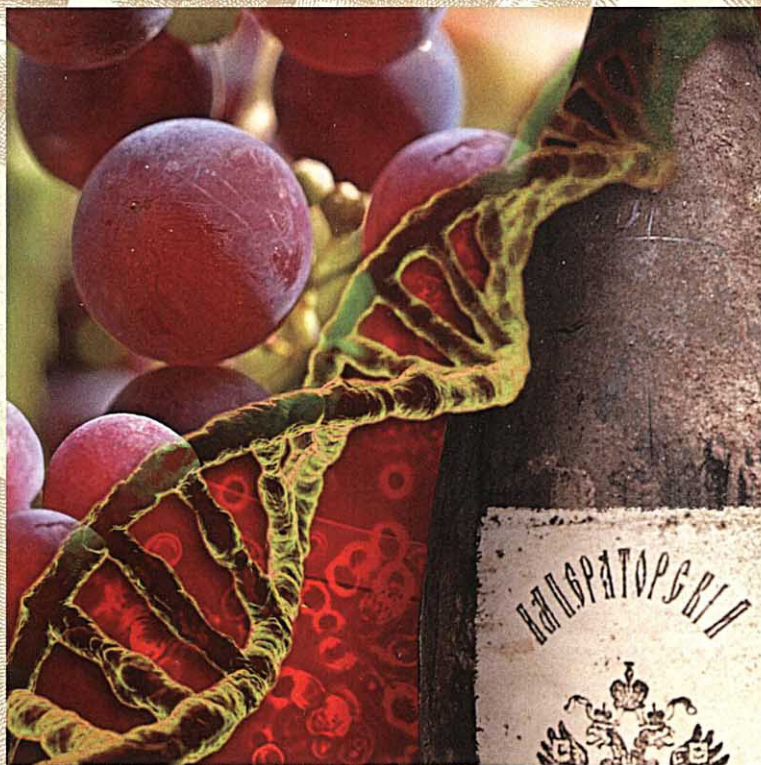


ISSN 2309-9305  
2022•24•2

# МАГАРАЧ

ВИНОГРАДАРСТВО  
и ВИНОДЕЛИЕ



# MAGARACH

VITICULTURE  
and WINEMAKING

# МАГАРАЧ ВИНОГРАДАРСТВО и ВИНODEЛИЕ

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

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

**Главный редактор:** Лиховской В.В., д-р с.-х. наук, 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 специальностям:

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

**06.01.08** Плодоводство, виноградарство

**06.01.07** Защита растений

**06.01.05** Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

**Подписной индекс** в каталоге «Пресса России» - 58301

**Редакторы:** Клепайло А.И., Колесник Д.С.  
**Переводчик:** Баранчук С.А.

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

**Адрес редакции:**

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

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

e-mail: [edi\\_magarach@mail.ru](mailto:edi_magarach@mail.ru)

Статьи для публикации подаются на сайте: [magarach-journal.ru](http://magarach-journal.ru)

Дата выхода в свет 16.06.2022 г.

Формат 60 x 84 1/8. Объем 12,5 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: [priemnaaya@magarach-institut.ru](mailto:priemnaaya@magarach-institut.ru)

© ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН», 2022

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 иммунологии ФГБУН ВНИИБЗР (Россия)

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

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

**Гутчкина 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., советник 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)

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

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

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

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

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

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

**Оганесянц Л.А.»,** акад. РАН, д-р техн. наук, проф., директор 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.»,** 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)

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

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

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

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

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

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

**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)

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

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

# MAGARACH VITICULTURE and WINEMAKING

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

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

**Chief Editor:**

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

**Deputy Chief Editors:**

**Aleinikova N.V.**, Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science, 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](http://magarach-journal.ru)

**Address of the publisher and printing house:**

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

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

+7 (3654) 26-21-91,

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

e-mail: priemnaya@magarach-institut.ru

## EDITORIAL BOARD:

**Ageeva N.M.**, Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of 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 Immunology of FSBSI All-Russian Research Institute of Plant Biological Protection; Russia

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Novello Vittorio**, Full Professor of Viticulture University of Turin, Italy

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Методы и протоколы

- 102 Усовершенствование технологий клонального микроразмножения винограда  
*Дорошенко Н.П., Пузырнова В.Г., Трошин Л.П.*

Оригинальное исследование

- 112 Влияние биометрических показателей подвойных и привойных лоз на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда  
*Иванченко В.И., Иванова М.И., Потанин Д.В., Замета О.Г.*

ВИНОГРАДАРСТВО \_\_\_\_\_

Оригинальное исследование

- 119 Анализ территориального распределения климатических факторов, характеризующих влагообеспеченность территории Крымского полуострова  
*Рыбалко Е.А., Баранова Н.В.*

Оригинальное исследование

- 124 Разработка архитектуры базы данных почвенных и климатических характеристик зон возделывания винограда для обоснованного подбора сорта  
*Ильина И.А., Попова Д.В., Петров В.С., Соколова В.В.*

Оригинальное исследование

- 130 Элементы сортовой агротехнологии для перспективного клона 802 сорта Алеатико  
*Буйвал Р.А., Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А.*

Оригинальное исследование

- 137 Оптимальный режим нагрузки кустов плодовыми побегами для получения высокого и качественного урожая винограда технических сортов в условиях Анапо-Таманской зоны  
*Трошин Л.П., Кравченко Р.В., Матузок Н.В., Куфанова Р.Н.*

Оригинальное исследование

- 142 Биологический метод управления урожайностью столового винограда Подарок Несветая  
*Петров В.С., Фисюра А.В., Марморштейн А.А.*

Оригинальное исследование

- 148 Агробиологическая характеристика сорта винограда Гранатовый в условиях Черноморской зоны Краснодарского края  
*Алейникова Г.Ю., Серет О.Л., Дергунов А.В.*

Оригинальное исследование

- 154 Аэрозольные обработки как способ повышения лёжкоспособности столовых сортов винограда  
*Бойко В.А., Левченко С.В., Белаш Д.Ю., Романов А.В.*

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ \_\_\_\_\_

Оригинальное исследование

- 160 Особенности формирования функциональной структуры микопатоккомплексов яблони и сливы в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий  
*Якуба Г.В., Мищенко И.Г.*

ВИНОДЕЛИЕ \_\_\_\_\_

Оригинальное исследование

- 166 Влияние технологических обработок на физико-химические показатели ассамбляжей для красных игристых вин  
*Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А.*

Оригинальное исследование

- 172 Влияние технологических обработок сусла на состав молодых коньячных дистиллятов  
*Легашева Л.А.*

Оригинальное исследование

- 177 Оценка технологического запаса суммарных полифенолов виноградной грозди  
*Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жиликова Т.А., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М.*

Оригинальное исследование

- 186 Проектирование и оптимизация состава вин и алкогольных напитков методом купажа  
*Тимофеев Р.Г.*

Аналитический обзор

- 193 Разработка нового отечественного технологического оборудования как основа современных технологий производства винодельческой продукции  
*Сильвестров А.В., Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А.*

SELECTION AND NURSERY \_\_\_\_\_

METHODS AND PROTOCOLS

- 102 **Improvements in the technology of grapevine clonal micropropagation**

*Doroshenko N.P., Puzirnova V.G., Troshin L.P.*

ORIGINAL RESEARCH

- 112 **The effect of biometric indicators of rootstock and graft varieties on compatibility of varietal-rootstock combinations of grapes**

*Ivanchenko V.I., Ivanova M.I., Potanin D.V., Zameta O.G.*

VITICULTURE \_\_\_\_\_

ORIGINAL RESEARCH

- 119 **Analysis of territorial distribution of climatic factors characterizing moisture availability of the Crimean Peninsula territory**

*Rybalko E.A., Baranova N.V.*

ORIGINAL RESEARCH

- 124 **Development of database architecture of soil and climatic characteristics of grape cultivation zones for grounded selection of a variety**

*Ilina I.A., Popova D.V., Petrov V.S., Sokolova V.V.*

ORIGINAL RESEARCH

- 130 **Elements of varietal agrotechnology for the promising clone 802 of 'Aleatico' grapevine cultivar**

*Buival R.A., Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Urdenko N.A.*

ORIGINAL RESEARCH

- 137 **Optimal mode of bush loading with fruiting shoots to obtain heavy and high-quality yield of wine grape varieties in the conditions of Anapo-Taman zone**

*Troshin L.P., Kravchenko R.V., Matuzok N.V., Kufanova R.N.*

ORIGINAL RESEARCH

- 142 **Biological method for managing the cropping capacity of table grapes 'Podarok Nesvetaya'**

*Petrov V.S., Fisyura A.W., Marmorshstein A.A.*

ORIGINAL RESEARCH

- 148 **Agrobiological characteristics of 'Granatovyi' grape variety in the conditions of Black Sea zone of the Krasnodar Territory**

*Aleynikova G.Yu., Seget O.L., Dergunov A.V.*

ORIGINAL RESEARCH

- 154 **Aerosol treatments as a way to increase the storage stability of table grapes**

*Boiko V.A., Levchenko S.V., Belash D.Yu., Romanov A.V.*

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

ORIGINAL RESEARCH

- 160 **Peculiarities in the formation of functional structure of apple and plum tree mycopathocomplexes in conditions of increased abiotic and anthropogenic impact**

*Yakuba G.V., Mishchenko I.G.*

WINEMAKING \_\_\_\_\_

ORIGINAL RESEARCH

- 166 **The effect of technological processing on physicochemical indicators of assemblages for red sparkling wines**

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

ORIGINAL RESEARCH

- 172 **The effect of technological processing of must on the composition of young brandy distillates**

*Legasheva L.A.*

ORIGINAL RESEARCH

- 177 **Evaluation of technological stock of total polyphenols in a grape bunch**

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

ORIGINAL RESEARCH

- 186 **Project developing and optimizing the composition of wines and alcoholic beverages by blending**

*Timofeev R.G.*

ANALYTICAL REVIEW

- 193 **Development of new local technological equipment as a basis of modern technologies for wine production**

*Silvestrov A.V., Chaplygina N.B., Mishunova L.A.*

Уважаемые коллеги, читатели журнала!

Мы по традиции открываем номер с краткого обзора ситуации в отрасли и отчета руководства Института «Магарач» о шагах по восстановлению нашего научно-производственного потенциала.

Вектор дальнейшего развития Института «Магарач» на перспективу определен: он вошел в состав научно-производственного центра, который должен обеспечить внедрение передовых научно-технических разработок в сельском хозяйстве и устойчивое развитие агрокомплекса. Это даст возможность, в том числе, более эффективно использовать дорогостоящее оборудование. Головной структурой станет Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт». Это решение говорит не только о доверии к нам со стороны руководства страны, но и о новых возможностях для коллектива института.

Новые законодательные и нормативные изменения в области виноградарства, затем – виноделия России, необходимость скорейшего импортозамещения в сложный для экономики страны период вызвали глобальные изменения винного рынка. Мы наблюдаем практически постоянно проходящие симпозиумы, конкурсы и фестивали вин, деловые встречи, вызванные необходимостью иметь площадку для диалога между участниками винного рынка. Среди всех обсуждаемых вопросов ключевым будет вопрос качества винопродукции, регулятор рынка.

Мы должны использовать это время для установления более тесных контактов между наукой и бизнесом. Все приспособляется к новым реалиям, это вопрос выживания. Основная часть наших расходов приходится на новое оборудование. Только с помощью самостоятельно заработанных средств, включая, естественно, гранты и бюджетное финансирование, мы сможем обновить свой приборный парк в области виноделия и занять надлежащее место в отрасли, реализовать свой интеллектуальный потенциал.

О достижениях: нынешней осенью мы впервые предложим рынку высококачественный посадочный материал. Весной мы подняли плантаж и заложили маточник безвирусного подвоя винограда. Мы значительно увеличили нашу коллекцию автохтонов в Отрадном. Перспективы для развития виноградарства у нас есть, по части виноделия еще много открытых вопросов.

Мы готовимся впервые, после десятилетнего перерыва (чего не было в двухвековой истории «Магарача») провести сезон виноделия. За годы простоя мы лишились экспериментального завода и квалифицированных кадров. Создаем новую базу по крупницам и в новом правовом поле.

Сегодня, когда производители вин в Крыму полны решимости создать аналоги известных европейских марок вин, в частности, «Асти спуманте» и другие, мы, считаю, должны ответить новыми марками вин из автохтонных сортов. Потенциал 72 таких сортов в нашей коллекции еще далеко не изучен. Между тем, вина из местных сортов винограда были характерны не только для восточного Крыма, но и для Севастопольской зоны на протяжении столетий, до Крымской войны 1854-



1856 гг., как свидетельствуют исторические источники.

В нынешнем году исполняется 125 лет главному заводу АО ПАО «Массандра» (1894-1897). История «Магарача» и «Массандры» тесно связаны, с самого начала это предприятие было базой для апробирования научных изысканий. Так, впервые в России князь Лев Голицын, главный виноградарь и винодел Удельного ведомства, попробовал внедрить в производственных масштабах разработанный в «Магараче» метод спиртования вин. В послевоенный период, начиная с 1945 года, 24 марки массандровских вин были созданы при участии ученых «Магарача». Сегодня вина АО ПАО «Массандра» являются гордостью российского виноделия. Мы горячо поздравляем наших коллег со знаменательной датой!

Научные исследования наших ученых мы представим на ставшей уже традиционной осенней конференции. Тогда же состоится и фестиваль-конкурс столового винограда «Солнечная гроздь-2022».

В данном номере журнала мы предлагаем читателям ознакомиться с результатами исследований по питомниководству – представлены статьи по усовершенствованию технологии микроразмножения клонов винограда, а также по влиянию биометрических показателей подвоя и привоя на совместимость. Раздел виноградарства знакомит с исследованием климатических факторов в зонах возделывания винограда, с агротехникой возделывания перспективных сортов. Предложен новый способ повышения лежкоспособности столовых сортов при длительном хранении. Раздел виноделия знакомит с влиянием технологических обработок на качество вин и коньячных дистиллятов. Представлены новые подходы к созданию разнообразных высококачественных напитков путем моделирования их состава. Дискуссионный характер носит материал о необходимости разработки нового технологического оборудования как основы современных технологий производства винопродукции.

*Главный редактор  
Владимир Лиховской*

## Усовершенствование технологии клонального микроразмножения винограда

Дорошенко Н.П.<sup>1</sup>, Пузырнова В.Г.<sup>1✉</sup>, Трошин Л.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный Ростовский аграрный научный центр", 346421, Россия, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 166;

<sup>2</sup> Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

✉ ruswinebooks@yandex.ru

**Аннотация.** Статья обобщает научные достижения лаборатории биотехнологии Всероссийского научно-исследовательского института виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко в области клонального микроразмножения винограда. Клональное микроразмножение растений обеспечивает получение генетически однородного, оздоровленного безвирусного посадочного материала. На процесс клонального микроразмножения оказывает влияние комплекс генетических, физиологических, гормональных и физических факторов, степень влияния которых зависит от генотипа. Для полной реализации морфогенетического потенциала растений необходима оптимизация приемов клонального микроразмножения. С учетом этого разработана технология клонального микроразмножения винограда при помощи культуры апикальных меристем размером 0,1–0,2 мм, усовершенствована схема регенерации растений, разработаны новые биотехнологические приемы для всех этапов размножения, начиная от формирования меристематических зон до высадки оздоровленных растений в открытый грунт. Разработаны: способ комбинированной обработки меристем электромагнитным полем (ЭМП) сверхвысокой частоты (СВЧ) в комплексе с узкополосным лазером; способ повышения эффективности оздоровления от вирусной и бактериальной инфекции при помощи регулятора роста Эмистим, салициловой кислоты, антибиотиков гентамицин и цефотаксим; способ применения растительной добавки из тонкоразмолотых семян винограда. Разработан метод водной терапии с последующей культурой апикальных меристем. Оптимизированы этапы собственно микроразмножения и микрочеренкования. Установлены оптимальные параметры интенсивности и длительности освещения. Разработан способ адаптации оздоровленных растений к нестерильным условиям среды. Усовершенствованы способы тестирования на наличие вирусной инфекции. Разработаны способы посадки оздоровленных вегетирующих саженцев в пленочных, стационарных теплицах и открытом грунте. Логичным завершением проделанной работы явилась закладка уникального базисного маточника в условиях песчаной почвы Усть-Донецкого опорного пункта.

**Ключевые слова:** виноград; *in vitro*; меристема; регенерация; Эмистим; салициловая кислота; адаптация; маточник.

**Для цитирования:** Дорошенко Н.П., Пузырнова В.Г., Трошин Л.П. Усовершенствование технологии клонального микроразмножения винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):102-111. DOI 10.35547/IM.2022.46.55.001

METHODS AND PROTOCOLS

## Improvements in the technology of grapevine clonal micropropagation

Doroshenko N.P.<sup>1</sup>, Puzirnova V.G.<sup>1✉</sup>, Troshin L.P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko – branch of the FSBSI Federal Rostov Agrarian Research Center, 166 Baklanovsky Ave., 346421 Novocherkassk, Rostov Region, Russia

<sup>2</sup> Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 13 Kalinina str., 350044 Krasnodar, Russia

✉ ruswinebooks@yandex.ru

**Abstract.** The article summarizes scientific achievements of the Biotechnology Laboratory of All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko in the field of grapevine clonal micropropagation. Clonal micropropagation of plants ensures the production of genetically homogeneous, healthy virus-free planting material. The process of clonal micropropagation is influenced by a complex of genetic, physiological, hormonal and physical factors, efficiency of which depends on the genotype. In order to fully realize the morphogenetic potential of plants, it is necessary to optimize the methods of clonal micropropagation. With this purpose, the technology of clonal micropropagation of grapes using a culture of apical meristems with a size of 0.1–0.2 mm was upgraded. The scheme of plant regeneration was improved, new biotechnological techniques were developed for all stages of propagation, starting from the formation of meristematic zones to the planting of healthy plants in open ground. Following methods were developed: a method of combined processing of meristems by electromagnetic field (EMF) of very high frequency (VHF) in combination with a narrow-band laser; a method for improving the effectiveness of recovery from viral and bacterial infection using growth regulator Emistim, salicylic acid, gentamicin and cefotaxime antibiotics; a method of using herbal supplement from fine-grained grape seeds. A method of water therapy with subsequent culture of apical meristems was developed. Optimization of stages of factual micropropagation and micrografting was carried out. Optimal parameters of intensity and duration of lighting were established. A method of adaptation healthy plants to non-sterile environmental conditions was developed. Methods of testing for the presence of viral infection were improved. Methods of planting healthy vegetating seedlings in film, stationary greenhouses and open ground were developed. Logical conclusion of the studies was the establishment of unique basic nursery in the conditions of sandy soils of Ust-Donetsk control station.

**Key words:** grapes; *in vitro*; meristem; regeneration; Emistim; salicylic acid; adaptation; nursery.

**For citation:** Doroshenko N.P., Puzirnova V.G., Troshin L.P. Improvements in the technology of grapevine clonal micropropagation. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):102-111 (*in Russian*). DOI 10.35547/IM.2022.46.55.001

## Введение

Клональное микроразмножение – современный метод вегетативного размножения растений. По сравнению с традиционными методами размножения, используемыми в сельскохозяйственной практике, клональное микроразмножение в культуре *in vitro* обладает рядом преимуществ. Главное преимущество – это получение генетически однородного, безвирусного посадочного материала, так как вирусные и микоплазменные заболевания, в силу хронического характера, наносят виноградарству постоянный экономический ущерб.

Основным методом получения безвирусных растений является культура апикальных меристем. Использование метода культуры апикальных меристем основано на принципе отсутствия вирусных частиц в точке роста растений. Предположение о возможности отсутствия вируса в меристематических тканях больных растений впервые было высказано Чунгом [1] и Уайтом [2]. Вскоре, начиная с 50-х годов XX века, были предприняты первые успешные опыты по получению свободных от вирусов растений из точки роста [3–4]. С тех пор техника оздоровления растений, основанная на выделении апикальных меристем, стала интенсивно совершенствоваться. Во многих странах в XX веке микроклональное размножение растений получило широкое распространение [5–14]. В настоящее время технология клонального микроразмножения является инновационной технологией в питомниководстве многих сельскохозяйственных культур и, в том числе, винограда.

Метод микроразмножения с применением культуры апикальных меристем используется для элиминации вирусов, которые могут присутствовать в тканях без каких-либо симптомов и передаваться при массовом тиражировании. Технологии базируются на неравномерном распределении вирусов в молодых тканях апексов побегов, причем их концентрация значительно снижается в апикальной меристеме верхушки стебля, где клетки находятся в состоянии постоянного деления. Поскольку, по мнению Граут [15], только конус нарастания побега и первый листовый примордий обычно свободны от вирусов, размеры изолируемой меристемы имеют решающее значение.

В настоящее время применение электронной микроскопии часто обнаруживает наличие вирусов в меристеме пораженных ими растений. Особенность строения апикальной меристемы исключает проникновение в нее вируса путем быстрого транспортирования по проводящей системе, но допускает возможность медленного распространения через плазмодесмы, соединяющие меристематические клетки. Таким образом, возможно присутствие вирусов в точке роста зараженного растения и репродукция их в меристематических тканях. Исходя из этого, значительный интерес в освобождении растений от вирусов представляет использование культуры апикальных меристем в сочетании с хемотерапией. Сочетая культуру верхушечных меристем с хемотерапией, можно повысить эффект оздоровления от вирусов и коэффи-

циент размножения оздоровленных растений.

В последние годы салициловая кислота рассматривается как фитогормон растений и один из факторов защиты их от воздействия патогенов микробной и грибной природы. Во время атаки патогенов она резко накапливается в клетках, индуцируя программируемую клеточную смерть вокруг пораженного участка. В связи с этим она включена в программу исследований.

Установлено, что на процесс клонального микроразмножения оказывают влияние комплекс генетических, физиологических, гормональных и физических факторов. При этом степень влияния каждого из них зависит от генотипа. Анализ факторных данных показал, что необходимо их учитывать при разработке и оптимизации приемов и для полной реализации морфогенетического потенциала эксплантов при микроразмножении растений.

**Цель исследования:** разработать новые и усовершенствовать существующие методы оздоровления и тестирования растений винограда на наличие вирусной инфекции, объединить их в систему производства сертифицированного посадочного материала.

## Материалы и методы исследования

Исследования проводили по общепризнанным в биотехнологии методикам на классических, донских аборигенных, подвойных сортах и сортах винограда селекции института в стационарных лабораторных условиях и на созданном базисном маточнике.

За основу был взят способ оздоровления растений при помощи культуры апикальных меристем при относительном размере эксплантов 0,1–0,2 мм. В 1952 г. Морель и Мартен установили, что эффективные результаты дает культивирование меристематических верхушек в асептических условиях на искусственных средах [16]. Авторы установили, что вирус не может существовать в клетках меристемы. Это объясняется их физиологическими особенностями, в частности, высокой концентрацией ауксинов, отсутствием необходимых для размножения вирусов субстратов, высокой способностью клеток меристемы к размножению. Перечисленные факторы стимулируют синтез нормальных нуклеотидов, что способствует успешной конкуренции с вирусными болезнями и даже подавлению репродукции вируса.

Для ввода в культуру *in vitro* в качестве исходного материала были взяты почки побегов виноградных кустов в период активного роста. Из почек после стерилизации выделяли меристемы без листовых примордиев.

На первом этапе, чтобы добиться хорошо растущей стерильной культуры, осуществляли стерилизацию растительных тканей 0,8%-ным раствором  $AgNO_3$ . После этого выделенные меристемы переносили на твердую питательную стерильную среду Мурасиге и Скуга, разлитую в стерильные пробирки.

Этап ввода для повышения приживаемости меристем разделяли на два подэтапа. Культивирование осуществляли сначала на твердой питательной среде. Затем, через 3–4 недели, когда меристемы увеличатся



**Таблица 1.** Динамика роста меристем при различной продолжительности комплексного облучения  
**Table 1.** Dynamics of meristem growth at different duration of complex irradiation

Дней культивирования	Размеры меристем, мм, при продолжительности облучения, мин.					
	60	65	75	80	120	контроль
30	3,2	3,6	3,2	3,0	3,0	3,2
35	3,5	3,6	4,0	2,8	3,6	3,0
60	3,2	4,1	5,2	4,2	3,0	2,7
80	5,0	8,5	12,5	7,2	15,0	5,0

до 2–3 мм, пересаживали их на жидкую питательную среду на косые мостики из фильтровальной бумаги, а пробирки помещали на вращающийся аппарат роллерного типа с тем, чтобы экспланты все время омывались питательной средой.

Второй этап – собственно микроразмножение. Культивирование проводили на жидкой питательной среде Мурасиге и Скуга в колбах Эрленмейера. Тонкий слой питательной среды (2–4 мм) обеспечивает достаточную аэрацию. Добавление в питательную среду цитокинина 6-БАП в первом пассаже – 1,0 мг/л, со второго пассажа – 2,0 мг/л индуцирует развитие многочисленных пазушных побегов. Пересадки осуществляли через 14 дней каждый раз, разделяя эксплант на 5–7 частей и снова повторно высаживая на свежую питательную среду того же состава для повторения.

Дополнительно, к культуре апикальных меристем, исследовали введение в питательную среду противовирусного препарата рибавирин (5,0–40,0 мг/л), салициловой кислоты (0,14; 0,77; 1,4 мг/л), антибиотика Цефотаксим (50,0–450,0 мг/л), регуляторов роста Эмистим и Мелафен.

Учитываемые показатели на этапе ввода: число меристем размером менее 1 мм, 1–3 мм, более 3-х мм; гибель меристем от инфекции и из-за отсутствия развития; число развившихся меристем.

При регенерации растений учитывали следующие показатели: приживаемость микрочеренков, гибель от инфекции, гибель из-за отсутствия развития, число корней, длина корней, длина ризогенной зоны, высота, количество листьев всего и на 1 см побега, скорость роста, коэффициент полярности.

В статье приводятся результаты многолетних исследований лаборатории биотехнологии ВНИИВиВ имени Я.И. Потапенко, начиная с 2000 г. по настоящее время.

### Результаты

Разработана технология клонального микроразмножения винограда при помощи культуры апикальных меристем размером 0,1–0,2 мм, так как такие экспланты являются лучшими для элиминации вирусов. В связи с тем, что регенерационная способность этих эксплантов низкая, усовершенствована схема регенерации растений, разработаны новые биотехнологические приемы для всех этапов размножения, начиная от формирования меристематических зон до высадки оздоровленных растений в открытый грунт.

**Разработан способ воздействия на меристемы электромагнитным облучением низкой интенсивности.** Выделенные меристематические экспланты обрабатывали электромагнитным СВЧ-полем с частотой 37,5 ГГц и напряженностью 20 мВт в течение 65–75 мин. в комплексе с узкополосным лазерным лучом. Такое выполнение способа позволяет ускорить прохождение фаз развития, увеличить размерные характеристики, снизить гибель из-за некроза тканей и в конечном итоге обеспечить повышение регенерационной способности. Мембранология объясняет это тем, что лучи СВЧ-поля, проникая в клетку, модифицируют мембраны, производят их перестройку и подвергают разрыву двойные связи в непредельных жирных кислотах липидов. Этот разрыв сопровождается образованием в липидах свободных радикалов. В зависимости от уровня радикалов в объектах наблюдается стимулирующее, угнетающее воздействие или стационарная фаза. Стимуляция происходит в тот момент, когда достигается определенный уровень свободных радикалов (в основном их начальных форм). При этом происходит изменение проницаемости клеточных мембран, усиливается приток питательных веществ, воды и кислорода и активируются ферментные системы обмена веществ. Использование лазера в комплексной обработке усиливает стимулирующий эффект и ускоряет прохождение фаз развития.

Наблюдение за выделенными и облученными эксплантами показали, что комплексное воздействие СВЧ-лучей и лазера повышает интенсивность их развития. Ускоряется прохождение фазы общего увеличения, переход к фазе вытянутой точки роста, к фазе разворачивания листьев. Разница в скорости развития облученных меристем по сравнению с необлученными видна уже через 15–20 дней и сохраняется до 90 дней культивирования. В течение всего периода более интенсивное развитие наблюдается при продолжительности облучения 120, 75 и 65 мин. При 60 и 80 мин. интенсивность прохождения фаз развития несколько замедляется.

Облучение меристем оказало влияние и на их ростовые характеристики. Более интенсивное развитие сопровождалось изменением размерных характеристик меристем (табл. 1). Размерные характеристики облученных меристем во всех вариантах были выше контрольных. Выделились варианты с продолжительностью облучения 75, 65 и 120 мин. Последовательное

**Таблица 2.** Регенерационная способность меристем при различной продолжительности комплексного облучения на этапе пролиферации**Table 2.** Regenerative capacity of meristems at different duration of complex irradiation on the stage of proliferation

Показатели	Продолжительность облучения, мин.					
	60	65	75	80	120	контроль
Средний размер конгломератов, мм	20,0	22,0	32,7	25,0	55,0	30,0
Максимальный размер конгломератов, мм	30,0	50,0	65,0	35,0	55,0	30,0
Сохранилось конгломератов, полученных из меристем, %	10,0	42,9	80,0	80,0	14,2	20,0
Срезано микропобегов, всего, шт.	6,0	12,0	22,0	4,0	0	4,0
Срезано микропобегов в расчете на одну резвившуюся меристему, шт.	0,6	0,9	4,4	0,8	0	0,8

увеличение меристем в течение всего периода культивирования отмечено при продолжительности облучения 75 и 65 мин., через 80 дней культивирования резко вырос размер меристем в варианте с облучением в течение 120 мин.

В процессе культивирования из меристем (на этапе пролиферации) образовались конгломераты узлов и побегов. Их размеры как средние по варианту, так и максимальные также зависели от продолжительности облучения. Наиболее крупные конгломераты были при продолжительности облучения 120 и 75 мин. (табл. 2).

Комплексное облучение также оказало положительное влияние на сохранность меристем. Как на первом, так и на втором этапе культивирования резко снизилась гибель меристем из-за отсутствия развития и некроза тканей при продолжительности облучения 75–80 мин. А в варианте с продолжительностью облучения 120 мин., где наблюдался интенсивный рост меристем и конгломератов, отмечена почти полная их гибель.

Регенерационная способность меристем характеризуется в основном количеством образовавшихся побегов размером 10–25 мм, которые можно срезать для укоренения. Наибольшее число побегов образовалось и срезано при облучении в течение 75 и 65 мин. (табл. 2). В пересчете на одну выделенную меристему это составило 0,9 и 4,4 побега. В сравнении с контролем регенерационная способность меристем при воздействии СВЧ-лучами и лазером возросла в 5,5 раза.

Таким образом, воздействие электромагнитного излучения низкой интенсивности в комплексе с узкополосным лазером на высаженные на питательную среду меристемы способствует ускоренному их прохождению фаз развития, увеличению размерных характеристик, снижает гибель из-за некроза тканей, обеспечивает повышение регенерационной способности, а в конечном итоге способствует созданию оздоровленного посадочного материала.

**Применение СВЧ-лучей на этапе микрочеренкования** заключается в том, что микрочеренки, высаженные в пробирки, подвергаются воздействию электромагнитного излучения с частотой 37,5 ГГц и напряженностью 20 мВт, при этом расстояние пробирок с микрочеренками от источника высокочастот-

ных сигналов составляет 20–60 см с параллельным к источнику облучения расположением или перпендикулярным в один-два ряда расположением пробирок в ряду в количестве от 5 до 14.

При различном расположении пробирок плотность падающей мощности СВЧ-лучей изменяется, что создает более или менее оптимальные условия для облученных растений. Наблюдение за динамикой роста и развития винограда *in vitro* показало, что под воздействием электромагнитного излучения происходит изменение ростовых характеристик во время всего периода культивирования. Установлено у облученных растений увеличение суточной скорости роста и длины побега на 30-й день культивирования в 2,3–2,4 раза, на 50-й день – в 1,7–1,8 раза, на 70-й день – в 1,7 раза. Число образовавшихся узлов на побеге увеличилось соответственно в 1,3; 1,2 и 1,5 раза. Также установлено, что у облученных растений эти показатели на 50-й день культивирования выше, чем у необлученных на 70-й день культивирования. То есть возможно сократить период культивирования до 50–60 дней, чаще проводить субкультивирования и тем самым повысить эффективность клонального микроразмножения винограда при высоком качестве микрочеренков.

**Разработан способ оптимизации клонального микроразмножения за счет введения в состав питательной среды семян винограда в виде тонкоразмолотого порошка в концентрации 0,1–0,5% от объёма среды.** Семена винограда используются как стимуляторы роста естественного происхождения ввиду того, что в них находятся вещества с ценными биологическими свойствами: абсцизовая и хлорогеновая кислоты, общие фенолы, рутин, свободные ауксины и цитокинины, такие осмотически активные вещества как соли, сахара, органические кислоты. Наблюдения за развитием пробирочных растений в зависимости от количества молотых семян винограда, добавленных в питательную среду, представлено в табл. 3.

Добавление в питательную среду тонкоразмолотых семян винограда оказывает, в первую очередь, положительное влияние на укоренение микрочеренков и развитие корней пробирочных растений, уменьшается длина главного и придаточных корней,

**Таблица 3.** Влияние размолотых семян винограда в составе питательной среды на ход ростовых процессов растений**Table 3.** The effect of grained grape seeds in the nutrient medium on plant growth processes

Концентрация, % от объема	Показатели					
	число корней, шт.	сырой вес корней, мг	длина побега, мм	скорость роста, мм/сутки	вес сырой массы побегов, мг	число узлов, шт.
Контроль	3,3	38,3	95,4	1,51	197,6	8,8
0,05	3,6	75,6	98,6	1,57	219,6	9,1
0,1	4,2	101,4	108,2	1,72	255,4	10,3
0,25	6,0	158,3	112,8	1,79	314,7	11,3
0,5	5,4	156,9	104,4	1,66	266,1	11,2
0,8	2,4	107,3	68,1	1,08	176,3	9,3

но возрастает их число, что улучшает состояние корневой системы. Это способствует лучшему росту побегов, развитию большей листовой поверхности, увеличению общей массы побегов и числа узлов, которые дают начало новым растениям *in vitro* после их микрочеренкования. Таким образом, увеличивается потенциальное микрочеренкование и эффективность клонального микроразмножения возрастает на 27,4%. Максимальный положительный эффект получен при концентрации семян, добавляемых в питательную среду – 0,25%.

**Метод водной терапии вызревших микрочеренков с последующей культурой апикальных меристем для комплексного оздоровления растений от вирусов и микоплазм** отрабатывался на сегментах вызревших побегов с зимующими глазками сортов Степняк, Кунлеань, Саперави северный и Цветочный. Испытывалась температура воды 45, 50 и 55°C. Продолжительность обработки побегов составляла от 10 до 75 мин. Выявлено, что после проведения водной терапии у всех изученных сортов сохраняются жизнеспособные меристемы. Однако при некоторых режимах обработки отсутствует как приживаемость меристем, так и их регенерация. Такими режимами являются: 45°C, 10 мин.; 50°C, 10 мин.; 55°C, 45 мин.; 55°C, 60 мин.; 55°C, 75 мин. Они не пригодны для проведения водной терапии. Оптимальными режимами, обеспечивающими высокую репаративную и репродуктивную регенерацию меристем, являются: температура воды 45°C, экспозиция 45 мин., и температура воды 55°C, экспозиция 30 мин. Отмеченные различия в эффективности водной терапии у приведенных сортов винограда можно объяснить, как сортовыми особенностями, так и состоянием глазков перед обработкой. Отличное состояние побегов и глазков является одной из причин высокой регенерационной способности меристем после обработки их горячей водой у сорта Цветочный.

Для сортов винограда Душистый и Московский устойчивый с визуальными признаками вирусных заболеваний выявлены режимы водной терапии, способствующие увеличению регенерации меристем и оздоровлению от вирусной инфекции. Для сорта Душистый оптимальная температура составила 45–

55°C при экспозиции 15 мин., для сорта Московский устойчивый – 45°C в продолжение 45 мин. Улучшение приживаемости меристем и их регенерационной способности происходит в результате оздоровления их от грибных патогенов и вирусов. Это подтверждено PCR-анализом и тестированием на сорте-индикаторе Рупестрис дю Ло. Таким образом, водная терапия с последующей культурой апикальных меристем способствует оздоровлению винограда от вирусной инфекции.

**Разработаны способы применения универсального регулятора роста Эмистим в составе питательных сред на различных этапах культивирования в зависимости от сортовых особенностей.**

Особое значение имеет применение этого препарата на этапе ввода меристем в культуру. Под влиянием Эмистима активизируются ростовые формообразовательные и функциональные процессы, повышается устойчивость к патогенам, приживаемость меристем, регенерационная способность их на этапе собственно микроразмножения.

Для сорта Платовский эффективным оказалось применение более высоких концентраций этого препарата 10<sup>-5</sup>–10<sup>-6</sup>%. Число срезанных побегов увеличилось по сравнению с контролем в 3,5 раза.

Отмечено стимулирование роста растений в результате действия этого препарата на этапе микрочеренкования при массовом тиражировании мериклонов. Анализ применения Эмистима в разведении от 10<sup>-6</sup> до 10<sup>-10</sup> при микрочеренковании 6 сортов винограда (привойных – Дружба, Каберне северный, Цветочный и подвойных – Кобера 5ББ, Рупестрис дю Ло, 1615-2) показал, что происходит улучшение приживаемости микрочеренков, более быстрое образование и рост корней, побегов, листьев, что обеспечивает ускорение процесса, повышение эффективности клонального микроразмножения оздоровленных растений. Большое значение имеет правильно подобранная концентрация препарата, так как помимо стимулирующего эффекта, может наблюдаться и ингибирование, чрезмерное развитие ризогенной зоны, тормозящее развитие побегов и образование листьев, что ведет к снижению коэффициента размножения. Стимулирование развития корней и побегов отмечено

**Таблица 4.** Анализ ввода меристем сорта Презент в культуру, 2018–2019 гг.  
**Table 4.** Analysis of meristem introduction of 'Prezent' variety into culture, 2018–2019

Рибавирин, мг/л	Число меристем, % размером			Гибель меристем, %		Общее число развившихся
	до 1мм	от 1 до 3 мм	более 3 мм	ГИ	ОР	
<b>30 дней культивирования</b>						
0	0	31,0	53,5	0	15,5	84,5
10	0	31,0	69,0	0	0	100,0
20	0	15,5	69,0	0	15,5	84,5
30	0	46,0	38,5	0	15,5	84,5
40	0	0	0	0	100,0	0
<b>60 дней культивирования</b>						
0	0	31,0	53,5	0	15,5	84,5
10	0	31,0	69,0	0	0	100,0
20	0	31,0	46,0	0	23,0	77,0
30	0	38,0	31,0	0	31,0	69,0
40	0	0	0	0	100,0	0
<b>90 дней культивирования</b>						
0	0	15,5	61,5	0	23,0	77,0
10	0	23,0	61,5	0	15,5	84,5
20	0	8,0	23,0	0	69,0	31,0
30	0	31,0	31,0	0	38,0	62,0
40	0	0	0	0	100,0	0

но у всех сортов и подвоев, но концентрации, обеспечивающие стимулирование, были различными для каждого сорта. Так, у сорта Дружба, подвоев Кобера 5ББ, 1612-5 лучшее развитие растений произошло при разведении Эмистима  $10^{-7}$ – $10^{-8}$ %, у сорта Цветочный при разведении  $10^{-10}$ . Наиболее существенное улучшение отмечено при концентрации Эмистима  $10^{-8}$  и  $10^{-10}$  мг/л. Благодаря этому образование растений из микрочеренков увеличилось с 25,0% в контроле до 67,8–75,0 % в этих вариантах.

Установлены оптимальные концентрации препарата Эмистим в составе питательных сред в зависимости от сортовых особенностей: на этапе ввода меристем в культуру следует применять препарат в концентрации  $10^{-5}$ – $10^{-11}$ , для улучшения ризогенеза –  $10^{-10}$  %, на этапе микрочеренкования – от  $10^{-7}$  до  $10^{-10}$ %. Сочетание интенсивности освещения 2200–2400 лк + Эмистим в разведении  $10^{-7}$ – $10^{-9}$ % обеспечивает оптимальное развитие мериклонов на этапе микрочеренкования. Для улучшения адаптивных способностей растений перед переносом в нестерильные условия необходимо обрабатывать их Эмистимом в разведении  $10^{-7}$ – $10^{-9}$ %.

**Способы оптимизации состава питательных сред на отдельных этапах клонального микроразмножения** изучены при помощи регуляторов роста: лигногумат калийный, салициловая кислота, циркон, эпин-экстра, мелафен и деконтаминации растений с помощью антибиотиков гентамицин и цефотаксим.

Схема регенерации растений постоянно совершенствуется по пути ее упрощения, позволяющего исключить этап микрочеренкования, увеличить ко-

эффициент размножения, улучшить качество регенерированных растений, сократить период регенерации растений, освободить площади культуральных коммат.

