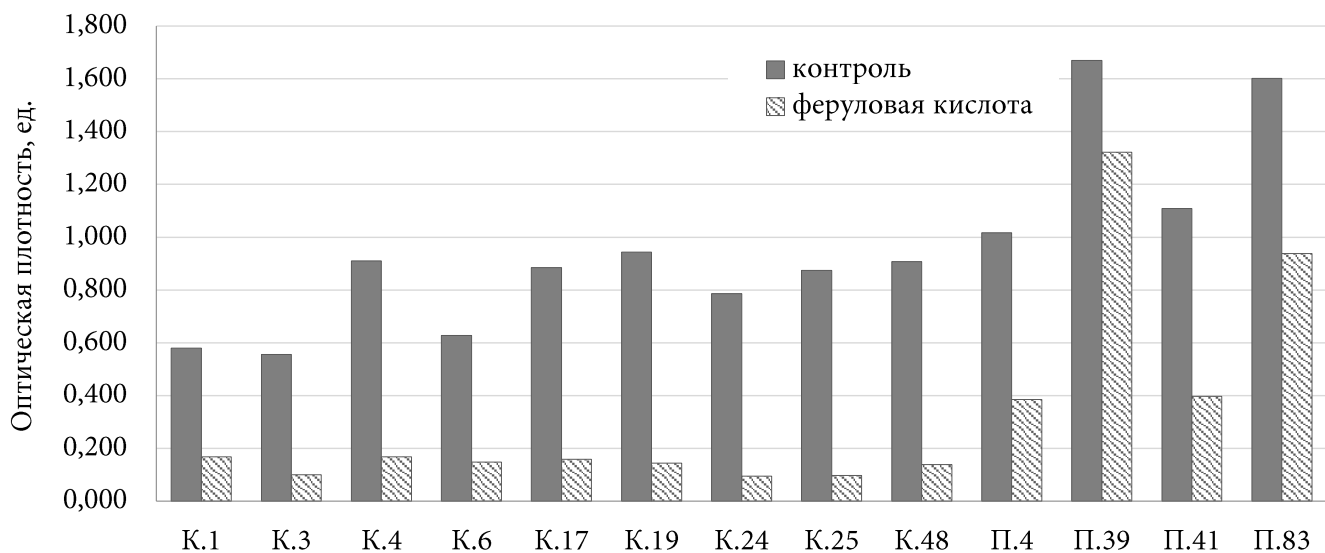


Рис. 6. Влияние транс-феруловой кислоты на рост штаммов МКБ
Fig. 6. The effect of trans-ferulic acid on the growth of LAB strains

сведения о влиянии которых на физиологическую активность МКБ вина наиболее часто встречаются в научных публикациях. Анализ полученных данных показал, что фенольные соединения оказывали разное влияние на физиологическую активность МКБ. В разной степени в зависимости от штамма ингибировали рост МКБ ванилиновая, кофейная, р-кумаровая и транс-феруловая кислоты; стимулировала рост штаммов галловая кислота; не оказывал влияние – (+)-катехина гидрат. В целом гидроксibenзойные кислоты оказывали меньшее влияние на рост штаммов, чем гидроксикоричные.

Как показало исследование, наличие в среде кофейной и транс-феруловой кислот значительно влияло на снижение роста всех штаммов и составило для штаммов *O. oeni* в присутствии кофейной кислоты 73-89 %, в присутствии транс-феруловой кислоты 71-89 %. Штаммы палочковидной формы также были довольно чувствительны к кофейной кислоте и снижение их роста составило 67-85 %, однако по сравнению с *O. oeni* были более устойчивыми к транс-феруловой кислоте, в присутствии которой снижение роста штаммов было на 21-64 %.

Р-кумаровая кислота полностью подавляла рост всех исследуемых штаммов. Полученные нами результаты согласуются с данными других исследователей об ингибирующем действии р-кумаровой, кофейной и транс-феруловой кислот на рост *L. hilgardii* и *O. oeni* и о более сильном эффекте в случае *O. oeni*, чем в случае *L. hilgardii* [3, 11, 27]. Показатель устойчивости штаммов к этим кислотам может служить одним из критериев их отбора для ЯМБ, поскольку МКБ декарбоксилируют фенольные соединения, главным образом транс-феруловую и р-кумаровую кислоты, в летучие фенолы, которые могут оказывать положительное или отрицательное влияние на сенсорные характеристики вина из-за их особого аромата и низкого порога восприятия [12, 28, 29]. Также при рекомендации использования штаммов МКБ в условиях брожения сусла совместно со стартовой культурой дрожжей (ко-инокуляция) следует обращать внимание на синтез ими молочных и уксусных кислот из глюкозы, поскольку в присутствии гидроксикоричных кислот (р-кумаровой, кофейной и транс-феруловой) их количество может увеличиваться [27].

Ванилиновая кислота, как правило, обладает слабым ингибирующим эффектом на рост бактерий (*O. oeni*), не влияя при этом на скорость ЯМБ [13, 14]. В нашем исследовании также отмечен антибактериальный эффект ванилиновой кислоты, который значительно зависел от используемого штамма и его видовой принадлежности. Три штамма из четырех, принадлежащие к видам *L. hilgardii* и *L. paracasei*, снижали рост на 42-48 % по сравнению с контролем, при этом один штамм П.39 (*L. paracasei*) был более всех устойчив к ванилиновой кислоте – его ростовая активность снизилась только на 11 %. Наиболее выраженные штаммовые отличия по устойчивости к ванилиновой кислоте проявились у представителей вида *O. oeni*, для которых снижение роста составляло от 16 до

72 % в зависимости от штамма. Наибольшая ростовая активность в присутствии ванилиновой кислоты отмечена для более кислотоустойчивых штаммов К.4, К.19 и П.39.

Галловая кислота способствовала активизации роста всех штаммов, что согласуется с многочисленными литературными данными [12–14]. Нами отмечено, что стимулирующий эффект в значительной степени может зависеть от применяемого штамма. Среди штаммов *O. oeni* увеличение биомассы по сравнению с контролем для семи штаммов составило 31-47 %, и только для двух штаммов увеличение биомассы было незначительным (6-7%). Для штаммов МКБ палочковидной формы обнаружили меньший отклик на галловую кислоту – увеличение биомассы для двух штаммов составило на 6-7 %, для двух других наблюдали снижение накопления биомассы на 16-25 % по сравнению с контролем.

Результаты нашего исследования также показали, что (+)-катехина гидрат либо не оказывал влияние на рост штаммов *O. oeni*, либо незначительно стимулировал их рост. Из четырех штаммов палочковидной формы отмечено снижение активности для трех штаммов на 20-58 %, один штамм (П.39) был устойчив к данному фенольному соединению. В то же время, в литературе есть данные, которые указывают как на стимулирующий эффект катехина для роста *L. hilgardii* и *O. oeni* [12, 22], так и на возможный ингибирующий эффект [15].

В случае танинной фракции многие винные полифенолы образуют комплексы с другими соединениями, которые имеют тенденцию сводить к минимуму их ингибирующее действие, что позволяет продлиться ЯМБ. Однако в винах, содержащих большую часть только конденсированных танинов, наблюдается сильное ингибирование винных МКБ. Аналогично, когда применяются методы термической экстракции при использовании красных сортов винограда, извлекаются конденсированные дубильные вещества, которые негативно влияют на рост МКБ, и впоследствии – на прохождение ЯМБ [17]. На рис. 7 представлены результаты исследования влияния промышленных танинов на размножение трех штаммов МКБ: двух штаммов *O. oeni* – К.19 и К.25; одного штамма *L. hilgardii* – П.83, выбранные по результатам сенсорной оценки виноматериалов, приготовленных в условиях микровиноделия в сезон 2022-2023 гг. Исследование показало, что танин из виноградной выжимки оказывал незначительный ингибирующий эффект на рост всех исследованных штаммов, а именно: для двух штаммов *O. oeni* снижение роста наблюдали на 6-18 %, для штамма *L. hilgardii* – на 10%. Сильный ингибирующий эффект наблюдали при культивировании всех штаммов в присутствии танина, полученного из галлового орешка, который способствовал снижению роста всех штаммов на 70-85 %. Стимулирующим эффектом обладал танин, полученный из древесины каштана, в присутствии которого рост штаммов усилился на 6-18 %. Таким образом, при выборе танинов при производстве виноматериалов не-

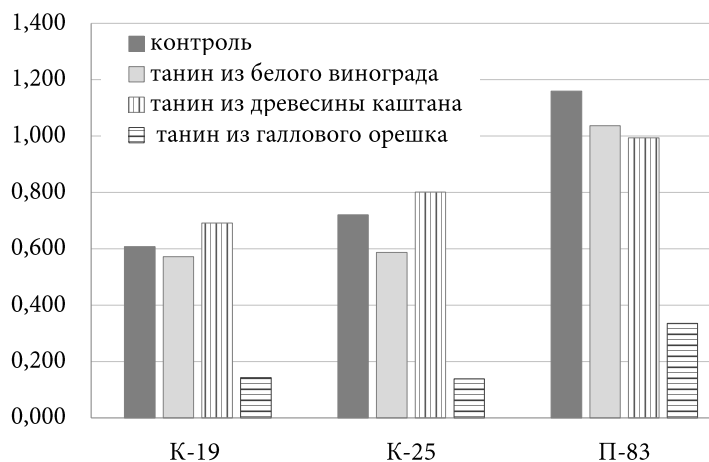


Рис. 7. Влияние танинов различного происхождения на рост штаммов МКБ

Fig. 7. The effect of tannins of various origins on the growth of LAB strains

обходимо учитывать технологические рекомендации к проведению ЯМБ.

Исследование подтвердило имеющиеся в литературе данные о важной роли фенольных веществ на жизнедеятельность МКБ и, соответственно, на прохождение ЯМБ. Выявленная зависимость эффекта влияния фенольных веществ от применяемого штамма, его видовой принадлежности и отдельного фенольного соединения, указывает на целесообразность проведения оценки устойчивости штаммов МКБ к отдельным фенольным соединениям при проведении селекционных работ. Полученные данные о сильном антибактериальном эффекте *p*-кумаровой кислоты, которые полностью согласуются с результатами других исследователей, позволяют предположить возможность применения полифенолов в качестве альтернативы использованию сульфитов в борьбе с МКБ на этапах приготовления вин.

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/References

1. Методы технoхимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009:1-304.
Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. 2nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
2. Frankel E. N., Waterhouse A.L., Teissedre L.P. Principal phenolic phytochemicals in selected California wines and their antioxidant activity in inhibiting oxidation of human low-density lipoproteins. *J. Agric. Food Chem.* 1995;43:890-894. DOI 10.1021/jf00052a008.