Разработан для ингибирования вирусной инфекции метод хемотерапии, основанный на введении в питательную среду химического Рибавирина (виразол, 1- $\beta$ -D-ribofuranosyl-1,2,4-triazole-3-carboxamide). Выявлено, что применение этого противовирусного препарата не оказывает пагубного действия на развитие меристем, так как отмечен их интенсивный рост. Общее число развившихся меристем (84,5%) и наибольшее число крупных меристем размером более 3 мм отмечено при концентрации 10,0 мг/л. Концентрация 40 мг/л оказалась токсичной для меристем и привела к их полной гибели (табл. 4).

В процессе культивирования происходила гибель меристем из-за отсутствия развития и последующего некроза, а также из-за инфекции. Наибольшая гибель от некроза отмечена при повышенных концентрациях препарата: 20 и 30 мг/л. В то же время в этих вариантах снизилась гибель меристем от инфекции. Лучшее состояние меристем по этим показателям отмечено при концентрации Рибавирина 10 мг/л: снизилась гибель меристем от инфекции, улучшилась их сохранность, и произошло образование и срезка побегов для дальнейшего микроразмножения.

На этапе ввода в культуру *in vitro* сорта Красностоп золотовский под действием салициловой кислоты уменьшилась гибель меристем от инфекции: первый этап ввода завершило в 2,8–3,5 раза больше меристем, чем в контроле. Улучшилось прохождение следующего этапа собственно микроразмножения,

**Таблица 5.** Продуктивная регенерация меристем при добавлении в состав питательной среды салициловой кислоты, Красностоп золотовский, 2018 – 2020 гг.

**Table 5.** Productive regeneration of meristems when salicylic acid is added to the nutrient medium, 'Krasnostop Zolotovskiy', 2018 – 2020

Варианты, мг/л	Завершили ввод, %	Число образовавшихся побегов, шт. в пассаже									
		1	2	3	4	5	6	7	8	всего	
Контроль	19,0	—	10	2	3	3	—	1	8	27	
СК —0,14	47,6	3	12	4	17	9	7	6	11	69	
СК —1,4	47,6	—	—	2	2	—	10	16	4	34	

**Таблица 6.** Развитие меристем и срезка побегов в ходе пролиферации сортов Кристалл и Платовский, 2016–2018 гг.

**Table 6.** Development of meristems and cutting of shoots during proliferation of varieties 'Kristall' and 'Platovskiy', 2016–2018

Препарат	Концентрация	Развилось меристем, шт.		Срезано побегов, шт.	
		Кристалл	Платовский	Кристалл	Платовский
Контроль	0	9	8	1	3
Мелафен	10 <sup>-7</sup>	9	6	1	3
Рибавирин	5,0 мг/л	7	8	6	2
Салициловая кислота	0,14 мг/л	9	9	2	3
Рибавирин+ салициловая кислота	5,0 мг/л + 0,14 мг/л	8	10	0	8
Цефотаксим	100 мг/л	10	6	4	6

образование новых узлов и побегов. Наибольшее число побегов образовалось, и было срезано для укоренения в варианте с концентрацией СК – 0,14 мг/л, больше чем в контроле в 2,6 раза. При повышении содержания СК в составе питательной среды на этапе ввода до 1,4 мг/л новообразование побегов снижается, но всё-таки остается выше, чем в контроле (табл. 5).

Салициловая кислота, добавленная в состав питательной среды на этапе ввода, способствует улучшению адаптации меристем к условиям культивирования и регенерации из них растений; на этапе микроочеренкования применение СК в диапазоне концентраций 0,14–1,4 мг/л улучшает приживаемость микроочеренков, стимулирует корнеобразование, но ингибирует рост растений. Отмечена различная реакция отдельных сортов винограда на её применение: для подвойных сортов винограда лучшей оказалась концентрация – 1,4 мг/л; для сорта Красностоп золотовский – 0,14 мг/л (табл. 6).

Следовательно, салициловая кислота в оптимальных концентрациях отличается низкой фитотоксичностью и даже проявляет стимулирующее действие на процессы морфогенеза у растений, повышая коэффициент размножения и ризогенную способность. Эффективным оказалось совместное применение Рибавирина и салициловой кислоты. Учитывая это, и антивирусную активность, её следует применять для оздоровления растений в дополнение к культуре меристем.

На основании проведенных исследований доказано, что под действием антибиотика Цефотаксим снижается заражение растений бактериальной инфекцией, которое выражается в улучшении приживаемо-

сти микроочеренков и регенерации из них растений. При слабом инфицировании растений применение антибиотика улучшает регенерацию на 5,0–15,0% по сравнению с контролем. В данном случае эффективны низкие концентрации Цефотаксима 50–250 мг/л. При заражении от 15,0 до 50,0% растений эффективность применения Цефотаксима возрастает: приживаемость микроочеренков увеличивается по сравнению с контролем на 35,0–45,0%. При этом эффективны концентрации 250–450 мг/л.

Таким образом, доказана необходимость применения хемотерапии на этапе ввода меристем в культуру *in vitro*: для оздоровления от микозов — добавление антибиотика Цефотаксим; для оздоровления от вирусной инфекции – препарата Рибавирин совместно с салициловой кислотой. Для повышения коэффициента размножения следует использовать регулятор роста Мелафен и улучшить условия асептического культивирования растений *in vitro*.

**Усовершенствованы существующие и установлена возможность использования новых приёмов световой биотехнологии,** позволяющих повысить эффективность метода оздоровления и клонального размножения винограда [17–18].

Теоретическая значимость исследования заключается в том, что оно показало целесообразность пересмотра некоторых аспектов культивирования в направлении снижения энергоёмкости метода клонального микроразмножения. Разработана оптимизация условий культивирования изолированных тканей винограда *in vitro* при помощи интенсивности освещения, изменения продолжительности фотопериода, качества излучения, в том числе в сочетании с регулятором роста растений Эмистимом, которая обеспе-

чивает повышение качества, выхода мериклонов и снижение их себестоимости.

**Усовершенствован метод тестирования на травянистых индикаторах на наличие сокопереносимых вирусов [19–20].** Инактивация ингибиторов вирусов и повышение эффективности тестирования происходит при добавлении в инокулюм тиосульфата натрия (натрий серноватисто-кислый –  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) совместно с тонкоразмолотым порошком семян винограда в концентрации 18–21% (источник заражения – молодые листья); 12% (корни), 2,5–9% (сок ягод).

Для выявления всего комплекса вирусных заболеваний разработан метод микропрививок с помощью сортов-индикаторов, который осуществляется на стеллажах ускоренного выращивания растений.

**Адаптации оздоровленных растений *in vitro* к нестерильным условиям среды.** Процесс адаптации пробирочных растений к нестерильным условиям является ответственной и трудоемкой операцией [21–22]. Это связано с тем, что у пробирочных растений нарушена деятельность устьичного аппарата, вследствие чего они подвержены очень быстрому обезвоживанию. При переносе растений, размноженных в культуре ткани *in vitro*, в нестерильные условия они испытывают стрессовые реакции, направленные на защиту клеточных структур и устранение неблагоприятных изменений в клетках, то есть наблюдается явление адаптационного синдрома.

Усовершенствован состав почвенного субстрата для адаптации и способ подготовки, улучшающий его структуру и питательные свойства, подобраны оптимальные соотношения компонентов. Замена речного песка на глауконитовый в составе субстрата способствует улучшению всех показателей развития растений, особенно это было заметно при высадке их в полевых условиях. В конце вегетации прирост и вызревание увеличились у этих растений более чем на 20,0%. То есть у растений улучшилась адаптация к условиям открытого грунта.

Исследована эффективность применения препаратов: Лигногумат калийный, Суперстим № 1, Экстарасол-55, Эмистим – с целью повышения адаптивности к нестерильным условиям.

Изучена адаптивность различных сортов к условиям *in vivo*, выявлены закономерности, способствующие ее прогнозированию и повышению.

Тестирование оздоровленных линий, осуществленное перед высадкой на маточник биологическими методами (травянистых индикаторов, прививки на сорта-индикаторы) и при помощи ПЦР, позволило выделить для дальнейшего размножения линии различных сортов, свободные от наиболее опасных вирусных заболеваний и бактериального рака.

Вегетирующие саженцы с закрытой корневой системой после адаптации, доращивания и закалки, вы-



**Рис.** Базисный маточник привойных сортов винограда в Нижне-Кундрюческом отделении опытного поля

**Fig.** Basic nursery of grafted grape varieties in the Nizhne-Kundryuchesk branch of experimental field

саживали в открытый грунт или теплицу. Благодаря правильно подобранным срокам, способам посадки и ведению маточника, приживаемость в полевых условиях возросла с 75,0% до 95,0% и составила в первый год около 90,0-100,0%.

В результате внедрения технологии получен исходный посадочный материал, из которого заложен базисный маточник на Нижне-Кундрюческом отделении опытного поля.

Высажены на базисном маточнике оздоровленные при помощи культуры апикальных меристем растения сортов:

- селекции института (Баклановский, Дружба, Каберне северный, Памяти Кострикина, Платовский, Талисман, Фиолетовый ранний, Цветочный);

- донских аборигенных (Кабашный, Красностоп золотовский, Крестовский, Кумшацкий белый, Сибирьковский, Сыпун черный, Цимлянский белый, Цимлянский черный и два его клона (1-3-13-2-3 и 1-1-61-10-3));

- классических (Каберне-Совиньон, Мерло, Пино нуар);

- подвой (Гравесак, Виерул 3, Кобера 5ББ, Презент, Рупестрис дю Ло, РСБ, SO<sub>4</sub>, Телеки 5С, Феркаль).

Таким образом, на основании разработанных методов создана технология, которая обеспечивает процесс регенерации растений: «от меристемы к базисному маточнику».

Выращивание сертифицированного посадочного материала, из оздоровленного *in vitro* исходного, позволяет не только избавиться от ряда фитоплазменных и вирусных заболеваний, но и от сосущих вредителей, таких как филлоксера и виноградный зудень. Уменьшается также вероятность присутствия на маточных растениях возбудителей эски, эутипиоза и черного рака, то есть возбудителей, входящих в

группу хронических вредных организмов.

Благодаря этому переход на закладку промышленных насаждений сертифицированным посадочным материалом обеспечивает повышение продуктивности виноградников и продление их продуктивной эксплуатации. В случае предохранения от вторичного заражения возбудителями хронических болезней реально увеличить продуктивность будущих насаждений в 1,5–2 раза.

#### Источник финансирования

Не указан.

#### Financing source

Not specified.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

1. Thung T.H. Smetstof en plantencel bij enkele virusziekten van de tabaksplant IV. Tijdschr. Plantenziekten. 1938;44:225–245.
2. White P.R. Handbook of Plant Tissue Culture. Lancaster: Pa. Jagues Cattel Press. 1943:1–277.
3. Morel G., Martin C. Guérison de dahlia atteints d'une maladie a virus. C.R. Acad. Sci. 1952;235:1324–1325.
4. Thomson A.D. Heat treatment and tissue culture as a means of freeing potatoes from virus Y. Nature. 1956;177:1–709.
5. Cheruvathur M.K., Abraham J., Thomas T.D. *In vitro* micropropagation and flowering in *Ipomoea sepiaria Roxb.* An important ethanomedicinal plant. Asian Pacific Journal of Reproduction. 2015;4(1):49–53. DOI 10.1016/S2305-0500(14)60058-0.
6. Doroshenko N.P., Puzirnova V.G. Biotechnological methods of preservation of the grape gene pool in the *in vitro* collection. BIO Web of Conf. 2020;25:04001. DOI 10.1051/bioconf/20202504001.
7. Jadcak P., Kulpa D., Zbrojewska A. *In vitro* micropropagation of *Drosera rotundifolia*. World Scientific News. 2017;66:75–85.
8. Maghradze D., Ocete R., García J.L., Cantos M. Micropropagation and *in vitro* germplasm conservation of Georgian wild grapevines. Vitis. 2015;54:257–258.
9. Mozafari A., Ghoraiishi O., Ghaderi H., Javadi T. Micropropagation of grape cultivars (*Vitis Vinifera* L.) on different basal media supplemented with benzyl adenine. Agriculturae Conspectus Scientificus. 2016;81(3):123–129.
10. Ivashchuk O.A., Fedorov V.I., Shcherbinina N.V., Maslova E.V., Shamraeva E.O., Zhuravlev M.D.. Microclonal propagation of plant process modeling and optimization of its parameters based on neural network. Drug Invention Today. 2018;10(3):3170–3175.
11. Bahadur B., Venkat Rajam M., Sahijram L., Krishnamurthy K. Micropropagation of Plants. Plant Biology and Biotechnology. Springer, New Delhi. 2015;2:329–346. DOI 10.1007/978-81-322-2283-5\_16.
12. Kordi M., Kaviani B., Hashemabadi D. *In vitro* propagation of *Kalanchoe blossfeldiana* using BA and NAA. Pelagia Research Library European Journal of Experimental Biology. 2013;3(1):285–288.
13. Kinfe B., Feyssa T., Bedada G. *In vitro* micropropagation of grape vine (*Vitis Vinifera* L.) from nodal culture. African Journal of Biotechnology. 2017;16(43):2083–2091. DOI 10.5897/AJB2016.15803.
14. San Pedro Tània, Peiró Rosa, Villanova Joan, Olmos Antonio, Gisbert Carmina. *In vitro* propagation of *Vitis Vinifera* L. cv. 'Monastrell'. Electronic Journal of Biotechnology. 2017;27:80–83. DOI 10.1016/j.ejbt.2017.03.006.
15. Grout B.W. Meristem-Tip Culture for Propagation and Virus Elimination. Plant Cell Culture Protocols. Totowa. 1990:115–125.
16. Morel G. Martin C. Guirisan de Dahlais atteints d'une mala a virus. Acad.Sci. 1952:235/21.
17. Соболев А.А., Дорошенко Н.П. Световая биотехнология в культуре изолированных тканей винограда // Виноделие и виноградарство. 2004;6:27–29.
18. Соболев А.А., Ребров А.Н., Дорошенко Н.П. Влияние интенсивности спектрального состава и калийного лигногумата на регенерационную способность винограда *in vitro*. Современные достижения биотехнологии в виноградарстве и других отраслях сельского хозяйства. Материалы конф. (29–30 июня 2005). Новочеркасск. 2005:126–134.
19. Дорошенко Н.П. Диагностика вирусных болезней винограда с помощью метода травянистых индикаторов // Виноград и вино России. 1997;3:2–4.
20. Дорошенко Н.П., Ребров А.Н. Применение травянистых индикаторов для тестирования на вирусную инфекцию // Критерии и принципы формирования высокопродуктивного виноградарства. Анапа. 2007:251–258.
21. Дорошенко Н.П., Семенова Л.Н. Адаптация оздоровленных пробирочных растений винограда к нестерильным условиям // Перспективы внедрения современных биотехнологических разработок для повышения эффективности сельскохозяйственного производства. Ставрополь. 2000:1–28.
22. Дорошенко Н.П., Ребров А.Н. Новые аспекты адаптации растений, полученных *in vitro* к нестерильным условиям // Захаровские чтения «Агротехнологические и экологические аспекты развития виноградо-винодельческой отрасли». Новочеркасск. 2007:307–312.

#### References

1. Thung T.H. Smetstof en plantencel bij enkele virusziekten van de tabaksplant IV. Tijdschr. Plantenziekten. 1938;44:225–245.
2. White P.R. Handbook of Plant Tissue Culture. Lancaster: Pa. Jagues Cattel Press. 1943:1–277.
3. Morel G., Martin C. Guérison de dahlia atteints d'une maladie a virus. C.R. Acad. Sci. 1952;235:1324–1325.
4. Thomson A.D. Heat treatment and tissue culture as a means of freeing potatoes from virus Y. Nature. 1956;177:1–709.
5. Cheruvathur M.K., Abraham J., Thomas T.D. *In vitro* micropropagation and flowering in *Ipomoea sepiaria Roxb.* An important ethanomedicinal plant. Asian Pacific Journal of Reproduction. 2015;4(1):49–53. DOI 10.1016/S2305-0500(14)60058-0.
6. Doroshenko N.P., Puzirnova V.G. Biotechnological methods of preservation of the grape gene pool in the *in vitro* collection. BIO Web of Conf. 2020;25:04001. DOI 10.1051/bioconf/20202504001.
7. Jadcak P., Kulpa D., Zbrojewska A. *In vitro* micropropagation of *Drosera rotundifolia*. World Scientific News. 2017;66:75–85.
8. Maghradze D., Ocete R., García J.L., Cantos M. Micropropagation and *in vitro* germplasm conservation of Georgian wild grapevines. Vitis. 2015;54:257–258.
9. Mozafari A., Ghoraiishi O., Ghaderi H., Javadi T. Micropropagation of grape cultivars (*Vitis Vinifera* L.) on different basal media supplemented with benzyl adenine. Agriculturae Conspectus Scientificus. 2016;81(3):123–129.
10. Ivashchuk O.A., Fedorov V.I., Shcherbinina N.V., Maslova E.V., Shamraeva E.O., Zhuravlev M.D.. Microclonal propagation of plant process modeling and optimization of its parameters based on neural network. Drug Invention Today. 2018;10(3):3170–3175.

- 2018;10(3):3170–3175.
11. Bahadur B., Venkat Rajam M., Sahijram L., Krishnamurthy K. Micropropagation of Plants. Plant Biology and Biotechnology. Springer, New Delhi. 2015;2:329–346. DOI 10.1007/978-81-322-2283-5\_16.
  12. Kordi M., Kaviani B., Hashemabadi D. *In vitro* propagation of *Kalanchoe blossfeldiana* using BA and NAA. Pelagia Research Library European Journal of Experimental Biology. 2013;3(1):285–288.
  13. Kinfe B., Feyssa T., Bedada G. *In vitro* micropropagation of grape vine (*Vitis Vinifera* L.) from nodal culture. African Journal of Biotechnology. 2017;16(43):2083–2091. DOI 10.5897/AJB2016.15803.
  14. San Pedro Tània, Peiró Rosa, Villanova Joan, Olmos Antonio, Gisbert Carmina. *In vitro* propagation of *Vitis Vinifera* L. cv. 'Monastrell'. Electronic Journal of Biotechnology. 2017;27:80–83. DOI 10.1016/j.ejbt.2017.03.006.
  15. Grout B.W. Meristem-Tip Culture for Propagation and Virus Elimination. Plant Cell Culture Protocols. Totowa. 1990:115–125.
  16. Morel G. Martin C. Guirisan de Dahlaiais atteints d'une mala a virus. Acad.Sci. 1952:235/21.
  17. Sobolev A.A., Doroshenko N.P. Light biotechnology in the culture of isolated tissues of grapes. Winemaking and Viticulture. 2004;6:27–29 (in Russian).
  18. Sobolev A.A., Rebrov A.N., Doroshenko N.P. The effect of the intensity of spectral composition and potassium lignohumate on regenerative capacity of grapes *in vitro*. Modern achievements of biotechnology in viticulture and other branches of agriculture. Conf. (June 29–30, 2005). Novocheerkassk. 2005:126–134 (in Russian).
  19. Doroshenko N.P. Diagnosis of viral diseases of grapes using the method of herbaceous indicators. Grapes and wine of Russia. 1997;3:2–4 (in Russian).
  20. Doroshenko N.P., Rebrov A.N. The use of herbaceous indicators for testing for viral infection. Criteria and principles of formation highly productive viticulture. Anapa. 2007:251–258 (in Russian).
  21. Doroshenko N.P., Semenova L.N. Adaptation of healthy test-tube grape plants to non-sterile conditions. Prospects of introduction modern biotechnological developments to improve the efficiency of agricultural production. Stavropol. 2000:1–28 (in Russian).
  22. Doroshenko N.P., Rebrov A.N. New aspects of adaptation plants obtained *in vitro* to non-sterile conditions. Zakharovskie readings "Agrotechnological and environmental aspects of development of viticultural and winemaking industry". Novocheerkassk. 2007:307–312 (in Russian).

### Информация об авторах

**Наталья Петровна Дорошенко**, д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории биотехнологии винограда; e-мэйл: n.doroshenko2013@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7284-120X>;

**Валентина Георгиевна Пузырнова**, младший научный сотрудник лаборатории контроля качества виноградо-винодельческой продукции; e-мэйл: ruswinebooks@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3930-1639>;

**Леонид Петрович Трошин**, д-р биол. наук, профессор; e-мэйл: lptroshin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1232-2077>.

### Information about authors

**Natalia P. Doroshenko**, Dr. Agric. Sci., Chief Staff Scientist, Laboratory of Grape Biotechnology; e-mail: n.doroshenko2013@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7284-120X>;

**Valentina G. Puzirnova**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Quality Control in Vine and Wine Production; e-mail: ruswinebooks@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3930-1639>;

**Leonid P. Troshin**, Dr. Biol. Sci., Professor; e-mail: lptroshin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1232-2077>.

Статья поступила в редакцию 31.03.2022, одобрена после рецензии 05.05.2022, принята к публикации 20.05.2022

## ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА!

9 мая отметила замечательную дату ученый-селекционер Людмила Константиновна Киреева. Вся трудовая жизнь юбиляра прошла в институте «Магарач».

Людмила Константиновна родилась в Симферополе. После окончания Крымского сельскохозяйственного института в 1961 г. пришла в отдел селекции института «Магарач», где стала постигать азы науки под руководством легендарного ученого Павла Яковлевича Голодриги. Позже она успешно защитила в Одесском госуниверситете диссертацию на тему «Исследование путей диагностики морозоустойчивости виноградного растения» и стала кандидатом биологических наук.

Всю свою трудовую жизнь она посвятила созданию новых сортов винограда. Людмила Константиновна является одним из соавторов таких сортов винограда, как Аврора Магарача, Поливитис Магарача, Интервитис Магарача, Цитронный Магарача и др. До сих пор в своих публикациях ученые ссылаются на уже ставшие классическими работы Людмилы Константиновны в области полиплоидии, мутагенеза и аутбридинга. Заслуживает внимания также ее монография «Новые сорта винограда» (Ялта, ВНИИВиВ «Магарач», 1993).

Людмила Константиновна являлась ответственным исполнителем в коллективной работе по созданию сорта Цитронный Магарача, ставшего главной удачей в селекционной программе профессора П.Я. Голодриги и его учеников. В 2004 г. институт «Магарач» получил авторское свидетельство и патент на этот сорт в России. Марка вина «Шато Тамань. Цитронный Магарача» получила ряд наград на российских и международных конкурсах вин. В нынешнем году ООО «Фанагория» выпустила новую марку полусухого вина «The Lines. Рислинг-Цитронный Магарача».

Людмила Константиновна является одним из первых учеников школы П.Я. Голодриги, воспринявшим многие лучшие качества учителя – его высокую работоспособность, азарт исследователя, стремление к максимальной достоверности результатов. Более чем тридцатилетняя трудовая деятельность Людмилы Константиновны Киреевой внесла весомый вклад в развитие школы селекции «Магарача», в ее высокий авторитет в научном мире.

Коллектив института «Магарач» сердечно поздравляет Людмилу Константиновну с юбилеем и желает здоровья, крепости духа, ясного ума, хорошего настроения!





## Влияние биометрических показателей подвойных и привойных сортов на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда

Иванченко В.И.<sup>✉</sup>, Иванова М.И., Потанин Д.В., Замета О.Г.

Агротехнологическая академия Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное

<sup>✉</sup>magarach.iv@mail.ru

**Аннотация.** Проведён регрессионный анализ биометрических показателей виноградных лоз подвойных и привойных сортов винограда и их влияния на выход стандартного посадочного материала. Установлено, что применение многомерного кросскорреляционного анализа позволяет выбрать биометрические показатели подвойных и привойных лоз винограда, оказывающих достоверное влияние на выход привитого стандартного посадочного материала. Объектами исследований были лозы подвойных и привойных сортов винограда, из которых в дальнейшем производились привитые черенки, а также выращенные в условиях открытой грунтовой школки стандартные однолетние саженцы сорто-подвойных комбинаций винограда. При этом подбирались такие комбинации привойных и подвойных сортов, среди которых были как достоверно совместимые, так и имеющие явную несовместимость по механическому или физиологическому типам. Максимальное варьирование изучаемых параметров зафиксировано у показателя длины срезаемых лоз подвойных сортов, а также показателей площади поперечного сечения сердцевин подвойных и привойных лоз и площади поперечного сечения древесины подвойных сортов. Предложенная регрессионная модель по оценке биометрических показателей подвойных и привойных лоз позволяет выбрать показатели, оказывающие наиболее достоверное влияние по коэффициентам детерминации ( $r^2$ ) на выход стандартного посадочного материала. При этом теснота связей составила 83,78%. Теоретические основы аффинитета сорто-подвойных комбинаций впервые переведены в цифровую форму в виде математических моделей. Разработанные модели могут применяться не только в научном процессе, но также и в производстве для предварительного прогноза выхода стандартного посадочного материала винограда из производственной школки ещё на этапе заготовки лоз подвоев и привоев.

**Ключевые слова:** виноград; сорто-подвойные комбинации; биометрические показатели; регрессионный анализ; корреляционная зависимость; выход стандартного посадочного материала.

**Для цитирования:** Иванченко В.И., Иванова М.И., Потанин Д.В., Замета О.Г. Влияние биометрических показателей подвойных и привойных лоз на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):112-118. DOI 10.35547/IM.2022.74.26.002

ORIGINAL RESEARCH

## The effect of biometric indicators of rootstock and graft varieties on compatibility of varietal-rootstock combinations of grapes

Ivanchenko V.I.<sup>✉</sup>, Ivanova M.I., Potanin D.V., Zameta O.G.

Agrotechnological Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», Agrarnoye village, 295492 Simferopol, Republic of Crimea, Russia

<sup>✉</sup>magarach.iv@mail.ru

**Abstract.** A regression analysis of biometric indicators of vines of rootstock and graft grape varieties and their impact on the output of standard planting material was carried out. It is established that the use of multidimensional cross-correlation analysis allows you to select biometric indicators of rootstock and graft vines that have a significant impact on the output of grafted standard planting material. The objects of research were the vines of rootstock and graft grape varieties, from which grafted cuttings were subsequently produced, as well as standard annual seedlings of varietal-rootstock combinations of grapes grown in an open-earth nursery. At the same time, such combinations of graft and rootstock varieties were selected, among which there were both reliably compatible and having obvious incompatibility in mechanical or physiological types. The maximum variation of the studied parameters was recorded in the cut vine length indicator of rootstock varieties, as well as in the indicators of cross-sectional area of the rootstock and graft vine piths, and cross-sectional area of the wood of rootstock varieties. The proposed regression model for evaluation of biometric indicators of rootstock and graft vines allows you to select the indicators that have the most significant impact by the coefficients of determination ( $r^2$ ) on the output of standard planting material. At the same time, the correlation ratio was 83.78%. The theoretical basis of affinity of varietal-rootstock combinations was digitized for the first time in the form of mathematical models. The developed models can be used not only in the scientific process, but also in production for a preliminary forecast of the output of standard planting material of grapes from the production nursery at the stage of harvesting vines of rootstocks and grafts.

**Key words:** grapes; varietal-rootstock combinations; biometric indicators; regression analysis; correlation dependence; output of standard planting material.

**For citation:** Ivanchenko V.I., Ivanova M.I., Potanin D.V., Zameta O.G. The effect of biometric indicators of rootstock and graft varieties on compatibility of varietal-rootstock combinations of grapes. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):112-118 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.74.26.002

## Введение

Залогом высокой продуктивности промышленных насаждений является качественный посадочный материал [1, 2]. В виноградарстве в соответствии с действующими стандартами и нормативами на сегодня используется исключительно отечественный привитой посадочный материал, который характеризуется высокой устойчивостью к почвенной форме филлоксеры. Установлено, что, поскольку используемые подвойные сорта винограда имеют североамериканское происхождение, они могут анатомически отличаться от привойных сортов винограда, относящихся к виду *Vitis vinifera* [3, 4]. Отличия в анатомии могут приводить к несовместимости, поскольку развитие древесины и, как следствие, проводящей системы саженцев может быть неодинаковым в зависимости от подобранной сорто-подвойной комбинации [5-7].

Задача установить различия биометрических показателей между подвойной и привойной частями нового привитого растения и провести оценку их влияния на выход стандартного посадочного материала зачастую решается описательными методами проведения анатомирования саженцев без проверки достоверности результатов подобного исследования [8]. Однако на сегодня любые результаты исследования должны проверяться на достоверность и репрезентативность. Это требует цифровизации полученных результатов, а также поиска наиболее достоверных факторов, оказывающих влияние на конечный результат [9, 10]. От совместимости сорто-подвойных комбинаций винограда зависит выход стандартного посадочного материала, а поиск тесноты связей определяется регрессионным анализом с выбором факторов, имеющих наибольшую тесноту связей с функцией.

Следовательно, необходимо провести регрессионный анализ биометрических факторов лоз подвойных и привойных сортов винограда и выход стандартного посадочного материала, и провести выбор по тесноте связей тех из них, которые в большей степени оказывают влияние на последний.

## Цель работы

При помощи многомерного кросскорреляционного анализа выбрать биометрические показатели подвойных и привойных лоз винограда, оказывающих достоверное влияние на выход привитого стандартного посадочного материала.

## Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2018–2021 гг. на базе прививочного комплекса кафедры плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологической академии» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского». Объектами исследований были лозы подвойных и привойных сортов винограда, из которых в дальнейшем производились привитые черенки, а также выращенные согласно ГОСТ Р 53025-2008 в условиях открытой грунтовой школки стандартные однолетние саженцы сорто-подвойных комбинаций винограда, представленные техническими районированными сортами Сира, Мальбек, Каберне-Совиньон

и перспективным Вионье, привитые на районированных подвойных сортах Берландиери х Рупестрис Рюгжери 140, Берландиери х Рипариа Кобер 5ББ, Берландиери х Рипариа СО<sub>4</sub>, Рипариа х Рупестрис 101-14 и Шасла х Берландиери 41Б.

Для проведения регрессионного анализа выбрано в качестве функции – выход стандартного посадочного материала (в % от количества высаженных в открытую грунтовую школку стратифицированных привитых черенков). Как показатели, входящие в регрессионную модель, взяты биометрические параметры лоз подвойных и привойных сортов, из которых ранее изготовлены привитые саженцы винограда. Сами показатели взяты по средним данным слепой выборки обследования партии, в соответствии с действующим ГОСТ 28181-89. Полученные результаты занесены в базу данных расчётной программы, которая разработана авторами данной статьи, и в дальнейшем осуществлён выбор оптимальной регрессионной модели по наиболее плотному коэффициенту корреляции [9].

## Результаты и их обсуждение

Для проведения регрессионного анализа была разработана программа, которая способна накапливать базу данных из различных параметров, а в дальнейшем осуществлять сравнительный анализ по включённым в неё алгоритмам. В программу включена возможность осуществлять просчёт регрессий по приведенным ниже формулам.

Линейная:  $Y = a_0 + a_1 * X_1 + \dots + a_n * X_n$ ;

обратная:  $Y = a_0 + a_1 / X_1 + \dots + a_n / X_n$ ;

обратная 2:  $Y = 1 / (a_0 + a_1 * X_1 + \dots + a_n * X_n)$ ;

линия степени  $\frac{1}{2}$  (коренная):

$$Y = a_0 + a_1 * \sqrt{X_1} + \dots + a_n * \sqrt{X_n};$$

линия степени  $\frac{1}{2}$  (коренная 2):

$$Y = \sqrt{a_0 + a_1 * X_1 + \dots + a_n * X_n};$$

логарифмическая:  $Y = a_0 + a_1 * \log X_1 + \dots + a_n * \log X_n$ ;

экспоненциальная:  $Y = \exp(a_0 + a_1 * X_1 + \dots + a_n * X_n)$ ;

степенная:  $Y = a_0 + x_1^{a_1} + \dots + x_n^{a_n}$ ;

показательная:  $Y = a_0 + a_1^{x_1} + \dots + a_n^{x_n}$ .

В качестве функции «Y» задан выход стандартного посадочного материала (в %), а параметров модели – биометрические показатели лоз подвойных и привойных сортов винограда. Все исследования проводились в течение 2018-2021 гг., общее количество включённых в базу данных значений для расчёта составило более 1600.

Достоверность модели определялась по уровню общей корреляции. При этом программа в автоматическом режиме выбирала наиболее достоверную по уровню корреляционной зависимости модель и представляла её исследователю. Также осуществлялся расчёт коэффициентов вариации каждого из изучаемых показателей и индивидуальный коэффициент корреляции между каждым из них со значением функции.

В качестве показателей биометрии лоз подвойных и привойных сортов винограда в модель были вклю-

**Таблица.** Статистический отчёт о базе данных  
**Table.** Database statistics report

Переменная	Среднее	Медиана	Коэффициент вариации, %	Среднее квадратическое отклонение	Ошибки среднего	Минимум	Максимум	Асимметрия	Экссесс
X42	57,884	60,000	39,196	22,688	2,929	5,000	93,330	-0,532	-0,500
X12	2,566	2,620	75,688	1,891	0,244	1,150	15,590	5,363	34,595
X13	1,706	1,765	23,984	0,409	0,053	1,000	2,370	-0,174	-1,014
X14	15,029	15,020	12,752	1,916	0,247	11,520	18,480	0,028	-0,824
X15	8,980	8,115	26,367	2,368	0,306	6,580	13,980	1,058	-0,299
X16	7,486	7,600	14,484	1,084	0,140	5,740	9,060	-0,097	-1,390
X17	6,942	7,185	10,413	0,723	0,093	5,550	7,940	-0,649	-0,818
X18	2,807	2,710	24,201	0,679	0,088	1,620	4,180	0,138	-0,745
X19	2,573	2,450	22,679	0,584	0,075	1,650	3,620	0,275	-0,977
X20	2,876	2,640	32,919	0,947	0,122	1,440	4,920	0,418	-0,590
X21	2,803	2,755	19,093	0,535	0,069	2,090	3,710	0,306	-1,167
X22	44,916	45,870	28,215	12,673	1,636	25,860	64,470	0,032	-1,391
X23	38,218	40,505	19,914	7,611	0,983	24,180	49,460	-0,526	-0,910
X24	6,547	5,750	46,924	3,072	0,397	2,060	13,710	0,582	-0,288
X25	5,457	4,705	44,746	2,442	0,315	2,140	10,290	0,583	-0,796
X26	38,369	42,570	37,033	14,209	1,834	14,810	60,240	-0,163	-1,184
X27	32,759	32,210	20,521	6,723	0,868	20,550	45,070	-0,107	-0,626
X28	0,830	0,860	14,391	0,119	0,015	0,520	0,960	-1,216	0,644
X29	0,859	0,870	6,019	0,052	0,007	0,770	0,930	-0,335	-1,165
X30	92,583	92,000	2,434	2,253	0,291	90,000	98,000	1,137	0,555

ченны:

- X12 – средняя длина лозы подвоя, м;
- X13 – средняя длина лозы привоя, м;
- X14 – средняя длина междоузлий подвоев, см;
- X15 – средняя длина междоузлий привоев, см;
- X16 – средний диаметр лоз подвоев, мм;
- X17 – средний диаметр лоз привоев, мм;
- X18 – диаметр сердцевин подвоев, мм;
- X19 – диаметр сердцевин привоев, мм;
- X20 – соотношение диаметров лозы и сердцевин на подвое;
- X21 – соотношение диаметров лозы и сердцевин на привое;
- X22 – площадь поперечного сечения подвойной лозы, мм<sup>2</sup>;
- X23 – площадь поперечного сечения привойной лозы, мм<sup>2</sup>;
- X24 – Площадь поперечного сечения сердцевин у подвойной лозы, мм<sup>2</sup>;
- X25 – площадь поперечного сечения сердцевин у привойной лозы, мм<sup>2</sup>;
- X26 – площадь поперечного сечения древесины у

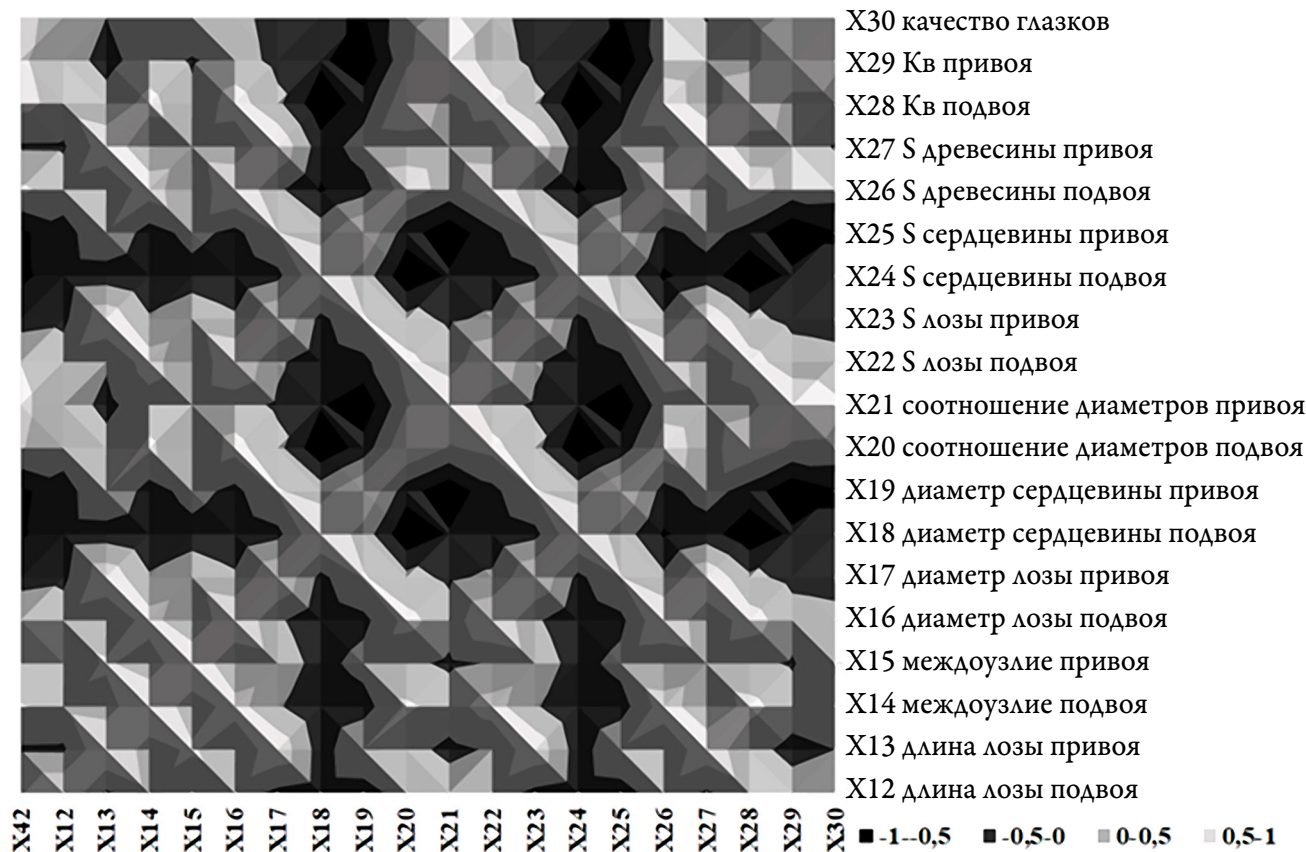
подвойной лозы, мм<sup>2</sup>;

- X27 – площадь поперечного сечения древесины у привойной лозы, мм<sup>2</sup>;
- X28 – коэффициент вызревания (Кв) подвойной лозы;
- X29 – коэффициент вызревания (Кв) привойной лозы;
- X30 – качество глазков привойного сорта, %.

При выполнении расчёта формируются описательные таблицы и таблицы отчёта частной корреляции.

В ходе анализа включённых в модель параметров установлено, что наиболее всего варьировал показатель длины срезаемых лоз подвойных сортов, коэффициент вариации составил 75,69% (табл.). Также сильное варьирование отмечено у таких показателей, как площадь поперечного сечения сердцевин подвойных и привойных лоз и площадь поперечного сечения древесины подвойных сортов, коэффициент варьирования превышал 30%.

Подобная изменчивость наблюдалась и у функции – выходе стандартных саженцев – варьирование



**Рис.** Корреляционная матрица регрессионной модели влияния биометрических показателей лозы подвойных и привойных сортов винограда на выход стандартного привитого посадочного материала

**Fig.** Correlation matrix of regression model of the effect of biometric indicators of the rootstock and graft grape varieties on the output of standard grafted planting material

составило 39,2%. Выход стандартного посадочного материала варьировал от 5,00% до 93,33%, при этом в базу были включены варианты как совместимых сорто-подвойных комбинаций, так и явно несовместимых. Это позволяет утверждать, что разрабатываемая модель может применяться для прогноза для всех сорто-подвойных комбинаций винограда вне зависимости от уровней совместимости.