3. Reguant C., Bordons A., Arola L., Roze's N. Influence of phenolic compounds on the physiology of *Oenococcus oeni* from wine. *J. Appl. Microbiol.* 2000;88:1065-1071. DOI 10.1046/j.1365-2672.2000.01075.x
4. Ribeiro De Lima M.T., Kelly M.T., Cabanis M.T., Blaise A. Teneurs en acides phénols, catéchine et épicatechine pour les vins de différentes variétés et millésimes du Portugal continental et des îles des Açores. *J. Int. Sci. Vigne Vin.* 2006;40:1:47-56. DOI 10.20870/oenone.2006.40.1.883.
5. Alberto M.R., Farías M.E., Manca de Nadra M.C. Effect of gallic acid and catechin on *Lactobacillus hilgardii* 5w growth and metabolism of organic compounds. *J. Agric. Food Chem.* 2001;49:4359-4363. DOI 10.1021/jf0101915.
6. Cheynier V., Teissedre P.L. Polyphénols En Œnologie: Fondements Scientifiques Et Technologiques). Paris: Technique et Documentation. 1998:323-324.
7. Sabel A., Bredefeld S., Schlander M., Claus H. Wine phenolic compounds: antimicrobial properties against yeasts, lactic acid and acetic acid bacteria. *Beverages.* 2017;3:29:1-14. DOI 10.3390/beverages3030029.
8. Vivas N., Augustin M., Lonvaud-Funel A. Influence of oakwood and grape tannins on the lactic acid bacterium *Oenococcus oeni* (*Leuconostoc oenos*, 8413). *J. Sci. Food Agric.* 2000;80:1675-1678. DOI 10.1002/1097-0010(20000901)80:11<1675::AID-JSFA695>3.0.CO;2-Z.
9. Scalbert A. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochem.* 1992;30:3875-3883. DOI 10.1016/0031-9422(91)83426-L.
10. Papadopoulou C., Soutli K., Roussis I.G. Potential antimicrobial activity of red and white wine phenolic extracts against strains of *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Candida albicans*. *Food Technol. Biotechnol.* 2005;43:41-46.
11. Campos F.M., Couto J.A., Hogg T.A. Influence of phenolic acids on growth and inactivation of *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus hilgardii*. *J. Appl. Microbiol.* 2003;94:167-174. DOI 10.1046/j.1365-2672.2003.01801.x.
12. Stivala M.G., Vilecco M.B., Enriz D., Fernández P.A. Effect of phenolic compounds on viability of wine spoilage lactic acid bacteria: a structure-activity relationship study. *Am J Enol Vitic.* 2017;68:228-233. DOI: 10.5344/ajev.2016.16084.
13. 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.
14. Vivas N., Lonvaud-Funel A., Glories Y. Effect of phenolic acids and anthocyanins on growth, viability and malolactic activity of a lactic acid bacterium. *Food Microbiol.* 1997;14:291-300. DOI 10.1006/fmic.1996.0086.
15. García-Ruiz A., Moreno-Arribas M.V., Martín-Álvarez P.J., Bartolomé B. Comparative study of the inhibitory effects of wine polyphenols on the growth of enological lactic acid bacteria. *Int. J. Food Microbiol.* 2011;145:426-431. DOI 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.01.016.
16. García-Ruiz A., Cueva C., Gonzales-Rampinelli E.M., Yuste M., Torres M., Martín-Álvarez P.J., Bartolomé B., Moreno-Arribas M.V. Antimicrobial phenolic extracts able to inhibit lactic acid bacteria growth. *Food Control.* 2012;28:212-219. DOI 10.1016/j.foodcont.2012.05.002.
17. Ribéreau-Gayon P., Dubourdiou D., Donéche B., Lonvaud A. Lactic acid bacteria. *Handbook of enology: Volume I. The Microbiology of Wine and Vinifications.* 2nd Edition. John Wiley&Sons. 2006:115-137.
18. Bloem A., Bertrand A., Lonvaud-Funel A., de Revel G. Vanillin production from simple phenols by wine-associated lactic acid bacteria. *Lett. Appl. Microbiol.* 2007;44:62-67. DOI 10.1111/j.1472-765X.2006.02037.x.

19. Figueiredo A.R., Campos F., de Freitas V., Hogg T., Couto J.A. Effect of phenolic aldehydes and flavonoids on growth and inactivation of *Oenococcus oeni* and *Lactobacillus hilgardii*. *Food Microbiol.* 2008;25:105-112. DOI 10.1016/j.fm.2007.07.004.
20. García-Ruiz A., Bartolomé B., Cueva C., Martín-Álvarez P.J., Moreno-Arribas M.V. Inactivation of oenological lactic acid bacteria (*Lactobacillus hilgardii* and *Pediococcus pentosaceus*) by wine phenolic compounds. *J. Appl. Microbiol.* 2009;107:1042-1053. DOI 10.1111/j.1365-2672.2009.04287.x.
21. Landete J.M., Rodríguez H., De Las Rivas B., Muñoz R. High-added-value antioxidants obtained from the degradation of wine phenolics by *Lactobacillus plantarum*. *J. Food Prot.* 2007;70:2670-2675. DOI 10.4315/0362-028x-70.11.2670.
22. Reguant C., Bordons A., Arola L., Rozès N. Influence of phenolic compounds on the physiology of *Oenococcus oeni* from wine. *J. Appl. Microbiol.* 2000;88:1065-1071. DOI 10.1046/j.1365-2672.2000.01075.x.
23. Bartowsky E.J. Bacterial spoilage of wine and approaches to minimize it. *Lett. Appl. Microbiol.* 2009;48:149-156. DOI 10.1111/j.1472-765X.2008.02505.x.
24. Salih A.G., Le Quére J.M., Drilleau J.F. Action des acides hydroxycinnamiques libres et estérifiés sur la croissance des bactéries lactiques. *Sciences des Aliments.* 2000;20:537-560. DOI 10.3166/sda.20.537-560.
25. 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.
26. Танащук Т.Н., Шаламитский М.Ю., Погорелов Д.Ю. Evaluation of strains of lactic acid bacteria for capability to assimilate L-malic acid. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2019;21(4):328-332. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.010 (in Russian).
26. Танащук Т.Н., Шаламитский М.Ю., Загоруйко В.И. Скрининг природных штаммов молочнокислых бактерий вина по устойчивости к pH, температуре и спирту // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(1):55-62. DOI 10.35547/IM.2022.86.57.009.
27. Campos F.M., Figueiredo A.R., Hogg T.A., Couto J.A. Effect of phenolic acids on glucose and organic acid metabolism by lactic acid bacteria from wine. *Food Microbiol.* 2009;26:409-414. DOI 10.1016/j.fm.2009.01.006.
28. Etie'vant P.X., Issanchou S., Marie S., Ducruet V., Flanzly C. Sensory impact of volatile phenols on red wine aroma: influence of carbonic maceration and time of storage. *Sciences des Aliments.* 1989;9:19-33.
29. Liu S.-Q. Malolactic fermentation in wine – beyond deacidification. *J. Appl. Microbiol.* 2002;92:589-601. DOI 10.1046/j.1365-2672.2002.01589.x.

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

Валентина Ивановна Загоруйко, вед. инженер лаборатории микробиологии;

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

Information about authors

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

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

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

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

Статья поступила 21.10.2023, одобрена после рецензии 11.11.2023, принята к публикации 22.11.2023.

Совершенствование методов измерения плотности жидкости в винодельческой продукции

Тимофеев Р.Г.✉

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

✉Russ1970@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена обзору существующих методологических подходов к измерению плотности жидкости в практике виноделия и смежных областях пищевой промышленности. Приведены описание и анализ существующих методов и технических решений по определению плотности продуктов виноделия, их область применения, особенности и недостатки. Предложен оригинальный метод измерения плотности жидкости, когда она выше, чем плотность воды, при помощи ареометра для спирта АСП-1 с набором грузиков для изменения его массы. Проведена оценка метрологических характеристик двух методов измерения плотности: разработанного экспериментального способа с применением ареометра для спирта АСП-1 с набором грузиков, и с применением вибрационного плотномера ВИП-2МР на виноматериалах и дистиллятах из них. В качестве арбитражного метода был применен пикнометрический метод согласно ГОСТ 18995.1-73. Теофретические и практические результаты работы могут быть основой для создания методик выполнения измерений плотности продуктов виноделия с плотностью выше, чем плотность воды на основе использования ареометра для спирта АСП-1, а также с применением отечественного вибрационного плотномера ВИП-2МР.

Ключевые слова: виноделие; объемная доля этилового спирта; массовая концентрация экстракта; методы измерения плотности.

Для цитирования: Тимофеев Р.Г. Совершенствование методов измерения плотности жидкости в винодельческой продукции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):383-389. DOI 10.34919/IM.2023.44.88.009.

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

Improving the methods of measuring liquid density in wine products

Timofeev R.G.✉

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

✉Russ1970@mail.ru

Abstract. This work is dedicated to the review of existing methodological approaches to measuring the density of liquid in the practice of winemaking and related areas of food industry. The description and analysis of existing methods and technical solutions to determine the density of winemaking products, their functional area, features and disadvantages are given. The original method to measure liquid density, when it is more than the density of water, is proposed using areometer for alcohol ASP-1 with a set of weights to change its mass. Metrological characteristics of two methods to measure liquid density were assessed: the developed experimental method using areometer for alcohol ASP-1 with a set of weights, and using VIP-2MR vibration density tester for base wines and distillates. As a reference, the picnometric method was used in accordance with GOST 18995.1-73. Theoretical and practical results of work can be the basis for creating methods to measure the density of winemaking products, higher than that of water, based on the use of areometer for alcohol ASP-1, and vibration density meter VIP-2MR of domestic production.

Key words: winemaking; volume fraction of ethyl alcohol; mass concentration of extract; methods of measuring the density.

For citation: Timofeev R.G. Improving the methods of measuring liquid density in wine products. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):383-389. DOI 10.34919/IM.2023.44.88.009 (in Russian).

Введение

Плотностью называют физическую величину, определяющую массу вещества, содержащуюся в единице объема. Денсиметрия – измерение плотности является одним из старейших методов исследования вещества и широко применяется в различных областях народного хозяйства для оценки концентрации веществ в продуктах с детерминированным составом. В частности, в пищевой промышленности для определения массовой концентрации растворимых сухих веществ согласно ГОСТ 29030, оценки содержания сахаров в виноградо-винодельческом сырье по ГОСТ 27198, объемной доли этилового спирта и мас-

совой концентрации экстракта согласно ГОСТ 32095 и ГОСТ 32000 в продуктах виноделия. Кроме того, измерение плотности в виноделии и смежных областях пищевой промышленности осуществляется для целей выполнения операций учета количества сырья, спирта в процессе переработки сырья, получения и отгрузки сырьевых и вспомогательных материалов, а также готовой продукции.

К наиболее широко применяемой группе лабораторных методов измерения плотности жидкости относится прямое определение массы жидкости при заранее известном (из геометрических соображений или найденном из калибровки устройства) объеме [1]. В них для измерения массы применяют непосредственное взвешивание жидкости, занимающей заранее известный объем [2, 3]. В энохимической практике

при количественном анализе определение плотности проводится либо пикнометрическим методом, основанном на точном взвешивании определенного объема жидкости в сравнении с таким же объемом жидкости с известными параметрами, например воды, либо гидростатическим и его модификацией ареометрическим, основанным на законе Архимеда [1, 4], согласно ГОСТ 32081. Оба эти метода имеют практическое значение, но обладают своими достоинствами и недостатками. Пикнометрический метод весьма точен, но требует большой аккуратности, так как связан с необходимостью термостатирования пикнометра и наличия аналитических весов. Точность метода оценивается величиной до 10^{-5} г/см³ (0,01 кг/м³) [4]. К основным достоинствам пикнометрического метода определения плотности можно отнести следующие:

- высокую точность измерений (до 10^{-5} г/см³);
- возможность использования малых количеств вещества (0,5–100 см³);
- малую площадь свободной поверхности жидкости в пикнометре, что практически исключает испарение жидкости и поглощение влаги из воздуха;
- раздельное проведение операций термостатирования и последующего взвешивания.