Общее уравнение регрессии при коэффициенте множественной корреляции 0,9211 является линейным и имеет вид:

$$\begin{aligned}
 X_{42} = & 357.4005 - 41.3040 \cdot X_{12} + 26.8101 \cdot X_{13} + \\
 & 0.8729 \cdot X_{14} - 0.0897 \cdot X_{15} - 167.5078 \cdot X_{16} - \\
 & 2.2856 \cdot X_{17} - 67.2270 \cdot X_{18} + 241.2006 \cdot X_{19} + \\
 & 5.4360 \cdot X_{20} + 87.2190 \cdot X_{21} - 43.9514 \cdot X_{22} + \\
 & 379.4694 \cdot X_{23} + 78.7906 \cdot X_{24} - 432.6260 \cdot X_{25} + \\
 & 59.9514 \cdot X_{26} - 383.6187 \cdot X_{27} + \\
 & 294.7470 \cdot X_{28} - 581.2279 \cdot X_{29} + 1.6742 \cdot X_{30}.
 \end{aligned} \quad (1)$$

Корреляционная матрица показателей, включённых в модель, представлена в виде объёмной поверхностной диаграммы (рис.). Следует отметить, что длина лозы и междуузлия, диаметр, площадь сечения и древесины лозы привойного сорта не оказали существенного влияния на выход стандартного посадочного материала, поскольку корреляционная связь с ним была менее 30%. Эти показатели могут быть исключены из учёта математической модели при уточнении тесноты регрессионного моделирования как

«цифровой шум» [11].

Биометрические показатели лоз подвойных и привойных сортов винограда со средней теснотой связей с функцией имеют как положительную, так и отрицательную корреляцию. Негативно влияющими на выход стандартного посадочного материала являются показатели с отрицательным коэффициентом: диаметр и площадь сердцевины лоз подвойных и привойных сортов в месте изготовления прививки [12]. Показатели, в том числе и расчётные, имеющие положительную корреляционную зависимость, влияют на увеличение выхода стандартного посадочного материала положительно. Это совпадает с мнением учёных, изучающих вопросы совместимости у винограда: чем больше сердцевина у лоз, тем ниже приживаемость привитых растений, а также слабее их рост, что напрямую влияет на выход стандартного посадочного материала [13-15].

Для выбора биометрических показателей, более точно оказывающих влияние на выход стандартного посадочного материала винограда, нами отобраны такие, индивидуальный коэффициент детерминации ( $d=r^2$ ) которых превышает 0,32. При таком коэффициенте теснота связей между показателем и функцией является средней. Средней теснотой связей характеризуются следующие показатели:

- диаметр сердцевины привойной лозы  $d=0,349$ ;
- соотношение диаметров древесины и сердцевины

ны привойной лозы  $d=0,340$ ;

- площадь сердцевины подвойной лозы  $d=0,346$ ;
- площадь сердцевины привойной лозы  $d=0,340$ ;
- площадь древесины подвойной лозы  $d=0,327$ ;
- качество вызревания подвойной лозы  $d=0,404$ ;
- качество глазков на привойной лозе  $d=0,355$ .

Уравнение регрессии с этими показателями имеет коэффициент множественной корреляции 0,8378, что свидетельствует о высокой точности разработанной модели и имеет вид:

$$X_{42} = 356.8829 + 381.5640/X_{19} + 24.0757/X_{21} - 39.0101/X_{24} - 266.3588/X_{25} + 27.7843/X_{26} - 62.1946/X_{28} - 29651.0548/X_{30}. \quad (2)$$

В отличие от предыдущей общей регрессионной модели, которая была показательной, данная является обратной функцией.

Показатели, вошедшие в эту функцию, позволяют объяснить влияние особенностей анатомии лоз и биометрических параметров, объективно сложившихся на момент изготовления прививок, которые подвержены влиянию именно от качества лоз подвойных и привойных сортов винограда на выход стандартного привитого посадочного материала [16].

Так, качество глазков привойных лоз влияет на стандартность, поскольку невыполненные, пораженные вследствие плохой перезимовки или по иным причинам глазки, которые не развились, не позволяют получать какой бы то ни было привитой посадочный материал. Сердцевина у подвойных и привойных лоз является неживой частью лозы, не несущей проводящую и восстановительную функцию [17]. В случае, если сердцевина одного из компонентов привитого черенка в месте прививки будет стыковаться с древесиной другого прививочного компонента, то она также не сможет выполнить свои репарационные функции и в этом месте не будут сформированы проводящая система между подвоем и привоем и совместные каллусные ткани, обеспечивающие прочность срастания [18]. Площадь древесины подвойной лозы и качество вызревания подвойных лоз определяются моделью как важные, поскольку именно эти факторы оказывают существенное влияние на питание привойной части растения в самом начале срастания компонентов (чем больше проводящей системы со стороны подвойной части растения стыкуется с привойной, тем лучше транспортируются влага и питательные вещества) [19]. Это обеспечивает улучшение восстановительных процессов, существенно ускоряет каллусообразование и формирование проводящей системы между привойной и подвойной частями растения. При завершении процессов срастания большая площадь древесины подвойной части обеспечивает её рост за счёт питания водой и необходимыми элементами. Подвойная часть значительно интенсифицируется сразу после формирования прямых проводящих пучков между привоем и подвоем [20].

Нами были переведены в цифровую форму в виде математической модели положения из теорий по аф-

финитету [14, 21, 22]. Подобное математическое моделирование не было найдено ни в отечественной, ни в доступной зарубежной литературе, связанной с аффинитетом у винограда.

Разработанные модели могут применяться не только в научном процессе, но также и в производстве для предварительного прогноза выхода стандартного посадочного материала винограда из производственной школки ещё на этапе заготовки лоз подвоев и привоев. Это даст возможность производителю определить себестоимость производства привитого посадочного материала относительно качественных биометрических показателей лоз. В случае, если в доступности имеется ограниченное количество лоз для изготовления привитых компонентов, можно спрогнозировать предельный верхний показатель выхода стандартного посадочного материала при формировании портфеля фьючерских заказов на его реализацию.

### Выводы

Применение многомерного кросскорреляционного анализа позволяет выбрать биометрические показатели подвойных и привойных лоз винограда, оказывающих достоверное влияние на выход привитого стандартного посадочного материала.

Максимальное варьирование изучаемых параметров зафиксировано у показателей: длина срезаемых лоз подвойных сортов, площадь поперечного сечения сердцевины подвойных лоз, площадь поперечного сечения сердцевины привойных лоз и площадь поперечного сечения древесины подвойных сортов.

Предложенная регрессионная модель по оценке биометрических показателей подвойных и привойных лоз позволяет выбрать показатели, оказывающие наиболее достоверное влияние по коэффициентам детерминации ( $r^2$ ) на выход стандартного посадочного материала. При этом теснота связей составила 83,78%.

Теоретические основы аффинитета сорто-подвойных комбинаций впервые переведены в цифровую форму в виде математических моделей. Разработанные модели могут применяться не только в научном процессе, но также и в производстве для предварительного прогноза выхода стандартного посадочного материала винограда из производственной школки ещё на этапе заготовки лоз подвоев и привоев.

### Источник финансирования

Работа выполнена при поддержке гранта Государственного Совета Республики Крым молодым ученым Республики Крым в номинации «Сельскохозяйственные науки» проект «Разработка универсальных способов ранней диагностики совместимости сорто-подвойных комбинаций винограда» на основании Постановления Президиума Государственного Совета Республики Крым № п66-2/20 от 04.02.2020 г.

### Financing source

The work was supported by a grant of the State Council of the Republic of Crimea to young scientists of the Republic of Crimea in the nomination "Agricultural

Sciences" project "Development of universal methods for early diagnosis of compatibility varietal-rootstock combinations of grapes" on the basis of Decree of the State Council of the Republic of Crimea Presidium No. p66-2/20 dated 04.02. 2020.

### Конфликт интересов

Иванова М.И. – проведение научно-исследовательских работ при поддержке гранта Государственного Совета Республики Крым молодым ученым Республики Крым в номинации «Сельскохозяйственные науки» проект «Разработка универсальных способов ранней диагностики совместимости сорто-подвойных комбинаций винограда» на основании Постановления Президиума Государственного Совета Республики Крым № п66-2/20 от 04.02.2020г., другие авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

### Conflict of interests

Ivanova M.I. – carrying out research work supported by a grant of the State Council of the Republic of Crimea to young scientists of the Republic of Crimea in the nomination "Agricultural Sciences" project "Development of universal methods for early diagnosis of compatibility varietal-rootstock combinations of grapes" on the basis of Decree of the State Council of the Republic of Crimea Presidium No. p66-2/20 dated 04.02. 2020.

### Список литературы

- Ollat N., Bordenave L., Tandonnet J.P., Boursiquot J.M., Marguerit E. Grapevine rootstocks: Origins and perspectives. *Acta Hortic.* 2016;1136:11–22.
- Waite H., Whitelaw-Weckert M., Torley P. Grapevine propagation: Principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. *N. Zeal. J. Crop. Hortic. Sci.* 2015;43:144–161.
- Cookson S.J., Ollat N. Grafting with rootstocks induces extensive transcriptional re-programming in the shoot apical meristem of grapevine. *BMC Plant Biol.* 2013;13:147. DOI 10.1186/1471-2229-13-147.
- Mudge K., Janick J., Scofield S., Goldschmidt E.E. A history of grafting. *Hortic. Rev.* 2009;35:437–493.
- Assunção M., Santos C., Brazão J., Eiras-Dias J.E., Feveiro P. Understanding the molecular mechanisms underlying graft success in grapevine. *BMC Plant Biol.* 2019;19:396. DOI 10.1186/s12870-019-1967-8.
- Berger M.M., Gallusci P., Teyssier E. Roles of epigenetic mechanisms in grafting and possible applications. *Advances in Botanical Research.* 2018;88:203–246. DOI 10.1016/bs.abr.2018.10.003.
- Gaut B.S., Miller A.J., Seymour D.K. Living with two genomes: grafting and its implications for plant genome-to-genome interactions, phenotypic variation, and evolution. *Annual Review of Genetics.* 2019;53:195–215. DOI 10.1146/annurev-genet-112618-043545.
- Hartmann H.T., Kester D.E. *Plant propagation: principles and practices.* New Jersey, NJ: Prentice-Hall. 2002:1-808.
- Иванченко В.И., Замета О.Г., Потанин Д.В., Зотиков А.Ю., Иванова М.И., Корниенко П.С. *Питомниководство. Определение степени аффинитета (совместимости) сорто-подвойных комбинаций у винограда и плодово-ягодных культур: учебное пособие / Симферополь: Полипринт. 2021:29-38.*
- Bianchi D., Grossi D., Tincani D.T.G., Di Lorenzo G.S., Brancadoro L., Rustioni L. Multi-parameter characterization

of water stress tolerance in Vitis hybrids for new rootstock selection. *Plant Physiol. Biochem.* 2018;132:333–340. DOI 10.1016/j.plaphy.2018.09.018.

- Елисеєва И.И., Юзбашев М.М. *Общая теория статистики: Учебник / Под ред. И.И. Елисеєвой. 4-е издание, переработанное и дополненное. М.: Финансы и Статистика, 2002:1-480.*
- Moreno M.J.C., Hevin C., Ollat N., Cookson S.J. Developments at the graft interface in homo-and heterografts: gene expression and histological changes during the first month after grafting. *Plant Signal. Behav.* 2014;9:2997–3008. DOI 10.4161/psb.28852.
- Жуков А.И., Перов Н.Н., Ильяшенко Н.Н. *Привитая культура винограда. М.: Росагропромиздат. 1989:1–160.*
- Осадчий И.Я. *Анатомия и морфология настольной виноградной прививки. Новочеркасск: Лик. 2011:1–86.*
- Dogra K., Kour K., Kumar R., Bakshi P., Kumar V. Graft-Incompatibility in Horticultural Crops. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* 2018;7(2):1805–1820. DOI 10.20546/ijcmas.2018.702.218.
- Vršič S., Pulko B., Kocsis L. Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks. *Scientia Horticulturae.* 2015;181:168–173. DOI 10.1016/j.scienta.2014.10.058.
- Spicer R., Groover A. Evolution of development of vascular cambium and secondary growth. *New Phytol.* 2010;186:577–592. DOI 10.1111/j.1469-8137.2010.03236.x.
- Peccoux A., Loveys B., Zhu J., Gambetta G.A., Delrot S., Vivin P., Schultz H.R. et al. Dissecting the rootstock control of scion transpiration using model-assisted analyses in grapevine. *Tree Physiol.* 2018;38(7):1026–1040. DOI 10.1093/treephys/tpx153.
- Santarosa E., de Souza P.V.D., de Araujo Mariath J.E., Lourosa G.V. Physiological interaction between rootstock-scion: effects on xylem vessels in Cabernet-Sauvignon and Merlot grapevines. *Am. J. Enol. Viticult.* 2016;67:65–76. DOI 10.5344/ajev.2015.15003.
- Tedesco S., Pina A., Feveiro P., Kragler F. A phenotypic search on graft compatibility in grapevine. *Agronomy.* 2020;10(5):706. DOI 10.3390/agronomy10050706.
- Asahina M., Satoh S. Molecular and physiological mechanisms regulating tissue reunion in incised plant tissues. *J Plant Res.* 2015;128:381–388. DOI 10.1007/s10265-015-0705-z.
- Pina A., Cookson S.J., Calatayud A., Trincherà A., Errea P. Physiological and molecular mechanisms underlying graft compatibility. *Vegetable Grafting Principles and Practices.* 2017:132–154. DOI 10.1079/9781780648972.0132.

### References

- Ollat N., Bordenave L., Tandonnet J.P., Boursiquot J.M., Marguerit E. Grapevine rootstocks: Origins and perspectives. *Acta Hortic.* 2016;1136:11–22.
- Waite H., Whitelaw-Weckert M., Torley P. Grapevine propagation: Principles and methods for the production of high-quality grapevine planting material. *N. Zeal. J. Crop. Hortic. Sci.* 2015;43:144–161.
- Cookson S.J., Ollat N. Grafting with rootstocks induces extensive transcriptional re-programming in the shoot apical meristem of grapevine. *BMC Plant Biol.* 2013;13:147. DOI 10.1186/1471-2229-13-147.
- Mudge K., Janick J., Scofield S., Goldschmidt E.E. A history of grafting. *Hortic. Rev.* 2009;35:437–493.
- Assunção M., Santos C., Brazão J., Eiras-Dias J.E., Feveiro P. Understanding the molecular mechanisms underlying graft success in grapevine. *BMC Plant Biol.* 2019;19:396. DOI 10.1186/s12870-019-1967-8.

6. Berger M.M., Gallusci P., Teyssier E. Roles of epigenetic mechanisms in grafting and possible applications. *Advances in Botanical Research*. 2018;88:203–246. DOI 10.1016/bs.abr.2018.10.003.
7. Gaut B.S., Miller A.J., Seymour D.K. Living with two genomes: grafting and its implications for plant genome-to-genome interactions, phenotypic variation, and evolution. *Annual Review of Genetics*. 2019;53:195–215. DOI 10.1146/annurev-genet-112618-043545.
8. Hartmann H.T., Kester D.E. *Plant propagation: principles and practices*. New Jersey, NJ: Prentice-Hall. 2002:1–808.
9. Ivanchenko V.I., Zameta O.G., Potanin D.V., Zotikov A.Yu., Ivanova M.I., Kornienko P.S. Nursery breeding. Determination of the affinity degree (compatibility) of varietal-rootstock combinations in grapes and fruit and berry crops: a textbook. Simferopol: Polyprint. 2021:29–38 (*in Russian*).
10. Bianchi D., Grossi D., Tincani D.T.G., Di Lorenzo G.S., Brancadoro L., Rustioni L. Multi-parameter characterization of water stress tolerance in *Vitis* hybrids for new rootstock selection. *Plant Physiol. Biochem.* 2018;132:333–340. DOI 10.1016/j.plaphy.2018.09.018.
11. Eliseeva I.I., Yuzbashev M.M. *General theory of statistics: a textbook*. Edited by I. I. Eliseeva. 4th edition, revised and expanded. M.: Finances and Statistics. 2002:1–480 (*in Russian*).
12. Moreno M.J.C., Hevin C., Ollat N., Cookson S.J. Developments at the graft interface in homo- and heterografts: gene expression and histological changes during the first month after grafting. *Plant Signal. Behav.* 2014;9:2997–3008. DOI 10.4161/psb.28852.
13. Zhukov A.I., Perov N.N., Ilyashenko N.N. *Grafted grape culture*. M.: Rosagropromizdat. 1989:1–160 (*in Russian*).
14. Osadchy I.Ya. *Anatomy and morphology of table grape grafting*. Novocheerkassk: Lik. 2011:1–86 (*in Russian*).
15. Dogra K., Kour K., Kumar R., Bakshi P., Kumar V. Graft-Incompatibility in Horticultural Crops. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018;7(2)1805–1820. DOI 10.20546/ijcmas.2018.702.218.
16. Vršič S., Pulko B., Kocsis L. Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks. *Scientia Horticulturae*. 2015;181:168–173. DOI 10.1016/j.scienta.2014.10.058.
17. Spicer R., Groover A. Evolution of development of vascular cambia and secondary growth. *New Phytol.* 2010;186:577–592. DOI 10.1111/j.1469-8137.2010.03236.x.
18. Peccoux A., Loveys B., Zhu J., Gambetta G.A., Delrot S., Vivin P., Schultz H.R. et al. Dissecting the rootstock control of scion transpiration using model-assisted analyses in grapevine. *Tree Physiol.* 2018;38(7):1026–1040. DOI 10.1093/treephys/txp153.
19. Santarosa E., de Souza P.V.D., de Araujo Mariath J.E., Lourosa G.V. Physiological interaction between rootstock-scion: effects on xylem vessels in Cabernet-Sauvignon and Merlot grapevines. *Am. J. Enol. Viticult.* 2016;67:65–76. DOI 10.5344/ajev.2015.15003.
20. Tedesco S., Pina A., Fevereiro P., Kragler F. A phenotypic search on graft compatibility in grapevine. *Agronomy*. 2020;10(5):706. DOI 10.3390/agronomy10050706.
21. Asahina M., Satoh S. Molecular and physiological mechanisms regulating tissue reunion in incised plant tissues. *J Plant Res.* 2015;128:381–388. DOI 10.1007/s10265-015-0705-z.
22. Pina A., Cookson S.J., Calatayud A., Trinchera A., Errea P. Physiological and molecular mechanisms underlying graft compatibility. *Vegetable Grafting Principles and Practices*. 2017:132–154. DOI 10.1079/9781780648972.0132.

### Информация об авторах

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

**Маргарита Игоревна Иванова**, аспирант кафедры плодовоощеводства и виноградарства; e-мэйл: imi\_2712@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3749-9525>;

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

**Олег Григорьевич Замета**, канд. с.-х. наук, доцент кафедры плодовоощеводства и виноградарства; e-мэйл: zameta\_oleg@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7449-2840>.

### Information about authors

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

**Margarita I. Ivanova**, Postgraduate Student of the Department of Horticulture and Viticulture; e-mail: imi\_2712@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3749-9525>;

**Dmitriy V. Potanin**, Cand. Agric. Sci., Associate Professor of the Department of Horticulture and Viticulture; e-mail: potanin.07@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3724-8758>;

**Oleg G. Zameta**, Cand. Agric. Sci., Associate Professor of the Department of Horticulture and Viticulture; e-mail: zameta\_oleg@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7449-2840>.

Статья поступила в редакцию 13.04.2022, одобрена после рецензии 21.04.2022, принята к публикации 20.05.2022

# Анализ территориального распределения климатических факторов, характеризующих влагообеспеченность территории Крымского полуострова

Рыбалко Е.А.<sup>✉</sup>, Баранова Н.В.

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

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

**Аннотация.** Качество винограда для получения виноградарско-винодельческой продукции существенным образом зависит от агроклиматических условий территории его возделывания. Одним из важнейших для виноградного растения климатических параметров является влагообеспеченность территории. От этого показателя зависит величина урожая и качественные характеристики продукции. В работе представлен анализ территориального распределения климатических факторов, характеризующих влагообеспеченность территории Крымского полуострова. В качестве материалов были использованы электронная модель рельефа SRTM-3 территории Крымского полуострова и многолетние данные метеонаблюдений на 17 метеостанциях Крыма и Севастополя за 1985–2020 гг. Для проведения исследований была собрана и проанализирована метеорологическая информация, необходимая для расчёта климатических факторов, характеризующих влагообеспеченность территории Крымского полуострова и важных для производства винограда. Проанализировано три показателя: осадки за год, осадки за вегетационный период и гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК). Для оптимизации размещения виноградных насаждений, проведён сравнительный анализ закономерностей пространственного распределения рассматриваемых факторов. Установлено, что анализируемые факторы имеют схожие закономерности пространственного варьирования под влиянием рельефа, гидрологических и географических параметров территории. Поэтому был осуществлён подбор шага классификации величин каждого из анализируемых факторов для совмещения границ их классов. По группе проанализированных факторов, построена комплексная цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения влагообеспеченности на территории Крымского полуострова, согласно которой выделено 4 класса. Полученные разработки могут служить основой для агроэкологической оптимизации сортового состава и терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли Республики Крым.

**Ключевые слова:** климатические факторы; влагообеспеченность территории; геоинформационное моделирование; цифровая картографическая модель; Крымский полуостров.

**Для цитирования:** Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Анализ территориального распределения климатических факторов, характеризующих влагообеспеченность территории Крымского полуострова // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):119-123. DOI 10.35547/IM.2022.69.57.003

ORIGINAL RESEARCH

# Analysis of territorial distribution of climatic factors characterizing moisture availability of the Crimean Peninsula territory

Rybalko E.A.<sup>✉</sup>, Baranova N.V.

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

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

**Abstract.** The quality of grapes for obtaining products of viticulture and winemaking significantly depends on agro-climatic conditions of the territory of its cultivation. One of the most important climatic parameters for a grape plant is the moisture availability of the territory. Cropping capacity and quality characteristics of the product depend on this indicator. The work presents an analysis of territorial distribution of climatic factors characterizing moisture availability of the Crimean Peninsula territory. The materials used were the SRTM-3 electronic terrain model of the Crimean Peninsula and long-term meteorological observation data of 17 meteorological stations in Crimea and Sevastopol for 1985–2020. To conduct the research, meteorological information, necessary for evaluating climatic factors that characterize moisture availability of the Crimean Peninsula territory and important for grape production, was collected and analyzed. Three indicators were evaluated: precipitation in the space of a year, precipitation in the space of a growing season, and the Selyaninov hydrothermal coefficient (HTC). To optimize the placement of grape plantings, a comparative analysis of spatial distribution patterns of factors under consideration was carried out. It is established that the analyzed factors have similar patterns of spatial distribution under the influence of terrain, hydrological and geographical parameters of the territory. Therefore, the classifying step of values of every analyzed factor was selected to match their class limits. According to the group of analyzed factors, a complex digital large-scale map of spatial distribution of moisture availability on the Crimean Peninsula territory was compiled, according to which four classes were identified. The obtained intentions can serve as a basis for agro-ecological optimization of varietal composition and terroir specialization of viticultural and winemaking industry of the Republic of Crimea.

**Key words:** climatic factors; moisture availability of the territory; geoinformation modeling; digital cartographic model; the Crimean Peninsula.

**For citation:** Rybalko E.A., Baranova N.V. Analysis of territorial distribution of climatic factors characterizing moisture availability of the Crimean Peninsula territory. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2022; 24(2):119-123 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.69.57.003



## Введение

Качество винограда для получения виноградарско-винодельческой продукции существенным образом зависит от агроклиматических условий территории его возделывания [1-4].

Связь климатических условий территории с потребностями сельскохозяйственных культур учитывается при разработке мероприятий, направленных на более полное и эффективное использование биоклиматических ресурсов при формировании урожая [5].

Выделение агроклиматических районов для оптимального размещения виноградных насаждений основано на соответствии требований промышленного сорта винограда природным ресурсам конкретного региона возделывания [6, 7].

Одним из важнейших для виноградного растения климатических параметров является влагообеспеченность территории. От этого показателя зависит величина урожая и качественные характеристики продукции.

Оценку климатических ресурсов территории проводят с помощью агроклиматических показателей, которые оказывают существенное влияние на рост, развитие и продуктивность растения. Такие показатели главным образом определяют, насколько растение обеспечено влагой и теплом. Для определения влагообеспеченности виноградного растения используют гидротермический коэффициент Г.Т. Селянинова (ГТК), который представляет собой отношение осадков к испаряемости [8, 9].

Низкая влагообеспеченность и высокие температуры в период роста и созревания ягод являются стрессовыми факторами для винограда, что в конечном счете приводит к снижению продуктивности насаждений [10].

Большое влияние на качество оказывают осадки, выпадающие в конце формирования и созревания ягод. Для созревания винограда после обильных дождей требуется дополнительная сумма активных температур [11].

Вопросы влияния климата на качественные показатели винограда являются актуальными во многих регионах мира.

Ученые Венгрии в исследованиях оценили прошлые изменения значений климатических факторов. Особое внимание они уделили прогнозируемым изменениям вегетационных индексов до конца 21-го века [12].

На территории южной части Румынии в течение последних двадцати лет проводятся наблюдения относительно влияния климатических показателей на качественные и количественные параметры наиболее распространенного румынского сорта винограда Fetească regală [13].

В США и на территории Европы ведутся работы по изучению пространственной и временной изменчивости климатических индексов, влияющих на виноград. В американских винодельческих районах в Калифорнии, Орегоне, Вашингтоне и Айдахо про-

водились исследования климата на предмет пригодности для виноделия с использованием цифровой климатической модели PRISM, содержащей данные за период 1971–2000 гг. и имеющей пространственное разрешение 400 м. Результаты показывают, что пространственная изменчивость климата в пределах винодельческих районов может быть значительной, причем некоторые регионы включают в себя до пяти климатических классов, пригодных для виноградарства [14, 15, 16].

Актуальность данной темы и недостаточное внимание, уделяемое ей в мировой науке, послужили целью проведения настоящих исследований по анализу территориального распределения факторов, характеризующих влагообеспеченность территории.

Цель исследования: проанализировать распределение климатических факторов, характеризующих условия влагообеспеченности для выращивания винограда на территории Крымского полуострова.

## Материалы и методы исследования

Исследования проведены на базе сектора агроэкологии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН».

В качестве материалов были использованы электронная модель рельефа SRTM-3 (NASA Shuttle Radar Topography Mission) территории Крымского полуострова с пространственным разрешением 3 угловые секунды и данные метеонаблюдений на 17 метеостанциях Крыма и Севастополя за 1985–2020 гг. [17].

Работы выполнены в соответствии с методиками по оптимизации размещения виноградных насаждений и методическими рекомендациями [18].

Подгонка (подбор) коэффициентов в математических моделях производилась методом наименьших квадратов.

Для визуализации пространственного распределения агроэкологических ресурсов, анализа влияния морфометрических особенностей местности на агроклиматические условия, а также целей агроэкологического моделирования использованы географические информационные системы.

## Результаты и их обсуждение

Для проведения исследований была собрана и проанализирована метеорологическая информация, необходимая для расчёта климатических факторов, характеризующих влагообеспеченность территории Крымского полуострова и важных для производства винограда. Для этого использовали три показателя: осадки за год, осадки за вегетационный период и гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК).

При расчетах использовали данные за 36 лет, собранные на 17 метеостанциях Крымского полуострова (табл.1) [17].

Годовое количество осадков на территории Крымского полуострова составляет 297–615 мм. Минимальное их количество выпадает в степной части Крыма, в районе метеостанции Клепинино, максимальное – в окрестностях города Ялты.

На рост и развитие урожая винограда значи-

тельное влияние оказывает сумма осадков за вегетационный период. За рассматриваемый многолетний период наибольшие средние значения данного фактора наблюдались в районах метеостанций Почтовое (299 мм), Ялта (298 мм) и Белогорск (287 мм). Наименьшее количество осадков за вегетационный период выпало на территории западной части полуострова (Черноморское – 184 мм и Раздольное – 189 мм).

В зависимости от географического положения метеостанции значение гидротермического коэффициента варьирует от 0,5 (Раздольное, Черноморское, Евпатория) до 0,9 (Почтовое) [19].

Поскольку разделение изучаемой территории по ранее принятой классификации каждого из проанализированных климатических факторов привело бы к большой раздробленности ампелоэкопотов и сложности практического применения полученных результатов для оптимизации размещения виноградных насаждений, был проведён сравнительный анализ закономерностей пространственного распределения рассматриваемых факторов. Установлено, что анализируемые факторы имеют схожие закономерности пространственного варьирования под влиянием рельефа, гидрологических и географических параметров территории. Поэтому был осуществлён подбор шага классификации величин каждого из анализируемых факторов для совмещения границ их классов. Результаты представлены в табл. 2.

За основу установления границ класса факторов, характеризующих влагообеспеченность территории, была взята градация гидротермического коэффициента Селянинова с шагом 0,2.

По группе проанализированных факторов, характеризующих влагообеспеченность территории построена комплексная цифровая крупномасштабная карта. Все значения ячеек полученной карты систематизированы в соответствии с границами классов, приведёнными в табл. 2.

На карте было выделено 4 класса (рис.).

По полученным данным 63,7% площади Крымского полуострова входит во второй класс. В основном – это центральная часть и прибрежные районы южной и юго-восточной частей полуострова. По факторам влагообеспеченности эту местность можно

**Таблица 1.** Среднее многолетнее значение климатических факторов, характеризующих влагообеспеченность территории

**Table 1.** Average long-term value of climatic factors characterizing moisture availability of the territory

Наименование метеостанции	Климатические факторы		
	Сумма осадков, мм		Гидротермический коэффициент Селянинова (ГТК)
	за год	за вегетационный период	
Ишунь	369	202	0,6
Джанкой	327	231	0,7
Клепинино	297	217	0,6
Раздольное	355	189	0,5
Черноморское	367	184	0,5
Евпатория	383	206	0,5
Керчь	424	226	0,6
Нижнегорск	400	225	0,7
Владиславовка	433	237	0,7
Феодосия	456	253	0,7
Белогорск	487	287	0,8
Симферополь	494	258	0,8
Почтовое	549	299	0,9
Алушта	446	223	0,6
ГНБС	580	250	0,7
Ялта	615	298	0,7
Севастополь	392	202	0,6

**Таблица 2.** Классификация факторов влагообеспеченности территории Крымского полуострова

**Table 2.** Classification of moisture availability factors on the Crimean Peninsula territory

Фактор	Класс			
	1	2	3	4
Гидротермический коэффициент Селянинова	<0,6	0,6-0,8	0,8-1,0	>1,0
Сумма осадков за год, мм	<450	450-560	560-630	630-900
Сумма осадков за вегетационный период, мм	<207	207-265	265-290	290-400
Площадь, га	578687,4	1623041,0	205744,7	139420,7
Площадь, %	22,7	63,7	8,1	5,5

считать засушливой. Оставшиеся прибрежные районы и большая часть Керченского полуострова, что составляет 22,7% от общей площади, входит в первый класс. Данную часть территории можно отнести к очень засушливой зоне.

#### Выводы

В результате сравнительного анализа закономерностей пространственного распределения климатических факторов, характеризующих влагообеспеченность территории, установлено, что некоторые из анализируемых индексов имеют схожие закономерности пространственного варьирования под влия-

нием рельефа, гидрологических и географических параметров территории.

Осуществлён подбор шага классификации величин каждого из проанализированных факторов для совмещения границ их классов. За основу установления границ класса факторов, характеризующих влагообеспеченность территории, была взята градация гидротермического коэффициента Селянинова с шагом 0,2.

Построена комплексная цифровая крупномасштабная карта пространственного распределения влагообеспеченности на территории Крымского полуострова, согласно которой, на данной территории, выделено 4 класса.

Полученные разработки могут служить основой для агроэкологической оптимизации сортового состава и терруарной специализации виноградарско-винодельческой отрасли Республики Крым.

#### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0019.

#### Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0019.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

1. Irimia L. M., Patriche C. V., Roşca B. Changes in oenoclimate aptitude index characterizing climate suitability for characterizing climate suitability for wine production of Romanian wine growing regions. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2017;15(4):755-767. DOI 10.15666/aer/1504\_755767.
2. Смирнов К.В. и др. Виноградарство: учебник. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2017:1-500.
3. Егоров Е.А., Петров В.С. Создание устойчивых саморегулирующихся агроценозов винограда в условиях умеренно континентального климата юга России // *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2017;5:51-54.
4. Novikova L. Yu., Naumova L. G. Dependence of Fresh Grapes and Wine Taste Scores on the Origin of Varieties and Weather Conditions of the Harvest Year in the Northern Zone of Industrial Viticulture in Russia. *Agronomy*. 2020;10:1613. DOI 10.3390/agronomy10101613.
5. Труды ВНИИСХМ. Проблемы агрометеорологии в условиях глобального изменения климата. Под ред. Грингофа И.Г. Обнинск. 2007:1-461.
6. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В. Разработка перспективных картографических моделей прогноза пространственного распределения агроэкологических ресурсов на территории Крымского полуострова // *Плодоводство*

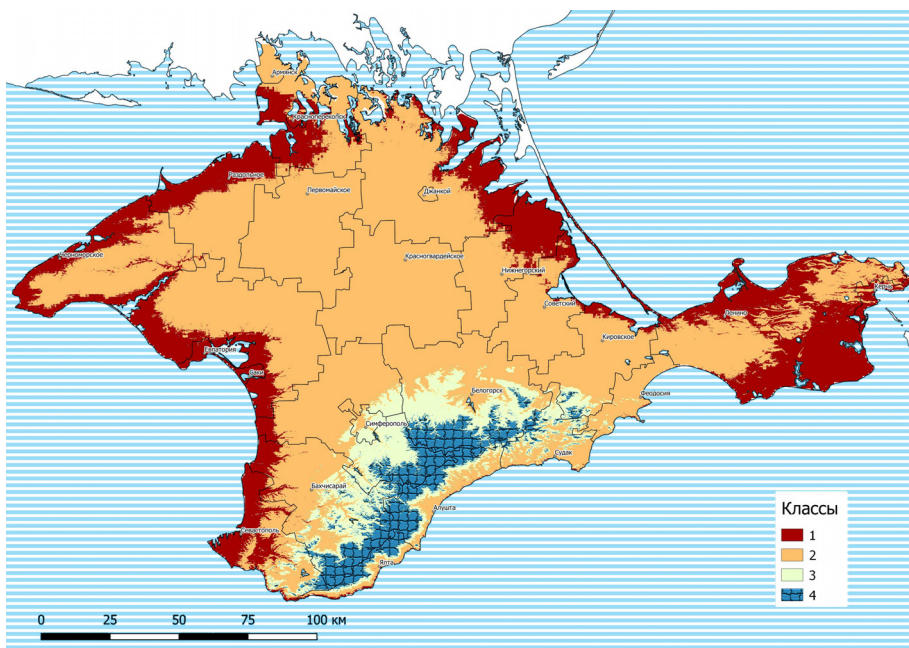


Рис. Картографическая модель пространственного распределения влагообеспеченности на территории Крымского полуострова

Fig. Cartographic model of spatial distribution of moisture availability on the Crimean Peninsula territory

и виноградарство Юга России. 2019;57(03):82-94. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-82-94.

7. Гаджиев М.С. Агроэкологические и социально экономические основы устойчивого развития виноградарства, плодородства и виноделия Южного Дагестана в XXI веке: монография. Махачкала: Юпитер. 2004:1-392.
8. Научно-прикладной справочник по агроклиматическим ресурсам России. - СПб, Ленинградская область. 1994;2(3)1-373.
9. Перстнев Н.Д. Виноградарство. Кишинев: Tipografia Centrala. 2001:1-612.
10. Гинда Е.Ф., Хлебников В.Ф., Трескина Н.Н. Применение регуляторов роста растений как способ реализации продукционного потенциала столовых сортов винограда в условиях Приднестровья. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(4):361-365. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.009.
11. Cornelis van Leeuwen, Olivier Trégoat, Xavier Choné, Benjamin Bois, David Pernet, Jean-Pierre Gaudillère. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *Journal international des sciences de la vigne et du vin*. 2009;43(3):121-134. DOI 10.20870/oeno-one.2009.43.3.798.
12. Ildikó Mesterházy, Róbert Mészáros and Rita Pongrácz. The effects of climate change on grape production in Hungary. *IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service July-September*. 2014;118(3):193-206.
13. Oana Arina Antocea, Georgeta Mihaela Bucur, George Adrian Cojocar. The climate change influences and trends on the grapevine growing in Southern Romania: a long term study. Book of abstracts 42nd Congress of Vine and Wine, 17th General Assembly of the OIV 15th 19th July 2019, CIGG, Geneva, Switzerland. 2019:43-44.
14. Cornelis van Leeuwen, Philippe Friant, Xavier Choné, Olivier Tregoaat, Stephanos Koundouras, Denis Dubourdieu. Influence of Climate, Soil, and Cultivar on Terroir. *American Journal of Enology and Viticulture* 2004;55(3):207-217.
15. Jones G. V., Duff A. A., Hall A., Myers J. W. *Spatial Analysis*

- of Climate in Winegrape Growing Regions in the Western United States. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2010;61(3):313-326.
16. Cardell M. F., Amengual A., Romero R. Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe. *Regional Environmental Change*. 2019;19:2299-2310. DOI 10.1007/s10113-019-01502-x.
  17. Агрометеорологические бюллетени по территории республики Крым // ФГБУ «КРЫМСКОЕ УГМС».
  18. Рекомендации 575/46.00334830.002 94 «Оптимизация размещения виноградных насаждений в Крыму» ИВиВ «Магарач». Ялта. 1993:1-68.
  19. Борисова В.Ю., Баранова Н.В. Анализ территориально временного варьирования ГТК в условиях Крымского полуострова // *Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»*. Ялта. 2019;48:13-15.
- ### References
1. Irimia L. M., Patriche C. V., Roşca B. Changes in oenoclimatic aptitude index characterizing climate suitability for characterizing climate suitability for wine production of Romanian wine growing regions. *Applied Ecology and Environmental Research*. 2017;15(4):755-767. DOI 10.15666/aer/1504\_755767.
  2. Smirnov K.V. et al. *Viticulture: a textbook*. M.: FSSI Rosinformagrotech. 2017:1-500 (in Russian).
  3. Egorov E.A., Petrov V.S. Creation of the resistant selfregulating agrocenoses of grapes in the conditions of moderate-continental climate of the South of Russia. *Bulletin of Russian agricultural science*. 2017;5:51-54 (in Russian).
  4. Novikova L. Yu., Naumova L. G. Dependence of Fresh Grapes and Wine Taste Scores on the Origin of Varieties and Weather Conditions of the Harvest Year in the Northern Zone of Industrial Viticulture in Russia. *Agronomy*. 2020;10:1613. DOI 10.3390/agronomy10101613.
  5. Proceedings of VNIISHM. Problems of agrometeorology in the context of global climate change. Edited by Gringof I.G. Obninsk. 2007:1-461 (in Russian).
  6. Rybalko E.A., Baranova N.V. Development of promising mapping models to estimate spatial distribution of agroecological resources on the territory of the Crimean Peninsula. *Horticulture and viticulture of the South Russia*. 2019;57(03):82-94. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-82-94 (in Russian).
  7. Gadzhiev M.S. Agro-ecological and social-economic foundations of sustainable development of viticulture, fruit growing and winemaking of Southern Dagestan in the 21st century: a monograph. Makhachkala: Jupiter. 2004:1-392 (in Russian).
  8. Scientific and applied reference book on agro-climatic resources of Russia. St. Petersburg, Leningrad region. 1994;2(3)1-373 (in Russian).
  9. Perstnev N.D. *Viticulture*. Kishinev: Tipografia Centrala. 2001:1-612 (in Russian).
  10. Ghinda E.F., Khlebnikov V.F., Treskina N.N. Application of plant growth regulators as a method for realization the production potential of table grapes in the conditions of Pridnestrovie. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;23(4):361-365. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.009 (in Russian).
  11. Cornelis van Leeuwen, Olivier Trégoat, Xavier Choné, Benjamin Bois, David Pernet, Jean-Pierre Gaudillière. Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *Journal international des sciences de la vigne et du vin*. 2009;43(3):121-134. DOI 10.20870/oeno-one.2009.43.3.798.
  12. Ildikó Mesterházy, Róbert Mészáros and Rita Pongrácz. The effects of climate change on grape production in Hungary. *IDŐJÁRÁS. Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service* July–September. 2014;118(3):193-206.
  13. Oana Arina Antoce, Georgeta Mihaela Bucur, George Adrian Cojocar. The climate change influences and trends on the grapevine growing in Southern Romania: a long term study. Book of abstracts 42nd Congress of Vine and Wine, 17th General Assembly of the OIV 15th 19th July 2019, CICC, Geneva, Switzerland. 2019:43-44.
  14. Cornelis van Leeuwen, Philippe Friant, Xavier Choné, Olivier Tregcoat, Stephanos Koundouras, Denis Dubourdiou. Influence of Climate, Soil, and Cultivar on Terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2004;55(3):207-217.
  15. Jones G. V., Duff A. A., Hall A., Myers J. W. Spatial Analysis of Climate in Winegrape Growing Regions in the Western United States. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2010;61(3):313-326.
  16. Cardell M. F., Amengual A., Romero R. Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe. *Regional Environmental Change*. 2019;19:2299-2310. DOI 10.1007/s10113-019-01502-x.
  17. Agrometeorological bulletins of the territory of Republic of Crimea. FSBI Crimean AHEM (in Russian).
  18. Recommendations 575/46.00334830.002 94. Optimization of placement of vine plantations in the Crimea. IV&W Magarach. Yalta. 1993:1-68 (in Russian).
  19. Borisova V.Yu., Baranova N.V. Analysis of the territorial-time variation of HTC on the Crimean peninsula. *Viticulture and Winemaking. Collection of scientific works FSBSI Magarach of the RAS*. Yalta. 2019;48:13-15 (in Russian).

### Информация об авторах

**Евгений Александрович Рыбалко**, канд. с.-х. наук, зав. сектором агроэкологии; e-мейл: rybalko\_je\_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>;

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

### Information about authors

**Evgeniy A. Rybalko**, Cand. Agric. Sci., Head of Agroecology Sector; e-mail: rybalko\_je\_a@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4579-3505>;

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

Статья поступила в редакцию 28.03.2022 г., одобрена после рецензии 06.04.2022 г., принята к публикации 20.05.2022

## Разработка архитектуры базы данных почвенных и климатических характеристик зон возделывания винограда для обоснованного подбора сорта

Ильина И.А.<sup>1</sup>, Попова Д.В.<sup>2</sup>, Петров В.С.<sup>1</sup>, Соколова В.В.<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Россия, 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39;

<sup>2</sup> ООО «Малое инновационное предприятие «АмпелоИнформПродукт», 350901, Россия, г. Краснодар, ул. Восточно-Кругликовская, д. 69, кв. 246

✉KudryshovaVV@yandex.ru

**Аннотация.** В статье приведено научное обоснование необходимости разработки биоинформационных технологий и компьютерной программы для подбора оптимального сортимента винограда различного эколого-географического происхождения, способного максимально реализовать свой производственный потенциал в конкретных почвенных и климатических условиях. За основу разработки взято изучение ресурсного потенциала областей возделывания виноградных насаждений и выявления взаимосвязей и взаимозависимостей в системе «растение-почва-климат». Дана объективная оценка потенциальным возможностям земельных ресурсов Юга России, которые используются в качестве исходных данных для разработки алгоритма принятия решения по подбору оптимальных сортов винограда для выбранного ареала выращивания. С целью оптимизации размещения различных сортов винограда в конкретных почвенно-климатических условиях разработана архитектура базы данных почвенных и климатических характеристик зон возделывания культуры, которая включает в себя таблицы для описания областей возделывания (содержащая 26 параметров), опытных хозяйств (27 параметров), почвенных характеристик (9 параметров), показателей продуктивности и качества получаемого урожая винограда (15 параметров), а также разработана структура связей между таблицами. Научно-обоснованный подбор и оптимизация размещения сортов винограда различного эколого-географического происхождения обеспечит высокоэффективное использование их генетических свойств, а также максимальное вовлечение в производственный процесс ресурсного и почвенно-климатического потенциалов мест возделывания виноградных насаждений, что будет в свою очередь способствовать стабильному плодоношению, получению высоких урожаев и качества винограда для потребления в свежем виде и для промышленной переработки, снижению издержек на его возделывание.

**Ключевые слова:** виноград; сорт; эколого-географическое происхождение; почвенно-климатические условия; устойчивость; программное обеспечение.

**Для цитирования:** Ильина И.А., Попова Д.В., Петров В.С., Соколова В.В. Разработка архитектуры базы данных почвенных и климатических характеристик зон возделывания винограда для обоснованного подбора сорта // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):124-129. DOI 10.35547/IM.2022.20.30.004

## Development of database architecture of soil and climatic characteristics of grape cultivation zones for grounded selection of a variety

Ilina I.A.<sup>1</sup>, Popova D.V.<sup>2</sup>, Petrov V.S.<sup>1</sup>, Sokolova V.V.<sup>1✉</sup>

<sup>1</sup> North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy str., 350901 Krasnodar, Russia

<sup>2</sup> Small Innovative Enterprise «AmpeloInformProduct» LLC, 69-246, Vostochno-Kruglikovskaya str., 350901 Krasnodar, Russia

✉KudryshovaVV@yandex.ru

**Abstract.** The article provides a scientific rationale for necessity to develop bio-information technologies and computer software in order to select the optimal grape assortment of different ecological and geographical origin that can maximize its production potential in specific soil and climatic conditions. The development is based on the study of resource potential of cultivation areas of vine plantations and identification of relationships and interdependencies in the "plant-soil-climate" system. The results of the studies made it possible to give an objective assessment of the potential of land resources of the South of Russia, used as initial data for the development of a decision-making algorithm for selection of grape varieties of various ecological and geographical origin that are optimal for the selected growing area. In order to optimize the placement of various grape varieties in specific soil and climatic conditions, database architecture of soil and climatic characteristics of crop cultivation zones is developed. It includes tables for describing cultivation areas (containing 26 parameters), experimental farms (27 parameters), soil characteristics (9 parameters), indicators of productivity and quality of the resulting grape harvest (15 parameters). A structure of relationships between tables was also developed. Evidence-based selection and optimization of placement grape varieties of various ecological and geographical origin will ensure highly efficient use of their genetic properties, as well as the most complete involvement in the production process of resource and soil-climatic potential of grape cultivation areas, which will contribute to stable fruiting, obtaining high yields and quality of grapes for fresh consumption and industrial processing, and reducing costs of its cultivation.

**Key words:** grapes; variety; ecological and geographical origin; soil and climatic conditions; sustainability; software.

**For citation:** Ilina I.A., Popova D.V., Petrov V.S., Sokolova V.V. Development of database architecture of soil and climatic characteristics of grape cultivation zones for grounded selection of a variety. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2022; 24(2):124-129 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.20.30.004

## Введение

Известно, что ареал возделывания виноградников значительно ограничен ввиду имеющихся биологических особенностей растений винограда, их избирательности и высокой требовательности к природным факторам, особенно к температурному режиму.

Производство винограда в жестких условиях умеренно-континентального климата Юга России, в отличие от западноевропейских мягких погодных условий, сопровождается усложнением агротехнологий, увеличением финансовых издержек на получение единицы продукции, ростом энерго-ресурсозатрат в технологическом процессе, сокращением нормативного срока эксплуатации виноградных насаждений. Эти обстоятельства являются объективной причиной, снижающей конкурентоспособность отечественного виноградарства.

С целью подбора для каждой зоны возделывания виноградников оптимального сортимента, максимально реализующего именно в этих почвенных и климатических условиях свой продукционный потенциал, необходима разработка биоинформационных технологий и компьютерной программы подбора сортов на основе объединения двух комплексных баз данных: фенотипических характеристик сортов, проявляемых в различных климатических зонах [1], и почвенно-климатических характеристик областей возделывания винограда.

Анализ имеющихся в общем доступе программ (ПЭВМ) с характеристиками почвенно-климатических условий зон промышленного возделывания винограда показал отсутствие их практического применения. Имеющиеся в виноградарстве ПЭВМ в основной своей массе сконцентрированы на описании сортов и используются, как правило, для решения вопросов селекции и расширения биоразнообразия. Данные об областях возделывания практически в этих программах не встречаются и не применяются (среди изученных банков данных характеристика зон виноградарства найдена только в одной).

Известно, что один и тот же генотип винограда в различных почвенно-климатических условиях будет демонстрировать различные фенотипические свойства. В связи с этим, при создании или интродукции сортов винограда, обязательным этапом является экологическое сортоиспытание [2-4]. Для этого в нашей стране действует федеральная сеть государственного сортоиспытания (ГСИ), в ведении которой находится вопрос утверждения сортимента, допущенного к использованию в конкретной, как правило оптимальной для него, почвенно-климатической зоне. Кроме того, одной из причин отсутствия возможности использования программ-аналогов, которые применяются в других странах, производящих виноградо-винодельческую продукцию, является то, что они не учитывают ресурсный потенциал зон возделывания винограда и происходящие изменения климата в Российской Федерации, что не позволяет давать точные прогнозы и рекомендации.

**Цель исследований** – разработка архитектуры

базы данных почвенных и климатических характеристик зон возделывания винограда для обоснованного подбора сорта на основе изучения ресурсного потенциала областей возделывания и выявления взаимосвязей и взаимозависимостей в системе «растение-почва-климат».

## Материалы и методы исследования

Исследования проведены с использованием современных методов моделирования и информационных технологий на основе комплексного подхода к решению поставленных задач. Для составления баз данных использованы эмпирические данные, полученные ранее в ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Исследование и выявление лимитирующих факторов среды произведено с помощью математических и статистических методов анализа.

Для обработки и систематизации полученных данных использовали методы информационных технологий: математического анализа, индуктивные методы построения деревьев решений, методы автоматической классификации и статистические методы.

## Результаты и их обсуждение

Для формирования электронных баз данных ареалов возделывания винограда было предусмотрено выявление тех почвенно-климатических характеристик, которые имеют прямое влияние на рост и развитие виноградного растения, а также на реализацию его продукционного потенциала (оптимальные и лимитирующие факторы) [5, 6]. Следующим этапом исследований проходила структуризация и разделение отобранных характеристик на функциональные группы, которые описаны подробнее при разработке базы данных областей возделывания.

С целью определения лимитирующих температурных факторов среды, проведен анализ метеорологических данных по минимальным температурам в ареалах промышленного возделывания винограда за последние 30 лет. При помощи методов математической статистики определены риски достижения абсолютного минимума температур в той или иной виноградопроизводящей зоне. Также изучены виды почв Краснодарского края и их состав, определены лимитирующие факторы, влияющие на величину и качество урожая винограда [7].

Наибольшее стрессовое влияние на ростовые процессы и плодоношение виноградного куста оказывают минимальные температуры воздуха в период зимнего покоя [8, 3]. В ходе анализа абсолютного минимума температур в различных областях Краснодарского края за несколько десятков лет выявлена тенденция их повторяемости. Данные показатели учтены в отдельном параметре - *степень риска достижения абсолютного минимума температур*. Учитывая тот факт, что для разных видов винограда критическими являются разные температурные минимумы, то для каждого минимума выделен отдельный параметр:

- *степень риска достижения* -18°C;

- *степень риска достижения* -22°C – когда повреждаются все европейские сорта;

- *степень риска достижения -27°C* – когда повреждаются межвидовые гибриды;

- *степень риска достижения -29°C* – губительна для всех видов.

Для анализа требований составлен словарь данных, содержащий информацию, которая наиболее полно описывает параметры зон возделывания, определен тип данных для каждого элемента.

В качестве параметров, наиболее полно описывающих характеристики зон возделывания, выбрано 25 характеристик. Следует отметить, что при изучении мировых аналогов доступных баз данных, только в одной, наряду с данными о сортах, есть базы данных по характеристикам зон возделывания, это – *La Vigne et le vin* (французская база данных). Она содержит информацию о 10 зонах возделывания, описание которых проводится 8 параметрами. Эти данные дают общее представление об описываемой области, но для проведения вычислений бесполезны.

Одним из основных требований к разрабатываемой базе данных зон возделывания винограда являлось реализация возможности не только получения общих представлений о климате, расположении и прочих характеристиках изученных областей, но и в дальнейшем ее использования при расчете базовых (закладка нового виноградника) и оперативных (система ухода за действующим виноградником) технологий возделывания. В связи с этим значимые параметры, которые необходимо описывать в базе данных наиболее емко, определяли из выявленных взаимосвязей в системе «растение-климат».

В разрабатываемой базе данных «Общая характеристика области возделывания» включала информацию, дающую общие представления о ее расположении и рельефе. К данной группе относятся следующие характеристики:

- *рельеф* – описание формы внешней поверхности зоны, тип – текстовый, длина строки – не менее 250 символов;

- *высота над уровнем моря, от* – минимальная высота над уровнем моря, единица измерения – м, тип – числовой;

- *высота над уровнем моря, до* – максимальная высота над уровнем моря, тип – числовой.

Вкладка «Влагообеспеченность региона» включала информацию о количестве осадков и наличии влаги в почве. Данные параметры могут в дальнейшем использоваться для принятия решения о необходимости применения капельного орошения при возделывании культуры:

- *сумма годовых осадков, от* – минимальное количество осадков, выпадающих за год, единица измерения – мм, тип – числовой;

- *сумма годовых осадков, до* – максимальное количество осадков, выпадающих за год, тип – числовой;

- *сумма осадков за вегетационный период* – количество осадков, приходящееся на вегетационный период, единица измерения – мм, тип – числовой;

- *гидротермический коэффициент* – показатель увлажненности территории, тип – числовой.

Вкладка «Температурный режим» включала информацию о температурных особенностях области возделывания. Параметры из данного блока особенно важны при проектировании и уходе за виноградниками, так как для достижения максимального потенциала винограду растению в наибольшей степени необходимо достаточное количество тепла (по этой причине зоной промышленного возделывания винограда является именно Юг России). К данному блоку относятся такие показатели, как:

- *вегетационный период области, от* – минимальное количество дней в году, минимальная температура воздуха которых 10°C, измеряется в днях, тип данных – числовой;

- *вегетационный период области, до* – максимальное количество дней в году, минимальная температура воздуха которых 10°C, тип данных – числовой;

- *безморозный период, от* – минимальное количество дней в году, температура воздуха у которых выше 0°C, тип – числовой;

- *безморозный период, до* – максимальное количество дней в году, температура воздуха у которых выше 0°C, тип – числовой;

- *средняя годовая температура, от* – минимальная средняя годовая температура, единица измерения – °C, тип – числовой;

- *средняя годовая температура, до* – максимальная средняя годовая температура, тип – числовой;

- *сумма активных температур, от* – минимальная сумма средних суточных температур воздуха или почвы, превышающих 10°C за год, единица измерения – °C, тип числовой;

- *сумма активных температур, до* – максимальная сумма средних суточных температур воздуха или почвы, превышающих 10°C, тип – числовой;

- *абсолютный минимум температур* – минимальная температура воздуха, зафиксированная в области, единица измерения – °C, тип – числовой;

- *степень риска достижения -18°C* – вероятность достижения данной температуры, единица измерения – %, тип – числовой;

- *степень риска достижения -22°C* – вероятность достижения данной температуры, единица измерения – %, тип – числовой;

- *степень риска достижения -27°C* – вероятность достижения данной температуры, единица измерения – %, тип – числовой;

- *степень риска достижения -29°C* – вероятность достижения данной температуры, единица измерения – %, тип – числовой.

Для описания почв наиболее важным параметром является их состав, так как именно по составу почвы можно принять решение об использовании того или иного подвоя для сорта.

Характеристики почвы делятся на 7 функциональных групп:

- *почвообразующая порода*, тип – текстовый;

- *мощность гумусового горизонта* – глубина гумусной породы, измеряется в см, тип данных – числовой;

- *содержание гумуса* – процент содержания в почве

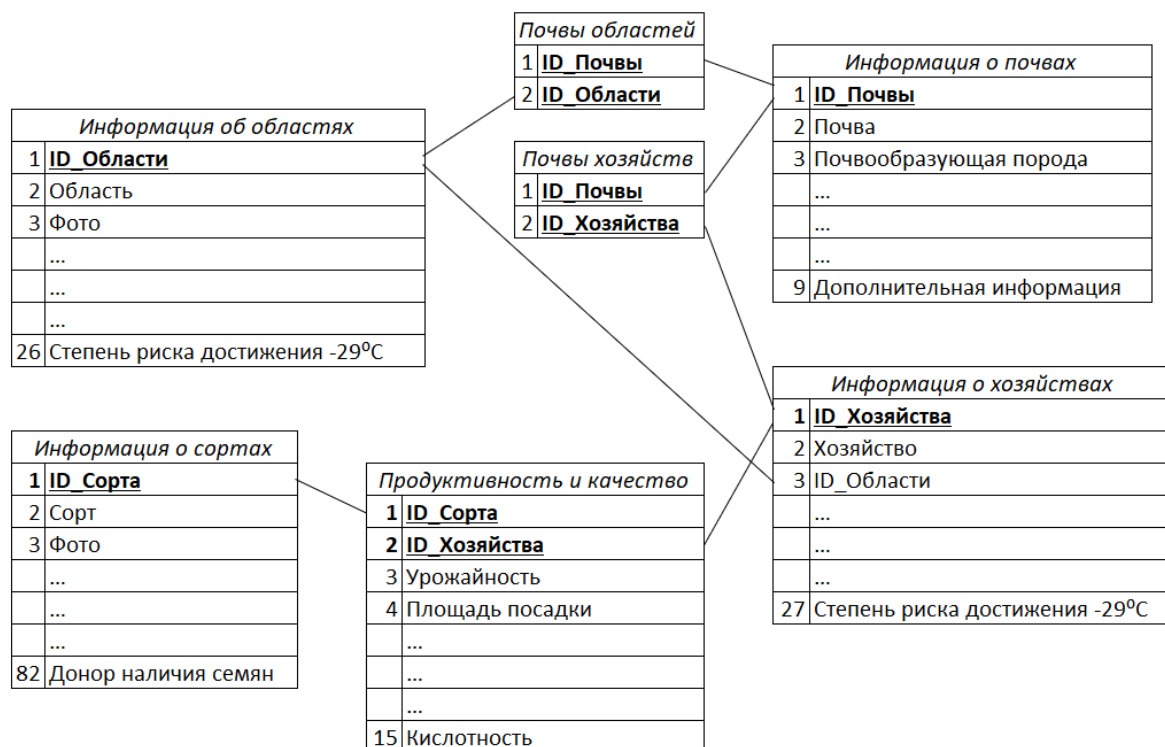


Рис. 1. Схема данных  
Fig. 1. Data scheme

гумуса, тип – числовой;  
 – *содержание солей* – процент содержания в почве солей, тип – числовой;  
 – *содержание карбонатов* – процент содержания в почве карбонатов, тип – числовой;  
 – *содержание кальция* – процент содержания в почве кальция, тип – числовой;  
 – *дополнительная информация* – возможные дополнения, которые важно учитывать при выращивании винограда на данной почве, тип – текстовый.

Следующим этапом было определение типа базы данных. Для разрабатываемой программы выбрана реляционная модель данных [9]. Этот этап предусматривал описание организации данных в таблицах и определение связи между этими таблицами, результатом чего стала разработка диаграммы «сущность-связь».

Перед построением этой диаграммы определены первичные ключи для всех спроектированных таблиц [10]. Ввиду того, что числовые ключи более удобны и система управления базами данных (СУБД) их быстрее обрабатывает, во все таблицы добавлены кодовые поля:

- таблица «Информация об областях» - добавлен атрибут *ID\_Области*;
- таблица «Информация о почвах» - *ID\_Почвы*;
- таблица «Информация» - *ID\_Хозяйства*.

Следует отметить, что разрабатываемая «Магарац. Виноградарство и виноделие 2022.24.2

The form titled "Характеристика области возделывания" (Cultivation area characteristics) includes the following sections:

- Область** (Region): Input field.
- Фото** (Photo): Image upload area.
- Административное расположение** (Administrative location): Text input field.
- Эколого-географическое расположение** (Ecological-geographical location): Text input field.
- Рельеф** (Relief): Text input field.
- Высота над уровнем моря, м** (Height above sea level, m): Range input field.
- Климат** (Climate):
 

Сумма годовых осадков, мм	Input	-	Input	
Сумма осадков за вегетационный период, мм	Input			
Гидрологический коэффициент	Input			
Вегетационный период области, дн	Input	-	Input	
Безморозный период, дн	Input	-	Input	
Средняя годовая температура, град	Input	-	Input	
Сумма активных температур, град	Input	-	Input	
Абсолютный минимум температур, град	Input			
Степень риска достижения температуры	-18°C	Input	-22°C	Input
	-27°C	Input	-29°C	Input
- Рекомендации по использованию территории** (Recommendations for land use): Text input field.

Рис. 2. Форма «Область возделывания»  
Fig. 2. "Cultivation area" form



емые для СУБД ключи подразделяются на простые и составные. Ключи, состоящие из одного атрибута, называются *простыми*. Однако не для всех таблиц можно было определить простые ключи. Например, для таблицы «Продуктивность и качество» ключ состоит из двух атрибутов: *ID\_Сорта* и *ID\_Хозяйства*, так как один и тот же сорт может возделываться в нескольких хозяйствах, аналогично в хозяйстве могут возделываться несколько сортов. Поэтому только сцепка двух этих атрибутов дает уникальную строку в таблице. Такой ключ называется составным ключом [11].

Для связи почв с областями возделывания и хозяйствами разработаны таблицы, состоящие из двух атрибутов-ключей:

– таблица «Почвы областей» - *ID\_Области, ID\_Почвы*;

– таблица «Почвы хозяйств» - *ID\_Хозяйства, ID\_Почвы*.

Построена схема данных, наглядно представляющая взаимосвязи между таблицами (рис. 1).

После определения типов данных для каждого атрибута разработаны макеты форм для вывода данных об областях, почвах, продуктивности и качестве урожая, одна из которых приведена на рис. 2.

Представленный пример наглядно демонстрирует комплексный подход к оценке области возделывания винограда на предмет ее соответствия требованиям тех или иных сортов.

### Выводы

Таким образом, на основе анализа и систематизации многолетних данных, характеризующих природно-климатические особенности зон возделывания винограда Юга России, разработаны методические подходы к подбору сортов для создания эффективных ампелоценозов в конкретных почвенных и климатических условиях, направленные на создание компьютерной программы, которая позволит повысить уровень продуктивности виноградников и качества производимой продукции при минимизации затрат на его обслуживание и эксплуатацию.

### Источник финансирования

Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/19.

### Financing source

The work was supported by the Kuban Science Foundation within the framework of the scientific project No. MFI-20.1/19.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Ilina I., Petrov V., Popova D., Sokolova V., Machneva I. Electronic system for documentation of the grape gene pool for assessing the ecological potential of varieties and their use in breeding. *BIO Web of Conferences*. 2020;25(3):02006. DOI 10.1051/bioconf/20202502006.
2. Беленко Е.Л., Мелконян М.В., Левченко С.В., Студенникова Н.Л., Порубай Н.А. Влияние различных условий произрастания винограда на его качественные показатели // *Виноград и вино России*. 1998;2:27-28.
3. Смирнов К.В., Малтабар Л.М., Раджабов А.К., Матузок Н.В., Трошин Л.П. *Виноградарство: учебник* / М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2017:1-500.
4. Егоров Е.А., Ильина И.А., Петров В.С., Панкин М.И., Ильницкая Е.Т., Талаш А.И., Лукьянов А.А., Лукьянова А.А., Коваленко А.Г., Большаков В.А., Трошин Л.П., Носулчак В.А. Анапская ампелографическая коллекция (биологические растительные ресурсы) / Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2018:1-194.
5. Петров В.С. Потенциал хозяйственной продуктивности винограда, его реализация в условиях умеренно континентального климата юга России // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2016;1:20-22.
6. Babin N., Guerrero J., Rivera D.A., Singh A. Vineyard-specific climate projections help growers manage risk and plan adaptation in the Paso Robles AVA. *California Agriculture*. 2022;75(3):142-150. DOI 10.3733/ca.2021a0019.
7. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. *Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия: монография*. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2020:1-138.
8. Toffolatti S.L., De Lorenzis G., Costa A., Maddalena G., Passera A., Bonza M.C., Pindo M., Stefani E., Cestaro A., Casati P., Failla O., Bianco P.A. Unique resistance traits against downy mildew from the center of origin of grapevine (*Vitis vinifera*). *Scientific Reports*. 2018;8:12523. DOI 10.1038/s41598-018-30413-w.
9. Гвоздева Т.В., Баллод Б.А. *Проектирование информационных систем: технология автоматизированного проектирования (2-е издание)*. СПб: Лань. 2020:1-156.
10. Дейт К. Дж. *Введение в системы баз данных*. 8-е изд. М.: Вильямс. 2006:1-1328.
11. Карпова Т.С. *Базы данных: модели, разработка, реализация*. Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ». 2016:1-241.

### References

1. Ilina I., Petrov V., Popova D., Sokolova V., Machneva I. Electronic system for documentation of the grape gene pool for assessing the ecological potential of varieties and their use in breeding. *BIO Web of Conferences*. 2020;25(3):02006. DOI 10.1051/bioconf/20202502006.
2. Belenko E.L., Melkonyan M.V., Levchenko S.V., Studennikova N.L., Porubai N.A. Influence of various conditions of grape growth on its quality indicators. *Grapes and wine of Russia*. 1998;2:27-28 (*in Russian*).
3. Smirnov K.V., Maltabar L.M., Radzhabov A.K., Matuzok N.V., Troshin L.P. *Viticulture: textbook*. M.: FGBNU "Rosinformagrotech". 2017:1-500 (*in Russian*).
4. Egorov E.A., Illina I.A., Petrov V.S., Pankin M.I., Ilnitskaya E.T., Talash A.I., Lukyanov A.A., Lukyanova A.A., Kovalenko A.G., Bolshakov V.A., Troshin L.P., Nosulchak V.A. Anapa Ampelographic Collection (biological herbal resources). *Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW*. 2018:1-194 (*in Russian*).
5. Petrov V.S. Potential of economic productivity of grapes and its realization in a temperatecontinental climate in the South

- of Russia. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2016;1:20-22 (*in Russian*).
6. Babin N., Guerrero J., Rivera D.A., Singh A. Vineyard-specific climate projections help growers manage risk and plan adaptation in the Paso Robles AVA. *California Agriculture*. 2022;75(3):142-150. DOI 10.3733/ca.2021a0019.
  7. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorshtein A.A. Agroecological zoning of the territory for optimization of variety distribution, sustainable viticulture and quality winemaking. Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW. 2020:1-138 (*in Russian*).
  8. Toffolatti S.L., De Lorenzis G., Costa A., Maddalena G., Passera A., Bonza M.C., Pindo M., Stefani E., Cestaro A., Casati P., Failla O., Bianco P.A. Unique resistance traits against downy mildew from the center of origin of grapevine (*Vitis vinifera*). *Scientific Reports*. 2018;8:12523. DOI 10.1038/s41598-018-30413-w.
  9. Gvozdeva T.V., Ballod B.A. Design of information systems: technology of computer-aided design (2-nd edition). Lan' Publishing, 2020:1-156 (*in Russian*).
  10. Date K. J. Introduction to database systems. 8th ed. M.: Williams. 2006:1-1328.
  11. Karpova T.S. Databases: models, development, implementation. M.: National Open University INTUIT. 2016:1-241 (*in Russian*).

### Информация об авторах

**Ирина Анатольевна Ильина**, д-р техн. наук, профессор, заместитель директора по науке; e-мейл: kubansad@kubannet.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4615-3331>;

**Дарья Викторовна Попова**, директор; e-мейл: ilina.daria@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6720-3764>;

**Валерий Семенович Петров**, д-р с.-х. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории управления воспроизводством в ампелоценозах и экосистемах; e-мейл: petrov\_53@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2527-7981>;

**Виктория Викторовна Соколова**, канд. с.-х. наук, заведующая научно-образовательным сектором; e-мейл: KudryshovaVV@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0856-7450>.

### Information about authors

**Irina A. Ilina**, Dr. Techn. Sci., Professor, Deputy Director for Science; e-mail: kubansad@kubannet.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4615-3331>;

**Daria V. Popova**, Director; e-mail: ilina.daria@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6720-3764>;

**Valeriy S. Petrov**, Dr. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Reproduction Control in the Ampelocenos and Ecological Systems; e-mail: petrov\_53@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2527-7981>;

**Viktoriya V. Sokolova**, Cand. Agric. Sci., Head of the Scientific and Educational Sector; e-mail: kudryshovavv@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0856-7450>.

Статья поступила в редакцию 06.04.2022, одобрена после рецензии 17.05.2022, принята к публикации 20.05.2022

## Элементы сортовой агротехнологии для перспективного клона 802 сорта Алеатико

Буйвал Р.А.<sup>✉</sup>, Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А.

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

<sup>✉</sup>agromagarach@mail.ru

**Аннотация.** Для повышения рентабельности отрасли виноградарства необходимы эффективные технологии возделывания винограда, а также создание высокопродуктивных виноградных насаждений путём пополнения сортимента винограда конкурентоспособными сортами и клонами, ценными по агробиологическим и технологическим свойствам. В результате научных исследований проведена агробиологическая и хозяйственная оценка перспективного клона 802 сорта Алеатико и разработаны эффективные технологии для его возделывания в условиях Западного района Южнобережной зоны Крыма (ЗР ЮБЗК). В ходе исследований изучена эмбриональная плодородность глазков по длине плодовых лоз. По показателям плодородности, а также по силе роста и вызреванию побегов клон 802 сорта Алеатико превосходит сорт-эталон. В зависимости от нагрузки куста разница в силе роста с сортом-эталоном составляет 11,1-21,1%. Применение повышенного уровня нагрузок в 1,5 раза и удлинение плодовых лоз от 3 до 6 глазков не уменьшает силу роста кустов. Клон сорта Алеатико 802 имеет более высокие показатели продуктивности побегов (ПП) по сравнению с контрольным сортом-эталоном и превышает данный показатель в среднем на 57,7%. Максимальная нагрузка кустов обуславливает снижение ПП до 73,2%. Наилучшие показатели урожайности клона 802 сорта Алеатико при формировке кустов АЗОС-1 зафиксированы в вариантах опытов с наибольшей нагрузкой кустов, разница в количестве урожая с контролем составляет 16,2-38,2%. Применение формировки кустов АЗОС-1 с нагрузкой кустов 18 глазков и длиной обрезки плодовых лоз – 3 глазка, позволяют получить урожай винограда хорошего качества до 7,9 т/га. При этом с увеличением нагрузки кустов в 1,5 раза средняя масса грозди уменьшается на 35,4%, а масса 100 ягод на 13,4%. В условиях проведения исследований клон 802 сорта Алеатико с разработанными к нему элементами сортовой агротехники оценён как перспективный и очень перспективный.

**Ключевые слова:** виноград; нагрузка куста; длина обрезки плодовых лоз; вызревание прироста; урожай винограда; качественные показатели.

**Для цитирования:** Буйвал Р.А., Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А. Элементы сортовой агротехнологии для перспективного клона 802 сорта Алеатико // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):130-136. DOI 10.35547/IM.2022.34.76.005

## Elements of varietal agrotechnology for the promising clone 802 of 'Aleatico' grapevine cultivar

Buival R.A.<sup>✉</sup>, Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Urdenko N.A.

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

<sup>✉</sup>agromagarach@mail.ru

**Abstract.** To increase profitability of viticultural industry, effective technologies for cultivating grapes are needed, as well as creation of highly productive vineyards by replenishing the assortment of grapes with competitive cultivars and clones, valuable in terms of agrobiological and technological properties. As a result of scientific research, agrobiological and economic assessment of the promising clone 802 of 'Aleatico' cultivar was carried out, and effective technologies for its cultivation in the conditions of Western Region of the South Coastal Zone of Crimea (WR SCZC) were developed. In the course of the research, the embryonic fertility of eyes along the length of fruit canes was studied. In terms of fertility indicators, as well as vigor and ripening of shoots, the clone 802 of 'Aleatico' cultivar outperforms the example variety. Depending on bush loading, the difference in vigor with the example variety is 11.1-21.1%. Using of the increased loading level by 1.5 times and lengthening of fruit canes from 3 to 6 eyes does not reduce the vigor of bushes. Clone 802 of grapevine cultivar 'Aleatico' has higher indicators of shoot productivity (SP) compared to the control example variety and exceeds this indicator by an average of 57.7%. The maximum loading of bushes causes a decrease in SP to 73.2%. The best indicators of cropping capacity of 'Aleatico' clone 802 with AZOS-1 bush training were registered in experimental variants with the highest loading of bushes. The difference with the control in yield was 16.2% - 38.2%. Using of AZOS-1 as a training system with a load of bushes 18 eyes and a pruning length of fruit canes 3 eyes, allows to get a good quality grape yield up to 7.9 t/ha. At the same time, with an increase in the loading of bushes by 1.5 times, the average bunch weight decreases by 35.4%, and the weight of 100 berries - by 13.4%. Under the research conditions, the clone 802 of 'Aleatico' cultivar with specially developed elements of varietal agricultural technology was assessed as promising and very promising.

**Key words:** grapes; bush loading; pruning length of fruit canes; increment cane ripening; grape yield; quality indicators.

**For citation:** Buival R.A., Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Urdenko N.A. Elements of varietal agrotechnology for the promising clone 802 of 'Aleatico' grapevine cultivar. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):130-136 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.34.76.005

## Введение

Технология промышленного возделывания винограда должна опираться на научнообоснованную систему интенсивного ведения культуры, разработанную с учетом особенностей биологии сортов и клонов винограда, природных и технико-экономических условий.

Для получения высоких и устойчивых урожаев требуемого качества и в зависимости от сортового состава насаждений, использования продукции, микроклиматических и почвенных условий, технологию возделывания винограда необходимо усовершенствовать и дифференцировать.

В настоящее время возросла потребность в пополнении сортимента винограда адаптивными, ценными по агробиологическим и технологическим свойствам, конкурентоспособными сортами и клонами с разработанной сортовой агротехнологией, внедрение которой в производство обеспечит повышение рентабельности виноградовинодельческой отрасли стабильность плодоношения, качество продукции, продолжительный продуктивный период жизни насаждений, экономическую стабильность субъектов производства. Поэтому разработка и внедрение высокоэффективных технологий возделывания винограда, создание высокопродуктивных виноградных насаждений имеют первостепенное значение в повышении рентабельности отрасли виноградарства [1, 2].

Основой стандартного сортимента промышленных виноградников должны стать пластичные, высокопродуктивные, отзывчивые на улучшение условий возделывания сорта. Современная основа подъяма продуктивности виноградников – клоновая селекция. На сегодня зарегистрировано более 3,5 тыс. клонов, большая часть которых превосходит исходные сорта по продуктивности в 2-5 раз, по качеству урожая – на 1-3% и повышению устойчивости к стрессам и биотам – на 1-2 балла [3].

Значительная площадь виноградников Крыма занята новыми интродуцированными клонами и сортами винограда европейских стран, которые представляют значительный интерес и для других винодельческих районов нашей страны. При этом научных данных об агробиологии и продуктивности интродуцированных клонов и новых сортов винограда в условиях Крыма недостаточно. Поэтому исследования, направленные на разработку эффективных технологий возделывания винограда данных сортов, установление зависимости экономической эффективности возделывания от разрабатываемых элементов сортовой агротехники являются актуальными [4].

**Цель исследований** – провести агробиологическую и хозяйственную оценки клона 802 сорта Алеатико и разработать эффективные технологии для его возделывания; определить наиболее рациональное сочетание элементов сортовой агротехники насаждений, оценить адаптивность клона в условиях зоны исследований для рекомендации в сортимент Крыма.

Исследования проводились сотрудниками лаборатории агротехнологий винограда ФГБУН ВНИИ-

ИВиВ «Магарач» РАН» на производственных участках виноградников АО «ПАО «Массандра» в течение 2019-2021 гг.

**Объект исследований** – клон 802 сорта Алеатико – французский клон Inra-Entav 802. Гроздь средних размеров, удлинённая, цилиндроконической формы, однокрылая. Ягода средних размеров, кожица с восковым пруиновым налётом; мякоть сочная с мускатным ароматом. Куст среднерослый. Предпочитает сухой климат, хорошо проветриваемые зоны. Поддаётся различным типам формирования кустов предпочтительно длинная обрезка. Сорт среднепозднего периода созревания. Урожайность средняя и постоянная. Пригоден для выработки красных вин с лёгким, тонким и характерным мускатным ароматом, и ароматом лесных ягод, малины и ежевики. Можно получать также отличные десертные вина из увяленного винограда [5].

**Вид исследований** – полевой мелкоделяночный на производственном массиве. Вариант представлен 45-тью кустами. В каждом варианте по 3 повторности.

В ходе исследований проводился сравнительный анализ разработанной сортовой агротехники возделывания клона с технологией возделывания классического сорта винограда (сорта-эталона Алеатико).

Кусты изучаемого клона 802 сорта Алеатико сформированы по типу односторонний кордон АЗОС-1 на штамбе высотой 130 см; схема посадки 3,0х1,25 м. Кусты сорта-эталона Алеатико – односторонний кордон на среднем штамбе (ОК). Возраст виноградников – 10-14 лет.

По результатам микроскопирования плодовых лоз изучаемого клона сорта винограда разработана трехуровневая система нагрузок: оптимальная – 15 глазков на куст (пять сучков) а также уменьшенная и увеличенная по отношению к ней на 25%.

В схему опыта включены следующие уровни нагрузки кустов: вариант I с нагрузкой 15 глазков (пять сучков); вариант II с нагрузкой 18 глазков на куст (шесть сучков); вариант контроль с нагрузкой 12 глазков на куст (четыре сучка); сорт-эталон с нагрузкой 36 глазков на куст (четыре звена) (табл. 1).

Почвенный покров Западного района Южнобережной зоны Крыма представлен коричневыми почвами на слабо щелбнистых тяжелосуглинистых отложениях. Мощность гумусового горизонта – 50-60 см. Содержание гумуса составляет 0,9-2,4% [6].

Климат зоны исследований характеризуется как засушливый с недостаточным количеством выпадающих осадков среднемесячные температуры в годы исследований были близки к среднемноголетним. В то же время значения сумм активных температур превышали среднемноголетние показатели. В целом в годы исследований метеорологические условия местности были благоприятными [7].

## Методы исследований

Теоретико-методологическую основу исследований составили полевые и лабораторные методы, принятые в виноградарстве [8-16], т.е. анализ агрометеорологических условий местности в годы проведения

исследований и агробиологические учеты:

- фенологические наблюдения за датами наступления и продолжительностью основных фаз вегетации исследуемых сортов;

- плодородность почек глазков определялась путем микроскопирования глазков 10 типичных лоз каждого варианта опыта (микроскопом МБС-10) перед началом обрезки виноградных кустов;

- учет основных агробиологических показателей в фазу обособления соцветий винограда;

- число соцветий (шт.). Расчет процента доли неразвившихся глазков, развившихся и плодородных побегов, коэффициентов плодородности ( $K_1$ ) и плодородности ( $K_2$ );

- подсчет полноценных побегов – прямым подсчетом;

- измерение длины побегов методом линейных измерений;

- определение силы роста в динамике и степени вызревания однолетних побегов в конце вегетации линейным методом в динамике с интервалом 20 дней, на 15 учетных кустах каждой повторности варианта опыта;

- степень вызревания прироста;

- учет урожая в годы исследований проводился в сроки достижения технической зрелости ягод, по-кусту, путем взвешивания;

- определение качества урожая по увологическим показателям;

- массовая концентрация сахаров в динамике;

- массовая концентрация титруемых кислот;

- анализ показателей механического строения, структуры грозди и ягод винограда;

Полученные данные математически обработаны с помощью статистического программного пакета SPSS Statistics 6.0.

### Результаты и их обсуждение

Определение эмбриональной плодородности глазков по длине плодовой лозы, их средних и максимальных значений является важнейшим условием при исследованиях по подбору сортов, сортовых технологий с нормированным урожаем и оптимальной длиной обрезки плодовых лоз.

Установлено, что величина эмбриональной плодородности клона 802 сорта Алеатико в условиях ЗР ЮБЗК находится в прямой зависимости от примененных элементов сортовой агротехники и характеризуется хорошей закладкой соцветий по всей длине лозы. При формировке куста АЗОС-1 и нагрузке на куст 12 глазков, максимальные значения коэффици-

**Таблица 1.** Схема опыта по разработке технологии возделывания клона 802 сорта Алеатико в сравнении с эталоном, ЗР ЮБЗК, 2019-2021 гг.

**Table 1.** Scheme of experiment on the development of cultivation technology of the clone 802 of 'Aleatico' cultivar in comparison with the control, WR SCZC, 2019-2021

Сорт винограда	Вариант опыта	Форма куста	Нагрузка на куст, глазков	Длина обрезки плодовых лоз, глазков	Количество сучков/звеньев, шт.
клон 802 сорта Алеатико	I		15		5
	II	АЗОС-1	18	3	6
	Контроль		12		4
Алеатико	Сорт-эталон	О/К	36	6	4

**Таблица 2.** Характеристика плодородности центральных почек, 2019-2021 гг.

**Table 2.** Characteristics of fertility of central buds, 2019-2021

Вариант опыта	Нагрузка куста, глазков	Длина обрезки, глазков	Максимальное значение $K_1$ (номер глазка)			Среднее значение $K_1$ по длине лозы		
			2019 г.	2020 г.	2021 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
I	18	3	2,0 (7-10)	2,0 (9-10)	1,8 (7-8)	1,92	1,88	1,49
II	15	3	1,91 (9)	1,77 (7)	1,74 (6)	1,47	1,50	1,32
Контроль	12	3	2,0 (10)	1,98 (9-10)	1,59 (8)	1,83	1,84	1,19
Сорт-эталон	36	6	1,1 (6)	1,9 (8)	1,78 (7)	0,60	1,53	1,45

ента плодородности ( $K_1$ ) находятся в 9 глазке – со значениями 2,0 (табл. 2).