Точность гидростатического метода находится на уровне пикнометрического, но требует специального оборудования – гидростатических весов и подходит для материалов и жидкостей с плотностью выше, чем эталонная жидкость [4]. Большого распространения гидростатический метод определения плотности в энохимической практике не нашел. Ареометрический (разновидность гидростатического) – менее точен, порядка $0,5 \cdot 10^{-3}$ г/см³ (1–0,5 кг/м³), требует большего количества жидкости (порядка 200–250 мл), но менее трудоемок и поэтому принят в виноделии. Существуют два типа ареометров – это ареометры постоянной массы, к которым относятся практически все стеклянные ареометры, а также ареометры постоянного объема, менее распространенные, обычно металлические, масса которых регулируется путем добавления грузиков. К металлическим ареометрам относится металлический спиртомер, для которого разработаны соответствующие таблицы [5, 6]. В энохимии наиболее распространены серия ареометров, согласно ГОСТ 18481, АОН (ареометры общего назначения): АОН-1, АОН-2 и др., для оценки винограда-винодельческого сырья по ГОСТ 27198, также могут быть задействованы ареометры для нефти типа АНТ и АН. Последние отличаются несколько большими габаритами, длиной шкалы, меньшей ценой деления, а также тем, что снимать их показания следует по верхнему мениску в отличие от ареометров серии АОН, которые градуируются по нижнему мениску. Отдельную категорию представляют ареометры для измерения объемной доли этилового спирта серии АСП и АСПТ, шкала которых отградуирована непосредственно в единицах объемной доли этилового спирта при 20° С. По таблицам плотности водно-спиртовых растворов, используя спиртометрические таблицы [5, 6], с помощью спиртомера можно оценить плотность

продукта с плотностью ниже, чем плотность дистиллированной воды, например столового вина. Ввиду специально подобранных параметров ареометров для спирта АСП-1 и АСП-2 (большой объем прибора и тонкая шкала) разрешение метода определения объемной доли этилового спирта ареометрическим методом оценивается 0,1 % об., что в единицах плотности составляет величину порядка 0,12–0,15 кг/м³, в зависимости от диапазона измерений, а абсолютная погрешность определения оценивается величиной порядка 0,2 % об., что в единицах плотности составляет величину порядка 0,2–0,3 кг/м³. При тщательном соблюдении методики измерения объемной доли этилового спирта точность измерения плотности ареометром АСП-1 может быть доведена до 0,12 кг/м³, но это является уже физическим пределом данного метода ввиду высокой зависимости плотности жидкости от температуры, различной смачиваемости стекла и ограничено ценой деления прибора. Кроме того, данный подход применим только для жидкостей с плотностью ниже, чем плотность дистиллированной воды. Изменение атмосферного давления оказывает некоторое влияние на показания ареометра, но его, как правило, не учитывают. Влияние температуры на плотность продукта нивелируется стандартными условиями измерения плотности, путем доведения температуры испытуемого раствора до заданной температуры либо корректируется соответствующими таблицами или коэффициентами, при условии целевого назначения прибора. При оценке плотности жидкости неизвестного состава измерение следует производить строго при стандартных условиях, при температуре 20°С.

Еще одним подходом к решению проблемы измерения плотности жидких сред в лабораторной энохимической практике является применение вибрационных плотномеров, основанных на зависимости резонансной частоты колебаний U-образной трубки, заполненной исследуемой жидкостью, от ее плотности. Первый вибрационный плотномер был выпущен в 1967 году компанией Anton Paar. Ганс Штабингер и Ганс Леопольд, известные австрийские ученые, изобрели принцип и разработали прототип, а Ульрих Сантнер, глава компании Anton Paar, наладил производство: так появился первый плотномер DMA [7]. Современные модели, результат долгого развития плотномеров DMA, снабжены встроенным высокоточным платиновым термометром и полной линейкой коррекции вязкости, что позволяет измерять плотность жидкости при заданной температуре с точностью до 10^{-5} – $5 \cdot 10^{-6}$ г/см³ [7]. Данные разработки совместно с методом БИК [8–10] положены в основу работы приборов для определения объемной доли этилового спирта и массовой концентрации общего экстракта в пивоваренной, винодельческой промышленности и производстве крепких напитков. Так, у анализатора типа Alex 500 от Anton Paar GmbH (Австрия) [11] определение этилового спирта осуществляется методом ИК-спектроскопии 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.

Следует отметить, что Международной организацией винограда и вина признаются все три подхода к измерению плотности для измерения объемной доли этилового спирта, что отражено в соответствующих методиках [12].

В последнее десятилетие появились отечественные аналоги лабораторных плотномеров, например цифровой вибрационный плотномер ВИП-2МР, выпускаемый ООО «ТЕРМЭКС», который уверенно измеряет плотность жидкости в диапазоне от 0,65 г/см³ до 2 г/см³ с точностью до 1*10⁻⁴ г/см³, снабжен внутренним термостатом для поддержания стандартной температуры измерений в диапазоне значений от 15 °С до 60 °С [13], что полностью отвечает требованиям методик по измерению объемной доли этилового спирта и массовой концентрации экстракта в продуктах виноделия согласно ГОСТ 32095 и ГОСТ 32000.

Целью настоящей публикации является сравнительное изучение и анализ различных подходов к измерению плотности в энохимическом анализе, а также усовершенствование ареометрического метода измерения плотности на основе использования спиртомера АСП-1.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись методы определения плотности: модифицированный нами ареометрический на основе использования ареометра для спирта АСП-1 с набором грузиков, а также применением отечественного вибрационного плотномера ВИП-2МР. В качестве образцов для исследования в работе были использованы виноматериалы различного состава и дистилляты из них.

Теория разработанного нами метода измерения плотности жидкости с плотностью большей, чем плотность воды с помощью спиртомера АСП-1 по ГОСТ 18481 с набором специально изготовленных грузиков, а также теоретические основы измерения плотности жидкости на основе измерения частоты собственных колебаний U-образной трубки, заполненной исследуемой жидкостью, также приведены ниже.

Измерение массы пикнометров, ареометров и грузиков проводили на аналитических весах по ГОСТ OIML R 76-1 с учетом аэростатического эффекта.

Обработку результатов измерения проводили стандартными методами математической статистики с использованием программы MS Excel 2007, оценку качества методик проводили согласно РМГ 61-2010 «Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки» [14]. Для проведения оценки показателя внутрилабораторной (промежуточной) прецизионности методов был применен метод оценки показателей качества методик анализа с применением методики с известными (оцененными) значениями показателя точности (методики сравнения) согласно п.7 РМГ 61-2010. В качестве методики сравнения из-

мерение плотности был использован пикнометрический метод по ГОСТ 18995.1-73.

Описание методов измерения плотности, примененных в работе

Теория и практика измерения плотности жидкости с помощью спиртомера АСП-1.

При ареометрическом методе определения плотности, на котором, в частности, основано и действие стеклянного и металлического спиртомера, согласно закону Архимеда, масса жидкости, вытесненная свободно плавающим телом, равна массе вытесненной жидкости. Плотность водно-спиртовых растворов меньше, чем плотность дистиллированной воды. Для измерения плотности жидкости, с плотностью больше, чем плотность воды можно использовать стеклянный спиртомер АСП-1, предназначенный для измерения объемной доли этилового спирта от 0,0 до 10,0 % об., если увеличить его массу за счет использования внешних грузиков, как это реализовано у металлического спиртомера. Если опустить ареометр АСП-1 в цилиндр с дистиллированной водой при температуре 20 °С, то исправный прибор должен показывать 0,0 % об. Затем следует подобрать грузик таким образом, чтобы для дистиллированной воды при +20 °С показания спиртомера соответствовали 10,0 % об. Грузик следует навешивать на верхний конец шкалы спиртомера, не допуская его погружения в жидкость. Для плотности жидкости, в данном случае воды, можно записать следующее выражение:

$$\frac{m_z}{V_2} = \frac{m + m_z}{V_1 + V_2} = \frac{m}{V_1} = 0,998203 \text{ г/см}^3, \quad (1)$$

где m – масса спиртомера, m_z – масса грузика, г, V_1 – объем воды вытесненный спиртомером, $V_1 + V_2$ – объем воды вытесненный спиртомером с грузиком, а V_2 – объем шкалы спиртомера от 0,0 до 10,0% об., см³. Экспериментально установленные нами значения массы и объема для спиртомера АСП-1 приведены в табл. 1.

С другой стороны, для произвольного значения показания спиртомера можно записать выражение:

$$\frac{m + m_z}{\rho_x} = \frac{m}{\rho_{sp}} = V, \quad (2)$$

где ρ_x – плотность жидкости, ρ_{sp} – плотность жидко-

Таблица 1. Некоторые конструктивные характеристики ареометра АСП-1

Table 1. Some design characteristics of areometer for alcohol ASP-1

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя
Масса ареометра	г	97,262
Масса ареометра с учетом плотности воздуха, m	г	97,597
Масса грузика, m _г	г	1,321
Объем шкалы спиртомера от 0,0 до 10,0	см ³	1,3234
Объем спиртомера до отметки 0,0	см ³	97,7727

Примечание – установленные экспериментально величины относятся к конкретному спиртомеру использованному в настоящей работе и могут отличаться для других спиртомеров АСП-1

сти соответствующая показаниям ненагруженного спиртомера, V – объем жидкости вытесненный спиртомером, m – масса спиртомера, m_r – масса грузика, г откуда получим выражение:

$$\rho_x = \frac{(m + m_r) \times \rho_{sp}}{m}, \quad (3)$$

связывающее плотность исследуемой жидкости ρ_x с плотностью водно-спиртового раствора, соответствующей показаниям стеклянного спиртомера без грузика ρ_{sp} . Это было положено в основу разработки метода определения плотности жидкости с плотностью выше, чем плотность воды с использованием стеклянного спиртомера АСП-1.

Как видно из выражения (3), плотность измеряемой жидкости у спиртомера, нагруженного грузиком массы m_r пропорциональна плотности жидкости, измеренной ненагруженным спиртомером. Для проведения определения плотности жидкости с плотностью выше, чем у воды, необходимо взять спиртомер АСП-1 с диапазоном измерения от 0,0 до 10,0 % об. по спирту, погрузить его в дистиллированную воду при температуре $+20 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Спиртомер должен показывать 0,0 % об. Затем экспериментальным путем следует подобрать массу грузика m_r , необходимого для погружения спиртомера до отметки 10,0 % об. Полученный таким образом грузик, можно использовать для измерения плотности жидкости от $998,2 \text{ кг/м}^3$ до $1011,9 \text{ кг/м}^3$. При необходимости измерять плотность жидкости при еще более высоких ее значениях необходимо изготовить грузики для других диапазонов измерения плотности. Для этого необходимо определить массу полученного грузика m_r , обеспечивающего погружение спиртомера до отметки 10,0 % об. в дистиллированной воде, путем его взвешивания на аналитических весах с точностью до 1,0 мг. Затем следует изготовить грузики из кусков медной проволоки из соображений, чтобы начало следующего диапазона измерений плотности совпадало с концом предыдущего. Для этого были подобраны коэффициенты, на которые нужно умножить m_r , чтобы получить массу грузиков для последующих диапазонов измерений. Численные значения этого коэффициента для каждого диапазона измерения плотности приведены в табл.2.

Данный подход позволяет охватить диапазон измерения плотности от $984,7 \text{ кг/м}^3$ до 1083 кг/м^3 при помощи спиртомера АСП-1 и шести специально подобранных грузиков, что полностью охватывает диапазон плотности различных типов вин от сухих до крепленых (ликерных).