Разработанные элементы сортовой агротехники повышают значения коэффициентов плодородности, которые превосходят значения  $K_1$  сорта-эталона. При этом эмбриональная плодородность клона 802 сорта Алеатико при форме куста АЗОС-1 характеризуется более низкими значениями  $K_1$  по сравнению со значениями данного показателя при форме куста ОК.

В результате исследований установлено, что увеличение нагрузки в 1,5 раза, при одновременном увеличении длины плодовых лоз снижает показатели эмбриональной плодородности изучаемого сорта до 15,4%.

При применении формировки куста АЗОС-1 на клоне 802 сорта Алеатико наблюдается смещение зоны плодородных почек к основанию побегов, которая характеризуется высокими и выравненными значениями, что дает возможность проводить короткую обрезку плодовых лоз.

Фенологические наблюдения за датами наступления и продолжительности основных фаз вегетации исследуемого сорта показали, что применение формировки куста АЗОС-1 при повышенной нагрузке на куст от 15 до 18 глазков, увеличивает его продукционный период (среднепоздний срок созревания) по сравнению с контрольным сортом-эталон, при формировке куста – односторонний горизонтальный кордон (средний срок созревания), что даёт возможность регулировать сроки уборки винограда (табл. 3).

**Таблица 3.** Фенология в зависимости от элементов агротехники, 2019–2021 гг.**Table 3.** Phenology in dependence with the elements of agrotechnology, 2019–2021

Вариант опыта	Начало распускания почек, дата	Начало цветения, дата	Начало созревания ягод, дата	Техническая зрелость ягод, дата	Продукционный период, дней	Период созревания	Σ акт. t, °С
I	9.04.	4.06.	30.07.	7.09.	152	средне-поздний	3508,1
II	20.04.	6.06.	1.08.	9.09.	143	средний	3454,5
Контроль	19.04.	5.06.	6.08.	7.09.	142	средний	3408,4
Сорт-эталон	15.04.	29.05.	27.07.	5.09.	143	средний	3393,4

**Таблица 4.** Агробиологические показатели, 2019–2021 гг.**Table 4.** Agrobiological indicators, 2019–2021

Вариант опыта	Нагрузка куста, глазков	Длина обрезки плодовых лоз, глазков	Развившихся побегов, %	Плодоносных побегов, %	Коэффициенты		Категории по плодородности побега
					плодоношения, (K <sub>1</sub> )	плодоносности, (K <sub>2</sub> )	
I	18	3	85,4	76,0	1,22	1,60	очень высокая
II	15	3	85,3	74,8	1,16	1,56	высокая
Контроль	12	3	84,5	79,9	1,23	1,53	очень высокая
Сорт-эталон(К)	36	6	78,2	72,1	1,07	1,48	высокая
НСР <sub>05</sub>	–	–	–	–	0,11	0,10	–

По результатам агробиологических учетов на опытных участках установлено, что в условиях ЗР ЮБЗК изучаемый клон с разработанной для него сортовой агротехникой имеет высокий процент развившихся побегов – 84,5%. Плодоносность побегов, в зависимости от применяемых агроприемов, относится к категориям высокая и очень высокая. Вместе с тем увеличение нагрузки кустов в 1,5 раза и увеличение длины обрезки плодовых лоз незначительно снижает процент плодоносных побегов, а также уменьшает значения K<sub>1</sub> и K<sub>2</sub>. По данным показателям клон 802 сорта Алеатико превосходит сорт-эталон. Разница существенная, что подтверждается статистически (табл. 4).

Прирост и вызревание побегов являются одним из важнейших исходных показателей для установления длины обрезки и нагрузки кустов. Правильное нормирование кустов глазками и побегами позволяет регулировать их рост и плодоношение. Различия по силе роста у сортов служит одним из биологических признаков, определяющих тип и параметры формирования.

Наибольшие значения показателя средняя длина побега у клона 802 сорта Алеатико в вариантах с наименьшими нагрузками куста глазками (контроль), которые превосходят показатели вариантов с максимальной нагрузкой кустов от 8,0% до 17,7%. Разница в силе роста с сортом-эталоном составляет от 11,1% до 21,1%.

Испытание формирования куста АЗОС-1 на клоне 802 сорта Алеатико в сравнении с формировкой ОК, показало, что средняя длина побега находится в тесной зависимости от уровней нагрузки на куст

и длины обрезки плодовых лоз. Установлена достоверная связь, из которой коэффициент детерминации равен 0,91, что подтверждается уравнением  $y = -1,5297x + 223,55$ , где:

y – длина обрезки плодовых лоз, см;

x – значения коэффициента плодоношения.

Вызревание побегов у изучаемого клона 802 сорта Алеатико по всем вариантам опытов характеризуется как очень хорошее и составляет от 86,7% до 93,4% (табл. 5).

Урожайность насаждений – главный показатель в оценке влияния технологических приёмов, воздействующих на виноградное растение, а продуктивность побегов является определяющим показателем в формировании урожайности куста и в целом насаждений.

Определено, что изучаемый сорт в разрезе разработанных нагрузок на куст и длины обрезки плодовых лоз имеет более высокие показатели продуктивности побегов (ПП) по сравнению с контрольным сортом-эталоном и превышает данный показатель в среднем на 57,7%. При этом увеличенная нагрузка на куст и короткая длина обрезки плодовых лоз клона 802 сорта Алеатико как при свисающем приросте (формировка АЗОС-1), так и при формировке куста ОК уменьшает продуктивность побегов. При максимальной нагрузке кустов ПП снижается до 73,2%.

Максимальная урожайность клона 802 сорта Алеатико при формировке кустов АЗОС-1 зафиксирована в вариантах опытов с наибольшей нагрузкой кустов – 18 глазков, а также у сорта-эталона при нагрузке 36 глазков на куст и длине обрезки плодовых лоз – 6 глазков. Разница в количестве урожая с кон-

тролем, где нагрузка на куст была минимальной составила от 16,2 до 38,2% (НСР<sub>05</sub>=1,03). Высокая урожайность клонов сортов в вариантах опытов с повышенной нагрузкой кустов обусловлена увеличением количества гроздей на куст. При этом снижается качество урожая, что выражается в уменьшении массовой концентрации сахаров в соке ягод по всем вариантам опытов (табл. 6).

В результате исследований установлено, что разработанные элементы сортовой агротехники оказывают существенное влияние на увологические показатели грозди исследуемых клонов сортов винограда.

Определено, что максимальные значения структурных показателей грозди клона 802 сорта Алеатико при применяемых элементах технологии обеспечивает нагрузка – 12 глазков на куст. С увеличением нагрузки от 12 до 18 глазков при формировке куста АЗОС-1 средняя масса грозди уменьшается на 35,4%, а масса 100 ягод на 13,4%. Наибольшие значения ягодного показателя у сорта-эталона, которые на 12,1% превосходят значения данного показателя в среднем по вариантам опыта (табл. 7).

Рассчитан коэффициент адаптации (K<sub>a</sub>) для исследуемого клона технического сорта винограда.

Для расчета (K<sub>a</sub>) использовались характеристики признаков и свойств изучаемого клона: коэффициенты плодоношения и плодоносности, сила роста побегов и степень их вызревания, урожайность, сахаристость сока ягод.

На основании полученных данных, с учетом разработанных элементов сортовой агротехники в среднем за годы исследований клон 802 сорта Алеатико при минимальной нагрузке кустов и длине обрезки плодовых лоз оценен как очень перспективный, K<sub>a</sub> = 0,88 (рис.).

#### Выводы

Установлено, что эмбриональная плодоносность клона 802 сорта Алеатико находится в

**Таблица 5.** Сила роста и вызревание побегов, 2019-2021 гг.

**Table 5.** Vigor and ripening of shoots, 2019-2021

Вариант опыта	Нагрузка куста, глазков	Длина обрезки плодовых лоз, глазков	Средняя длина побега, см	Категории по силе роста куста	Вызревание побегов, %
<b>клон 802 сорта Алеатико</b>					
I	18	3	181,6	сильнорослые	86,7
II	15	3	197,9		91,3
Контроль	12	3	213,8		93,4
Сорт-эталон	36	6	163,4		90,5
НСР <sub>05</sub>	-	-	22,5	-	-

**Таблица 6.** Урожай и качество винограда, 2019-2021 гг.

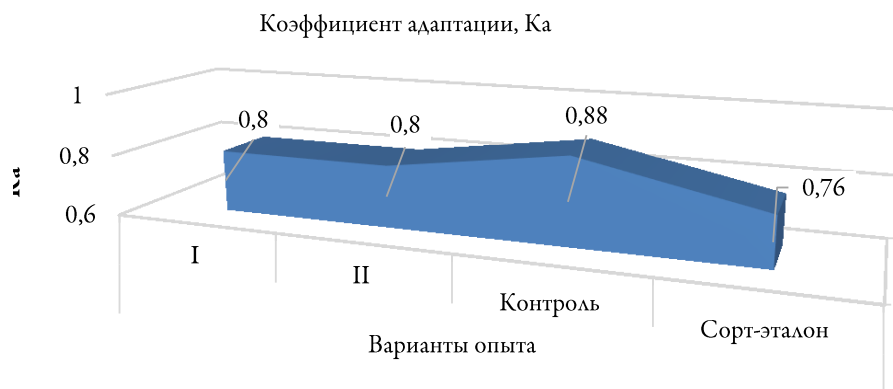
**Table 6.** Yield and quality of grapes, 2019-2021

Вариант опыта	Нагрузка куста, глазков	Длина обрезки плодовых лоз, глазков	ПП, г	Урожайность, т/га	Характеристика сахаристости	Массовая концентрация сахаров, г/дм <sup>3</sup>	
						сахаров, г/дм <sup>3</sup>	титр. к-т, г/дм <sup>3</sup>
I	18	3	205,9	7,9	высокая	231	7,3
II	15	3	216,3	7,5		237	7,1
Контроль	12	3	281,2	6,8		242	6,8
Ср. знач.	-	-	234,5	7,7		237	7,1
Сорт-эталон	36	6	148,7	9,4	234	7,4	
НСР <sub>05</sub>	-	-	78,7	1,03	-	3,90	0,26

**Таблица 7.** Увологические показатели винограда, 2019-2021 гг.

**Table 7.** Uvological indicators of grapes, 2019-2021

Вариант опыта	Нагрузка куста, глазков	Средняя масса грозди, г	Масса 100 ягод, г	Ягодный показатель
I	18	168,8	144,9	66,8
II	15	186,5	140,5	70,4
Контроль	12	228,6	164,3	59,2
Ср. знач.	-	194,6	149,9	65,5
Сорт-эталон	36	139,0	132,4	73,4
НСР <sub>05</sub>	-	16,4	12,8	-



**Рис.** Коэффициент адаптации клона 802 сорта Алеатико, 2019-2021 гг.

**Fig.** Adaptation coefficient of the clone 802 of 'Aleatico' cultivar, 2019-2021

прямой зависимости от примененных к нему элементов сортовой агротехники, характеризуется хорошей закладкой соцветий по всей длине лозы и превышает значения коэффициента плодоношения сорта-эталона. Независимо от влияния повышенных нагрузок, плодоносность изучаемого клона сорта в ЗР ЮБЗК высокая и очень высокая. Увеличение нагрузки в 1,5 раза, при одновременном удлинении плодовых лоз незначительно снижает показатели плодоносности. При выращивании клона 802 сорта Алеатико на формировке куста АЗОС-1 наблюдается смещение зоны плодоносных почек к основанию побегов, что дает возможность проводить короткую обрезку плодовых лоз.

Определено, что изучаемый клон 802 сорта Алеатико превосходит по силе роста и вызреванию побегов сорт-эталон. Применение повышенного уровня нагрузок до 40-50% и удлинение плодовых лоз от 3 до 6 глазков не уменьшает силу роста кустов. При этом установлена высокая степень корреляции между средней длиной побега и нагрузкой куста глазками ( $R^2=0,91$ ).

При применении формировки кустов АЗОС-1 с нагрузкой кустов 18 глазков и длиной обрезки плодовых лоз – 3 глазка, разработанные и выделенные как оптимальные элементы сортовой агротехники, позволяют получить урожай винограда хорошего качества до 7,9 т/га.

Доказано влияние применяемой формировки кустов АЗОС-1 на качественные показатели винограда изучаемого клона сорта в условиях Западного района Южнобережной зоны Крыма. При таком ведении куста может быть получен высокий урожай винограда клона 802 сорта Алеатико без ущерба для качества продукции.

Изучаемый клон 802 сорта Алеатико с разработанными к нему элементами сортовой агротехники оценён как перспективный и очень перспективный в условиях ЗР ЮБЗК ( $K_a = 0,8-0,88$ ) и не уступает по показателям сорту-эталону.

**Авторы выражают благодарности:** главному агроному АО «ПАО «Массандра» Поляковой Т.Н. и агроному филиала «Ливадия» АО «ПАО «Массандра» Назаренко И.И.

#### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0021 и хоздоговорной тематики лаборатории агротехнологий винограда.

#### Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0021 and contract-based themes of Grape Agrotechnologies Laboratory.

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

1. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации: утв. Приказом Президента Рос. Федерации от

01 декабря 2016 г. № 642 // Собр. Законодательства Рос. Федерации. 2016;49:16747-16976. [https://www.szrf.ru/issuepdf/2016/00\\_2016049000.pdf#page=104&zoom=100](https://www.szrf.ru/issuepdf/2016/00_2016049000.pdf#page=104&zoom=100).

- Программы импортозамещения [Электронный ресурс]. <https://2020-god.com/programma-importozameshheniya-v-rossii-do-2020-goda/>. Дата обращения 10.09.2020.
- Подваленко П.П., Звягин А.С., Трошин Л.П. Клоновая селекция – современная основа подъема продуктивности виноградников // Научный журнал КубГАУ. 2009;51(7).
- Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Потенциал автохтонных сортов винограда и интродуцированных клонов для обеспечения конкурентоспособности виноградовинодельческой отрасли в условиях Черноморского региона // Проблемы развития АПК региона. 2019;3(39):37–43.
- Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Продуктивность европейских клонов сортов в зависимости от сортовой агротехники в условиях Южнобережной зоны Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;1:15-19.
- Драган Н.А. Почва Крыма. Симферополь. 1983:1-94.
- Погода в Крыму. <https://rp5.ru/>. Дата обращения 01.02.2019–01.11.2020.
- Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины / Под ред. Авидзба А.М. Ялта: ИВиВ «Магарач». 2004:1-264.
- Дикань А.П. Способ определения качественной разнокачественности плодоносности центральных почек глазков винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2002;4:8-9.
- Урденко Н.А., Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Повышение продуктивности клонов европейских сортов винограда на основе разработки элементов сортовой агротехнологии // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):229-234. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.008
- Буйвал Р.А., Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А. Дифференцированный подход к выбору эффективных элементов агротехники клонов технических сортов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;68(2):162-176. DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-162-176.
- Матузок Н.В., Трошин Л.П., Радчевский П.П., Кравченко Р.В. Прогнозирование урожая технических сортов винограда в Предгорной зоне виноградарства юга России на основе изучения плодоносности глазков и вегетирующих побегов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018;50(2):40-55. DOI: 10.30679/2219-5335-2018-2-50-40-55.
- Радчевский П.П., Матузок Н.В., Кравченко Р.В., Трошин Л.П., Чурсин И.А., Сидоренко Д.В. Повышение продуктивности технических сортов винограда на основе использования современных технологий // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015;55:223-228.
- Urdenko N., Veibulatov M., Tikhomirova N., Buival R. Optimization of grape cultivation based on resource-saving elements of agricultural technology. E3S Web of Conferences. 2021;254:07001. DOI 10.1051/e3sconf/202125407001.
- Простосердов Н.Н. Изучение винограда для определения его использования. М.: Пищепромиздат. 1963:1–79.
- Губин Е.Н. Метод определения степени адаптации и перспективности интродуцированных сортов винограда // Докл. ТСХА. 1980:1–266.

#### References

1. Strategy of scientific-technological development of Russian Federation: approved. By the Order of the President of Rus-



- sian Federation dd December 01, 2016 No. 642 // Collection of Legislation of Russian Federation. 2016;49:16747-16976. [https://www.szrf.ru/issuepdf/2016/00\\_2016049000.pdf#page=104&zoom=100](https://www.szrf.ru/issuepdf/2016/00_2016049000.pdf#page=104&zoom=100) (in Russian).
2. Import substitution programs [Electronic resource]. <https://2020-god.com/programma-importozameshheniya-v-rossii-do-2020-goda/>. Accessed 09/10/2020 (in Russian).
  3. Podvalenko P.P., Zvyagin A.S., Troshin L.P. Clone selection – the modern base for raising grape production. Scientific journal of KubSAU. 2009;51(7) (in Russian).
  4. Beibulatov M.R., Urdenko N.A., Tikhomirova N.A., Buival R.A. The potential of autochthonous grapevine varieties and introduced clones in ensuring competitiveness of vitivicultural produce in the conditions of the Black Sea region. Problems of development of the agro-industrial complex of the region. 2019;3(39):37–43 (in Russian).
  5. Beibulatov M.R., Urdenko N.A., Tikhomirova N.A., Buival R.A. The impact of varietal agrotechnology on productivity of European varietal clones in conditions of the South Coast of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;1:15-19 (in Russian).
  6. Dragan N.A. Soils of the Crimea. Simferopol. 1983:1-94 (in Russian).
  7. Weather in Crimea. <https://rp5.ru/>. Accessed 02/01/2019–11/01/2020 (in Russian).
  8. Guidelines on agrotechnical research in viticulture of Ukraine. Edited by Avidzba A.M. Yalta: IV&W Magarach. 2004:1-264 (in Russian).
  9. Dikan A.P. Method for the determination of the fruit bearing capacity of central vine buds. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2002;4:8-9 (in Russian).
  10. Urdenko N.A., Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Buival R.A. Increasing productivity of clones of European grapevine cultivars through the development of varietal agrotechnology elements. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;21(3):229-234. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.008 (in Russian).
  11. Buival R.A., Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Urdenko N.A. Differentiated approach to the selection of effective elements of agricultural technology for clones of wine grape varieties. Horticulture and viticulture of the South Russia. 2021;68(2):162-176. DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-162-176 (in Russian).
  12. Matuzok N.V., Troshin L.P., Radchevsky P.P., Kravchenko R.V. Harvest prediction of technical grape varieties in the foothill zone of viticulture in the South of Russia on the basis of fruitfulness studying of buds and vegetative shoots. Horticulture and viticulture of the South Russia. 2018;50(2):40–55. DOI: 10.30679 / 2219-5335-2018-2-50-40-55 (in Russian).
  13. Radchevsky P.P., Matuzok N.V., Kravchenko R.V., Troshin L.P., Chursin I.A., Sidorenko D.V. Increasing the productivity of wine grapes based on the use of modern technologies. Scientific works of KubSAU. 2015;55:223-228 (in Russian).
  14. Urdenko N., Beibulatov M., Tikhomirova N., Buival R. Optimization of grape cultivation based on resource-saving elements of agricultural technology. E3S Web of Conferences. 2021;254:07001. DOI 10.1051/e3sconf/202125407001.
  15. Prostoserdov N.N. The study of grapes to determine its use. M.: Pishchepromizdat. 1963:1–79 (in Russian).
  16. Gubin E.N. Method for determining the degree of adaptation and prospects of introduced grape varieties. Reports of TAA. 1980:1–266 (in Russian).

### Информация об авторах

**Роман Алексеевич Буйвал**, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда, зав. лаборатории агротехнологий винограда; e-мейл: agromagarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4149-2657>;

**Магомедсайгит Расулович Бейбулатов**, д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда; e-мейл: agromagarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4138-0823>;

**Надежда Александровна Тихомирова**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда; e-мейл: nadegda17@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2486-1257>;

**Наталья Александровна Урденко**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда; e-мейл: agromagarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8073-5482>.

### Information about authors

**Roman A. Buival**, Cand. Agric. Sci., Staff Scientist, Head of Grape Agrotechnologies Laboratory; e-mail: agromagarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4149-2657>;

**Magomedsaigit R. Beibulatov**, Dr. Agric. Sci., Chief Staff Scientist, Grape Agrotechnologies Laboratory; e-mail: agromagarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4138-0823>;

**Nadezhda A. Tikhomirova**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Grape Agrotechnologies Laboratory; e-mail: nadegda17@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2486-1257>;

**Natalia A. Urdenko**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Grape Agrotechnologies Laboratory; e-mail: agromagarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-8073-5482>.

Статья поступила в редакцию 14.03.2022, одобрена после рецензии 13.04.2022, принята к публикации 20.05.2022

# Оптимальный режим нагрузки кустов плодовыми побегами для получения высокого и качественного урожая винограда технических сортов в условиях Анапо-Таманской зоны

Трошин Л.П., Кравченко Р.В.<sup>✉</sup>, Матузок Н.В., Куфанова Р.Н.

Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

<sup>✉</sup>kravchenko.r@kubsau.ru

**Аннотация.** В данной статье были рассмотрены результаты сравнительного изучения по агробиологическим и хозяйственным параметрам влияния различных режимов нагрузки кустов плодовыми побегами (или лозами) винограда сортов Мерло, Цимлянский черный, Саперави северный в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края. Исследования проводились по общепринятым в виноградарстве методикам. Отбирались визуально типичные кусты изучаемых сортов, характеризующихся сравнительно небольшим приростом, без признаков заболеваний и не поврежденные вредителями, высокопродуктивных, типичных по содержанию гроздей и ягод, но более укрупненных размеров. Объектом исследования выбрано влияние различных уровней нагрузки кустов на продуктивность сортов винограда. Предмет исследований: сорта винограда Мерло, Цимлянский черный, Саперави северный. Схема размещения на поле виноградных кустов – 3,0 × 1,5 м. Растения винограда сформированы по типу высокоштамбового двустороннего горизонтального кордона с высотой штамба 120 см, так как высокоштамбовая культура винограда, по сравнению с приземным способом ведения кустов отвечает в большей степени требованиям виноградного растения, как лианы. Схема опыта: короткая обрезка плодовых побегов на 3 глазка (контроль); средняя обрезка плодовых побегов на 6 глазков; длинная обрезка плодовых побегов на 10 глазков. Биометрический анализ полученного материала проведен методом вариационного анализа стандартным пакетом Statistica. По результатам исследований выявлено, что в промышленных насаждениях винограда технического направления, сформированных по типу высокоштамбовый двусторонний горизонтальный кордон, необходимо применять обрезку плодовых побегов сортов Мерло и Цимлянский черный на 3 глазка, а сорта Саперави северный – на 6 глазков.

**Ключевые слова:** виноград; сорт; Мерло; Цимлянский черный; Саперави северный; куст; нагрузка; плодовые побеги; урожай; качество.

**Для цитирования:** Трошин Л.П., Кравченко Р.В., Матузок Н.В., Куфанова Р.Н. Оптимальный режим нагрузки кустов плодовыми побегами для получения высокого и качественного урожая винограда технических сортов в условиях Анапо-Таманской зоны // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):137-141. DOI 10.35547/IM.2022.16.73.006

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

## Optimal mode of bush loading with fruiting shoots to obtain heavy and high-quality yield of wine grape varieties in the conditions of Anapo-Taman zone

Troshin L.P., Kravchenko R.V.<sup>✉</sup>, Matuzok N.V., Kufanova R.N.

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, 13 Kalinina str., 350044 Krasnodar, Russia

<sup>✉</sup>kravchenko.r@kubsau.ru

**Abstract.** In this article, the results of comparative study by agrobiological and economic parameters of the influence of different modes of bush loading with fruiting shoots (or vines) of the studied grape varieties 'Merlot', 'Tsymlyanskiy Chernyi', 'Saperavi Severnyi' in the conditions of Anapo-Taman zone of Krasnodar Territory were considered. The studies were carried out according to generally accepted methods in viticulture. Visually typical bushes of the studied varieties, characterized by a relatively small growth amount, without signs of diseases and not damaged by pests, highly productive, typical in terms of the content of bunches and berries, but larger in size, were selected. The object of research is the influence of different levels of bush loading on the productivity of grape varieties. The subject of research is grape varieties 'Merlot', 'Tsymlyanskiy Chernyi', 'Saperavi Severnyi'. The planting scheme of grape bushes is 3.0 × 1.5 m. Vine plants are trained according to the type of high-stem two-sided horizontal cordon with a stem height of 120 cm, since a high-stem grape culture, in comparison with the ground-level method of bush training, meets the requirements of a grape plant, like liana, to a greater extent. Scheme of experiment: 1) Short pruning of fruiting shoots for 3 eyes (control); 2) Medium pruning of fruiting shoots for 6 eyes; 3) Long pruning of fruiting shoots for 10 eyes. Biometric analysis of the obtained material was carried out by the method of variation analysis using the standard software package Statistica. According to the results of the research, it was revealed that in industrial plantations of wine grapes, trained according to the type of high-stem two-sided horizontal cordon, it is necessary to use pruning of fruiting shoots of varieties 'Merlot' and 'Tsymlyanskiy Chernyi' for 3 eyes, and 'Saperavi Severnyi' - for 6 eyes.

**Key words:** grapes; variety; 'Merlot'; 'Tsymlyanskiy Chernyi'; 'Saperavi Severnyi'; bush; loading; fruiting shoots; yield; quality.

**For citation:** Troshin L.P., Kravchenko R.V., Matuzok N.V., Kufanova R.N. Optimal mode of bush loading with fruiting shoots to obtain heavy and high-quality yield of wine grape varieties in the conditions of Anapo-Taman zone. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):137-141 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.16.73.006

## Введение

В отрасли производства виноградной продукции базовыми элементами являются системы ведения, формирования и установление оптимальной нагрузки кустов вегетирующими побегами, урожаем. Основная ответственность при этом возлагается на обрезку кустов винограда для целей получения высоких урожаев при хорошем качестве ягод [1-4].

В настоящее время создано значительное количество сортов винограда, отличающихся огромным разнообразием биолого-хозяйственных признаков, приспособленных к различным условиям произрастания и приемам возделывания [5-7].

Виноградоремонтная отрасль Краснодарского края, почвенно-климатические условия которого являются из всех регионов Российской Федерации самыми благоприятными для получения высококачественной продукции, находится сейчас в периоде развития, является высокоинтенсивным и доходным сектором сельскохозяйственного производства. Она позволяет наиболее полно использовать почвенно-климатические условия Краснодарского края, обеспечивая перерабатывающую промышленность сырьем, а население – продукцией [8].

В крае производится до 60% товарного винограда России. Почвенно-климатические условия края обеспечивают производство винограда столовых, универсальных и технических сортов разных сроков созревания при хорошем и высоком качестве. Стандартный сортимент в Российской Федерации значительно обновлен. На смену пришли такие сорта, как районированные в 2015-2019 гг. Анри К, Анчелотта таманская, Анюта, Антрацит, Бейсуг, Богатыновский, Гелиос, Грюнер таманский, Гурзуфский розовый, Гурман Крайнова, Долгожданный, Коктейль, Кубаттик, Ливадийский черный, Ливия К, Мускат черный, Нежность, Низина, Олег, Памяти Учителя, Подарок Невская, Рошфор К, Санджовезе таманский, Сенной К, Сира таманская, Совиньон таманский, Талисман, Хризолит, Цвайгельт таманский, Цитрин, Юбилей Новочеркаска и т.д. [7].

Исследованиями многих авторов установлено, что существует прямая связь между нагрузкой кустов вегетирующими побегами, урожаем винограда и приростом побегов, на основании которых более эффективными являются высокая нагрузка кустов побегами и высоким урожаем. При этом важнейшим агроприемом является обрезка виноградных кустов, которая проводится только вручную, является регулированием их роста и плодоношения в целях получения высоких урожаев высокого качества изучаемых технических сортов [1-4].

Поэтому целью наших исследований явилось установить оптимальный режим нагрузки кустов вегетирующими побегами для получения высокого и качественного урожая винограда исследуемых сортов Мерло, Цимлянский черный и Саперави северный в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края.

## Материал и методы исследования

Полевые опыты проводили на виноградниках агрофирмы «Фанагория-Агро» (п. Сенной, Темрюкский район, Краснодарский край).

Территория Темрюкского района расположена в зоне неустойчивого увлажнения. В климатическом отношении Таманский полуостров отличается от остальной равнинной части края большей засушливостью и несколько меньшей континентальностью.

Исследования проводились по общепринятым в виноградарстве методикам [9-11].

Биометрический анализ полученного материала проведен методом вариационного анализа стандартным пакетом Statistica.

За время полевых исследований отбирались визуально типичные кусты изучаемых сортов по следующим признакам: характеризующиеся сравнительно небольшим приростом, без признаков заболеваний и не поврежденные вредителями, высокопродуктивных, типичных по содержанию гроздей и ягод, отличающихся крупным размером гроздей и ягод.

Объектом исследований выбрано влияние различных уровней нагрузки кустов на продуктивность сортов винограда.

Предмет исследований: сорта винограда Мерло, Цимлянский черный, Саперави северный. Схема посадки – 3,0 × 1,5 м. Растения винограда сформированы по типу высокоштамбового двустороннего кордона с высотой штамба 120 см, так как высокоштамбовая культура винограда, по сравнению с приземным способом ведения кустов отвечает в большей степени требованиям виноградного растения, как лианы.

Схема опыта:

- короткая обрезка вызревших побегов на 3 глазка (контроль);
- средняя обрезка вызревших побегов на 6 глазков;
- длинная обрезка вызревших побегов на 10 глазков.

## Результаты и их обсуждение

Продуктивный мониторинг влияния длины обрезки плодовых побегов

Урожайность любой сельскохозяйственной культуры является тем индикатором, на который ориентируется каждый товаропроизводитель в структуре АПК. В табл. 1 представлены результаты мониторинга влияния длины обрезки плодовых лоз кустов винограда на показатели урожайности виноградных сортов Мерло, Цимлянский черный и Саперави северный в Таманской подзоне.

Так, средняя масса грозди винограда изучаемых сортов винограда находилась в обратной зависимости от длины плодовой стрелки (длины обрезки плодовых побегов) – чем длиннее плодовая стрелка, тем мельче гроздь. У сорта Мерло средняя масса грозди составила 131, 124 и 111 г, соответственно, на вариантах с длиной плодовой стрелки в 3, 6 и 10 глазков. У сорта Цимлянский черный это – 153, 155 и 139 г, соответственно, и у сорта Саперави северный – 135, 118 и 109 г.

**Таблица 1.** Влияние длины обрезки виноградных кустов на показатели продуктивности винограда  
**Table 1.** The effect of pruning length of grape bushes on the productivity indicators of grapes

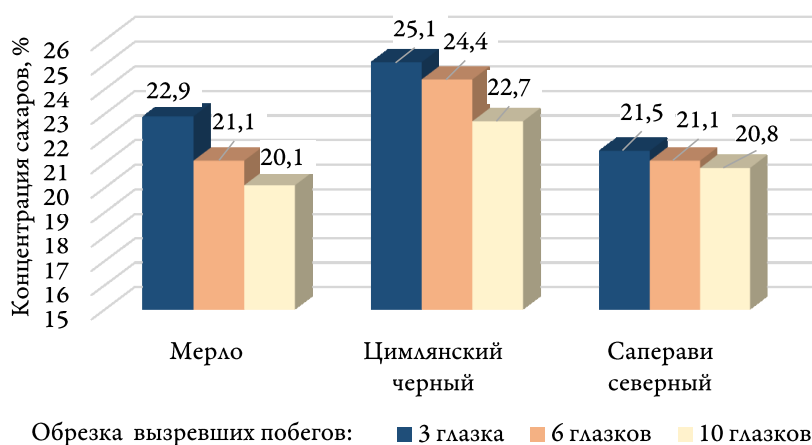
Сорт	Длина плодовых побегов, глазков	Количество гроздей, шт.	Масса грозди, г	Урожай с куста, кг/куст	Урожайность, т/га	Прибавка, ± %
Мерло	3 (к)	52,0	131	6,81	11,35	-
	6	61,1	124	7,58	12,64	+11,4
	10	67,0	111	7,44	12,40	+9,3
Цимлянский черный	3 (к)	40,6	153	6,21	10,35	-
	6	40,5	148	5,99	9,98	-3,6
	10	48,2	133	6,41	10,69	+3,3
Саперави северный	3 (к)	39,4	135	5,48	9,14	-
	6	54,8	118	6,47	10,79	+18,1
	10	58,8	109	6,41	10,69	+17,0
НСР <sub>05</sub>				0,33	0,55	-

Прямую зависимость от длины плодовой стрелки (длины обрезки плодовых лоз) наблюдали мы и при изучении следующего показателя продуктивности – количества гроздей в среднем на одном кусте винограда у всех сортов – чем длиннее плодовая стрелка, тем больше количество гроздей. У сорта Мерло количество гроздей в среднем на одном кусте винограда составило 52,0, 61,1 и 67,0 шт., соответственно, на вариантах с длиной плодовой стрелки в 3, 6 и 10 глазков. У сорта Цимлянский черный это – 40,6, 40,5 и 48,2 шт., соответственно, и у сорта Саперави северный – 39,4, 54,8 и 58,8 шт.

В совокупности у сорта Мерло и, в особенности, у сорта Саперави северный это выразилось в увеличении продуктивности куста и всего виноградного насаждения в расчете на 1 га при средней (на 6 глазков) и длинной (на 10 глазков) обрезке плодовых лоз: 12,64 и 12,40 т/га против 11,35 т/га на варианте с обрезкой на 3 глазка (или больше на 11,4 и 9,3 %) у сорта Мерло и 10,79 и 10,69 т/га против 9,14 т/га на варианте с обрезкой на 3 глазка (или больше на 18,1 и 17,0 %) у сорта Саперави северный.

У сорта же Цимлянский черный урожайность при средней (на 6 глазков) и длинной (на 10 глазков) обрезке его плодовых лоз составила 9,98 и 10,69 т/га против 10,35 т/га на варианте с обрезкой на 3 глазка, что меньше НСР<sub>05</sub> и потому разница не существенна, т.е. урожайность равна по всем вариантам длины обрезки.

Также длина обрезки виноградных плодовых побегов в опыте повлияла и на качество продукции винограда изучаемых сортов Мерло, Цимлянский черный и Саперави северный (рис.).

**Рис.** Концентрация сахаров в соке ягод изучаемых сортов винограда  
**Fig.** Concentration of sugars in berry juice of the studied grape varieties

Массовая концентрация сахаров также имела обратную зависимость от длины плодовой стрелки (длины обрезки плодового побега) – чем длиннее плодовая стрелка, тем меньше сахаров накапливалось в соке ягод. Так, она была выше у всех сортов при обрезке на 3 глазка: у сорта Мерло – 22,9 г/см<sup>3</sup> сахаров против 21,1 и 20,1 г/см<sup>3</sup> на вариантах с обрезкой на 6 и 10 глазков, у сорта Цимлянский черный – 25,1 г/см<sup>3</sup> сахаров против 24,4 и 22,7 г/см<sup>3</sup> на вариантах с обрезкой на 6 и 10 глазков, и у сорта Саперави северный – 21,5 г/см<sup>3</sup> сахаров против 21,1 и 20,8 г/см<sup>3</sup> на вариантах с обрезкой на 6 и 10 глазков.

Экономическая эффективность внедрения изученных приемов обрезки кустов винограда технических сортов в природно-климатических условиях их произрастания

В настоящее время подбор сортов ведется по многим показателям, поэтому учитываются не только биологические особенности и технологичность сорта, но и его экономическая эффективность (табл. 2).

Показатели экономической эффективности воз-

**Таблица 2.** Экономический мониторинг внедрения в производство изучаемых режимов нагрузок на куст виноградных сортов Мерло, Цимлянский черный и Саперави северный (Таманская подзона)

**Table 2.** Economic monitoring of introduction in production of the studied modes of bush loading for grape varieties 'Merlot', 'Tsymlyanskiy Chernyi' and 'Saperavi Severnyi' (Taman subzone)

Сорт	Длина плодовых побегов, глазков	Урожайность, т/га	Стоимость валовой продукции, руб.	Производственные затраты, руб.	Себестоимость 1 т винограда, руб.	Чистый доход, руб.	Рентабельность, %
Мерло	3 (к)	11,35	259915	149450	13167	110465	73,9
	6	12,64	266704	158480	12538	108224	68,3
	10	12,40	249240	156800	12645	92440	59,0
Цимлянский черный	3 (к)	10,35	259785	142450	13763	117335	82,4
	6	9,98	243512	139860	14014	103652	74,1
	10	10,69	242663	144830	13548	97833	67,6
Саперави северный	3 (к)	9,14	196510	133980	14659	62530	46,7
	6	10,79	227669	145530	13487	82139	56,4
	10	10,69	222352	144830	13548	77522	53,5

делывания технических сортов винограда при различных уровнях нагрузки кустов находятся в прямой зависимости как от урожайности, так и от качества полученной товарной продукции и, конкретно, от концентрации сахаров в виноградном соке. Средняя закупочная цена 1 т винограда при приеме на винзавод составляет 20 тыс. руб. при концентрации сахаров 20 г/см<sup>3</sup>. За каждый 1 г сахаров добавляется к цене еще 1 тыс. руб. Поэтому закупочная цена продукции сорта Мерло на варианте с обрезкой на 3 глазка составила 22900 руб/т, против 21100 и 20100 руб/т на вариантах с обрезкой на 6 и 10 глазков, у сорта Цимлянский черный – 25100 руб/т против 24400 и 22700 руб/т на вариантах с обрезкой на 6 и 10 глазков, и у сорта Саперави северный – 21500 руб/т против 21100 и 20800 руб/т на вариантах с обрезкой на 6 и 10 глазков.

Повышение производственных затрат в опытных вариантах связано с увеличением затрат на уборку дополнительной продукции и ее транспортировку.

Самые высокие экономические показатели у сортов Мерло и Цимлянский черный были получены при короткой обрезке на 3 глазка. При этом были получены наибольшие чистый доход (соответственно, 110,465 и 117,335 тыс. руб.) и уровень рентабельности (соответственно, 76,4 и 82,4%) при том, что у сорта Мерло максимальная денежная выручка (266,7 тыс. руб) при наименьшей себестоимости продукции (12,5 тыс. руб/т) получены при обрезке винограда на 6 глазков. У сорта Саперави северный самые высокие экономические показатели получены при средней обрезке на 6 глазков. При этом были получены наибольшие денежная выручка (227,7 тыс. руб), чистый доход (82,1 тыс. руб.) и уровень рентабельности (56,4%) при наименьшей себестоимости продукции (13,5 тыс. руб/т).

### Выводы

Таким образом, у сортов Мерло и Саперави северный увеличение длины обрезки плодовых лоз способствует росту урожайности винограда на 9,3–18,1%. У сорта же Цимлянский черный урожайность не зависит от длины обрезки его плодовых лоз. Массовая концентрация сахаров имеет обратную зависимость от длины плодовой стрелки (длины обрезки плодового побега) – чем длиннее плодовая стрелка, тем меньше сахаров накапливается в соке ягод.

Поэтому в промышленных насаждениях винограда технического направления, сформированных по типу высокоштамбовый двусторонний горизонтальный кордон, рекомендуем применять обрезку плодовых лоз сортов Мерло и Цимлянский черный на 3 глазка, а сорта Саперави северный – на 6 глазков.

### Источник финансирования

Не указан.