Грузики можно изготовить из медной лакированной проволоки диаметром 0,6-0,8 мм путем ее наматывания на кониче-

скую палочку с диаметром, чуть большим, чем диаметр шкалы спиртомера. Предварительно следует определить массу 1 м проволоки на аналитических весах и для намотки использовать отмеренную линейкой длину проволоки с последующим доведением массы грузика до требуемой массы путем отрезания кусочков проволоки ножницами. При отсутствии аналитических весов можно использовать грузики с массой m_r , кратной номеру диапазона, но тогда диапазоны измерений будут перекрываться, а пользоваться для определения плотности нужно будет данными табл. 3. В этом случае практический верхний диапазон метода измерения плотности снижается до величины 1081 кг/м^3 за счет частичного перекрытия диапазонов измерения при использовании грузиков кратной диапазону массы.

Таблица 2. Практическая таблица для определения плотности жидкости по показаниям стеклянного спиртомера АСП-1 (γ) нагруженного грузиками разной массы

Table 2. Practical table for determining liquid density according to the readings of areometer for alcohol ASP-1 (γ) loaded with weights of different mass

γ	$m_r \times$						
	0	1,0	2,0137	3,0412	4,0828	5,1386	6,2089
0,0	998,20	1011,85	1025,69	1039,72	1053,94	1068,35	1082,96
1,0	996,74	1010,37	1024,18	1038,19	1052,39	1066,78	1081,37
2,0	995,24	1008,85	1022,64	1036,63	1050,80	1065,18	1079,74
3,0	993,84	1007,43	1021,20	1035,17	1049,33	1063,68	1078,22
4,0	992,44	1006,01	1019,77	1033,71	1047,85	1062,18	1076,70
5,0	991,05	1004,60	1018,34	1032,26	1046,38	1060,69	1075,20
6,0	989,75	1003,28	1017,00	1030,91	1045,01	1059,30	1073,79
7,0	988,45	1001,96	1015,67	1029,56	1043,64	1057,91	1072,38
8,0	987,15	1000,65	1014,33	1028,20	1042,26	1056,52	1070,96
9,0	985,92	999,40	1013,07	1026,92	1040,96	1055,20	1069,63
10,0	984,74	998,20	1011,85	1025,69	1039,72	1053,94	1068,35

Таблица 3. Практическая таблица для определения плотности жидкости по показаниям стеклянного спиртомера АСП-1 (γ), нагруженного грузиками кратной диапазону массы m_r

Table 3. Practical table for determining liquid density according to the readings of areometer for alcohol ASP-1 (γ) loaded with weights multiple of the mass m_r

γ	$m_r \times$						
	0	1	2	3	4	5	6
0,0	998,2	1011,9	1025,5	1039,2	1052,8	1066,5	1080,1
1,0	996,7	1010,4	1024,0	1037,6	1051,3	1064,9	1078,5
2,0	995,2	1008,8	1022,5	1036,1	1049,7	1063,3	1076,9
3,0	993,8	1007,4	1021,0	1034,6	1048,2	1061,8	1075,4
4,0	992,4	1006,0	1019,6	1033,2	1046,7	1060,3	1073,9
5,0	991,0	1004,6	1018,2	1031,7	1045,3	1058,8	1072,4
6,0	989,7	1003,3	1016,8	1030,4	1043,9	1057,4	1071,0
7,0	988,4	1002,0	1015,5	1029,0	1042,5	1056,0	1069,6
8,0	987,1	1000,6	1014,1	1027,6	1041,1	1054,6	1068,1
9,0	985,9	999,4	1012,9	1026,4	1039,8	1053,3	1066,8
10,0	984,7	998,2	1011,7	1025,1	1038,6	1052,1	1065,5

Измерение плотности жидкости методом осциллирующей U-образной трубки

Еще одним подходом к измерению плотности жидких сред в лабораторной практике виноделия является применение вибрационных плотномеров, основанных на зависимости резонансной частоты колебаний U-образной трубки, заполненной исследуемой жидкостью, от ее плотности.

Период собственных колебаний U-образного капилляра, заполненного жидкостью, и плотность этой жидкости связаны между собой следующим соотношением [12, 13]:

$$\rho = A \cdot T^2 + B, \quad (4)$$

где ρ — плотность исследуемой жидкости, г/см³; T — период колебаний капилляра, мс; A, B — калибровочные коэффициенты. Для определения значений коэффициентов A и B проводится процедура калибровки по двум веществам известной плотности. Как правило, в качестве таких веществ используются сухой воздух и дегазированная дистиллированная вода.

Непосредственные значения коэффициентов A и B можно получить по формулам:

$$A = (T_w^2 - T_a^2) / (d_w - d_a), \quad (5)$$

$$B = T_a^2 - A \times d_a, \quad (6)$$

где T_w — наблюдаемый период колебаний ячейки с водой, мкс; T_a — наблюдаемый период колебаний ячейки с воздухом, мкс; d_w — плотность воды при температуре испытания, кг/м³; d_a — плотность воздуха при температуре испытания, кг/м³.

Если прибор оснащен устройством вычисления плотности, то значения коэффициентов A и B и измеренное значение T вводятся в память прибора и используется в вычислениях плотности, если нет, то используют измеренное значение T для вычисления плотности по формуле (4). В вибрационном плотномере ВИП-2МР, который мы использовали, реализован именно такой алгоритм работы прибора. Внутренний термостат поддерживает температуру капилляра и жидкости внутри него при измерении, что освобождает от необходимости покупки оборудования для термостатирования образца, необходимым при проведении определения плотности ареометрическим и пикнометрическим методами.

Пикнометрический метод определения плотности (арбитражный метод)

Пикнометрический метод измерения жидкости считается классическим методом определения ее плотности. Он весьма трудоемок и требует большого набора вспомогательных материалов и оборудования, что позволяет определить плотность продукта относительно плотности стандартной жидкости с известными параметрами, например дистиллированной воды. В России виды и характеристики пикнометров регулируется ГОСТ 22524-77 «Пикнометры стеклянные. Технические условия».

Относительная плотность, согласно ГОСТ 18995.1-73, находят из следующего выражения:

$$d_{20}^{20} = \frac{m_1 - m_0 + A}{m_2 - m_0 + A}, \quad (7)$$

где m_1 — масса пикнометра с испытуемой жидкостью, г; m_0 — масса пустого пикнометра, г; m_2 — масса пикнометра с водой, г; A — поправка на выталкивающую силу воздуха, вычисляемую по формуле:

$$A = 0,0012 \cdot V, \quad (8)$$

где 0,0012 — плотность воздуха при 20 °С, г/см³; V — объем пикнометра, см³.

Плотность жидкости, кг/м³ при 20 °С в системе СИ вычисляют по формуле:

$$\rho_{20} = d_{20}^{20} \times 998,203 = \frac{m_1 - m_0 + A}{m_2 - m_0 + A} \times 998,203, \quad (9)$$

где 998,203 кг/м³ — плотность воды при 20 °С.

Здесь следует сделать следующую ремарку: относительная плотность, измеренная согласно ГОСТ 32081-2013 «Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения относительной плотности», будет незначительно отличаться от относительной плотности, измеренной по ГОСТ 18995.1-73 «Продукты химические жидкие. Методы определения плотности», которую мы использовали в настоящей работе в качестве арбитражного метода. Это вызвано тем, что в ГОСТ 32081 аэростатический эффект не учитывается, т.е. значение поправки A на выталкивающую силу воздуха в формуле (7) берется равным нулю, в ГОСТ 18995.1-73 вычисляется по формуле (8). Данный вопрос может быть поднят при пересмотре ГОСТ 32081.

Результаты исследований и их обсуждение

Сравнительные данные по измерению плотности продуктов виноделия и дистиллятов из них пикнометрическим методом, с применением ареометра для спирта АСП-1 с грузиками и с применением отечественного вибрационного плотномера ВИП-2 МР, а также достигнутые показатели точности и прецизионности измерения продуктов виноделия приведены в табл. 4 и 5.

Таблица 4. Результаты измерений винопродукции различными методами

Table 4. The results of measuring wine products using various methods

№ обр.	Плотность продукта, D ₂₀ ²⁰			Плотность дистиллята, D ₂₀ ²⁰		
	Пикнометр по ГОСТ 18995.1-73	АСП-1	ВИП-2МР	Пикнометр по ГОСТ 18995.1-73	АСП-1	ВИП-2МР
1	0,99810	0,99819	0,99799	0,97452	0,97444	0,97455
2	0,99691	0,99687	0,99685	0,97377	0,97384	0,97372
3	0,99780	0,99775	0,99765	0,97461	0,97450	0,97455
4	1,00074	0,99967	1,00041	0,97591	0,97586	0,97596
5	1,00300	1,00294	1,00282	0,97538	0,97541	0,97533
6	1,00151	1,00149	1,00142	0,97580	0,97578	0,97585
7	1,02404	1,02399	1,02384	0,97736	0,97738	0,97733
8	1,02284	1,02281	1,02300	0,97775	0,97771	0,97776
9	1,02373	1,02370	1,02343	0,97787	0,97801	0,97784
10	1,02274	1,02270	1,02244	0,97780	0,97784	0,97784
11	1,02866	1,02861	1,02836	0,97753	0,97659	0,97754
12	1,02554	1,02567	1,02540	0,97739	0,97732	0,97741

Таблица 5. Метрологические характеристики методов определения плотности относительно пикнометрического метода по ГОСТ 18995.1-73**Table 5.** Metrological characteristics of methods for determining the density relative to the reference picnometric method in accordance with GOST 18995.1-73

Наименование метрологической характеристики метода	Плотность продукта		Плотность дистиллята	
	АСП-1	ВИП-2МР	АСП-1	ВИП-2МР
среднее значение расхождения между методиками, г/см ³	-1,0×10 ⁻⁴	-1,7×10 ⁻⁵	-8,42×10 ⁻⁵	-8,3×10 ⁻⁷
СКО	3,1×10 ⁻⁴	1,38×10 ⁻⁴	2,8×10 ⁻⁴	4,1×10 ⁻⁵
внутрилабораторная методическая погрешность определения плотности, г/см ³	1,84×10 ⁻⁴	8,2×10 ⁻⁵	1,65×10 ⁻⁵	2,6×10 ⁻⁵
воспроизводимость метода измерения плотности, г/см ³	2,6×10 ⁻⁴	1,2×10 ⁻⁴	2,3×10 ⁻⁴	3,7×10 ⁻⁵

Как видно из представленных в табл. 5 данных, применение для измерения плотности ареометра для спирта АСП-1 по предложенной методике дает точность определения плотности продукта порядка $\pm 0,26$ кг/м³, а плотности дистиллятов $\pm 0,23$ кг/м³. Применение вибрационного плотномера типа ВИП-2МР позволяет получать значение плотности для недистиллированных продуктов виноделия с точностью до 0,12 кг/м³, а для плотности дистиллятов 0,04 кг/м³. Такая разница в точности определения плотности объясняется, скорее всего, различной вязкостью образцов винопродукции, которая нивелируется при измерении плотности дистиллятов. Достигнутая точность измерения плотности дистиллятов при помощи ВИП-2МР позволяет определять объемную долю этилового спирта с точностью до 0,05 % об.

Выводы

Разработанная методика определения плотности с применением стеклянного спиртомера АСП-1 с набором 6 грузиков позволяет перекрыть диапазон измерения плотности от 984,74 кг/м³ до 1083 кг/м³ с погрешностью не более 0,26 кг/м³ при единичном измерении, что вполне достаточно для измерения плотности при определении экстракта вин в соответствии ГОСТ 32000 с гарантированной точностью порядка 0,8 г/дм³. Данная методика может представлять интерес для небольших фермерских хозяйств, а также производителей ареометров для спирта, с целью расширения области применения их продукции.

Достигнутая в эксперименте точность определения плотности продуктов виноделия при помощи плотномера ВИП-2МР позволяет определять значение плотности недистиллированных продуктов виноделия с абсолютной погрешностью не больше 0,12 кг/м³, а плотности дистиллятов – не более 0,04 кг/м³, что позволяет оценить концентрацию общего экстракта по ГОСТ 32000 с точностью не хуже 0,3 г/дм³. Достигнутая точность измерения плотности дистиллятов при помощи ВИП-2МР позволяет определять объемную долю этилового спирта с абсолютной погрешностью не ниже 0,05 % об., что дает основание на включение данного прибора в средства

измерения при определении объемной доли этилового спирта, согласно ГОСТ 32095 и массовой концентрации экстракта по ГОСТ 32000, как альтернативу пикнометрическому методу и определению объемной доли этилового спирта при помощи ареометра для спирта АСП-1.

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

- Кузьмин В.Я., Торопин С.И., Тарбеев Ю.В. и др. Измерения массы, плотности и вязкости. М.: Изд-во стандартов. 1988:1-175.
- Ермолаев А.Н., Мельничук О.В. Современные средства измерения плотности жидких дисперсных сред // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2017;13(4):92-97.
- Гашенко Ю.В., Астапов В.Н. Аналитический обзор и исследование устройств и методов измерения плотности жидкости // Научное обозрение. Технические науки. 2019;6:21-27. Электронный ресурс. Режим доступа: URL: <https://science-engineering.ru/ru/article/view?id=1265> (дата обращения: 10.11.2023).
- Торопин С.И. Измерение плотности жидкостей, массы и объемов твердых тел при помощи усовершенствованных ареометрических весов. Измерительная техника. 1971;1:25-79.
- Янчевский В.К. и др. Таблицы спиртометрические. Справочное пособие. Киев. Украинский НИИ спирта. 2002;1-587.
- Таблицы для определения содержания этилового спирта в водно-спиртовых растворах. М.: ИПК Издательство стандартов. 1999;1:1-144.
- Paar A. Digital density measurement redefined. Electronic resource. Access mode: https://www.anton-paar.com/corp-en/density-redefined/?utm_campaign=hq_gc.density.2019&utm_medium=print&utm_source=brochure (date of access 10.11.2023).
- 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.
- 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.
- Нехорошев С.В., Клименко Л.С., Нехорошева Д.С. Определение этанола в водных средах методом ИК-Фурье спектроскопии // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. Материалы XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Бийск, 22-24 мая 2019 г. 2019:93-97.

11. Alcohol and extract meter: Alex 500. Electronic resource. Operating mode: <https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/alcohol-and-extract-meter-alex-500/> (date of access 11.10.2023).
 12. Method OIV-MA-AS312-01A Alcoholic strength by volume (Resolution Oeno 566/2016). Compendium of international analysis of methods-OIV Alcoholic strength by volume – Type I methods p.57-84.
 13. Измерители плотности жидкостей вибрационные ВИП-2М, ВИП-2МР. Руководство по эксплуатации. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.mashprom-zvd.ru/wp-content/uploads/2019/10/ВИП-2МР-Руководство-по-эксплуатации.pdf> (дата обращения 15.11.2023).
 14. РМГ 61-2010 «Показатели точности, правильности, прецизионности методик количественного химического анализа. Методы оценки». М.: Стандартинформ. 2012:1-58.
- ### References
1. Kuzmin V.Ya., Toropin S.I., Tarbeyev Yu.V. et al. Mass, density and viscosity measurements. М.: Izdatelstvo standartov. 1988:1-175 (*in Russian*).
 2. Ermolaev A.N., Melnichuk O.V. Modern technologies for measuring density of liquid dispersion media. Electrical and Data Processing Facilities and Systems. 2017;13(4):92-97 (*in Russian*).
 3. Gashenko Yu.V., Astapov V.N. Analytical review and research of devices and methods for measuring liquid density. Scientific review. Technical Sciences. 2019;6:21-27. Electronic resource. Access mode: <https://science-engineering.ru/ru/article/view?id=1265> (date of access 10.11.2023) (*in Russian*).
 4. Toropin S.I. Measuring the density of liquids, mass and volume of solids using improved hydrometric balances. Measuring Technology. 1971;1:25-79 (*in Russian*).
 5. Yanchevskiy V.K. et al. Alcoholometer tables. Reference Guide. Kiev. Ukrainian SRI of spirits. 2002:1-587 (*in Russian*).
 6. Tables for determining the content of ethyl alcohol in water-alcohol solutions. М.: ИПК Izdatelstvo standartov. 1999;1:1-144 (*in Russian*).
 7. Paar A. Digital density measurement redefined. Electronic resource. Access mode: https://www.anton-paar.com/corp-en/density-redefined/?utm_campaign=hq_gc.density.2019&utm_medium=print&utm_source=brochure (date of access 10.11.2023).
 8. 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.
 9. 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.
 10. 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. Biysk. 2019:93-97 (*in Russian*).
 11. Alcohol and extract meter: Alex 500. Electronic resource. Operating mode: <https://www.anton-paar.com/corp-en/products/details/alcohol-and-extract-meter-alex-500/> (date of access 11.10.2023).
 12. Method OIV-MA-AS312-01A Alcoholic strength by volume (Resolution Oeno 566/2016). Compendium of international analysis of methods-OIV Alcoholic strength by volume – Type I methods p.57-84.
 13. Liquid density meters vibrational VIP-2М, VIP-2МР Operating Guide. Electronic resource. Access mode: <https://www.mashprom-zvd.ru/wp-content/uploads/2019/10/ВИП-2МР-Руководство-по-эксплуатации.pdf> (date of access 15.11.2023) (*in Russian*).
 14. РМГ 61-2010 «Indicators of accuracy, correctness, precision of the methods of quantitative chemical analysis. Methods of evaluation». М.: Standartinform. 2012:1-58 (*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 11.11.2023, одобрена после рецензии 18.11.2023, принята к публикации 22.11.2023.

Методы целевого и нецелевого анализа в исследовании идентификационных показателей винодельческой продукции

Ламердонова Ф.Х.[✉], Нассер Р.А.Х., Колеснов А.Ю., Ивлев В.А., Васильев В.Г., Цимбалаев С.Р.

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

[✉]lamerdonova_fkh@rudn.ru

Аннотация. Соразмерно сложности состава винодельческой продукции растет и многообразие применяемых для ее исследования методов и научно-методических подходов. Современные методы исследования в соответствии с лежащим в их основе научно-методическим подходом могут быть классифицированы как целевые или нецелевые. В работе показана эффективность нецелевого хроматографического анализа антоцианинов в установлении сортовых особенностей винограда. Интерпретация полученных экспериментальных данных осуществлялась путем сопоставления хроматограмм исследованных объектов с эталонными профилями антоцианинов локализованных сортов винограда. В образце коммерческого сока была обнаружена фракция, нехарактерная для антоцианинового профиля винограда заявленного происхождения. Хроматографический нецелевой анализ позволил выявить сторонний компонент, который нехарактерен для винограда. Классическим примером целевого анализа является масс-спектрометрия изотопного состава углерода в компонентах винограда и винодельческой продукции (напр., углеводах, органических кислотах, этаноле и др.). Практически неограниченным аналитическим потенциалом обладает как целевая, так и нецелевая спектроскопия ядерного магнитного резонанса. В работе рассмотрены практические примеры целевой масс-спектрометрии изотопных отношений и спектроскопии ядерного магнитного резонанса. Целевые и нецелевые методы, имеющие самостоятельное значение для исследования отдельных идентификационных критериев, также при применении в комбинации друг с другом, в состоянии обеспечить достоверную оценку качества и идентификацию продукции как в целом, так и по ее отдельным компонентам.

Ключевые слова: виноград; сусло; стабильные изотопы; антоцианины; целевой анализ; нецелевой анализ.

Для цитирования: Ламердонова Ф.Х., Нассер Р.А.Х., Колеснов А.Ю., Ивлев В.А., Васильев В.Г., Цимбалаев С.Р. Методы целевого и нецелевого анализа в исследовании идентификационных показателей винодельческой продукции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(4):390-396. DOI 10.34919/IM.2023.93.68.010.

ORIGINAL RESEARCH

Methods of targeted and non-targeted analysis in the study of identification indicators of wine products

Lamerdonova F.Kh.[✉], Nasser R.A.H., Kolesnov A.Yu., Ivlev V.A., Vasil'ev V.G., Tsimbalayev S.R.

Federal State Autonomous Educational Institution Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

[✉]lamerdonova_fkh@rudn.ru

Abstract. The diversity of methods, as well as scientific and methodological approaches used in order to study wines and wine products is growing in proportion to the complexity of their composition. Modern research methods can be classified as targeted and non-targeted analyses in accordance to the underlying scientific and methodological approach. The paper shows the effectiveness of chromatographic non-targeted analysis of anthocyanins in establishing varietal characteristics of grapes. Interpretation of the obtained experimental data was carried out by comparing the chromatograms of the studied objects with the reference profiles of anthocyanins of localized grape varieties. In one of the studied juice samples from retail market, a fraction was found that was not characteristic of anthocyanin profile of grapes in the claimed origin. Chromatographic non-targeted analysis revealed a third-party component that is not typical for grapes. A classic example of targeted analysis is a mass spectrometry of carbon isotopic composition in the components of grapes and wines (e.g. carbohydrates, organic acids, ethanol, etc.). Both targeted and non-targeted nuclear magnetic resonance spectroscopy have a practically unlimited analytical potential. The paper considers practical examples of targeted mass spectrometry of stable isotope ratios and nuclear magnetic resonance spectroscopy. Targeted and non-targeted methods, which are of independent importance for the study of individual wine identification criteria, are also able to provide a reliable assessment of quality, and identify products both in general and in their individual components when used in combination with each other.

Key words: grapes; must; stable isotopes; anthocyanins; targeted analysis; non-targeted analysis.

For citation: Lamerdonova F.Kh., Nasser R.A.H., Kolesnov A.Yu., Ivlev V.A., Vasil'ev V.G., Tsimbalayev S.R. Methods of targeted and non-targeted analysis in the study of identification indicators of wine products. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(4):390-396. DOI 10.34919/IM.2023.93.68.010 (in Russian).

Введение

Винодельческая продукция в химическом отношении представляет собой сложную многокомпонентную систему. В этой связи разработка и применение разнообразных методов исследования и научно-методических подходов является закономерным развитием аналитического потенциала. Известны два

основных подхода в оценке качества, в т.ч. идентификации винодельческой продукции: целевой и нецелевой анализ, каждый из которых реализует множество аналитических и экспертных возможностей [1].

Целевой подход основан на исследовании конкретных аналитов (идентификационных маркеров), которые взаимосвязаны с определенными характеристиками (признаками) продукции. Целевые исследования позволяют с высокой степенью достоверности провести оценку происхождения и подлинности про-

дукции, однако требуют предварительного формирования базы научных знаний как об интервалах изменений количества маркеров в продукции или в ее отдельных компонентах, так и о внешних и внутренних факторах (напр., агротехнических, климатических, технологических, химических), способных оказывать прямое или отложенное влияние на выбранные целевые аналиты. В этой части классическим примером целевого метода является метод масс-спектрометрии отношений стабильных изотопов легких элементов, например, углерода $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$.