### Financing source

Not specified.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Малтабар Л.М. Способ определения потенциальной плодородности глазков у виноградной лозы // Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1985;11:1-48.
2. Матузок Н.В., Кравченко Р.В., Радчевский П.П., Горлов С.М. Влияние нагрузки кустов вегетирующими побегами на урожай и качество винограда сорта Молдова в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2018;14(177):7-16.
3. Матузок Н.В., Трошин Л.П., Радчевский П.П., Кравченко Р.В. Прогнозирование урожая технических сортов винограда в Предгорной зоне виноградарства юга России на основе изучения плодородности глазков и вегетирующих

- побегов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2018;50(2):40–55. DOI 10.30679/2219-5335-2018-2-50-40-55.
4. Matuzok N.V., Troshin L.P., Kravchenko R.V., Gish R.A., Milovanov A.V. Evaluation of Commercial Grape Varieties with Various Methods of Vine Forming. *Annals of Agri Bio Research*. 2021;26(1):37-42.
  5. Радчевский П.П., Матузок Н.В., Кравченко Р.В., Трошин Л.П., Сидоренко Д.В., Чурсин И.А. Повышение продуктивности технических сортов винограда на основе использования современных технологий // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2015;55:223-228.
  6. Хедайтулла М., Кравченко Р.В., Трошин Л.П. Виноградарство Афганистана // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(4):299–301. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.004.
  7. Яцущко Е.С., Прах А.В., Кравченко Р.В. Агробиологическая и технологическая оценка новых форм и сортов винограда для виноделия в центральной зоне Краснодарского края // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. Сборник статей по материалам X Всероссийской конференции молодых ученых, посвященной 120-летию И.С. Косенко. 2017:739-740.
  8. Slyusarev V.N., Kravchenko R.V., Podkolzin O.A., Kotlyarov V.V., Neshchadim N.N. Peculiarities of leached black soil absorption capacity in the Pre-Kuban lowland in the conditions of the field agrocoenosis. *International Journal on Emerging Technologies*. 2020;11(2):531-535.
  9. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: изд-во Ростов. ун-та. 1963:1-150.
  10. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда // Под. общ. ред. К. А. Серпуховитиной. Краснодар. 2010:1-182.
  11. Простосердов Н.И. Изучение винограда для определения его использования (увология) / Под ред. Н.С. Охременко и П.Я. Голодриги. М.: Пищепромиздат. 1963:1-79.
- References**
1. Maltabar L.M. A method for determining the potential fruitfulness of eyes in a grapevine. *Horticulture, viticulture and winemaking of Moldova*. 1985;11:1-48 (*in Russian*).
  2. Matuzok N.V., Kravchenko R.V., Radchevskij P.P., Gorlov S.M. Influence of loading of bushes by vegetative runs on the yield and quality of grape of Moldova varieties under the conditions of the Anapo-Taman zone of the Krasnodar Territory. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2018;14(177):7–16 (*in Russian*).
  3. Matuzok N.V., Troshin L.P., Radchevskij P.P., Kravchenko R.V. Harvest prediction of technical grape varieties in the foothill zone of viticulture in the South of Russia on the basis of fruitfulness studying of buds and vegetative shoots. *Horticulture and Viticulture of the South Russia*. 2018;50(2):40–55. DOI 10.30679/2219-5335-2018-2-50-40-55 (*in Russian*).
  4. Matuzok N.V., Troshin L.P., Kravchenko R.V., Gish R.A., Milovanov A.V. Evaluation of Commercial Grape Varieties with Various Methods of Vine Forming. *Annals of Agri Bio Research*. 2021;26(1):37-42.
  5. Radchevskiy P.P., Matuzok N.V., Kravchenko R.V., Troshin L.P., Sidorenko D.V., Chursin I.A. Increasing the productivity of technical grape varieties based on the use of modern technologies. *Proceedings of the Kuban State Agrarian University*. 2015;55:223-228 (*in Russian*).
  6. Hedaitulla M., Kravchenko R.V., Troshin L.P. Viticulture of Afghanistan. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(4):299–301. DOI 10.35547/IM.2019.21.4.004 (*in Russian*).
  7. Yatsushko E.S., Prakh A.V., Kravchenko R.V. Agrobiological and technological assessment of new forms and varieties of grapes for winemaking in the central zone of the Krasnodar Territory. *Scientific support of the agro-industrial complex. Collection of articles based on materials of the X All-Russian Conference of Young Scientists dedicated to the 120th anniversary of I.S. Kosenko*. 2017:739-740 (*in Russian*).
  8. Slyusarev V.N., Kravchenko R.V., Podkolzin O.A., Kotlyarov V.V., Neshchadim N.N. Peculiarities of leached black soil absorption capacity in the Pre-Kuban lowland in the conditions of the field agrocoenosis. *International Journal on Emerging Technologies*. 2020;11(2):531-535.
  9. Lazarevskiy M.A. Study of grape varieties. *Rostov-on-Don: Rostov University Publ*. 1963:1-150 (*in Russian*).
  10. Methodological and analytical support for the organization and conduct of research on the technology of grape production. Edited by K. A. Serpukhovitina. *Krasnodar*. 2010:1-182 (*in Russian*).
  11. Prostoserdiv N.I. The study of grapes to determine their use (uvology). Edited by N.S. Okhremenko, P.Ya. Golodriga. М.: Pishchepromizdat. 1963:1-79 (*in Russian*).

### Информация об авторах

**Леонид Петрович Трошин**, д-р биол. наук, профессор кафедры виноградарства; e-мэйл: lptroshin@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1232-2077>;

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

**Николай Васильевич Матузок**, д-р с.-х. наук, профессор кафедры виноградарства; e-мэйл: matuzok.nik@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0058-8866>;

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

### Information about authors

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

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

**Nikolai V. Matuzok**, Dr. Agric. Sci., Professor, Department of Viticulture; e-mail: matuzok.nik@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-0058-8866>;

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

Статья поступила в редакцию 01.04.2022, одобрена после рецензии 28.04.2022, принята к публикации 20.05.2022

## Биологический метод управления урожайностью столового винограда Подарок Несветая

Петров В.С.<sup>1✉</sup>, Фисюра А.В.<sup>2</sup>, Марморштейн А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Россия, 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39;

<sup>2</sup> Крестьянско-фермерское хозяйство «Т.Б. Фисюра», Россия, Краснодарский край, Динской район

✉petrov\_53@mail.ru

**Аннотация.** Применена зонально- и сортоориентированная биотехнология на основе манипуляции вегетативными и генеративными органами растений, эффективного использования ресурсного почвенно-климатического потенциала агротерриторий и биологических особенностей генотипа в продукционном процессе культуры винограда. Такой подход обеспечивает повышение продуктивности винограда без дополнительных капиталовложений. Объектом исследования является столовый сорт винограда Подарок Несветая на подвое Берландиери × Рипариа 41Б. Предмет исследования – закономерности изменения продуктивности винограда в зависимости от разной нагрузки кустов побегами и гроздьями. Исследования выполнены в Центральной агроэкологической зоне виноградарства (четвертая подзона) Краснодарского края, на виноградниках с капельным орошением. Схема посадки кустов винограда 3,5×3,5 м, форма кустов – высокоштамбовый двуплечий кордон. Сорт обладает высокой продукционной отзывчивостью на оптимизацию структурных элементов куста. При манипуляции с вегетативными и генеративными органами растений наблюдается изменение массы грозди и урожая винограда в зависимости от нагрузки кустов побегами и гроздьями. В центральной агроэкологической зоне виноградарства Краснодарского края наибольшая масса грозди формируется при нагрузке кустов побегами 55 шт/куст и гроздьями 42 шт/куст и составляет 0,512 кг. Наибольшая урожайность винограда 23,34 т/га, в том числе товарного 20,23 т/га, была при нагрузке кустов побегами 44 шт/куст и гроздьями 70 шт/куст. Корреляционная зависимость урожайности винограда от количества побегов на кустах умеренная ( $r = 0,31$ ), от количества гроздей – средняя ( $r = 0,60$ ) и от массы грозди – сильная ( $r = 0,72$ ). Для получения наибольшего урожая товарного винограда в центральной агроэкологической зоне виноградарства Краснодарского края рекомендуется нагрузка кустов побегами 44 шт/куст и гроздьями 70 шт/куст.

**Ключевые слова:** виноград; биотехнологии; продуктивность; управление.

**Для цитирования:** Петров В.С., Фисюра А.В., Марморштейн А.А. Биологический метод управления урожайностью столового винограда Подарок Несветая // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):142-147. DOI 10.35547/IM.2022.19.95.007

ORIGINAL RESEARCH

## Biological method for managing the cropping capacity of table grapes 'Podarok Nesvetaya'

Petrov V.S.<sup>1✉</sup>, Fisyura A.W.<sup>2</sup>, Marmorshtein A.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy str., 350901 Krasnodar, Russia

<sup>2</sup> Peasant Farm Enterprise «Т.Б. Fisyura», Dinsky District, Krasnodar Region, Russia

✉petrov\_53@mail.ru

**Abstract.** Zonal and variety-oriented biotechnology based on the manipulation of vegetative and generative organs of plants, effective use of the resource soil-climatic potential of agro-territories and biological characteristics of genotype in the production process of grape culture was applied. This approach provides an increase in the productivity of grapes without additional investment. The object of the study is the table grape variety 'Podarok Nesvetaya' on the rootstock 'Berlandieri × Riparia 41B'. The subject of the study is the patterns of changes in the productivity of grapes depending on the different loading of bushes with shoots and bunches. The studies were carried out in the central agro-ecological zone of viticulture (fourth subzone) of the Krasnodar Territory, in vineyards with drip irrigation. The scheme of planting grape bushes is 3.5 × 3.5 m, bush training is a high-stem two-armed cordon. The variety has high production responsiveness to the optimization of structural bush elements. When manipulating the vegetative and generative organs of plants, change in the bunch weight and grape yield is observed depending on bush loading with shoots and bunches. In the central agro-ecological viticulture zone of the Krasnodar Territory, the biggest bunch weight amounts 0.512 kg. It is obtained when bushes are loaded with shoots of 55 pcs/bush, and bunches - of 42 pcs/bush. The highest cropping capacity of grapes - 23.34 t/ha, including commercial - 20.23 t/ha, was at bush loading with shoots of 44 pcs/bush and bunches of 70 pcs/bush. The correlation dependence of cropping capacity of grapes on the number of shoots on bushes is moderate ( $r = 0.31$ ), on the number of bunches - medium ( $r = 0.60$ ), and on the bunch weight - strong ( $r = 0.72$ ). To obtain the highest yield of commercial quality grapes in the central agro-ecological viticulture zone of the Krasnodar Territory, it is recommended to load bushes with shoots of 44 pcs/bush and bunches of 70 pcs/bush.

**Key words:** grapes; biotechnologies; productivity; management.

**For citation:** Petrov V.S., Fisyura A.W., Marmorshtein A.A. Biological method for managing the cropping capacity of table grapes 'Podarok Nesvetaya'. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):142-147 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.19.95.007

### Введение

Актуальной задачей современного виноградарства является повышение продуктивности насаж-

дений, улучшение качества ягод винограда, оптимизация ресурсозатрат в технологическом процессе, уменьшение себестоимости готовой продукции, повышение конкурентоспособности отечественного виноградарства. Уровень реализации потенциала хозяйственной продуктивности винограда в агроэколо-

гических условиях юга России составляет в среднем 60%. Биологические особенности генотипов винограда и ресурсный почвенно-климатический потенциал агротерриторий позволяют повысить уровень реализации потенциала хозяйственной продуктивности винограда до 80%, соответственно увеличить валовой сбор винограда только в Краснодарском крае на 40 тыс.т/год.

Продукционный процесс в большом жизненном и малом годовом циклах онтогенеза винограда зависит от множества природных и антропогенных факторов. Выполняя средообразующую роль, антропогенные факторы усиливают (уменьшают при необходимости) действие природных факторов [1-3].

Каждый сорт винограда обладает специфически, присущими ему биологическими свойствами. Для наиболее полной реализации продукционного потенциала виноград должен возделываться с учетом биологических особенностей генотипов по своей индивидуальной технологии [4, 5]. В условиях нарастающей антропогенной интенсификации производства для реализации актуальных задач в отрасли виноградарства высокую востребованность приобретают биотехнологии\*.

Исследованиями установлено существенное варьирование продуктивности винограда в зависимости от нагрузки кустов побегами и гроздьями. При манипуляции с вегетативными и генеративными органами растений, оптимизации обрезки и нагрузки кустов побегами и гроздьями повышается урожайность винограда и улучшается качество сока ягод. Недогрузка кустов побегами и гроздьями сопровождается плохим оплодотворением, осыпанием цветков и завязей, недостаточным сахаронакоплением, уменьшением урожайности и слабым вызревaniem побегов. Перегрузка кустов ведет к сдерживанию роста побегов, снижению массы гроздей, урожайности и сахаронакопению, ухудшению вызревания побегов [6-15]. У перегруженных кустов процессы гидролиза преобладают над синтезом, понижается содержание крахмала и сахаразы, вино получается недостаточно полным. При оптимальной нагрузке наоборот синтез преобладает над гидролизом [16, 17]. Оптимальная нагрузка гроздьями увеличивает массу грозди, улучшает качество и окраску ягод, ускоряет созревание винограда [18]. Таким образом, множество научных исследований подтверждают необходимость возделывания сортов винограда с учетом их биологической специфики по индивидуальным технологиям. У каждого сорта должна быть своя агротехнология для наиболее полной реализации биологического и продукционного потенциалов.

**Цель работы** – установить закономерности продукционной изменчивости, оптимизировать биологический метод управления урожайностью столового

\* Биотехнология – манипуляции живыми организмами и их органами на молекулярном, клеточном и организменном уровнях, использование продуктов их жизнедеятельности для достижения целей по обеспечению эффективности процессов онтогенеза, улучшения среды обитания и производства продукции.

винограда Подарок Несветая на основе оптимизации параметров структурных элементов куста.

### **Материалы и методы исследований**

Объектом исследования является сорт винограда Подарок Несветая на подвое Берландиери × Рипариа 41Б, предмет исследования – закономерности изменения продуктивности винограда в зависимости от разной нагрузки кустов побегами и гроздьями.

Исследования выполнены в Центральной агроэкологической зоне виноградарства (четвертая подзона) Краснодарского края, на виноградниках с капельным орошением. Схема посадки кустов винограда 3,5×3,5 м, форма кустов – высокоштамбовый двуплечий кордон.

Экспериментальный полевой опыт заложен по полной двухфакторной схеме 3×3. Фактор 1 – нагрузка кустов побегами в трех градациях: максимальная, средняя и минимальная; фактор 2 – нагрузка кустов гроздьями в трех градациях: максимальная, средняя и минимальная. Агробиологические показатели и урожайность ягод винограда определяли с использованием классических методик [19].

### **Результаты и их обсуждение**

Закономерности продукционной изменчивости винограда Подарок Несветая под влиянием биологического метода оптимизации параметров вегетативных и генеративных органов куста установлены в типичных погодных условиях умеренно континентального климата юга России. Среднегодовая температура воздуха на участке полевых исследований составляет 12,5–13,0°C, сумма активных температур 3900–4100°C, максимальная – во время вегетации достигает плюс 40°C, минимальная – зимой опускается до минус 30°C. За год выпадает 700–800 мм атмосферных осадков. Почвы представлены малогумусными, выщелоченными мощными черноземами [20].

В этих агроэкологических условиях манипуляции с вегетативными и генеративными органами растений винограда сопровождались изменением биометрических показателей гроздей.

При уменьшении нагрузки кустов побегами с 55 до 44 и 33 шт/куст средняя масса грозди в целом имела тенденцию к уменьшению с 0,445 до 0,426 и 0,417 кг.

Эта тенденция была более выражена при изменении количества гроздей на кустах. При уменьшении количества побегов с 55 до 44 и 33 шт/куст средняя масса грозди на кустах с максимальной нагрузкой гроздьями увеличивалась с 0,382 до 0,415 и 0,413 кг. На фоне средней нагрузки кустов гроздьями средняя масса грозди уменьшалась с 0,441 до 0,432 и 0,401 кг. На фоне минимальной нагрузки кустов гроздьями средняя масса грозди уменьшалась с 0,512 до 0,431 и 0,438 кг.

Манипуляции с изменением нагрузки кустов гроздьями также оказывало влияние на изменение средней массы грозди. На фоне наибольшего количества побегов 55 шт/куст уменьшение количества гроздей с 70 до 54 и 42 шт/куст сопровождалось уве-



**Таблица 1.** Агробиологические показатели столового винограда Подарок Несветая при разной нагрузке кустов побегами и гроздьями, Краснодарский край, 2020-2021 гг.

**Table 1.** Agrobiological indicators of table grapes 'Podarok Nesvetaya' of different bush loading with shoots and bunches, Krasnodar Territory, 2020-2021

№ вариантов	Варианты		Средняя масса грозди, кг	Масса гроздей, кг/куст		
	Количество побегов, шт/куст	Количество гроздей, шт/куст		всего	товарных	нетоварных
1		70	0,382	26,67	19,27	7,40
2	55	54	0,441	24,23	18,55	5,68
3		42	0,512	21,99	19,78	2,21
Среднее		56	0,445	24,30	19,20	5,10
4		70	0,415	28,59	24,78	3,81
5	44	57	0,432	24,05	19,83	4,22
6		43	0,431	18,38	14,10	4,28
Среднее		56	0,426	23,67	19,57	4,10
7		67	0,413	27,30	22,34	4,96
8	33	57	0,401	22,60	16,98	5,62
9		43	0,438	18,78	15,63	3,15
Среднее		56	0,417	22,89	18,32	4,58
НСР <sub>05</sub>			0,09	0,77	0,85	

личением массы грозди с 0,382 до 0,441 и 0,512 кг. Различие было существенным между крайними вариантами при 0,5% уровне значимости. На фоне среднего количества побегов 44 шт/куст уменьшение количества гроздей с 70 до 57 и 43 шт/куст сопровождалось увеличением массы грозди с 0,415 до 0,432 и 0,431 кг. На фоне наименьшего количества побегов 33 шт/куст уменьшение количества гроздей с 67 до 57 шт/куст сопровождалось уменьшением массы грозди с 0,413 до 0,401 кг. При дальнейшем уменьшении количества гроздей до 43 шт/куст масса грозди увеличилась с 0,401 до 0,438 кг (табл. 1).

Манипуляции с вегетативными и генеративными органами растений оказывают влияние также на урожай винограда с куста.

При уменьшении нагрузки кустов побегами от максимальной до средней и минимальной на кустах с максимальной нагрузкой гроздьями урожай винограда увеличился с 26,67 до 28,59 и 27,30 кг/куст соответственно. При средней нагрузке кустов гроздьями урожай винограда имел устойчивую тенденцию к уменьшению с 24,23 до 24,05 и 22,60 кг/куст. При наименьшей нагрузке кустов гроздьями урожай винограда вначале уменьшился с 21,99 до 18,38 кг/куст, затем увеличился до 18,78 кг/куст.

Происходило изменение урожая винограда в зависимости от нагрузки кустов гроздьями. На фоне наибольшего количества побегов при уменьшении количества гроздей с наибольшего до среднего и наименьшего уровней урожай винограда уменьшился с 26,67 до 24,23 и 21,99 кг/куст. На фоне средней нагрузки кустов побегами и уменьшении количества гроздей с максимального до среднего и минималь-

ного уровней урожай винограда уменьшался с 28,59 до 24,05 и 18,38 кг/куст. При наименьшей нагрузке побегами и уменьшении количества гроздей с максимального до среднего и минимального уровней урожай винограда уменьшался с 27,30 до 22,60 и 18,78 кг/куст (см. табл. 1).

Манипуляции с вегетативными и генеративными органами растений также сопровождаются изменением показателей урожайности винограда. При наибольшей нагрузке кустов побегами и максимальной нагрузке гроздьями урожайность винограда составила 21,77 т/га. При уменьшении количества побегов с максимального до среднего уровня в вариантах с максимальной нагрузкой гроздьями урожайность увеличилась с 21,77 до 23,34 т/га, при дальнейшем уменьшении количества побегов до минимального уровня урожайность уменьшилась до 22,28 т/га. При наибольшей нагрузке кустов побегами и средней нагрузке гроздьями урожайность винограда составила 19,78 т/га. При уменьшении количества побегов с наибольшего до среднего и минимального уровней в вариантах со средней нагрузкой гроздьями наблюдалось уменьшение урожайности с 19,78 до 19,63 и 18,45 т/га соответственно. При наибольшей нагрузке кустов побегами и наименьшей нагрузке гроздьями урожайность винограда составила 17,95 т/га. Уменьшение количества побегов с максимального до среднего и минимального уровней в вариантах с минимальной нагрузкой кустов гроздьями сопровождалось вначале уменьшением урожайности с 17,95 до 15,00 т/га, а затем увеличением до 15,33 т/га.

Наблюдалась тенденция уменьшения урожайности винограда при уменьшении нагрузки кустов

**Таблица 2.** Продуктивность столового винограда Подарок Несветая при разной нагрузке кустов побегами и гроздьями, Краснодарский край, 2020-2021 гг.

**Table 2.** Productivity of table grapes 'Podarok Nesvetaya' of different bush loading with shoots and bunches, Krasnodar Territory, 2020-2021

№ вариантов	Варианты		Коэффициент плодоношения, $K_1$	Урожайность винограда всего, т/га	Урожайность товарного винограда	
	Количество побегов, шт/куст	Количество гроздей, шт/куст			т/га	%
1		70	1,27	21,77	15,73	72
2	55	54	0,98	19,78	15,19	77
3		42	0,76	17,95	16,15	90
Среднее		55	1,00	19,83	15,68	79
4		70	1,59	23,34	20,23	87
5	44	57	1,29	19,63	16,18	82
6		43	0,98	15,00	11,51	77
Среднее		57	1,29	19,32	15,98	83
7		67	2,03	22,28	18,24	82
8	33	57	1,73	18,45	13,86	75
9		43	1,30	15,33	12,76	83
Среднее		56	1,69	18,69	14,95	80
$НСР_{05}$			0,19	0,70	0,77	

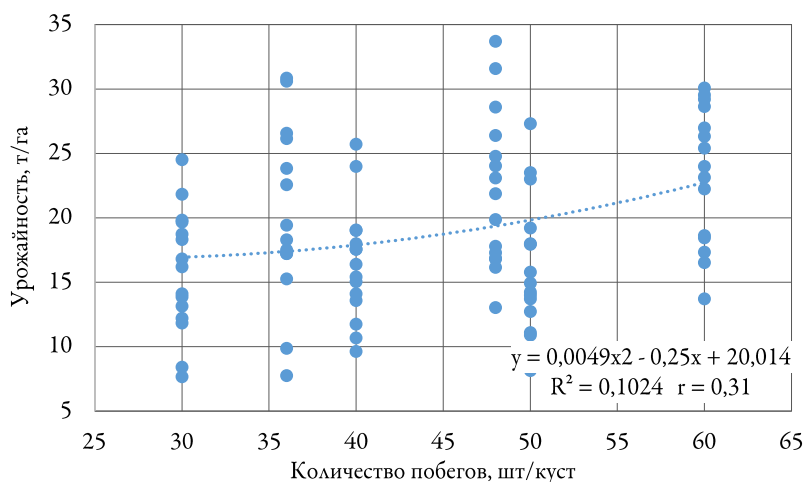
гроздьями. На фоне наибольшего количества побегов 55 шт/куст и уменьшении количества гроздей с максимального до среднего и минимального уровней урожайность уменьшилась с 21,77 до 19,78 и 17,95 т/га. При средней нагрузке кустов побегами и уменьшении количества гроздей с максимального до среднего и минимального уровней урожайность уменьшалась с 23,34 до 19,63 и 15,00 т/га. При наименьшей нагрузке кустов побегами и уменьшении количества гроздей с максимального до среднего и минимального уровней урожайность уменьшилась с 22,28 до 18,45 и 15,33 т/га. Наибольшая урожайность была при средней нагрузке кустов побегами и наибольшей гроздьями и составила 23,34 т/га.

Наибольшая урожайность товарного винограда была в варианте со средней нагрузкой кустов побегами (44 шт/куст) и наибольшей нагрузкой гроздьями (70 шт/куст) и составила 20,23 т/га (табл. 2).

Корреляционная зависимость урожайности ягод винограда от количества побегов на кустах была умеренной ( $r = 0,31$ ), от количества гроздей – средней ( $r = 0,60$ ), от массы грозди – сильной ( $r = 0,72$ ) (рис. 1-3).

### Выводы

Столовый сорт винограда Подарок Несветая на подвое Берландиери × Рипариа 41Б обладает высокой продукционной отзывчивостью на оптимизацию структурных элементов куста. При манипуляции с вегетативными и генеративными органами растений наблюдается изменение массы грозди и урожая ви-



**Рис. 1.** Зависимость урожайности столового винограда Подарок Несветая от количества побегов, Краснодарский край, 2020-2021 гг.

**Fig. 1.** Dependence of cropping capacity of table grapes 'Podarok Nesvetaya' on the number of shoots, Krasnodar Territory, 2020-2021

нограда в зависимости от нагрузки кустов побегами и гроздьями. В центральной агроэкологической зоне виноградарства Краснодарского края наибольшая масса грозди формируется при нагрузке кустов побегами 55 шт/куст и гроздьями 42 шт/куст и составляет 0,512 кг. Наибольшая урожайность винограда 23,34 т/га, в том числе товарного 20,23 т/га, была при нагрузке кустов побегами 44 шт/куст и гроздьями 70 шт/куст. Корреляционная зависимость урожайности ягод винограда от количества побегов на кустах была умеренной ( $r = 0,31$ ), от количества гроздей – средней ( $r = 0,60$ ) и от массы грозди – сильной ( $r = 0,72$ ). Для получения наибольшего урожая товарного винограда в центральной агроэкологической зоне виногра-

дарства Краснодарского края рекомендует-ся нагрузка кустов побегами 44 шт/куст и гроздьями 70 шт/куст.

### Источник финансирования

Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/20.

### Financing source

The work was supported by the Kuban Science Foundation within the framework of the scientific project No. MFI-20.1/20.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Kubota N., Tsuchiya M. Effects of irradiation with ultraiolet – a lamp on coloration of grape berries during maturation. The Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University. 2002;91:55-60.
2. Якуба Ю.Ф. Технологические мероприятия по защите теплолюбивых плодовых культур в условиях зимних стрессов // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2013;22(4):127-134.
3. Spring J.-L., Zufferey V., Verdenal T., Viret O. Alimentation en eau et comportement du Pinot noir: bilan d'un essai dans le vignoble de Chamoson (VS). Rev. suisse Vitic. Arboric. Hortic. 2010;42(4):258-266.
4. Петров В.С., Мишко А.Е., Сундырева М.А., Цыку Д.М., Марморштейн А.А. Особенности физиологической адаптации и фотосинтеза новых гибридных форм столового винограда в летний период // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(1):15-20. DOI 10.35547/IM.2021.22.94.002.
5. Егоров Е.А., Петров В.С., Лысенко С.Н., Лысенко А.С., Дудинов А.В. Формирование высокопродуктивных виноградников в Ставропольском крае на основе оптимизации сортимента // Виноделие и виноградарство. 2008;3:28-29.
6. Rasulov A.T. Growing of high-qualitative table grapes for storage and transportation. Annals of Agrarian Science. 2017;15(4):439-442. DOI 10.1016/j.aasci.2017.02.016.
7. Kurtural S.K., Dami I.E., Taylor V.H. Effects of pruning and cluster thinning on yield and fruit composition of 'Chambourcin' grapevines. HortTechnology. 2006;16(2):233-240.
8. Kliewer W.M., Dokoozlian N.K. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. American Journal of Enology and Viticulture. 2005;56(2):170-181.
9. Матюзок Н.В., Трошин Л.П., Горлов С.М. Прогнозирование урожая винограда и установление оптимальной нагрузки кустов при обрезке в глазках по планируемой урожайности на примере ОАО АФ «Южная» // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2016;116(02):355-372.
10. Гусейнов Ш.Н., Майбородин С.В., Манацков А.Г. Влияние нормы нагрузки кустов побегами на продуктивность виноградаря // Русский виноград. 2019;10:89-94. DOI 10.32904/2412-9836-2019-10-89-94.
11. Гусейнов Ш.Н. Способы ведения, формирования и

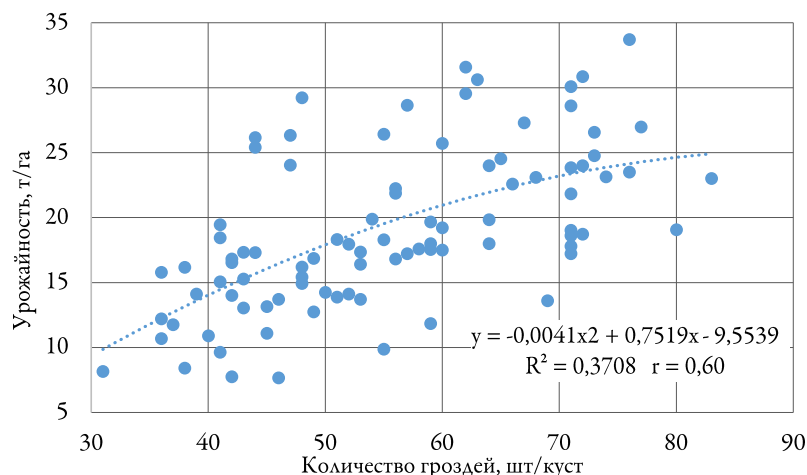


Рис. 2. Зависимость урожайности столового винограда Подарок Несветая от количества гроздей на кустах, Краснодарский край, 2020-2021 гг.

Fig. 2. Dependence of cropping capacity of table grapes 'Podarok Nesvetaya' on the number of bunches on bushes, Krasnodar Territory, 2020-2021

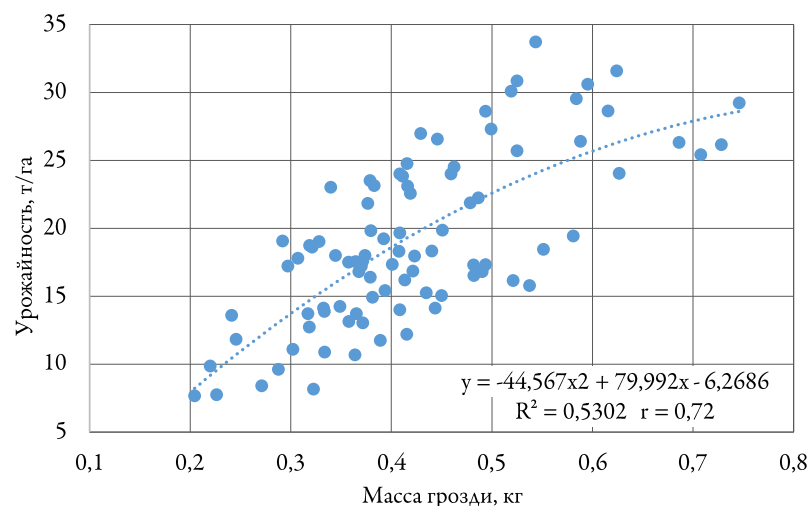


Рис. 3. Зависимость урожайности столового винограда Подарок Несветая от средней массы грозди, Краснодарский край, 2020-2021 гг.

Fig. 3. Dependence of cropping capacity of table grapes 'Podarok Nesvetaya' on the average bunch weight, Krasnodar Territory, 2020-2021

обрезки неукрывных виноградников в условиях юга России // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;3(105):12-14.

12. Гусейнов Ш.Н., Сердюкова В.В., Погорелкина Н.В. Влияние способа обрезки лоз и нормы нагрузки кустов на продуктивность высокоштамбовых виноградников // Русский виноград. 2015;1:153-161.
13. Boos M., Jorger V. Johanniter und Cabernet Carol – Erziehungssysteme. Der Badische Winzer. 2006;9:18-20.
14. Jones J.E., Wilson S. Pruning effects on Pinot Noir vines in Tasmania (Australia). Vitis. 2006;45(4):165-171.
15. Terry D.B., Kurtural S.K. Achieving vine balance of Syrah with mechanical canopy management and regulated deficit irrigation. American Journal of Enology and Viticulture. 2011;62(4):426-437.
16. Гусейнов Ш.Н., Манацков А.Г., Майбородин С.В. Влияние способа обрезки лоз и нормы нагрузки кустов побегами на продуктивность сорта винограда Цветочный // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(2):134-140. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.005.
17. Хисамутдинов А.Ф., Чекмарева М.Г. Влияние нагрузки кустов побегами и урожаем на качество винограда и вина //

- Материалы конференции «Новые технологии повышения стрессоустойчивости плодовых и виноградных растений» (10 июля - 21 августа 2009г, СКЗНИИСив, г. Краснодар). <https://vinograd.info/stati/stati/vliyanie-nagruzki-kustov-pobegami-i-urozhaem-na-kachestvo-vinograda-i-vina.html>.
18. Singh S., Arora N.K., Gill M.I.S., Gill K.S. Differential crop load and hormonal applications for enhancing fruit quality and yield attributes of grapes var. Flame Seedless. *Journal of Environmental Biology*. 2017;38(5):713-718. DOI 10.22438/jeb/38/5/MS-227.
  19. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2021:1-146.
  20. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качества виноделия: монография. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2020:1-138.
- ### References
1. Kubota N., Tsuchiya M. Effects of irradiation with ultraiolet – a lamp on coloration of grape berries during maturation. *The Scientific Reports of the Faculty of Agriculture, Okayama University*. 2002;91:55-60.
  2. Yakuba Y.F. Technological measures for protection of heat loving fruit cultures under winter stress conditions. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2013;22(4):127-134 (in Russian).
  3. Spring J.-L., Zufferey V., Verdenal T., Viret O. Alimentation en eau et comportement du Pinot noir: bilan d'un essai dans le vignoble de Chamoson (VS). *Rev. suisse Vitic. Arboric. Hortic*. 2010;42(4):258-266.
  4. Petrov V.S., Mishko A.E., Sundyrev M.A., Tsiku D.M., Marmorshtein A.A. Physiological adaptation and photosynthesis characteristics of new hybrid forms of table grapes in summer period. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;23(1):15-20. DOI 10.35547/IM.2021.22.94.002 (in Russian).
  5. Egorov E.A., Petrov V.S., Lysenko S.N., Lysenko A.S., Dudinov A.V. Forming of high-productive vineyards based on optimization of assortment in Stavropol. *Winemaking and Viticulture*. 2008;3:28-29 (in Russian).
  6. Rasulov A.T. Growing of high-qualitative table grapes for storage and transportation. *Annals of Agrarian Science*. 2017;15(4):439-442. DOI 10.1016/j.aasci.2017.02.016.
  7. Kurtural S.K., Dami I.E., Taylor B.H. Effects of pruning and cluster thinning on yield and fruit composition of 'Chambourcin' grapevines. *HortTechnology*. 2006;16(2):233-240.
  8. Kliewer W.M., Dokoozlian N.K. Leaf area/crop weight ratios of grapevines: Influence on fruit composition and wine quality. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2005;56(2):170-181.
  9. Matuzok N.V., Troshin L.P., Gorlov S.M. Forecasting of grape yield and establishment of optimum bush loading during the cutting in buds on the proposed yield on the example of OAO AF «Yuzhnaya». *Scientific journal of the Kuban State Agrarian University*. 2016;116(02):355-372 (in Russian).
  10. Huseynov Sh.N., Maiborodin S.V., Manackov A.G. Effect of bush load rate on vineyard's productivity. *Russian grapes*. 2019;10:89-94. DOI 10.32904/2412-9836-2019-10-89-94 (in Russian).
  11. Guseynov Sh.N. Training, shaping and pruning methods in uncovered vineyards in conditions of the South of Russia. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;3(105):12-14 (in Russian).
  12. Huseynov Sh.N., Serdyukova V.V., Pogorelkin N.V. The influence of pruning methods and norms of bush loading on efficiency of vineyards of high-stem culture. *Russian grapes*. 2015;1:153-161 (in Russian).
  13. Boos M., Jorger V. Johanniter und Cabernet Carol – Erziehungssysteme. *Der Badische Winzer*. 2006;9:18-20.
  14. Jones J.E., Wilson S. Pruning effects on Pinot Noir vines in Tasmania (Australia). *Vitis*. 2006;45(4):165-171.
  15. Terry D.B., Kurtural S.K. Achieving vine balance of Syrah with mechanical canopy management and regulated deficit irrigation. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2011;62(4):426-437.
  16. Huseynov Sh.N., Manatskov A.G., Maiborodin S.V. The effect of the method of pruning vines and loading of bushes with shoots on the productivity of the 'Tsvetochnyi' grape variety. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021;23(2):134-140. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.005 (in Russian).
  17. Khisamutdinov A.F., Chekmareva M.G. The effect of bush loading with shoots and yield on the quality of grapes and wine. Materials of the Conference "New technologies for increasing stress resistance of fruit and grape plants" (July 10 - August 21, 2009, NCZSRIH&V, Krasnodar). <https://vinograd.info/stati/stati/vliyanie-nagruzki-kustov-pobegami-i-urozhaem-na-kachestvo-vinograda-i-vina.html> (in Russian).
  18. Singh S., Arora N.K., Gill M.I.S., Gill K.S. Differential crop load and hormonal applications for enhancing fruit quality and yield attributes of grapes var. Flame Seedless. *Journal of Environmental Biology*. 2017;38(5):713-718. DOI 10.22438/jeb/38/5/MS-227.
  19. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorshtein A.A. Research methods in viticulture. Krasnodar: FSBSI NCFSCVHVW. 2021:1-146 (in Russian).
  20. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A. Agro-ecological zoning of the territory to optimize the placement of varieties, sustainable viticulture and quality winemaking: monograph. Krasnodar: FSBSI NCFSCVHVW. 2020:1-138 (in Russian).

### Информация об авторах

**Валерий Семёнович Петров**, д-р с.-х. наук, руководитель научного направления, вед. науч. сотр. лаборатории управления воспроизводством в ампелогенозах и экосистемах; e-mail: petrov\_53@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-0856-7450>;

**Андрей Викторович Фисюра**, член хозяйства; e-mail: fisuraandrew@mail.ru;

**Анна Александровна Марморштейн**, аспирант, мл. науч. сотр. лаборатории управления воспроизводством в ампелогенозах и экосистемах; e-mail: am342@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6256-4886>.

### Information about authors

**Valeriy S. Petrov**, Dr. Agric. Sci., Head of Research Group, Leading Staff Scientist, Laboratory of Reproduction Control in the Ampeloceneses and Ecological Systems; e-mail: petrov\_53@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-0856-7450>;

**Andrey V. Fisyura**, Member of the Peasant Farm Enterprise; e-mail: fisuraandrew@mail.ru;

**Anna A. Marmorshtein**, Postgraduate, Junior Staff Scientist, Laboratory of Reproduction Control in the Ampeloceneses and Ecological Systems; e-mail: am342@yandex.ru; <http://orcid.org/0000-0002-6256-4886>.

Статья поступила в редакцию 08.04.2022, одобрена после рецензии 18.05.2022, принята к публикации 20.05.2022

# Агробиологическая характеристика сорта винограда Гранатовый в условиях Черноморской зоны Краснодарского края

Алейникова Г.Ю.<sup>1✉</sup>, Себет О.Л.<sup>1</sup>, Дергунов А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Россия, 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39;

<sup>2</sup>Анапская зональная опытная станция виноградарства и виноделия - филиал ФГБУН «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», Россия, 353456, Краснодарский край, г. Анапа, Пионерский просп., 36

✉gala.aleynikova@gmail.com

**Аннотация.** Отрасль виноградарства имеет положительную динамику развития. Это обусловлено применением современных агротехнологий и сортов винограда, в наибольшей степени адаптированных к почвенно-климатическим условиям возделывания. Изучение влияния различных агротехнических приемов на виноградное растение является актуальным направлением исследований и позволяет сформировать методы управления продуктивностью растений, регулировать качество получаемой продукции для производства вин. Целью исследований являлось изучение агrobiологических характеристик сорта винограда Гранатовый, его продуктивности, качества винограда и вина под влиянием различной нагрузки кустов побегами. Установлено, что процент гибели почек у сорта Гранатовый был невысоким (в среднем 8,2%). Отмечено увеличение процента гибели почек более чем в два раза (с 4,9 до 11,7%) при повышении нагрузки на 40% (со 100 000 до 140 000 побегов на гектар). Процент плодоносных побегов находился в интервале 85,7-91,4% с максимальным значением при нагрузке 120 000 побегов на гектар. Коэффициент плодоношения составлял 1,31-1,69, а плодоносности - 1,53-1,84 при максимальных значениях с нагрузкой 120 000 побегов на гектар. Отмечено, что при возрастании нагрузки на 20%, масса грозди снизилась на 29 г, что составило 22,5%, а при повышении нагрузки на 40% наблюдалось снижение массы грозди на 33 г (или 25,6%). Наибольшая урожайность была при нагрузке 120 000 побегов на гектар - 177 ц/га, что на 12% (или 19 ц/га) выше чем при минимальной и максимальной нагрузках. Дегустационная оценка опытных виноматериалов находилась в диапазоне 8,1-8,3 балла с максимальным значением при нагрузке 100 000 побегов на гектар. Проведённые исследования показали, что сорт винограда Гранатовый в наибольшей степени реализует потенциал хозяйственной продуктивности при нагрузке 120 000 побегов на гектар.

**Ключевые слова:** виноград; сорт Гранатовый; агrobiологические показатели; нагрузка побегами; продуктивность; качество.