Для обнаружения нехарактерных компонентов без их предварительной идентификации, то есть в условиях отсутствия сведений о качественном и количественном составе конкретных маркеров, применим альтернативный подход – нецелевой анализ. Данный подход основан на комплексном исследовании профиля широкого спектра соединений, который связан с характеристиками (признаками) продукции, например, с сортовым или географическим происхождением. Интерпретацию результатов нецелевого анализа осуществляют путем сравнения полученного профиля с профилем «эталонного» образца, для которого локализованы интересующие идентификационные признаки. Следует отметить, что эффективность нецелевого метода зависит от наличия т.н. библиотеки профилей «эталонных» образцов продукции аналогичного наименования. Для измерения профиля в рамках нецелевого анализа может быть использован практически любой из известных инструментальных методов аналитической химии: масс-спектрометрия отношений стабильных изотопов легких элементов, высокоэффективная жидкостная хроматография, газовая хроматография, хромато-масс-спектрометрия, спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой с оптико-эмиссионным или масс-спектрометрическим детектированием, спектроскопия ядерного магнитного резонанса протонов ^1H , дейтерия $^2\text{H}(\text{D})$, углерода ^{13}C , инфракрасная спектроскопия.

Целью настоящей работы являлась апробация целевых и нецелевых подходов для оценки их эффективности и возможности применения для научного решения прикладных аналитических и экспертных задач в виноградарстве и виноделии.

Объекты и методы исследования

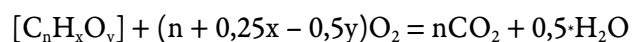
Целевые методы анализа

Метод масс-спектрометрии отношений стабильных изотопов углерода $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$

Распределение изотопов углерода исследовали в 2 образцах сула, полученных из винограда местных сортов регионов Хаффа и Хомс Сирийской Арабской Республики, в части органических кислот и углеводов. Исследование проведено на основе методологии масс-спектрометрии изотопных отношений. Анализ изотопного состава углерода проводили в препаратах углеводов и органических кислот, выделенных и очищенных из исходных образцов сула, с использованием метода окислительно-восстановительного преобразования на аналитическом комплексе на основе масс-спектрометра «Delta V Advantage®» (Thermo

Fisher Scientific, США).

Согласно общему уравнению горения в условиях сверхвысоких температур ($\geq 900\text{ }^\circ\text{C}$) и в присутствии как связанного, так и свободного молекулярного кислорода, углерода, содержащийся в сложном органическом веществе (например, в углеводах, органических кислотах), практически полностью обнаруживается в структуре молекул газообразного диоксида углерода, образующегося в ходе окислительно-восстановительной реакции:



Изотопы углерода ^{13}C и ^{12}C , входящие в состав органической пробы, преобразуемой в ходе окислительно-восстановительного процесса, определяют состав образующихся изотопомеров диоксида углерода. Таким образом, измерение молекул углекислого газа с массами 44 и 46 позволяет осуществить количественное определение изотопов углерода и рассчитать значение величины $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$, характеризующей отношение изотопов углерода $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ в углеводах и органических кислотах.

Подготовку аналитического комплекса к измерениям проводили в соответствии с требованиями изготовителя оборудования. Измерения осуществляли согласно техническим особенностям приборов и указаниям по их использованию, приведенным в эксплуатационной документации. Для исследования состава стабильных изотопов углерода использовали газ-носитель – гелий марки 6.0 (99,9999 %), рабочий газ – диоксид углерода высокой степени очистки (не менее 99,995 %), а также для обеспечения полноты окислительно-восстановительной трансформации углерода вспомогательный газ – кислород высокой степени очистки (не менее 99,999 %). Рабочий газ (CO_2) калибровали с помощью стандартного вещества международного качества – 96%-ный этанол виноградного происхождения BCR-656 (European Commission, Community Bureau of Reference BCR, Individual Identification № 00425), значение показателя $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}$ которого составляет $-26,91 \pm 0,07$. Для контроля измерений использовали международный стандартный образец (МСО) с известным составом изотопов углерода ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) – сахарозу с обозначением по каталогу Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ) – IAEA-CN6 «Sucrose», значение показателя $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}} = -10,449\text{ ‰}$, измеренное относительно международного стандартного образца сравнения – мрамора «VPDB» («Vienna Pee Dee Belemnite»).

Перед проведением измерений изотопов углерода в углеводах (сахарах) и органических кислотах навески препаратов, которые содержали от 40 до 100 нг (в среднем 60 нг) углерода, помещали в оловянные капсулы размером 3,3×5 мм. Капсулы тщательно закрывали с помощью микропинцета, исключая тем самым контакт проб с атмосферным воздухом. Капсулы в трех повторностях для каждой пробы размещали в автоподатчике проб элементного анализатора «Flash EA1112®» (Thermo Fisher Scientific, США). Также в

ячейки автоподатчика загружали капсулы с навесками МСО IAEA-CH6 контроля достоверности измерения.

Сжигание проб углеводов и органических кислот проводили в потоке инертного газа гелия (скорость потока 100 мл/мин.) в окислительно-восстановительном реакторе элементного анализатора при температурах: 950 °С – окислительный реактор, 650 °С – восстановительный реактор в присутствии молекулярного кислорода высокой степени очистки со скоростью потока 250 мл/мин. Содержащаяся в пробе и образующаяся при сжигании вода удалялась при прохождении потока гелия с продуктами реакции окисления-восстановления через специальную ловушку, заполненную перхлоратом магния. Очищенная смесь газов направлялась в прибор управления газовыми потоками «Finnigan ConFlo III» (Thermo Fisher Scientific, США), затем поступала в масс-спектрометр «Delta V Advantage» для измерения изотопомеров диоксида углерода CO₂, регистрации и расчета конечных результатов. Значение ускоряющего напряжения масс-спектрометра составляло 3,07 кВ, рабочее давление в ионном источнике – $1,4 \times 10^{-6}$ кПа. Генерация ионизированных молекул диоксида углерода осуществлялась способом электронного удара (уровень энергии электронов составлял 124 эВ). Масс-спектрометр «Delta V Advantage» оснащен пятью детекторами – ионными ловушками, три из которых осуществляли одновременный непрерывный мониторинг сигнала [CO₂]⁺ для трех основных ионов с массами 44 (¹²C¹⁶O¹⁶O), 45 (¹³C¹⁶O¹⁶O и ¹²C¹⁷O¹⁶O) и 46 (¹²C¹⁶O¹⁸O). Для обеспечения значимого уровня сигнала резисторы отклика были настроены на значения 3×10^8 , 3×10^{10} , 1×10^{11} Ом для масс 44, 45, 46 соответственно. В начале каждого измерения в масс-спектрометр подавались по три объема рабочего стандартного образца CO₂.

Контроль и расчет результатов измерения проводили через специализированную компьютерную рабочую станцию «Dell Optiplex 745» (Dell, США) и программного обеспечения высокого уровня – «Isodat NT 2.5» (Thermo Fisher Scientific, США), позволяющий проводить дистанционную настройку и контроль работы оборудования, регистрацию всех измеряемых параметров, а также полную обработку результатов, включая статистический анализ.

Результат измерения выражали в виде величины δ (дельта), имеющую размерность в промилле (‰) и представляли до второго десятичного знака с указанием расширенного значения неопределенности (погрешности) (U) измерения с использованием соответствующих значений относительного стандартного отклонения серии измерений (RSD), коэффициента охвата $k = 2$ при уровне доверительной вероятности $P = 95\%$ согласно рекомендациям, опубликованным в [2].

Спектроскопия ядерного магнитного резонанса протонов ¹H и дейтерия ²H(D)

В работе использовался метод совокупного спектроскопии ядерного магнитного резонанса ядер протия ¹H и дейтерия ²H(D) в компонентах вина и других продуктов виноделия (например, виноград-

ного сусла). На первом этапе измерения проводили регистрацию количественных спектров ядер протия ¹H для определения содержания воды в образце. В результате ¹H-анализа проводится также целевое количественное определение ряда компонентов винодельческой продукции (напр., этанола, глицерина и др.). На следующем этапе проводят регистрацию спектра дейтерия ²H(D), который позволяет провести количественную оценку распределения дейтерия ²H(D) в воде продукции как важной характеристики её происхождения. Дополнительно на завершающем этапе совокупного анализа возможно проведение измерения распределения дейтерия ²H(D) в метильной и метиленовой группах молекул этанола (показатели (D/H)_I, (D/H)_{II}, R), предварительного выделенного из вина путем дистилляции и химической обработки до степени чистоты в 99-100 % об. Совокупный анализ ядер протия ¹H и дейтерия ²H(D) не требует пробоподготовки (за исключением спектроскопии ядерного магнитного резонанса ядер дейтерия в этаноле) и является одним из наиболее удобных и универсальных целевых методов для исследования сложнокомпонентных органических матриц [3].

Особенностью целевого метода является то, что стабилизация резонансного условия в нём не применяется, и за счёт небольшого дрейфа сигналов измерение содержания дейтерия по высоте соответствующих сигналов имеет большие погрешности. С другой стороны, дрейф сигналов практически не влияет на их площади, измеряемые, как это общепринято в количественной спектроскопии ядерного магнитного резонанса, по интегральной, а не пиковой интенсивности. Целевой метод обладает несомненным преимуществом, которое позволяет измерять содержание дейтерия в гидроксильных группах (ОН), например, в молекулах выделенного этанола или остаточной воды в нём по интенсивности их сигналов, которые всегда имеют большую ширину за счёт обменных процессов, чем таковые у сигналов ²H(D) метильной СН₃- и метиленовой СН₂-групп. Поскольку содержание дейтерия ²H(D) в этих группах определяется исключительно водой вина, их измерение исключает необходимость детального анализа протонного спектра ¹H, ограничиваясь измерением плотности аналита для оценки содержания этанола и воды.

Другой особенностью целевого метода является использование в качестве калибровочной добавки при измерении природного содержания дейтерия ²H(D) обезвоженного диметилсульфоксида (ДМСО) с повышенным на два порядка содержанием дейтерия, что в 10 раз уменьшает его объёмную долю, что, в свою очередь, вдвое понижает экспозицию каждого измерения. Совокупность погрешностей такого метода обеспечивает прецизионность измеряемых значений $\pm 2-3\%$, что является вполне удовлетворительным для целевого исследования винодельческой продукции с помощью спектроскопии ядерного магнитного резонанса ядер протия и дейтерия в ее компонентах.

Применение целевого метода осуществляли на

спектрометре «BRUKER Avance NEO 700» (Германия) с рабочей частотой для ядер протия ^1H 700 МГц и для ядер дейтерия $^2\text{H(D)}$ 107 МГц, снабженный системой автоматической замены образцов и криосистемой для работы с датчиками 5 мм и 10 мм. В работе использовались откалиброванные ампулы диаметром $4,97 \pm 0,013$ мм и длиной 178 мм. В качестве внутреннего стандарта для количественного определения компонентов при регистрации спектров протия ^1H использован триметилсилилпропионат натрия- d_4 , сигнал метильных протонов которого не перекрывается с сигналами анализируемой винодельческой продукции. При регистрации спектров дейтерия $^2\text{H(D)}$ в качестве внутреннего стандарта использовали диметилсульфоксид с искусственно повышенным на два порядка содержанием дейтерия.

Для проведения измерения на ядрах протия ^1H были определены следующие условия: импульс 45°, ширина спектра 15 ppm, 32К точек на спектр, число сканирований 4-32, время задержки между импульсами 17-20 с, а для измерения дейтерия $^2\text{H(D)}$ – импульс 90°, ширина спектра 25 ppm, 8К точек на спектр, число сканирований 1000, время задержки между импульсами 3 с. Для обработки спектра использовалась автоматическая коррекция базовой линии, ручная настройка фазы, экспоненциальное умножение на значение 0,2 (для протия) и 2,0 (для дейтерия).

Нецелевые методы анализа

Высокоэффективная жидкостная хроматография антоцианинов

Исследованы 2 образца сусла, изготовленные в винодельческих хозяйствах из местных сортов винограда, выращиваемых в регионах Хаффа и Хомс в Сирийской Арабской Республике (САР), 1 образец сусла из винограда сорта Red Flame Арабской Республики Египет (АРЕ) и 1 образец коммерческого сока с заявленным наименованием «Сок из красного винограда» (Россия). Исследование проводили с применением высокоэффективного жидкостного хроматографа Shimadzu LC 20 Prominence (Япония), оснащенного устройством автоматического ввода проб Sil-20А, спектрофотометрическим детектором SPD-20А, аналитической колонкой PerfectSil Target ODS-3 HD (длиной 250 мм, внутренним диаметром 4,6 мм, размером частиц сорбента 5 мкм). Скорость подвижной фазы составляла 1,0 мл/мин. Детектирование осуществлялось при длине волны 518 нм.

С учетом локализации антоцианиновых соединений в кожуре для подготовки пробы была использована данная часть ягод. Антоцианины из кожуры ягод винограда сорта «Red Flame» экстрагировали водно-спиртовой смесью в соотношении 1:1. Полученный экстракт фильтровали на мембранном фильтре из политетрафторэтилена с размером пор 0,45 мкм. Подготовку проб сусел и коммерческого сока осуществляли путем их разбавления дистиллированной водой

до получения растворов со слабой розовой окраской.

В хроматографическом анализе использовали подвижную фазу, состоящую из двух растворов следующего состава:

– раствор А, содержащий ацетонитрил, воду и муравьиную кислоту (99,9 %) в объемном отношении 5:4:1;

– раствор Б, содержащий воду и муравьиную кислоту (99,9 %) в объемном отношении 9:1.

Для обеспечения эффективности разделения анализ был осуществлен в режиме градиентного элюирования по следующей программе [4]:

– 0-1 мин.: 88 % раствор А, 12 % раствор В;

– 1-26 мин.: линейный градиент от 12 % раствор В к 30 % раствор В;

– 26-35 мин.: линейный градиент от 30 % раствор В к 100 % раствор В;

– 35-38 мин.: 100 % раствор В;

– 38-43 мин.: линейный градиент от 100 % раствор В к 12 % раствор В;

– 43-46 мин.: 88 % раствор А, 12 % раствор В.

Сбор данных осуществляли в течение 45 минут.

Результаты и их обсуждение

Целевой метод 1: масс-спектрометрия изотопного состава углерода $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ в углеводах и органических кислотах

В результате масс-спектрометрического целевого исследования отношений стабильных изотопов углерода $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ на примере органических кислот и углеводов винодельческой продукции получены значения величины $\delta^{13}_{\text{CVPDB}}$ (табл. 1). Природное фракционирование изотопов находится в прямой зависимости от типа фотосинтеза. Так, рассматривая два основных типа фотосинтеза – С3 и С4, можно отметить, что компоненты С4-растений имеют заметно более высокий уровень обогащения «тяжелым» изотопом углерода ^{13}C , а известные количественные интервалы значений $\delta^{13}_{\text{CVPDB}}$ для компонентов каждого из типов растений не перекрываются даже в незначительной степени, что практически исключает возможность получения недостоверного результата при условии точного воспроизведения аналитической методологии. Результаты исследования изотопного состава углерода, полученные на примере целевого метода IRMS/SIRA масс-спектрометрии и представленные в табл. 1, лежат в пределах общего интервала природного фракционирования изотопов данного элемента в компонентах типичного представителя С3-растений

Таблица 1. Значения величины $\delta^{13}_{\text{CVPDB}}$ в органических кислотах и углеводах винограда в сусле из местных сортов винограда САР

Table 1. Values of $\delta^{13}_{\text{CVPDB}}$ in organic acids and carbohydrates in grape must of local SAR grape varieties

Географическое происхождение винограда (регион САР)	$\delta^{13}_{\text{CVPDB}}$ (%)			
	органические кислоты	погрешность измерений $\pm U$	углеводы	погрешность измерений $\pm U$
Хаффа	-24,79	0,15	-25,10	0,13
Хомс	-25,41	0,02	-25,75	0,07

– винограда, который составляет от –29,0 до –20,0 %.

Целевой метод 2: спектроскопия ядерного магнитного резонанса ядер дейтерия $^2\text{H(D)}$ во внутриклеточной воде винограда

Результаты по исследованию распределения дейтерия $^2\text{H(D)}$ в воде образцов виноградного сусла (САР) представлены в табл. 2.

В научных исследованиях винограда и продукции на ее основе методология, примененная для апробации целевой спектроскопии ядерного магнитного резонанса ядер дейтерия $^2\text{H(D)}$, в Российской Федерации, ЕАЭС и СНГ является сравнительно новым и перспективным направлением. Для более полной интерпретации полученных экспериментальных данных необходима расширенная база научных знаний, работа над которой проводится в настоящее время.

Для понимания относительного уровня обогащения дейтерием $^2\text{H(D)}$ воды винограда, полученные экспериментальные данные сопоставляли со сведениями о распределении содержания дейтерия $^2\text{H(D)}$ во внутриклеточной (биологической) воде ягод винограда, а также в воде подземных и поверхностных источников (геологическая вода) разных географических регионов. Так, например, согласно ранее опубликованным данным количественные уровни дейтерия $^2\text{H(D)}$ в воде натуральных виноматериалов, изготовленных из винограда разных зон Крыма, лежат в интервале от 158,67 до 162,22 ppm, в то время как содержание дейтерия $^2\text{H(D)}$ в геологической воде не превысило границу в 148,0 ppm [5]. При этом впервые установлено, что при изготовлении продукции происходит обогащение воды виноматериалов дейтерием $^2\text{H(D)}$ в среднем на 7,09 ppm в сравнении с исходным суслом.

Накопление научных данных в части распределения дейтерия в метеорологической воде, а также в геологической воде подземных и поверхностных водных источников в регионах выращивания существенно повысит достоверность географической идентификации продукции. По предварительной оценке уровень обогащения дейтерием $^2\text{H(D)}$ внутриклеточной (биологической) воды винограда из регионов Хаффа и Хомс объясняется степенью зрелости винограда, образцы которого для переработки на сусло были отобраны в середине июня 2023 г.

Нецелевой метод: высокоэффективная жидкостная хроматография профиля антоцианинов в винодельческой продукции

Антоцианины – полифенольные соединения, относящиеся к группе флавоноидов, неоднородно распределены в кожуре ягод различных сортов винограда. Соотношение как качественного, так и количественного состава антоцианинов в значительной степени зависит от сорта винограда [6, 7].

В результате проведенных исследований были получены хроматограммы с профилями антоцианинов трех различных сортов винограда и коммерческого сока. Качественный состав, а также количество и соотношение площадей пиков фракций антоцианино-

Таблица 2. Содержание дейтерия $^2\text{H(D)}$ в сусле, изготовленном из винограда местных сортов САР

Table 2. Deuterium content $^2\text{H(D)}$ in must made of local SAR grape varieties

Географическое происхождение винограда (регион САР)	Дейтерий (D/H) _a , ppm
Хаффа	158,11 ± 3,2
Хомс	156,12 ± 3,1

вых соединений различались в зависимости от сорта винограда, что дает основание классифицировать данные параметры в качестве идентификационных для оценки сортовых, географических и в определенной степени технологических особенностей объектов исследования (рис. 1).

На хроматограмме образца коммерческого сока обнаружено соединение, которое не входит в профиль антоцианинов подлинного продукта, что позволяет сделать вывод о присутствии в образце нехарактерного соединения – красителя искусственного и/или растительного происхождения (рис. 2).

Выводы

Целевой метод масс-спектрометрии отношений стабильных изотопов углерода $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ в органических кислотах и углеводах винограда различного географического происхождения позволило оценить природное фракционирование изотопов и его зависимость как от типа метаболизма растения, так и от природно-климатических факторов регионов его произрастания, что было показано ранее в целом ряде научных работ (Зенина М. А. Разработка системы оценки качества вин с учетом аспектов их географического происхождения на основе метода масс-спектрометрии стабильных изотопов легких элементов: Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2019. –128 с.).

Экспериментальные данные можно интерпретировать как по отдельности, например, для выявления нехарактерного компонента в изучаемом объекте, синтезированного по типу C4-пути фотосинтеза, так и в совокупности – с целью оценки присутствия компонентов других растений C3-пути фотосинтеза, а также для оценки влияния технологии и/или антропогенных факторов на типичные признаки продукта, например, на основе оценки корреляционной зависимости между показателями изотопного состава в углеводах и органических кислотах винограда для получения сведений о природе этилового спирта, входящего в состав вина.

В рамках апробации нецелевого метода – высокоэффективной жидкостной хроматографии профиля антоцианинов в коммерческом соке в отличие от подлинных виноградных сусел выявлена нехарактерная для винограда фракция. С высокой долей вероятности появление в продукте данной фракции связано с использованием при изготовлении сока пищевого

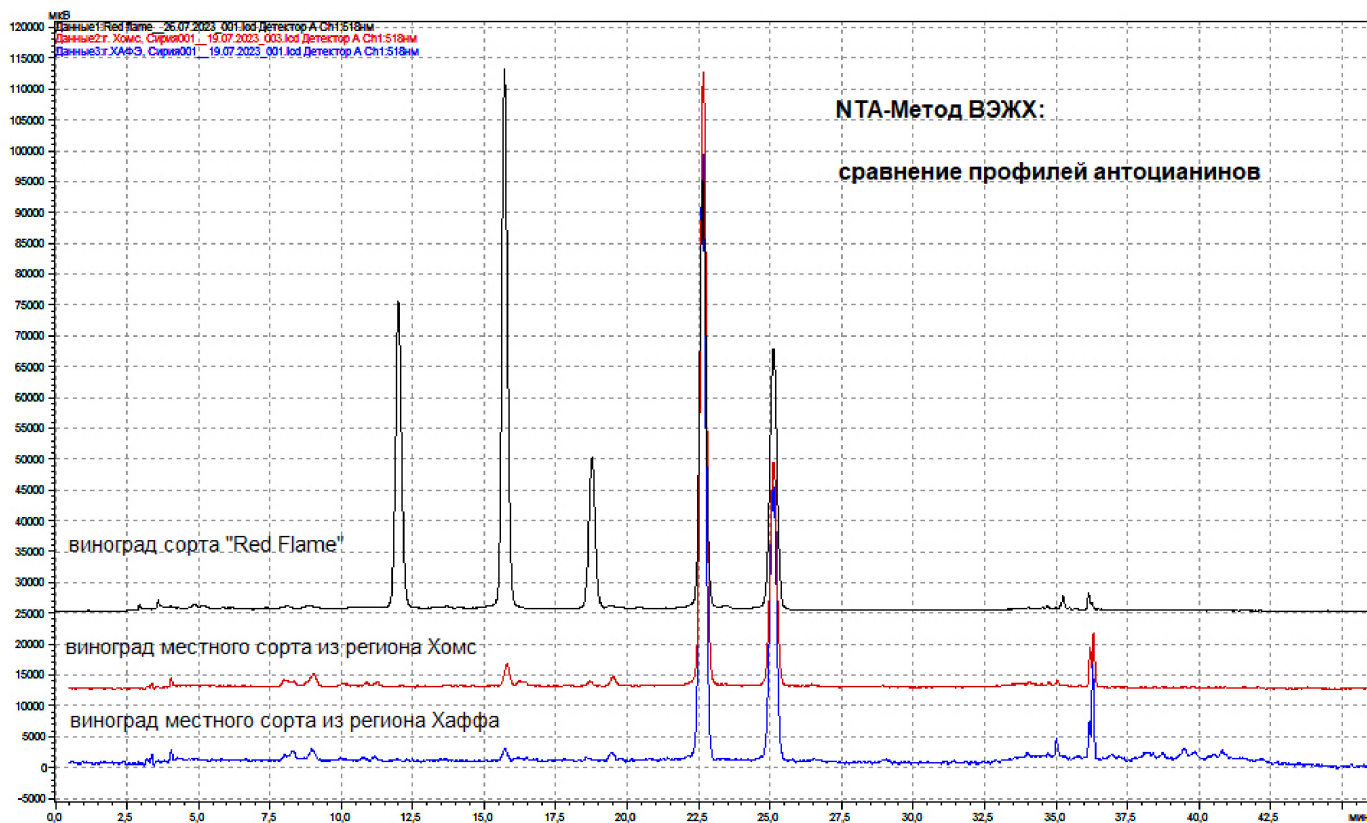


Рис. 1. Сопоставление антоцианиновых профилей двух сортов винограда регионов Хаффа и Хомс (САР) и винограда сорта Red Flame (АРЕ)