**Для цитирования:** Алейникова Г.Ю., Себет О.Л., Дергунов А.В. Агробиологическая характеристика сорта винограда Гранатовый в условиях Черноморской зоны Краснодарского края // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):148-153. DOI 10.35547/IM.2022.15.21.008

ORIGINAL RESEARCH

## Agrobiological characteristics of 'Granatovyi' grape variety in the conditions of Black Sea zone of the Krasnodar Territory

Aleynikova G.Yu.<sup>1✉</sup>, Seget O.L.<sup>1</sup>, Dergunov A.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy str., 350901 Krasnodar, Russia

<sup>2</sup>Anapa Zonal Experimental Station of Viticulture and Winemaking - branch of FSBSI North Caucasus Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 36, Pionersky prospect str., 353456 Anapa, Krasnodar Territory, Russia

✉gala.aleynikova@gmail.com

**Abstract.** The viticulture industry has a positive development dynamics. This is due to the use of modern agricultural technologies and grape varieties, mostly adapted to the soil and climatic conditions of cultivation. The study of influence of various agrotechnical practices on a grape plant is an urgent area of research, which allows us to develop methods for controlling plant ontogenesis, regulate the quality of products obtained for wine production. The purpose of the research was to study agrobiological characteristics of 'Granatovyi' grape variety, its productivity, quality of grapes and wine under the influence of different bush loading with shoots. It was found that the percentage of bud loss in 'Granatovyi' variety was low (on average 8.2%). An increase in the percentage of bud loss more than doubled (from 4.9 to 11.7%) with an increase in the loading by 40% (from 100,000 to 140,000 shoots per hectare). The percentage of fruiting shoots was in the range of 85.7-91.4% with a maximum value of loading 120,000 shoots per hectare. The fruiting coefficient was 1.31-1.69, and the fertility coefficient - 1.53-1.84 with a maximum value of loading 120,000 shoots per hectare. It was noted that with the loading increase by 20%, the bunch weight decreased by 29 g, amounting 22.5%; and with the loading increase by 40%, a decrease in the bunch weight by 33 g (or 25.6%) was observed. The greatest cropping capacity was registered with loading of 120,000 shoots per hectare - 177 centners/ha, which is 12% (or 19 centners/ha) higher than at minimum and maximum loading. Tasting assessment of experimental base wines was in the range of 8.1-8.3 points with a maximum value of loading 100,000 shoots per hectare. The conducted studies show that 'Granatovyi' grape variety fulfills the potential of economic productivity to the greatest extent with loading of 120,000 shoots per hectare.

**Key words:** grapes; the variety 'Granatovyi'; agrobiological indicators; loading with shoots; productivity; quality.

**For citation:** Aleynikova G.Yu., Seget O.L., Dergunov A.V. Agrobiological characteristics of 'Granatovyi' grape variety in the conditions of Black Sea zone of the Krasnodar Territory. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):148-153 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.15.21.008

## Введение

В Российской Федерации виноград в промышленных масштабах возделывается в Южном и Северо-Кавказском регионах, где климатические условия благоприятны для сортов всех сроков созревания и направления использования [1].

В последнее время отрасль виноградарства имеет положительную динамику развития: увеличилась площадь виноградных насаждений на 33,8 тыс. га, прирост валовых сборов составил 342,2 тыс. т, на 22,2 ц/га возросла урожайность. Это обусловлено применением современных агротехнологий и сортов винограда, в наибольшей степени адаптированных к почвенно-климатическим условиям возделывания [2].

В настоящее время в России большое внимание уделяется изучению автохтонных сортов винограда и вопросам формирования сортиментов [2-6]. Такая тенденция наблюдается во всем мире. Так, в Испании Гонсалес-Фернандес и др. (2012 г.) оценивали агробиологические характеристики четырех сортов, возделываемых в регионе Бьерсо и установили, что сорт Мьенси является наиболее подходящим для данной местности, наилучшим образом адаптирован к почвенно-климатическим условиям [7]. Салимов, Шукуров и Асадуллаев (2017 г.) в Азербайджане изучали разнообразие местных сортов винограда. Анализ характеристик исследуемых сортов показал, что генотипы значительно различаются по основным морфологическим, биологическим и технологическим характеристикам [8].

Элиза Коста (2015 г.) проводила изучение французских сортов винограда в разных винодельческих регионах мира по вопросу адаптивности к месту произрастания. Было установлено, что виноград сорта Аликанте Буше показал более высокую степень адаптации к климатическим и почвенным условиям виноградника, расположенного в регионе Дору, особенно в отношении расчетного уровня алкоголя и титруемой кислотности [9].

Доней и др. проанализировали исследования о влиянии агротехнических приёмов на качество винограда и вина. Проведенный обзор литературы показал, что на качество винограда и вина кроме почвенно-климатических факторов влияют форма куста, орошение, нормирование урожайности, сроки уборки и др. [10].

Интерес к изучению сортов винограда как автохтонных, так и интродуцированных, актуален в связи с изменениями климата и необходимостью исследования отзывчивости растений винограда на эти изменения. Так, Мика Дж. Хевер Вильям и др. оценили влияние наблюдаемого и прогнозируемого изменения климата на ключевые показатели и критические пороги роста винограда (виноградарство) и производства вина (энология) в долине Оканаган в Британской Колумбии (Канада). Установлено, что виноградары в долине Оканаган должны постепенно перейти от холодостойких гибридов к европейским сортам винограда, лучше подходящим для более теплого климата, которые также более устойчивы к экстремаль-

ной жаре. Кроме того, общая площадь, подходящая для виноградарства в Британской Колумбии, вероятно, увеличится в контексте изменения климата, поскольку уже ожидается, что винодельческие регионы сместятся на север [11].

В Краснодарском крае локальные изменения климата сопровождаются повышением продуктивности насаждений, несмотря на общую тенденцию снижения абсолютной минимальной температуры воздуха в период покоя. При анализе дат наступления фенологических фаз установлено, что в западно-европейской эколого-географической группе как технических, так и столовых сортов винограда произошло сокращение длительности периода от распускания почек до начала цветения у технических сортов на 9 дней, у столовых на 2 дня. Также сократился период от начала цветения до начала созревания на 3 дня у технических и на 6 дней у столовых сортов. Аналогичная тенденция и у технических сортов восточной эколого-географической группы и у сорта Пухляковский, относящегося к эколого-географической группе бассейна Черного моря [12]. Учеными установлено, что при повышении и смещении физиологически значимой температуры воздуха в Черноморской агроэкологической зоне виноградарства Юга России в период с 1975 по 2018 гг. произошли существенные изменения фенологических циклов винограда *Occidentalis C. Negr.* [13].

Применение сортовой агротехнологии при выращивании винограда позволяет достичь наиболее полной реализации потенциала хозяйственной продуктивности в условиях конкретной местности [14]. А использование различных агротехнических приемов позволяет управлять онтогенезом виноградных растений и регулировать качество получаемой продукции для потребления в свежем виде и производства вина [15-18]. Поэтому изучение агротехнических характеристик малоизученных сортов винограда отечественной селекции, а также установление влияния нагрузки кустов побегами на продуктивность и качество винограда и вина является актуальным направлением исследований.

Целью исследований являлось изучение агробиологических характеристик темноокрашенного сорта винограда Гранатовый, его продуктивности и качества винограда и вина под влиянием различной нагрузки кустов побегами.

## Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили виноградные растения сорта Гранатовый, произрастающие в Черноморской агроэкологической зоне Краснодарского края, а также урожай винограда и вино, произведенное из опытных партий винограда. Предмет исследований – реакция растений винограда на различную нагрузку кустов побегами, влияние нагрузки на качественные показатели винограда и вина.

Для изучения влияния нагрузки кустов побегами на агробиологические показатели, продуктивность виноградного куста, качество винограда и вина заложен опыт в ОПХ АЗОСВиВ (пригород г. Анапа).

**Таблица 1.** Агробиологические показатели винограда (в среднем на куст) под влиянием нагрузки кустов побегами, сорт Гранатовый, Анапа, 2021 г.

**Table 1.** Agrobiological indicators of grapes under the influence of bush loading with shoots, 'Granatovyi' variety, Anapa, 2021

Нагрузка побегами, шт.		Процент гибели почек, %	Развилось побегов, шт.		Всего соцветий, шт.	Процент плодоносных побегов, %	K1	K2
на 1 га	на куст		всего	бесплодных				
100 000	30-31	4,9	29	3	41	89,7	1,43	1,59
120 000	36-37	8,0	35	3	59	91,4	1,69	1,84
140 000	42-43	11,7	42	6	55	85,7	1,31	1,53
Среднее по сорту		8,2	35	4	52	88,9	1,48	1,65

Почвенно-климатические условия Черноморской агроэкологической зоны, 2 подзоны (Ч2, г. Анапа), где расположены опытные насаждения, определяются следующими параметрами: почвы – перегнойно-карбонатные; среднегодовая температура воздуха – 12,5-13,5°C; максимальная температура воздуха – 38°C; минимальная температура воздуха – минус 24-26°C; сумма активных температур – 3800-4000°C; годовая сумма осадков – 550-600 мм [19].

Сорт Гранатовый (Саперави × Каберне-Совиньон) – сорт винограда технического направления, среднепоздний. Грозди средние и большие, ширококонические или цилиндрико-конические, плотные или средней плотности. Ягоды средние и мелкие, темно-синие с густым восковым налетом. Кожица средней толщины, прочная. Мякоть сочная, расплывающаяся. Урожайность высокая и стабильная. Кусты среднерослые [20]. Площадь опытных насаждений – 0,8 га. Схема посадки 3,0×1,0 м. Форма кустов – спиралевидный двусторонний кордон АЗОС. Содержание почвы по типу черного пара. Культура винограда не укрывная, богарная. Система ведения на вертикальной шпалере. Опытные варианты нагрузки: 100 000, 120 000 и 140 000 побегов на гектар. Представлены данные за 2021 г. изучения.

В работе были использованы аналитический, полевой и лабораторный методы исследований, агrobiологические учеты, учеты урожая винограда, качества винограда и вина проводили по общепринятым методикам [21, 22].

### Результаты и их обсуждение

Благоприятные условия периода покоя позволили растениям винограда сохранить почки жизнеспособными. Процент гибели глазков у сорта Гранатовый был невысоким в зависимости от нагрузки побегами. Отмечено увеличение процента гибели почек более чем в два раза (с 4,9 до 11,7%) при повышении нагрузки на 40% (со 100 000 до 140 000 побегов на гектар). Средний показатель гибели почек по сорту составил 8,2% (табл. 1).

В среднем у винограда сорта Гранатовый на 35 развившихся побегов формируется 52 соцветия (табл.1). Отмечено, что при нагрузке 100 000 побегов на гектар в среднем на кустах развивается 41 соцветие, при нагрузке 120 000 – 59 соцветий, 140 000 – 55

соцветий. Процент плодоносных побегов в зависимости от нагрузки кустов побегами находился в интервале 85,7-91,4% в среднем на куст с максимальным значением при нагрузке 120 000 побегов на гектар. Четкой закономерности влияния нагрузки на процент плодоносных побегов не установлено, разница между вариантами 100 000 и 120 000 побегов на гектар не существенна.

Коэффициенты плодоношения и плодоносности выше среднего значения были только при нагрузке 120 000 побегов на гектар – 1,69 и 1,84 соответственно.

В условиях 2021 г. масса грозди была ниже среднеемноголетних значений и составляла 96-129 г. Отмечено, что при возрастании нагрузки кустов побегами на 20% масса грозди снизилась на 29 г, что составило 22,5%, а при повышении нагрузки на 40% наблюдалось снижение массы грозди на 33 г (или 25,6%) (табл. 2).

Показатель хозяйственной продуктивности - урожай с куста - не имел достоверных различий между вариантами опыта и составлял от 5,3 до 5,9 кг.

Урожайность на гектар была рассчитана исходя из плотности посадки 3333 шт/га с учетом 10% изреженности. Наибольшее значение урожайности отмечено при нагрузке 120 000 побегов на гектар – 177 ц/га, что на 12% (или 19 ц/га) выше чем при минимальной и максимальной нагрузках (табл. 2).

Различия качественных показателей винограда, выращенного с различной нагрузкой на куст при схеме посадки 3,0 x 1,0 м были незначительными как по массовой концентрации сахаров, так и по массовой концентрации титруемых кислот (меньше НСР<sub>05</sub>). Все показатели находились в диапазоне значений, требуемых ГОСТ Р 52523-2006 «Вина столовые и винома-териалы столовые. Общие технические условия».

В результате проведенной дегустации опытных вин наливом (виноматериалов) столовых сухих красных, приготовленных в лаборатории виноградарства и виноделия АЗОСВиВ отмечены различия в органолептической характеристике образцов. Так, образец, приготовленный из винограда с нагрузкой 100 000 побегов на гектар, отличался темно-рубиновым насыщенным цветом, ярким ароматом с тонами красных ягод, цветов с оттенками чернослива и фиалки,

**Таблица 2.** Показатели продуктивности винограда под влиянием нагрузки кустов побегами, сорт Гранатовый, Анапа, 2021 г.**Table 2.** Indicators of grape productivity under the influence of bush loading with shoots, 'Granatovyi' variety, Anapa, 2021

Нагрузка побегами, шт.		Масса грозди, г	Урожай с куста, кг	Урожайность расчетная, ц/га
на 1 га	на куст			
100000	30-31	129	5,3	158
120000	36-37	100	5,9	177
140000	42-43	96	5,3	158
Среднее по сорту		108	5,5	165
НСР <sub>05</sub>		3,1	1,2	6,6

полным, умеренно свежим вкусом с мягкими танинами и длительным фруктово-ягодным послевкусием – дегустационная оценка 8,3 балла (рис.). Образцы, приготовленные из винограда с нагрузкой 120 000 и 140 000 побегов на гектар, имели дегустационную оценку 8,1 балла – окраска характеризовалась как темно-рубиновая, в аромате присутствовали фруктово-ягодные тона с легкими цветочными оттенками, вкус чистый, полный, с умеренной свежестью.

#### Выводы

Экспериментальные исследования показали, что в условиях Черноморской агроэкологической зоны виноградарства сорт винограда Гранатовый в наибольшей степени реализует потенциал хозяйственной продуктивности при нагрузке 120 000 побегов на гектар. При этом процент плодоносных побегов составляет 91,4%, коэффициент плодоношения – 1,69, коэффициент плодоносности – 1,84, урожайность 177 ц/га, дегустационная оценка вина сухого красного – 8,1 балла. Сорт винограда Гранатовый может быть рекомендован для промышленного возделывания в Черноморской зоне Краснодарского края с нагрузкой 120 000 побегов на гектар для получения высококачественных красных сухих вин.

#### Источник финансирования

Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научного проекта № МФИ-20.1/20.

#### Financing source

The work was supported by the Kuban Science Foundation within the framework of the scientific project No. MFI-20.1/20.

#### Конфликт интересов

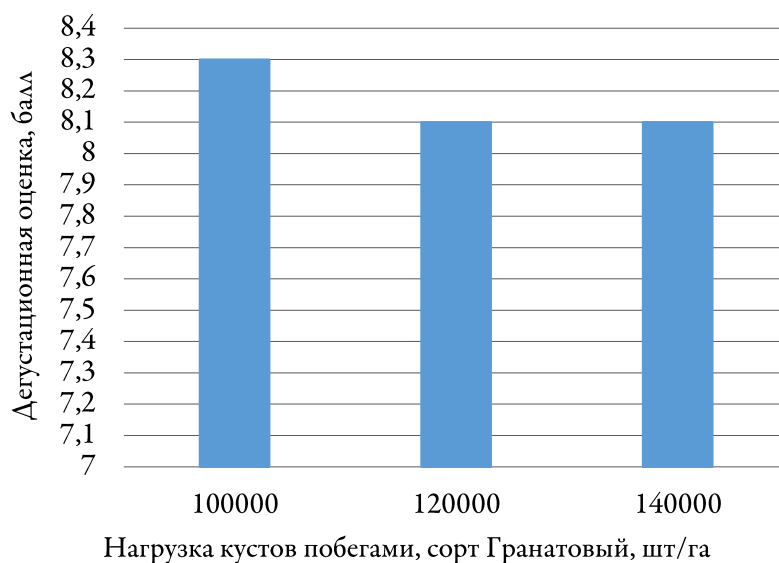
Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

1. Егоров Е.А. Селекция винограда – ключевое звено в развитии виноградо-винодельческой отрасли. Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(4):408-413. DOI



**Рис.** Дегустационная оценка вин наливом (виноматериалов) столовых сухих красных под влиянием нагрузки кустов побегами, сорт Гранатовый, Анапа, 2021 г.

**Fig.** Tasting assessment of dry red wines in bulk (base wines) under the influence of bush loading with shoots, 'Granatovyi' variety, Anapa, 2021

10.18699/VJ21.045.

- Егоров Е.А., Петров В.С. Сортовая политика в современном виноградарстве России // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;XLIX:147-151. DOI 10.35547/1958.2020.39.79.001.
- Ильницкая Е.Т., Антоненко М.В., Пята Е.Г., Макаркина М.В., Прах А.В. Изучение потенциала новых селекционных форм винограда для качественного виноделия // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(3):71-73.
- Петров В.С., Ильницкая Е.Т., Нудьга Т.А., Сундырева М.А., Талаш А.И., Ильяшенко О.М. Совершенствование сорта винограда в Краснодарском крае // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2012;15(3):52-61.
- Ильницкая Е.Т., Нудьга Т.А., Прах А.В., Шелудько О.Н., Талаш А.И. Сорта селекции СКЗНИИСиВ для импортозамещения и совершенствования отечественного сорта технического винограда // Садоводство и виноградарство. 2016;5:31-36. DOI 10.18454/VSTISP.2016.5.3446.
- Aleynikova G., Seget O. Realization of biological productivity of grape varieties in conditions of the South of Russia under influence of shoot load. BIO Web of Conferences. 2021;34:01001. DOI 10.1051/bioconf/20213401011.
- González-Fernández A.B., Marcelo V., Valenciano J.B., Rodríguez-Pérez J.R. Relationship between physical and



- chemical parameters for four commercial grape varieties from the Bierzo region (Spain). *Scientia Horticulturae*. 2012;147:111-117. DOI 10.1016/j.scienta.2012.09.009.
8. Salimov V., Shukurov A., Asadullayev R. Study of diversity of Azerbaijan local grape varieties basing on OIV ampelographic descriptors. *Annals of Agrarian Science*. 2017;15:386-395. DOI 10.1016/j.aasci.2017.08.001.
  9. Costa Elisa, da Silva João F., Cosme Fernanda, Jordão António M. Adaptability of some French red grape varieties cultivated at two different Portuguese terroirs: Comparative analysis with two Portuguese red grape varieties using physicochemical and phenolic parameters. *Food Research International*. 2015;78:302-312. DOI 10.1016/j.foodres.2015.09.029.
  10. Downey M.O., Dokoozlian N.K., Krstic M.P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A review of recent research. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006;57(3):257-268.
  11. Hewer Micah J., Gough William A. Climate change impact assessment on grape growth and wine production in the Okanagan Valley (Canada). *Climate Risk Management*. 2021;33:100343. DOI 10.1016/j.crm.2021.100343.
  12. Алейникова Г.Ю., Петров В.С. Влияние климатических изменений на продуктивность и фенологию винограда // Русский виноград. 2020;11:81-91.
  13. Петров В.С., Мarmorштейн А.А., Лукьянова А.А. Адаптивная фенологическая реакция интродуцированных сортов винограда *Occidentalis C. Negr.* на изменения погодно-климатических условий юга России // Плодоводство и виноградарство юга России. 2022;73(1):62-76. DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-62-76.
  14. Петров В.С. Потенциал хозяйственной продуктивности винограда, его реализация в условиях умеренно континентального климата юга России // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2016;1:20-22.
  15. Gutiérrez-Gamboa G., Carrasco-Quiroz M., Martínez-Gil A.M., Pérez-Álvarez E.P., Garde-Cerdán T., Moreno-Simunovic Y. Grape and wine amino acid composition from Carignan noir grapevines growing under rainfed conditions in the Maule Valley, Chile: Effects of location and rootstock. *Food Research International*. 2018;105:344-352. DOI 10.1016/j.foodres.2017.11.021.
  16. Pascual Romero, Josefa María Navarro, Pablo Botía Ordaz. Towards a sustainable viticulture: The combination of deficit irrigation strategies and agroecological practices in Mediterranean vineyards. A review and update. *Agricultural Water Management*. 2022;259:107216. DOI 10.1016/j.agwat.2021.107216.
  17. Петров В.С., Павлюкова Т.П. Роль нагрузки кустов винограда побегами в их жизнедеятельности, адаптивности и плодоношении // Виноделие и виноградарство. 2014;3:30-32.
  18. Павлюкова Т.П., Талаш А.И. Влияние агротехнических приемов на продуктивность и фитосанитарное состояние виноградников в Черноморской зоне // Виноделие и виноградарство. 2008;3:34-35.
  19. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Мarmorштейн А.А. Агроэкологическое зонирование территории для оптимизации размещения сортов, устойчивого виноградарства и качественного виноделия: монография. Краснодар. 2020:1-138.
  20. Ильницкая Е.Т., Агеева Н.М., Пята Е.Г., Прах А.В., Котляр В.К. Сорта винограда Алькор и Гранатовый для высококачественного виноделия // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;70(4):38-47. DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-38-47.
  21. Методика агротехнических исследований ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко. 1978.
  22. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ. 2010:1-182.

## References

1. Egorov E.A. Grape breeding is a key link in the development of the grapes and winemaking industry. *Vavilov journal of genetics and selection*. 2021;25(4):408-413. DOI 10.18699/VJ21.045 (in Russian).
2. Egorov E.A., Petrov V.S. Variety policy in the modern viticulture of Russia. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Works*. 2020;XLIX:147-151. DOI 10.35547/1958.2020.39.79.001 (in Russian).
3. Ilnitskaya E.T., Antonenko M.V., Pyata E.G., Makarkina M.V., Prakh A.V. Exploring the potential of new grapevine selection forms for the production of high-quality wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018;20(3):71-73 (in Russian).
4. Petrov V.S., Ilnitskaya E.T., Nudga T.A., Sundyreva M.A., Talash A.I., Ilyashenko O.M. Improvement of vine assortment in the Krasnodar region. *Fruit growing and viticulture in the South Russia*. 2012;15(3):52-61 (in Russian).
5. Ilnitskaya E.T., Nudga T.A., Prakh A.V., Sheludko O.N., Talash A.I. Cultivars of NCRRIH&V breeding for import substitution and improvement of domestic assortment of technical grapes. *Horticulture and viticulture*. 2016;5:31-36. DOI 10.18454/VSTISP.2016.5.3446 (in Russian).
6. Aleynikova G., Seget O. Realization of biological productivity of grape varieties in conditions of the South of Russia under influence of shoot load. *BIO Web of Conferences*. 2021;34:01001. DOI 10.1051/bioconf/20213401011.
7. González-Fernández A.B., Marcelo V., Valenciano J.B., Rodríguez-Pérez J.R. Relationship between physical and chemical parameters for four commercial grape varieties from the Bierzo region (Spain). *Scientia Horticulturae*. 2012;147:111-117. DOI 10.1016/j.scienta.2012.09.009.
8. Salimov V., Shukurov A., Asadullayev R. Study of diversity of Azerbaijan local grape varieties basing on OIV ampelographic descriptors. *Annals of Agrarian Science*. 2017;15:386-395. DOI 10.1016/j.aasci.2017.08.001.
9. Costa Elisa, da Silva João F., Cosme Fernanda, Jordão António M. Adaptability of some French red grape varieties cultivated at two different Portuguese terroirs: Comparative analysis with two Portuguese red grape varieties using physicochemical and phenolic parameters. *Food Research International*. 2015;78:302-312. DOI 10.1016/j.foodres.2015.09.029.
10. Downey M.O., Dokoozlian N.K., Krstic M.P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: A review of recent research. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2006;57(3):257-268.
11. Hewer Micah J., Gough William A. Climate change impact assessment on grape growth and wine production in the Okanagan Valley (Canada). *Climate Risk Management*. 2021;33:100343. DOI 10.1016/j.crm.2021.100343.
12. Aleynikova G.Yu., Petrov V.S. Influence of climatic change on grapevine's productivity and phenology. *Russian grapes*. 2020;11:81-91 (in Russian).
13. Petrov V.S., Marmorstein A.A., Lukyanova A.A. Adaptive phenological response of introduced grape varieties *Occidentalis C. Negr.* on changes in weather and climatic conditions in the South of Russia. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2022;73(1):62-76. DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-62-76 (in Russian).
14. Petrov V.S. Potential of economic productivity of grapes and its realization in a temperate continental climate in the South of Russia. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2016;1:20-22 (in Russian).

15. Gutiérrez-Gamboa G., Carrasco-Quiroz M., Martínez-Gil A.M., Pérez-Álvarez E.P., Garde-Cerdán T., Moreno-Simunovic Y. Grape and wine amino acid composition from Carignan noir grapevines growing under rainfed conditions in the Maule Valley, Chile: Effects of location and rootstock. *Food Research International*. 2018;105:344-352. DOI 10.1016/j.foodres.2017.11.021.
16. Pascual Romero, Josefa María Navarro, Pablo Botía Ordaz. Towards a sustainable viticulture: The combination of deficit irrigation strategies and agroecological practices in Mediterranean vineyards. A review and update. *Agricultural Water Management*. 2022;259:107216. DOI 10.1016/j.agwat.2021.107216.
17. Petrov V.S., Pavlyukova T.P. Role of loading vine bushes with shoots in their life, adaptability and fruiting. *Winemaking and Viticulture*. 2014;3:30-32 (*in Russian*).
18. Pavlukova T.P., Talash A.I. Influence of agrotechnical methods on productivity and phytosanitary condition of vineyards in Black Sea zone. *Winemaking and Viticulture*. 2008;3:34-35 (*in Russian*).
19. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A. Agroecological zoning of the territory for optimization of distribution varieties, sustainable viticulture and quality winemaking: a monograph. Krasnodar. 2020:1-138 (*in Russian*).
20. Ilnitskaya E.T., Ageyeva N.M., Pyata E.G., Prakh A.V., Kotlyar V.K. 'Alcor' and 'Granatovyi' grape varieties for high quality wine. *Fruit growing and viticulture of South Russia*. 2021;70(4):38-47. DOI 10.30679/2219-5335-2021-4-70-38-47 (*in Russian*).
21. Methodology of agrotechnical research of All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko. 1978. (*in Russian*).
22. Methodological and analytical provision of organization and conducting the research on technology of grape production. Krasnodar: SSI NCRRIH&V. 2010:1-182 (*in Russian*).

### Информация об авторах

**Галина Юрьевна Алейникова**, канд. с.-х. наук, заведующая лабораторией управления воспроизводством в ампелоценозах и экосистемах; e-мэйл: gala.aleynikova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9959-2522>;

**Ольга Леонидовна Сегет**, канд. с.-х. наук, научный сотрудник лаборатории управления воспроизводством в ампелоценозах и экосистемах; e-мэйл: olya.yakovtseva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1566-9562>;

**Александр Вячеславович Дергунов**, канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории виноградарства и виноделия; e-мэйл: davych@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1173-4811>.

### Information about authors

**Galina Yu. Aleynikova**, Cand. Agric. Sci., Head of the Laboratory of Reproduction Management in Ampeloceneses and Ecosystems; e-mail: gala.aleynikova@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-9959-2522>;

**Olga L. Seget**, Cand. Agric. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Reproduction Management in Ampeloceneses and Ecosystems; e-mail: olya.yakovtseva@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1566-9562>;

**Aleksandr V. Dergunov**, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Viticulture and Winemaking; e-mail: davych@list.ru; <https://orcid.org/0000-0003-1173-4811>.

Статья поступила в редакцию 27.04.2022, одобрена после рецензии 18.05.2022, принята к публикации 20.05.2022

## Аэрозольные обработки как способ повышения лёжкоспособности столовых сортов винограда

Бойко В.А., Левченко С.В., Белаш Д.Ю., Романов А.В.✉

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

✉cod7-4orever@mail.ru

**Аннотация.** В рамках существующей технологии длительного хранения столового винограда актуальной задачей является регулирование биохимических процессов в ягоде при хранении. Перспективными способами её решения являются послуборочные обработки винограда биологически активными препаратами. В данной работе изучено влияние аэрозольных обработок препаратами Brentax КСа и аскорбиновая кислота + кадифит (АК+К) на повышение лёжкоспособности столовых сортов винограда. Исследования проводились в 2019-2020 гг., в условиях горно-долинного приморского виноградарского района Республики Крым, на столовых сортах винограда Молдова, Шоколадный и Ред Глоуб. Обработки позволили снизить активность фермента полифенолоксидаза: Brentax КСа на 7-25%; АК+К на 9-41%. Отмечено снижение естественной убыли массы у исследуемых сортов: Молдова – 24-35%; Шоколадный – 6-12%; Ред Глоуб – 24-25%. Обработка препаратом Brentax КСа способствовала снижению интенсивности дыхания на 21-43% в зависимости от сорта, препаратом АК+К – на 16-47%, соответственно. Опытные образцы характеризовались более высокой дегустационной оценкой: Шоколадный – 8,2 (Brentax КСа) – 8,4 (АК+К) балла; Ред Глоуб – 8,1 (Brentax КСа) – 8,5 (АК+К) балла; Молдова – 8,1 (Brentax КСа) – 8,3 (АК+К) балла. В среднем опытные образцы превосходили контроль на 4-7% за счет сохранности внешнего вида грозди и гребня, окраски, тургора ягод и гармоничности вкуса.

**Ключевые слова:** лёжкоспособность; столовый виноград; аэрозольные обработки; интенсивность дыхания; естественная убыль массы.

**Для цитирования:** Бойко В.А., Левченко С.В., Белаш Д.Ю., Романов А.В. Аэрозольные обработки, как способ повышения лёжкоспособности столовых сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):154-159. DOI 10.35547/IM.2022.46.92.009

## Aerosol treatments as a way to increase the storage stability of table grapes

Boiko V.A., Levchenko S.V., Belash D.Yu., Romanov A.V.✉

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

✉cod7-4orever@mail.ru

**Abstract.** Within the framework of existing technology of long-term storage of table grapes, an urgent task is to regulate biochemical processes in a berry during storage. Promising ways of solution are post-harvest treatments of grapes with biologically active preparations. In this paper, we have studied the effect of aerosol treatments with preparations Brentax KCa and Ascorbic Acid+Kadifit (AA+K) on increasing the storage stability of table grapevine cultivars. The studies were carried out in 2019-2020, in conditions of the mountain-valley coastal viticultural region of the Republic of Crimea, on table grapevine cultivars 'Moldova', 'Shokoladnyi' and 'Red Globe'. Treatments made it possible to reduce the activity of polyphenoloxidase enzyme: Brentax KCa by 7-25%; AA+K by 9-41%. A decrease in the natural weight loss of the studied cultivars was observed: 'Moldova' – 24-35%; 'Shokoladnyi' – 6-12%; 'Red Globe' – 24-25%. Treatment with Brentax KCa preparation contributed to a decrease in respiration intensity by 21-43%, depending on the cultivar, and with AA+K – by 16-47%, respectively. Experimental samples were characterized by a higher tasting assessment: 'Shokoladnyi' – 8.2 (Brentax KCa) and 8.4 (AA+K) points; 'Red Globe' – 8.1 (Brentax KCa) and 8.5 (AA+K) points; 'Moldova' – 8.1 (Brentax KCa) and 8.3 (AA+K) points. On average, the experimental samples exceeded the control by 4-7% due to preserving bunch and stem appearance, color, turgor of berries, and balanced flavor.

**Key words:** storage stability; table grapes; aerosol treatments; respiration intensity; natural weight loss.

**For citation:** Boiko V.A., Levchenko S.V., Belash D.Yu., Romanov A.V. Aerosol treatments as a way to increase the storage stability of table grapes. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):154-159 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.46.92.009

## Введение

В целях реализации государственной программы «Развитие сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия», актуальными задачами для современной науки и агропромышленного комплекса являются увеличение производства плодовоовощной продукции, в том числе и винограда, и переход рынка Российской Федерации на отечественную продукцию. Однако повышение объёмов производства тесно связано с проблемой хранения продукции для обеспечения потребителей в осенне-зимний период [1,2].

Главной задачей в процессе длительного хранения винограда является сохранение показателей качества сырья, в том числе органолептических характеристик и биологической ценности. Это возможно за счёт совершенствования технологий хранения на основе послеуборочных обработок растительного сырья физиологически активными веществами [3-6]. Перспективным путём решения данной задачи является применение аэрозольных обработок урожая перед закладкой на хранение, принцип которых заключается в подборе оптимальных концентраций физиологически активных веществ, сокращении расхода рабочего раствора при одновременном увеличении его концентрации и дисперсности [7].

В мировой практике этот метод получил широкое распространение в сельском хозяйстве. Например, итальянскими учеными было изучено влияние послеуборочной обработки озоном и различными органическими и неорганическими солями (хлорид кальция, карбонат калия, гидрокарбонат натрия и карбонат натрия) на развитие патогенных гнилей винограда в процессе длительного хранения. Выявлена при этом меньшая поражаемость серой гнилью столового винограда [8,9]. Ученые из Индонезии изучали эффект добавления экстракта листьев гуанабаны в съедобную пленку и его влияние на показатели качества окрашенных сортов винограда при длительном хранении. В конце хранения наблюдались значительные различия естественной убыли массы относительно контрольного варианта [10]. Учеными из Турции установлено положительное влияние паров карвакрола на качество винограда при хранении. В результате карвакрол замедлял изменение титруемой кислотности и снижение потери массы винограда в конце хранения [11].

Таким образом, исходя из вышеизложенного следует, что применение аэрозольных обработок урожая физиологически активными веществами в послеуборочный период является перспективным методом для повышения лёжкоспособности винограда в процессе длительного хранения.

**Цель работы** – изучение влияния аэрозольных обработок растворами физиологически активных веществ на активность полифенолоксидазы, интенсивность дыхания и показатели товарного качества винограда (естественная убыль массы, дегустационная оценка) в процессе хранения.

## Объекты и методы исследований

Экспериментальные исследования проводились в течение 2019-2020 гг. на базе филиала «Морское» АО «ПАО Массандра», расположенном в горно-долинном приморском виноградарском районе Республики Крым и лаборатории хранения винограда ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН».

Объектами исследований являлись столовые сорта Молдова, Ред Глоуб и Шоколадный, заложенные на хранение. Отбор образцов опытных и контрольных вариантов проводился в динамике хранения поэтапно: в свежем виде, через 30 и 60 суток хранения. Исследования проводили в четырехкратной повторности в каждом варианте опыта.

Система ведения культуры винограда – не укрывная. Схема посадки 3,0 x 1,5 м. Формировка – односторонний горизонтальный кордон на среднем штамбе (от 60-80 см).

Опытная схема включала в себя послеуборочную обработку винограда в специальной установке (Установка для аэрозольной обработки столового винограда и плодовоовощной продукции перед закладкой на хранение. № 2187477. 2019). После формирования опытных партий винограда ящики помещали в камеру для обработки препаратами в аэрозольном виде перед закладкой на хранение. Подача раствора производилась в мобильной камере, укомплектованной платформой для установки тары и самовсасывающим мембранным насосом с электрическим приводом в течение 20 с через форсунки под давлением 0,2 МПа следующими растворами:

– Brentax КСа – биоактиватор на основе калия (К) и кальция (Са), сформированный комплексом ИТМ; концентрация рабочего раствора – 50 г/20 л;

– аскорбиновая кислота + кадифит (АК+К) – являются антиоксидантными веществами, увеличивают растворимость фенолов, ингибируют постороннюю микрофлору и окислительные ферменты, концентрация рабочего раствора – 250 ммоль+500 мг/л.

Хранение контрольных и опытных партий винограда проводилось при температуре 0–+2°C и относительной влажности воздуха 90-95% в холодильной камере лаборатории хранения винограда. Перед закладкой на хранение камера обрабатывалась диоксидом серы.

Эффективность исследуемых систем обработок оценивали по следующим показателям: интенсивность дыхания, активность окислительно-восстановительного фермента полифенолоксидазы, величина естественной убыли массы грозди (ЕУМ), а также органолептическим показателям. Исследования проводили в четырехкратной повторности в каждом варианте опыта.

Определение полифенолоксидазы проводили по следующей методике. Исследуемое сусло разводилось в 10 раз: 1 мл сусла и 9 мл буферного раствора рН 7,4. В кювету на 2 см приливают 2 см<sup>3</sup> раствора сусла в буферном растворе, 4 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, 2 см<sup>3</sup> диэтилпарафенилендиамина сернокислого. Кювета устанавливалась в фотоэлектроколориметр КФК-3-

01, после этого в кювету добавляют 2 см<sup>3</sup> раствора пирокатехина, включают секундомер и закрывают крышку кюветной камеры прибора и включают режим измерения оптической плотности. Секундомер останавливают при прохождении интервала оптической плотности 0,150.

Активность фермента вычисляют по формуле:

$$A = (E * a * b) / (v * T), \quad (1)$$

где E – интервал изменения оптической плотности = 0,150;

a – разведение сусла;

b – степень постоянного разведения в реакционной смеси (в кювете);

v – толщина слоя кюветы = 2 см;

T – время, с [12].

Интенсивность дыхания определяют по следующей методике: пробу исследуемого материала (40–45 г) помещают в марлевый мешок и завязывают ниткой.

В банку со шлифом, содержащую 25 мл 0,025 н р-ра Ва(ОН)<sub>2</sub>, добавляют 2-3 капли 1% р-ра фенолфталеина. Сразу опускают в колбу мешочек с пробой, нитку прижимают крышкой и плотно закрывают, так чтобы мешочек оказался в подвешенном положении и не касался раствора. Одновременно готовится контроль: пришлифованная колба на 100 мл с крышкой, куда добавляется 25 мл 0,025 н р-ра Ва(ОН)<sub>2</sub> и 2-3 капли 1% фенолфталеина (но без образца). Записывают время начала анализа. Через 20 мин. содержимое контрольной колбы титруют 0,03 н р-ром НСl до обесцвечивания раствора. Количество НСl, использованного для титрования контроля, записывают. Через 1-2 ч опытные колбы титруют 0,03 н р-ром НСl до обесцвечивания раствора (мешочки предварительно убирают).

Интенсивность дыхания определяют по формуле:

$$I_A = \frac{(a-b) * 0,55}{p * T} * 60000 \text{ [мг} * \text{СО}_2 * \text{кг/ч]}, \quad (2)$$

где a – объем раствора НСl, использованного для титрования в контрольной колбе, мл;

b – объем раствора НСl, использованного для титрования в опытной колбе, мл;

0,55 – поправочный коэффициент к титру раствора НСl;

p – масса пробы, г;

T – время исследования, мин.;

60000 – коэффициент пересчета на час [13].

Величину естественной убыли массы грозди рассчитывали, как соотношение массы грозди после хранения и до ее закладки, умноженное на 100%.

Для определения значимости влияния исследуемых препаратов на величину естественной убыли винограда при хранении была проведена математическая обработка экспериментальных данных (t-критерий при уровне значимости < 0,05) в программе SPSS Statistics 17.0.

### Результаты и их обсуждение

В свежем винограде активность полифенолоксидазы обусловлена сортовыми особенностями и ва-

**Таблица 1.** Активность фермента полифенолоксидазы исследуемых сортов винограда при хранении, 2019 – 2020 гг.  
**Table 1.** The activity of polyphenoloxidase enzyme of the studied grapevine cultivars during storage, 2019 - 2020

Варианты	Активность полифенолоксидазы, у.е./с		
	0 суток	30 суток	60 суток
<b>Молдова</b>			
Контроль		0,082	0,068
Brentax КСа	0,094	0,082	0,063
АК+К		0,080	0,052
<b>Шоколадный</b>			
Контроль		0,081	0,079
Brentax КСа	0,129	0,101	0,074
АК+К		0,077	0,072
<b>Ред Глоуб</b>			
Контроль		0,074	0,071
Brentax КСа	0,096	0,083	0,053
АК+К		0,064	0,042

рирует в интервале от 0,094 у.е./с (сорт Молдова) до 0,129 у.е./с (сорт Шоколадный) (табл. 1).

Как следует из представленных данных во всех вариантах опыта в период хранения наблюдалось уменьшение активности окислительного фермента относительно контрольных вариантов. Наиболее эффективной, с точки зрения инактивации полифенолоксидазы, является обработка в варианте опыта АК+К, при которой отмечена минимальная активность фермента к 30-м и 60-м суткам для всех исследуемых сортов. Применение обработки данным составом позволяет уменьшить активность фермента от 8,9% (сорт Шоколадный) до 40,9% (сорт Ред Глоуб).

Также было установлено, что интенсивность дыхания у исследуемых сортов винограда в процессе хранения линейно повышается с увеличением продолжительности периода хранения в разрезе изучаемых сортов от 2,0 (сорт Шоколадный) до 2,3 (сорт Молдова) раз к 60-м суткам хранения (табл. 2).

Анализ исследования значений интенсивности дыхания на фоне аэрозольных обработок показал, что применение изучаемых препаратов способствовало ингибированию дыхательного газообмена в динамике хранения. Среди изучаемых препаратов максимальному снижению интенсивности дыхания к 60-м суткам хранения способствовала обработка раствором АК+К от 16,3% (сорт Ред Глоуб) до 47,5% (сорт Молдова).

Математическая обработка полученных значений показала статистически значимые различия влияния послеуборочных обработок на значение интенсивности дыхания винограда во всех вариантах опыта. Наибольшее влияние относительно контроля у сортов Молдова, Шоколадный и Ред Глоуб оказало применение препарата Brentax КСа при t = от 7,8\*10<sup>-10</sup> до 0,0001.