Fig. 1. Comparison of anthocyanin profiles of two grape varieties from Haffa and Homs regions (SAR) and 'Red Flame' grape variety (ARE)

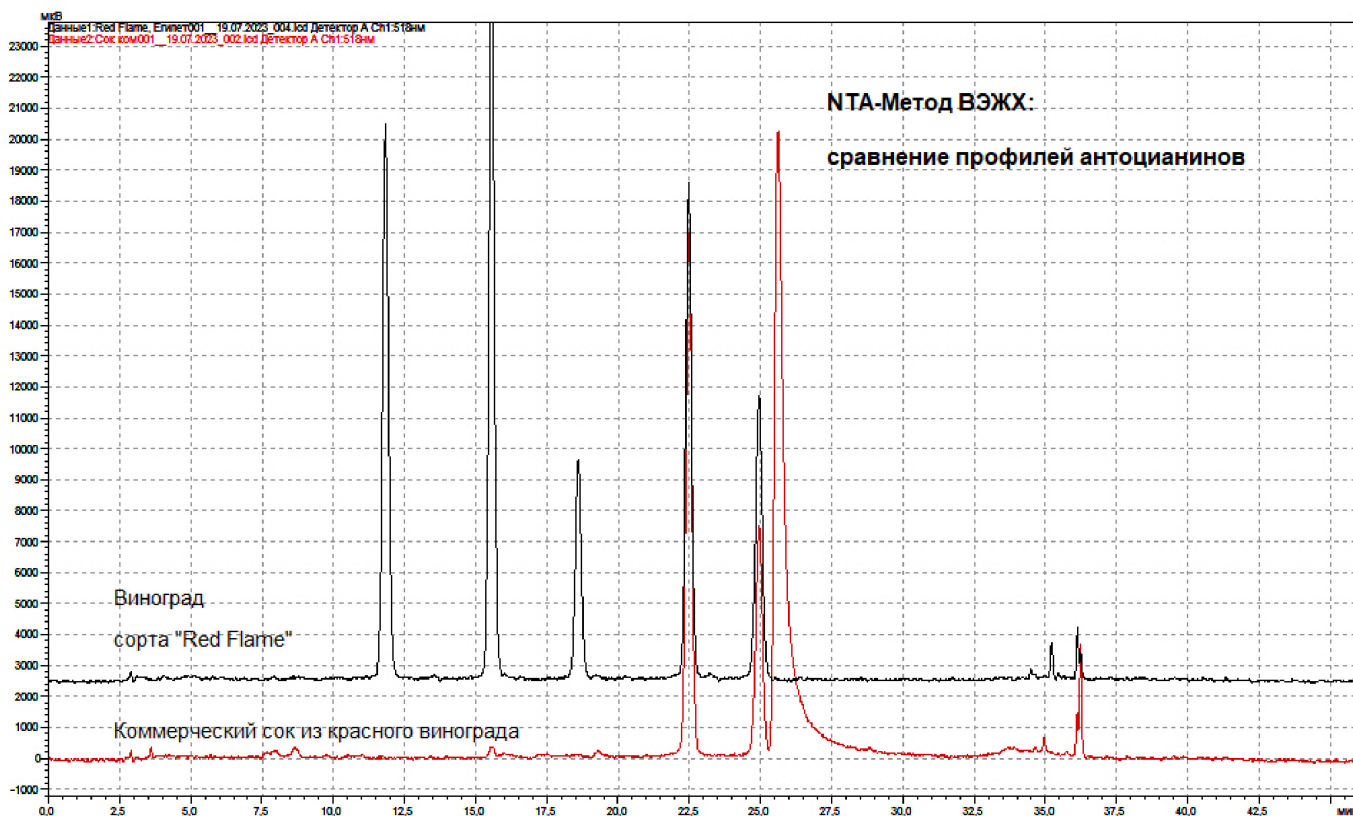


Рис. 2. Сопоставление антоцианиновых профилей винограда сорта Red Flame и коммерческого сока из красного винограда (Россия)

Fig. 2. Comparison of anthocyanin profiles of 'Red Flame' grape berries and red grape juice from retail market (Russia)

красителя. С другой стороны, исследование природы посторонней фракции лежит за пределами нецелевого метода, который предполагает получение хотя и более полного объема экспериментальных данных, чем в целевом методе, но дает лишь односложный ответ на соответствие друг другу профилей широкого спектра соединений исследуемого объекта и подлинного образца продукции соответствующего наименования.

Благодарности

Авторы выражают благодарность винодельческим хозяйствам Сирийской Арабской Республики за предоставление аутентичных образцов продуктов переработки местных сортов винограда.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках стратегической программы академического лидерства РУДН.

Financing source

The work was carried out within the framework of strategic program of academic leadership of RUDN University.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/ References

1. Ballin N.Z., Laursen K.H. To target or not to target? Definitions and nomenclature for targeted versus non-targeted analytical food authentication. *Trends in Food Science & Technology*. 2019;86:537-543.
2. Wood R.A., Nilsson A., Wallin H. *Quality in the food analysis laboratory*. Cambridge, Letchworth: The Royal Society of Chemistry, 1998:135-147.
3. Калабин Г.А., Ивлев В.А., Комаров Н.А., Колеснов А.Ю. Комплексный $1\text{H}/2\text{H}$ ЯМР-скрининг дейтерия в компонентах водно-органических растворов // *Аналитика*. 2018;2(39):42-48. DOI 10.22184/2227-572X.2018.39.2.42.48. Kalabin G.A., Ivlev V.A., Komarov N.A., Kolesnov A.Yu. Complex $1\text{H}/2\text{H}$ NMR screening of deuterium in components of aqueous-organic solutions. *Analytics*. 2018;2(39):42-48 DOI 10.22184/2227-572X.2018.39.2.42.48.
4. Method IFU Nr. 71 «Anthocyanins by HPLC». International Federation of Fruit Juice Producers (IFU), 1998:1-26.
5. Колеснов А.Ю., Ивлев В.А., Васильев В.Г., Цимбалаев С.Р., Ламердонова Ф.Х., Нассер Р.А.Х., Аникина Н.С., Гнилomedова Н.В., Червяк С.Н. Метод количественной спектроскопии ядерного магнитного резонанса qNMR для исследования воды винограда и винодельческой продукции // *Виноградарство и виноделие*. Сб. Научн. Тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». – Ялта. 2022;51:92-96. DOI 10.35547/10.34919.2022.43.41.001. Kolesnov A.Yu., Ivlev V.A., Vasil'ev V.G., Tsimbalaev S.R., Lamerdonova F.Kh., Nasser R.A.H., Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Chervyak S.N. Method of quantitative nuclear magnetic resonance spectroscopy of qNMR for water evaluation of grapes and wine products. *Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Works*. Yalta. 2022;51:92-96. DOI 10.35547/10.34919.2022.43.41.001.
6. Wallace T.C., Giusti M.M. Anthocyanins. *Advances in Nutrition*. 2015;6:5:620-622.
7. Revilla E., Ryan J.M., Martín-Ortega G. Comparison of several procedures used for the extraction of anthocyanins from red grapes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1998;46:4592-4597.

Информация об авторах

Фатима Хасбияновна Ламердонова, химик-эксперт, аспирант лаборатории фундаментальных и прикладных исследований качества и технологий пищевых продуктов (ПНИЛ); e-мэйл: lamerdonova_fkh@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5934-6135>;

Раудас Абдул Хаким Нассер, канд. фармацевт. наук, химик-эксперт лаборатории фундаментальных и прикладных исследований качества и технологий пищевых продуктов (ПНИЛ); e-мэйл: nasser_ra@pfur.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1198-4503>;

Александр Юрьевич Колеснов, д-р техн. наук, канд. биол. наук, руководитель лаборатории фундаментальных и прикладных исследований качества и технологий пищевых продуктов (ПНИЛ); e-мэйл: kolesnov-ayu@rudn.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2834-6225>;

Василий Александрович Ивлев, главный специалист лаборатории ПРИМА им. проф. Г.А. Калабина; e-мэйл: ivlev_va@pfur.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9664-9506>;

Василий Геннадьевич Васильев, канд. хим. наук, заведующий лабораторией ПРИМА им. Проф. Г.А. Калабина; e-мэйл: vasilyev_vg@pfur.ru;

Сергей Робертович Цимбалаев, канд. техн. наук, химик-эксперт лаборатории фундаментальных и прикладных исследований качества и технологий пищевых продуктов (ПНИЛ); e-мэйл: tsimbalaev_sr@pfur.ru.

Information about authors

Fatima Kh. Lamerdonova, Chemist-expert, Graduate Student, Laboratory of Fundamental and Applied Research of Food Quality and Technology (PNIL); e-mail: lamerdonova_fkh@rudn.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5934-6135>;

Raudas A. H. Nasser, Cand. Pharm. Sci., Chemist-expert, Laboratory of Fundamental and Applied Research of Food Quality and Technology (PNIL); e-mail: nasser_ra@pfur.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1198-4503>;

Alexander Yu. Kolesnov, Dr. Tech. Sci., Cand. Biol. Sci., Head of the Laboratory of Fundamental and Applied Research of Food Quality and Technology (PNIL); e-mail: kolesnov-ayu@rudn.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2834-6225>;

Vasily A. Ivlev, Chief specialist, PRIMA Laboratory named after Prof. G.A. Kalabin; e-mail: ivlev_va@pfur.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9664-9506>;

Vasily G. Vasil'ev, Cand. Chem. Sci., Head of the PRIMA Laboratory named after Prof. G.A. Kalabin; e-mail: vasilyev_vg@pfur.ru;

Sergey R. Tsimbalaev, Cand. Tech. Sci., Chemist-expert, Laboratory of Fundamental and Applied Research of Food Quality and Technology (PNIL); e-mail: tsimbalaev_sr@pfur.ru.

Статья поступила 01.10.2023, одобрена после рецензии 18.11.2023, принята к публикации 22.11.2023.