Применение аэрозольных обработок физиологи-

чески активными веществами позволило снизить значение естественной убыли массы что привело к увеличению периода хранения исследуемых сортов винограда (табл. 3).

Среди исследуемых сортов наиболее отзывчивым на применение обработок исследуемыми препаратами оказался сорт Молдова, так снижение величины естественной убыли массы к 60-м суткам хранения варьировало в интервале от 23,8% (Brentax КСа) до 34,9% (АК+К).

В начале хранения все сорта характеризовались высокой дегустационной оценкой, присущей каждому сорту (от 8,9 до 9,1 балла). В конце хранения органолептические показатели контрольных образцов значительно снизились за счет ухудшения внешнего вида грозди, ягод и вкусовых качеств. У всех сортов наблюдались: незначительное усыхание гребня и увяленные ягоды. Виноград сорта Ред Глоуб отличался уваренными тонами во вкусе, Шоколадный и Молдова – простотой вкуса. Оценка всех сортов на конец хранения снизилась в среднем на 27,2% (рис.).

Аэрозольные обработки позволили снизить степень ухудшения органолептических показателей винограда в процессе хранения. Обработка винограда сорта Ред Глоуб обеспечила сохранность гребня в зеленом состоянии и внешнего вида грозди и ягод. Вкус, в сравнении с контролем, остался гармоничным, присущим сорту. Средний балл – 8,2 (Brentax КСа) и 8,4 (АК+К).

Виноград сортов Шоколадный и Молдова также, благодаря обработкам, сохранил вкусовые качества на уровне близком к свежему и получил органолептическую оценку выше, в сравнении с контролем. Сорт Шоколадный в среднем получил 7,4 (Brentax КСа) и 7,7 (АК+К) балла. Оценки винограда сорта Молдова были выше контроля в среднем на 6,5%.

### Выводы

Проведенными исследованиями установлено положительное влияние послеуборочных аэрозольных обработок препаратами Brentax КСа и АК+К на сортах винограда Молдова, Шоколадный и Ред Глоуб. На активность полифенолоксидазы наиболее эффективно повлияла обработка АК+К, активность снизилась от 8,9 до 40,9%, в зависимости от сорта. Интенсивность дыхания была снижена на 16,3–47,5%, в зависимости от сорта и обработки. Препараты способствовали уменьшению естественной убыли массы: Brentax КСа на 23,8–25,0%; АК+К на 11,6–34,9%.

Таким образом, полученные данные позволяют рекомендовать применение аэрозольных обработок препаратами Brentax КСа и АК+К для повышения лежкоспособности столовых сортов винограда.

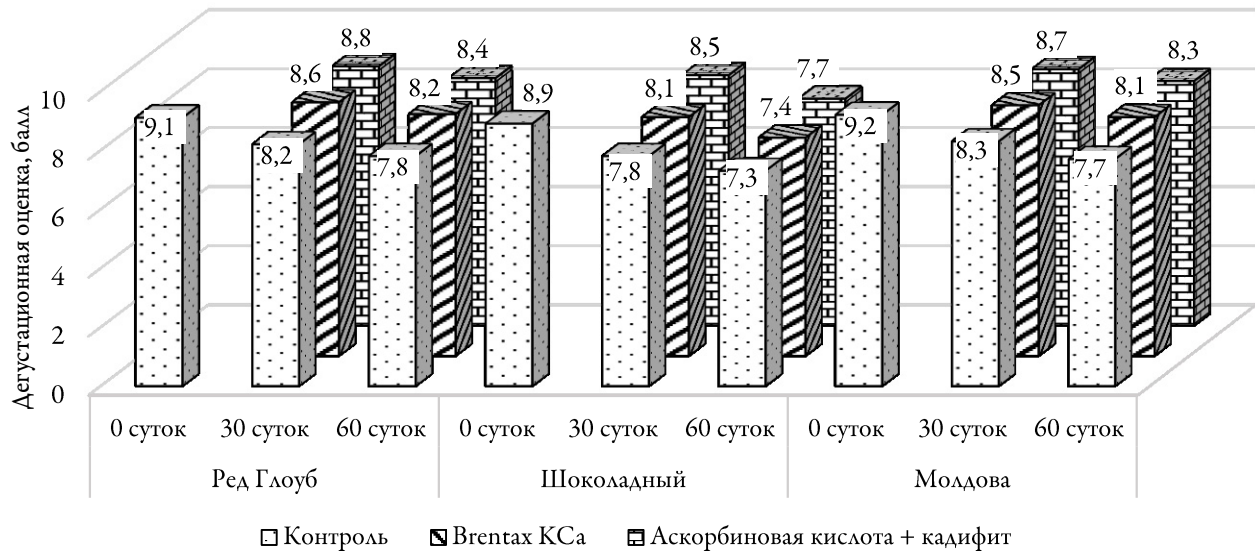
**Таблица 2.** Интенсивность дыхания столовых сортов винограда в процессе хранения в зависимости от обработки  
**Table 2.** Respiration intensity of table grapevine cultivars during storage, depending on the processing type

Варианты	Интенсивность дыхания, мг*СО <sub>2</sub> *кг/ч			t-критерий Стьюдента
	свежий	30 суток	60 суток	
<b>Молдова</b>				
Контроль		10,1	16,2	-
Brentax КСа	8,3	6,1	8,9	7,8*10 <sup>-10</sup>
АК+К		5,7	8,5	6,7*10 <sup>-9</sup>
<b>Шоколадный</b>				
Контроль		10,7	12,9	-
Brentax КСа	6,4	9,1	10,2	7,7*10 <sup>-6</sup>
АК+К		8,5	9,6	2,4*10 <sup>-5</sup>
<b>Ред Глоуб</b>				
Контроль		9,6	12,9	-
Brentax КСа	5,7	6,5	10,6	0,0002
АК+К		6,0	10,8	0,0001

**Таблица 3.** Естественная убыль массы исследуемых сортов винограда при хранении, 2019 – 2020 гг.

**Table 3.** Natural weight loss of the studied grapevine cultivars during storage, 2019 - 2020

Вариант	Масса грозди, г	ЕУМ, %	
		30 суток	60 суток
<b>Молдова</b>			
Контроль	416,0	3,4	6,3
Brentax КСа	347,1	2,3	4,8
АК+К	420,0	1,3	4,1
<b>Шоколадный</b>			
Контроль	678,0	3,9	6,9
Brentax КСа	799,4	3,0	6,5
АК+К	585,7	2,6	6,1
<b>Ред Глоуб</b>			
Контроль	819,5	5,0	8,0
Brentax КСа	971,7	3,7	6,0
АК+К	998,8	2,7	6,1



**Рис.** Дегустационная оценка столовых сортов винограда Ред Глоуб, Шоколадный и Молдова  
**Fig.** Tasting assessment of table grapevine cultivars 'Red Globe', 'Shokoladnyi' and 'Moldova'

### Источник финансирования

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

### Financing source

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

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия [Электронные ресурсы] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/902361843> (дата обращения 10.04.2022).
2. Горлов С.М., Тягушева А.А., Яцушко Е.С., Карпенко Е.Н. Современные технологии хранения винограда // Научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2020;159(05):319-333. DOI 10.21515/1990-4665-159-022.
3. Маматожиёв Ш.И., Отажоновна Б.Б. Контроль качества при хранении винограда // Universum: технические науки. 2020;12-3(81):82-84.
4. Романов А.В., Бойко В.А., Левченко С.В., Белаш Д.Ю. Влияние аэрозольных обработок кальцийсодержащим препаратом на показатели качества винограда при длительном хранении // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(3):260-264. DOI 10.35547/IM.2021.58.85.009.
5. De Freitas S., Nassur R. Calcium Treatments. Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce. 2017;24. DOI 10.1201/9781315370149-3.
6. Piechowiak T., Migut D., Józefczyk R., Balawejder M. Ozone Treatment Improves the Texture of Strawberry Fruit during Storage. Antioxidants. 2022;11(5):821. DOI 10.3390/antiox11050821.
7. Mahajan P., Caleb O., Singh Z., Watkins C., Geyer M. Postharvest treatments of fresh produce. Philosophical transactions of the Royal Society A. 2014;372. DOI 10.1098/rsta.2013.0309.
8. Yaseen T., Ricelli A., Albanese P., Essakhi S., Carboni C., D'Onghia A. Influence of postharvest ozone treatment on decay

of 'Red Globe' table grapes. Acta Horticulturae. 2016:371-376. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1144.55.

9. Nigro F., Schena L., Angela Maria L., Pentimone I., Ippolito A., Salerno M. Control of table grape storage rots by pre-harvest applications of salts. Postharvest Biology and Technology. 2006;42(2):142-149. DOI 10.1016/j.postharvbio.2006.06.005.
10. Widyastuti E., Sedyadi E., Prabawati S. Effect of Addition of Soursop Leaf Extract to Ganyong (Canna edulis Ker.) Starch Edible Film and its application in Red Grape Storage Time. Biology, Medicine & Natural Product Chemistry. 2016;5(2):55. DOI 10.14421/biomedich.2016.52.55-59.
11. Babalik Z., Onursal C., Erbas D., Koyuncu M. Use of carvacrol helps maintain postharvest quality of red globe table grapes. Journal of Animal and Plant Sciences. 2020;30(3):655-662. DOI 10.36899/JAPS.2020.3.0078.
12. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Гержикова В.Г., Загоруйко В.А. Новый подход к технологической оценке сортов винограда // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов НИВиВ «Магарач». 2009;39:61-66.
13. Модонкаева А.Э., Бойко В.А., Аппазова Н.Н., Верик Г.Н., Левченко С.В. Методические рекомендации по оценке столовых сортов винограда // Ялта: НИВиВ «Магарач». 2012:1-62.

### References

1. State Program for the Development of Agriculture and Regulation of Markets for Agricultural Products, Raw Materials and Food. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/902361843> (Accessed: 10.04.2022) (in Russian).
2. Gorlov S.M., Tiagusheva A.A., Yatsushko E.S., Karpenko E.N. Modern technologies for grape storing. Scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2020;159(05):319-333. DOI 10.21515/1990-4665-159-022 (in Russian).
3. Mamatojiyev Sh.I., Otajonova B.B. Quality control in storage of grapes. Universum: technical sciences. 2020;12-3(81):82-84. DOI 10.32743/UniTech.2020.81.12-3 (in Russian).
4. Romanov A.V., Boiko V.A., Levchenko S.V., Belash D.Yu. The effect of aerosol treatments with calcium-containing preparation on grape quality indicators during long-term storage. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(3):260-264. DOI 10.35547/IM.2021.58.85.009 (in Russian).
5. De Freitas S., Nassur R. Calcium Treatments. Novel Postharvest Treatments of Fresh Produce. 2017;24. DOI 10.1201/9781315370149-3.

6. Piechowiak T., Migut D., Józefczyk R., Balawejder M. Ozone Treatment Improves the Texture of Strawberry Fruit during Storage. *Antioxidants*. 2022;11(5):821. DOI 10.3390/antiox11050821.
7. Mahajan P., Caleb O., Singh Z., Watkins C., Geyer M. Postharvest treatments of fresh produce. *Philosophical transactions of the Royal Society A*. 2014;372. DOI 10.1098/rsta.2013.0309.
8. Yaseen T., Ricelli A., Albanese P., Essakhi S., Carboni C., D'Onghia A. Influence of postharvest ozone treatment on decay of 'Red Globe' table grapes. *Acta Horticulturae*. 2016:371-376. DOI 10.17660/ActaHortic.2016.1144.55.
9. Nigro F., Schena L., Angela Maria L., Pentimone I., Ippolito A., Salerno M. Control of table grape storage rots by pre-harvest applications of salts. *Postharvest Biology and Technology*. 2006;42(2):142-149. DOI 10.1016/j.postharvbio.2006.06.005.
10. Widyastuti E., Sedyadi E., Prabawati S. Effect of Addition of Soursop Leaf Extract to Ganyong (*Canna edulis* Ker.) Starch Edible Film and its application in Red Grape Storage Time. *Biology, Medicine & Natural Product Chemistry*. 2016;5(2):55. DOI 10.14421/biomedich.2016.52.55-59.
11. Babalik Z., Onursal C., Erbas D., Koyuncu M. Use of carvacrol helps maintain postharvest quality of red globe table grapes. *Journal of Animal and Plant Sciences*. 2020;30(3):655-662. DOI 10.36899/JAPS.2020.3.0078.
12. 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*. 2009;39:61-66 (*in Russian*).
13. Modonkaeva A.E., Boiko V.A., Appazova N.N., Verik G.N., Levchenko S.V. Guidelines for evaluation of table grape varieties. *Yalta NIV&W Magarach*. 2012:1-62 (*in Russian*).

### Информация об авторах

**Владимир Александрович Бойко**, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-мэйл: vovhim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2401-7531>;

**Светлана Валентиновна Левченко**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-мэйл: svelevchenko@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5423-052>;

**Дмитрий Юрьевич Белаш**, мл. науч. сотр. лаборатории хранения винограда; e-мэйл: dima-244@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3525-2948>;

**Александр Вадимович Романов**, инженер лаборатории хранения винограда; e-мэйл: cod7-4orever@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9999-2657>.

### Information about authors

**Vladimir A. Boiko**, Cand.Agric.Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: vovhim@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2401-7531>;

**Svetlana V. Levchenko**, Cand.Agric.Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: svelevchenko@rambler.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5423-052>;

**Dmitriy Yu. Belash**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Grape Storage; e-mail: dima-244@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3525-2948>;

**Aleksandr V. Romanov**, Engineer, Laboratory of Grape Storage; e-mail: cod7-4orever@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9999-2657>.

Статья поступила в редакцию 12.05.2022, одобрена после рецензии 19.05.2022, принята к публикации 20.05.2022



## Особенности формирования функциональной структуры микопатокомплексов яблони и сливы в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий

Якуба Г.В.<sup>✉</sup>, Мищенко И.Г.

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, Россия, 350901, г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, 39

<sup>✉</sup>galyayaku@gmail.com

**Аннотация.** В насаждениях плодовых культур Юга России под влиянием усиления воздействия средовых факторов отмечается учащение эпифитотий доминантных фитопатогенов, увеличение численности и распространенности ранее экономически малозначимых видов. Интенсивное использование фунгицидов снизило уровень саморегуляции агроэкосистем и привело к уменьшению численности полезных видов микрофлоры, нарушению устойчивости микробиосистем, появлению более устойчивых штаммов фитопатогенов. Для предотвращения фитосанитарной дестабилизации актуальной является разработка адаптивного управления фитосанитарным состоянием агробиоценозов на основе современных данных об особенностях функционирования микопатокомплексов. Целью работы являлось выявление особенностей формирования функциональной структуры микопатокомплексов наземной части яблони и сливы в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий. Исследования выполнены в 2019-2021 гг. методами маршрутных обследований, лабораторных анализов с использованием общепринятых и адаптированных методик. Установлено, что общими особенностями формирования функциональной структуры микопатоценозов яблони и сливы являются: возрастание вредоносности заболеваний – расширение ареалов; освоение новых субстратов; все более ранние сроки формирования ассоциаций патогенов на листьях; образование новых патокомплексов; увеличение численности типичных, но ранее редко встречаемых видов: на яблоне – микозных усыханий, на сливе – ржавчины, полистигмоза, «кармашек»; возрастание численности факультативно-сапротрофных и факультативно-паразитных видов при массовом повреждении деревьев морозами и повышенном температурном режиме в зимний период. Отмечено появление на сливе новых для Краснодарского края видов патогенов (*Transchelia discolor* (Fuck.), *Septoria pruni* Ell., *Ascochyta* sp., *Viscum album*); смещение сроков наибольшей вредоносности кластероспориоза, монилиоза и полистигмоза к более ранним. Для разработки адаптивного управления фитосанитарным состоянием насаждений яблони и сливы в условиях изменения климата необходимо учитывать следующие параметры: наличие грибных ассоциаций и сроки их образования; наличие на деревьях повреждений аномально низкой температурой, что приводит к возрастанию в микопатоценозе доли факультативно-сапротрофных и факультативно-паразитных видов.

**Ключевые слова:** яблоня; слива; микопатоценоз; микопатокомплекс; управление.

**Для цитирования:** Якуба Г.В., Мищенко И.Г. Особенности формирования функциональной структуры микопатокомплексов яблони и сливы в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):160-165. DOI 10.35547/IM.2022.92.33.010

O R I G I N A L   R E S E A R C H

## Peculiarities in the formation of functional structure of apple and plum tree mycopathocomplexes in conditions of increased abiotic and anthropogenic impact

Yakuba G.V.<sup>✉</sup>, Mishchenko I.G.

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, 39, 40-letiya Pobedy str., 350901 Krasnodar, Russia

<sup>✉</sup>galyayaku@gmail.com

**Abstract.** In plantations of fruit crops in the South of Russia, under the influence of increased environmental factors, there is an increase in epiphytoticies of dominant phytopathogens, an increase in the number and prevalence of previously economically insignificant species. Intensive use of fungicides reduced the level of self-regulation of agroecosystems and led to a decrease in the number of beneficial microflora species, disruption of microbiosystem stability, and the emergence of more resistant strains of phytopathogens. To prevent phytosanitary destabilization, the development of adaptive management of phytosanitary condition of agrobiocenoses based on modern data on peculiarities of mycopathocomplex functioning is relevant. The aim of the work was to identify peculiarities in the formation of functional structure of mycopathocomplexes of aerial part of apple and plum trees in conditions of increased abiotic and anthropogenic impact. The studies were carried out in 2019-2021 by methods of route examinations, laboratory tests using generally accepted and adapted techniques. It was established that general peculiarities in the formation of functional structure of mycopathocenoses of apple and plum trees are: increasing harmfulness of diseases – range expansion; development of new substrates; ever earlier dates for the formation of pathogen aggregations on leaves; formation of new pathocomplexes; an increase in the number of typical, but previously rarely found species: on apple trees - mycotic shrinkage, on plum trees – rust, polystigmosis, "sharka"; an increase in the number of facultative-saprotrophic and facultative-parasitic species with mass damage to trees by frost and an increased temperature regime in winter. Appearance of new for the Krasnodar Territory species of pathogens (*Transchelia discolor* (Fuck.), *Septoria pruni* Ell., *Ascochyta* sp., *Viscum album*) on plum trees is noted; shifting the time of the maximum harmfulness of clusterosporiosis, moniliosis and polystigmosis to earlier dates is observed. In order to develop the adaptive management of phytosanitary condition of apple and plum plantations in the face of climate change, it is necessary to take into account the following parameters: presence of fungal aggregations and time of their formation; presence of damage on trees due to the abnormally low temperature, which leads to an increase in the proportion of facultative-saprotrophic and facultative-parasitic species in mycopathocenosis.

**Key words:** apple tree; plum tree; mycopathocenosis; mycopathocomplex; management.

**For citation:** Yakuba G.V., Mishchenko I.G. Peculiarities in the formation of functional structure of apple and plum tree mycopathocomplexes in conditions of increased abiotic and anthropogenic impact. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):160-165 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.92.33.010

## Введение

Климатические изменения, наблюдаемые в последние десятилетия, оказывают воздействие на процессы, происходящие в биосфере, в результате чего формируются организмы, приспособленные к новым абиотическим условиям. В агробиоценозах большинства сельскохозяйственных культур, как монодоминантных системах, возрастает плотность популяций и вредоносность ряда возбудителей фитопатогенов, расширяются зоны вредоносности, интенсивно формируются группы доминантных и супердоминантных видов, активизируются микроэволюционные процессы в популяциях [1]. Многие исследователи отмечают появление новых взаимоотношений между растением-хозяином и патогенным микромицетом, который стремится выжить в изменившихся условиях. Так, в США теплые зимы способствовали увеличению распространения грибов из родов *Alternaria*, *Cercospora*, *Colletotrichum*, *Erysiphe*, *Phomopsis*, *Septoria*, *Venturia* [2]; в Западной Европе появились более агрессивные расы ржавчины, усилилась вредоносность возбудителей монилиоза плодовых культур – грибов *Monilinia fructicola* (G. Wint) Honey, *Monilinia laxa* (Aderh. & Ruhland) Honey, *Monilia fructigena* (Pers.) Honey [3]. На косточковых культурах Белоруссии, Украины, Узбекистана отмечено возрастание вредоносности *Stigmina carpophila* (Lév.) M.B. Ellis., возбудителя одного из доминирующих заболеваний – кластероспориоза, лимитирующими факторами развития которого являются температура воздуха и влажность [4-6]. В насаждениях многолетних культур Юга России под влиянием усиления воздействия средовых факторов отмечаются тенденции на формирование на различных органах деревьев ассоциаций грибов, учащение эпифитотий доминантных фитопатогенов, не просто увеличение численности и распространенности ранее мало распространенных и (или) экономически мало значимых видов, но и появление очагов эпифитотий вызываемых ими заболеваний [7, 8, 9].

В то же время на современном этапе мировое сельское хозяйство все чаще сталкивается с различными проблемами экологического и фитосанитарного характера, связанными с длительным и часто неоправданно интенсивным применением химических пестицидов [10]. Использование в системах защиты фунгицидов, зачастую с нарушением регламентов их применения, а также без учета изменений, происходящих под влиянием новых условий среды, в значительной степени снизило уровень саморегуляции агроэкосистем и привело к их обеднению вследствие уменьшения численности полезных видов микрофлоры, и, как следствие, к нарушению устойчивости микробиосистем, изменению характера инфицирования органов растений; негативным изменениям иммунного статуса возделываемых и размножаемых растений, а также появлению более устойчивых штаммов фитопатогенов [10, 11, 12]. В трансформирующихся условиях среды для предотвращения фитосанитарной дестабилизации актуальной является разработка адаптивного управления фитосанитарным состояни-

ем агробиоценозов на основе современных данных об особенностях функционирования микопатоккомплексов.

**Цель работы** – выявление особенностей формирования функциональной структуры микопатоккомплексов наземной части яблони и сливы для разработки адаптивного управления фитосанитарным состоянием плодовых агроценозов в Краснодарском крае в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий.

## Объекты и методы исследования

Объектами исследований являлись микопатокценозы наземной части растений яблони и сливы. Исследования выполнены методами лабораторных анализов, маршрутных обследований промышленных насаждений яблони и сливы Краснодарского края, учетов в полевых стационарах в 2019-2021 гг. с использованием общепринятых и адаптированных методик [13, 14]. Идентификация видового состава микопатогенов проводилась по морфологическим признакам методом световой микроскопии в лабораторных условиях СКФНЦСВВ с использованием стандартных методик и определителей [15-17]. Названия видов приведены в соответствии с Базой данных Species Fungorum [18].

## Результаты и их обсуждение

В результате исследований в промышленных насаждениях яблони Краснодарского края установлен ряд особенностей формирования микопатоккомплексов.

Одной из основных тенденций является увеличение распространения и плотности популяций группы возбудителей микозных усыханий, в сравнении с периодом 2016-2017 гг.: типичных, часто встречаемых, видов рода *Cytospora*; типичных, редко встречаемых, видов, вызывающих поверхностный некроз и антракноз коры – *Neofabraea perennans* Kienholz, *N. malicorticis* (Cordley) Nannf., а также *Phlyctema vagabunda* (*N. vagabunda* (Desm.) Rossman), телеоморфа *Pezicula malicorticis* (Jacks.) Nannf. Это связано с влиянием комплекса факторов. Прежде всего, с потеплением климата, в частности, с удлинением продолжительности периода положительных температур зимой, что приводит к увеличению плотности популяций указанных грибов на стволах и ветвях. Кроме того, аномально низкие для Юга России температуры в межвегетационные периоды 2019 и 2020 гг. вызвали многочисленные повреждения тканей коры, которые явились субстратом для развития возбудителей микозных усыханий (таб.).

Как и в предыдущие 2017-2018 гг., сохраняется значительное влияние антропогенного фактора: невыполнение производителями плодов полного комплекса агротехнических мероприятий, ограничивающих развитие возбудителей микозного усыхания, в частности, удаление из сада отмерших деревьев или их отдельных органов.

В микопатокценозах яблони отмечается более раннее, в сравнении с периодом 2014-2017 гг. [19], фор-

**Таблица.** Особенности формирования функциональной структуры микопатокомплексов наземной части яблони в промышленных насаждениях Краснодарского края

**Table.** Peculiarities in the formation of functional structure of mycopathocomplexes of aerial part of an apple tree in commercial plantations of the Krasnodar Territory

Показатели	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
	Снижение частоты, %				
Снижение частоты встречаемости возбудителей болезней стволов и ветвей при применении препаратов группы меди не менее двух раз за вегетацию и двух раз в период покоя:					
- обыкновенный рак <i>Neonectria ditissima</i> (Tul. & C. Tul.) Samuels & Rossman	77,3	66,7	64,0	63,3	62,8
- черный рак <i>Botryosphaeria stevensii</i> Shoemaker	86,7	74,3	76,5	71,0	70,4
- антракноз <i>Phlyctema vagabunda</i>	54,7	48,0	50,5	45,2	44,8
- щелелистник обыкновенный <i>Schizophyllum commune</i> Fr.	28,4	24,5	22,6	14,7	14,6
Тенденция на увеличение численности типичных, но ранее редко встречаемых видов – возбудителей микозных усыханий:					
- антракноз <i>Phlyctema vagabunda</i>	5,2	19,4	20,0	22,8	26,0
поверхностный некроз <i>Neofabraea malicorticis</i>	4,7	6,3	6,9	7,1	8,4
- фомоз <i>Phoma rotorum</i> Thuem. (в насаждениях 1-2-го года посадки)	2	2,7	1,4	2,2	2,2
- фомопсиз <i>Phomopsis mali</i> Schulz et Sacc. (Roberts) (на ветвях)	5,5	4,6	5,9	6,2	6,5
Сроки формирования ассоциаций патогенов на листьях яблони (по стадиям развития культуры):					
- <i>Fusicladium dendriticum</i> (Wallr.) Fuck. - <i>Alternaria</i> spp.	стадии 72-73	стадии 71-72	стадия 69	стадия 67	стадия 67
- <i>Fusicladium dendriticum</i> – <i>Phyllosticta</i> spp.	стадии 76-77	стадии 75-76	стадия 74	стадия 73	стадия 73

мирование ассоциаций патогенов на листьях яблони. Очевидно, это является проявлением адаптационных способностей возбудителей к изменениям климата, в том числе, к повышенному температурному режиму апреля-июня.

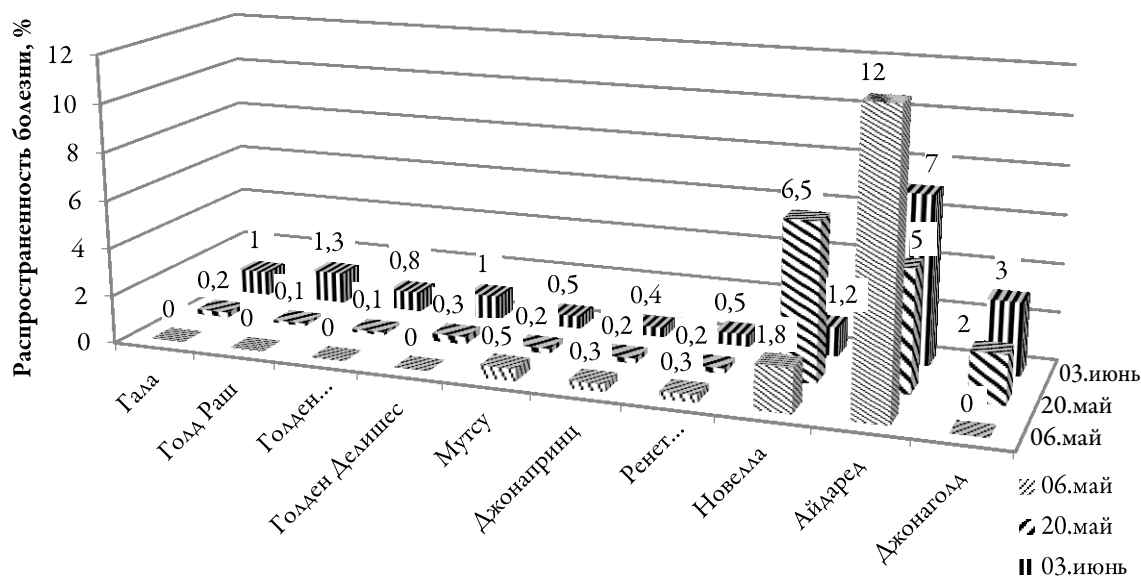
Как отражение общемировой тенденции, происходит возрастание вредоносности возбудителя мучнистой росы яблони *Podosphaera leucotricha* (Ell. et Gr.). На фоне проведения одинакового комплекса защитных мероприятий первое проявление мучнистой росы в 2019-2021 гг. фиксировалось на высоковосприимчивых, средневосприимчивых и устойчивых сортах в одни и те же сроки. Распространенность болезни при поражении яблони вторичной инфекцией возбудителя, в большинстве случаев, на разных по восприимчивости сортах отличалась несущественно (рис.).

Так, в период максимального развития мучнистой росы (май – начало июня) на устойчивом сорте Гала, слабовосприимчивых сортах Голд Раш и Мутсу и на средневосприимчивых сортах Джонапринц, Голден Делишес, Голден Резистент и Ренет Симиренко распространенность варьировала от 0,1 до 1,3%, на высоковосприимчивом сорте Джонаголд не превышала 3% и только на высоковосприимчивых сортах Айдаред и Новелла достигала соответственно 12,0 и 6,5% (рис.). С 2019 г. выявлено поражение грибом плодоножек незрелых плодов высоковосприимчивых к болезни сортов (Айдаред, Новелла). Таким обра-

зом, в новых экологических условиях на средне-, слабовосприимчивых и устойчивых сортах происходит сокращение продолжительности инкубационного периода мучнистой росы; на разных по устойчивости сортах отмечается близкая распространенность развития болезни, что свидетельствует о возрастании поражения более устойчивых сортов. В целом отмечена тенденция возвращения возбудителя *P. leucotricha* в ядро доминантов и переход развития болезни от депрессии к умеренному развитию и эпифитотии.

В микопатоценозах сливы за период исследований были отмечены следующие особенности их формирования.

Прежде всего, возросла роль группы заболеваний, вызывающих листовые пятнистости. Так, у возбудителя клястероспориоза, отмечена тенденция более раннего – на 7-10 суток – заражения листьев (первая декада апреля). Однако динамика болезни характеризуется как умеренное развитие, что связано не только с неблагоприятными для развития патогена погодными условиями весны 2020 и 2021 гг., но и с конкуренцией за субстрат с возбудителем некротической кольцевой пятнистости листьев *Prunus necrotic ringspot virus*. Максимально высокая скорость инфекции отмечается в стадии сливы «начало цветения» - «окончание цветения», пик развития болезни – при созревании плодов. Распространенность полистигмоза, возбудитель *Polystigma rubrum* (Pers.) DC, ранее редко встречаемого заболевания, на листьях высоко-



**Рис.** Распространенность мучнистой росы на различных сортах яблони, %, Прикубанская зона садоводства, 2021 г.  
**Fig.** Powdery mildew extent on various apple tree varieties, %, Prikuban horticultural zone, 2021

восприимчивого сорта Анна Шпет достигала 80% с интенсивностью развития 50%. К новым адаптациям патогена, в сравнении с 90-ми гг. 20 века, можно отнести более ранний – на 5-7 суток – срок созревания аскоспор, удлинение периода инфицирования с 20-30 до 35-60 дней. Единично встречаемый вид – возбудитель ржавчины *Tranzschelia pruni-spinosae* Pers. с 2019 г. поражает не только листовую пластинку, но и прилистники. Отмечено расширение ареала и более раннее проявление аскохитоза на листьях, возбудитель *Askochyta hortensis* Kab. Et Bub., – уже в третьей декаде мая, что связано, прежде всего, с наличием в весенний период оптимальных условий для развития заболевания: высокая влажность и температура воздуха в пределах 20-25°C. У деревьев, пораженных *A. hortensis*, наблюдалось преждевременное опадение листьев, что не позволяло древесине молодых побегов полноценно вызреть и снижало морозостойкость и продуктивность сливы. Таким образом, возросла роль не только доминирующего, но и ранее второстепенных по значимости видов, что, очевидно, связано с потеплением климата.

Установлено изменение сезонной вредоносности монилиоза: с 2020 г. в форме ожога болезнь развивается с низкой скоростью и носит характер депрессии.

Отмечено возрастание вредоносности полусапротрофных грибов-возбудителей болезней коры сливы. Так, расширились ареалы черного рака *B. stevensii*, обыкновенного (европейского) рака *N. ditissima*, распространение до 5-8% фузариоза, *Fusarium sp.*, в виде трахеомикозного увядания в Прикубанской и Черноморской зонах края, что указывает на повреждение растений стресс-факторами. Выявлено совместное инфицирование возбудителями антракноза *Colletotrichum sp.* и обыкновенного рака на ослабленных после мороза деревьях сорта сливы Кабардинская ранняя в Прикубанской зоне края. Для ряда возбудителей установлено освоение новых субстратов: впервые в регионе споры возбудителя фомопсиоза

*Phomopsis mali* Schulz et Sacc. (Roberts), а также возбудителя антракноза *Neofabraea spp.* обнаружены на мумифицированных опавших плодах сливы, споры возбудителя фомоза (*Phoma spp.*) – в камеди на почках в местах поражения кластероспориозом, а также на опавших плодах сливы.

Установлено закрепление тенденции преимущественного поражения возбудителем мучнистой росы *Podosphaera tridactyla* dBr. однолетних побегов и листьев, заселенных сливовой опыленной тлей *Hyaloplerus arundinis* F. Первые признаки болезни обнаруживаются в стадию сливы «рост и созревание плодов».

Возросла роль ряда других второстепенных возбудителей микозов сливы. Так, распространение типичного редко встречаемого вида – возбудителя «кармашек сливы» *Taphrina pruni* Tull. в стадию «начало цветения» возросло с 0,5% в 2017-2018 гг. [19], до 8- 10% в 2019-2021 гг. Впервые в насаждениях сливы Краснодарского края выявлено поражение возбудителем парши *Cladosporium carpophilum* Thuem. (сумчатая стадия *Venturia carpophilum* Fisch.), который является типичным единично встречаемым видом, однолетних побегов. Заражение произошло осенью после окончания защитных мероприятий. Инфекция сохранялась в коре пораженных побегов, в ранневесенний период в местах инфицирования были обнаружены споры возбудителя болезни.

Одной из особенностей формирования микопатоценозов сливы является расширение видового состава. За период исследований выявлены новые для региона возбудители: ржавчины – *Tranzschelia discolor* (Fuck.), септориоза – *Septoria pruni* (P. Syd.) Hohn., а также полупаразит омела белая *Viscum album*. Развитие на листьях *S. pruni* в октябре связано, очевидно, с изменением погодных условий в этот период: наличием благоприятных для развития патогена резких перепадов дневных и ночных температур и теплой погодой.

Как и на яблоне, на сливе отмечается активное формирование грибами патокомплексов: на листьях *P. rubrum* – *T. discolor*; на ветвях *Fusarium sporotrichioides* Sherb. – *M. laxa* – *Fumago vagans* Pers.; *B. stevensii* – *Alternaria* sp., *Corineum microstictum* Berk. et Br. – *C. carpophilum*.

### Выводы

Таким образом, за период 2019-2021 гг. в Краснодарском крае установлено, что в нестабильной экологической ситуации – в условиях усиления абиотического и антропогенного воздействий, происходят изменения в формировании функциональной структуры микопатоккомплексов промышленных насаждений яблони и сливы. Общими особенностями для яблони и сливы являются: возрастание вредности заболеваний (расширение ареалов; освоение новых субстратов; все более ранние сроки формирования ассоциаций патогенов на листьях; образование новых патокомплексов); увеличение численности типичных, но ранее редко встречаемых видов (на яблоне – микозных усыханий, на сливе – ржавчины, полистигмоза, «кармашек»); возрастание численности факультативно-сапротрофных и факультативно-паразитных видов при массовом повреждении деревьев морозами и (или) повышенном температурном режиме в зимний период. На сливе, кроме того, – появление новых для Краснодарского края видов: *T. discolor*, *S. pruni*, *A. hortensis*, *V. album*; смещение сроков наибольшей вредности класпероспориоза, монилиоза и полистигмоза к более ранним. Исследованиями подтверждено, что для разработки управления фитосанитарным состоянием насаждений яблони и сливы в условиях изменения климата необходимо учитывать следующие параметры: наличие грибных ассоциаций и сроки их образования; наличие на деревьях повреждений аномально низкой температурой, что приводит к возрастанию в микопатогенности доли факультативно-сапротрофных и факультативно-паразитных видов, в том числе возбудителей микозов коры.

### Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0689-2019-0006.2.

### Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0689-2019-0006.2.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Головин С.Е. Стратегия защитных мероприятий в питомниках и риски появления новых болезней и вредителей // Ассоциация производителей посадочного материала (® АППМ). 25.05.2015 г. <https://www.ruspitomniki.ru/article/agrohimiya-i-zashhita-rastenij.html/id/1065>.
2. Boland G.J., Melzer M.S., Hopkin A.A. Climate change and plant diseases in Ontario. *Can J Plant Pathology*. 2004;26(3):335-350.
3. Mari M., Martini C. Possible effects of climate changes on plant diseases. *Proceedings 50th Croatian and 10th International Symposium of Agriculture*. Opatija. Croatia. 2015:37-41.
4. Пилат Т.Г., Буга С.Ф. Роль температуры в развитии гриба *Clastesporium carpophilum* – возбудителя класпероспориоза сливы домашней // *Весті національної академії наук України*. 2014;1:50-53.
5. Нагорная Л.В. Биологическая защита персика от болезней // *Современное садоводство*. Электронный журнал. 2013;3:1-6. <https://journal-vniispk.ru/pdf/2013/3/26.pdf>.
6. Бойжигитов Ф.М., Хакимов А.А. Некоторые биоэкологические особенности возбудителей класпероспориоза и монилиоза // *Бюллетень науки и практики*. 2018;4(12):268-272. DOI 10.5281/zenodo.2257601.
7. Кочкина А.М., Каширская Н.Я., Цуканова Е.М. Применение фунгицида Беллис для защиты сада от парши // *Плодоводство и ягодоводство России*. 2016;46:158-161.
8. Юрченко Е.Г., Якуба Г.В., Подгорная М.Е., Насонов А.И., Мищенко И.Г., Васильченко А.В., Кашиц Ю.П. Экологическое обоснование формирования фитосанитарно устойчивых многолетних агроценозов // *Научные труды СКФНЦСВВ*. 2019;23:176-180. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-176-180.
9. Галкина Е.С., Алейникова Н.В., Болотянская Е.А., Андреев В.В., Диденко П.А. Изменения в структуре патоккомплексов виноградных насаждений Крыма в последние годы // *Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарах» РАН»*. Ялта. 2020; XLIX:127-130.
10. Гулина И.В. Значение биофунгицидов в защите сельскохозяйственных культур от фитопатогенов // *Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум»*. <https://scienceforum.ru/2020/article/2018023023>.
11. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Increasing the technological and economic efficiency of nursery production based on processes of biologization. *BIO Web of Conferences*. Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2020;25:01001. DOI 10.1051/bioconf/20202501001.
12. Ghorbanpour M., Omidvari M., Abbaszadeh-Dahaji P., Omidvar R., Kariman K. Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*. 2018;117:147-157. DOI 10.1016/j.biocontrol.2017.11.006.
13. Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству; под общ. ред. член-корр. Россельхозакадемии Е.А. Егорова. Краснодар. ГНУ СКЗНИИСиВ. 2010:1-300.
14. Благовещенская Е.Ю. Микологические исследования: основы лабораторной техники. М.: ЛЕНАНД. 2017:1-96.
15. Мельник В.А. Класс *Hymenomycetes* (Определитель грибов России; Вып. 1 Сем. *Dematiaceae*). СПб.: Наука. 2000:1-371.
16. Пидопличко Н.М. Грибы – паразиты культурных растений. Определитель // Н.М. Пидопличко. Киев. 1977;2:1-298.
17. Саттон Д.А., Фотергилл А., Ринальди М. Определитель патогенных и условно патогенных грибов. Пер. с англ. М.: Мир. 2001:1-486.
18. База данных Species Fungorum. <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (дата обращения 29.06.2021).
19. Якуба Г.В., Мищенко И.Г. Методологические подходы к разработке параметрических моделей фитосанитарно устойчивых агроценозов яблони и сливы // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2020;63(3):217-239. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-217-239.

## References

1. Golovin S.E. Strategy of protective measures in nurseries and risks of new diseases and pests. Association of Producers of Planting Material (® APPM). 25.05.2015 <https://www.ruspitomniki.ru/article/agrohimiya-i-zashhita-rastenij.html/id/1065> (in Russian).
2. Boland G.J., Melzer M.S., Hopkin A.A. Climate change and plant diseases in Ontario. *Can J Plant Pathology*. 2004;26(3):335-350.
3. Mari M., Martini C. Possible effects of climate changes on plant diseases. Proceedings 50th Croatian and 10th International Symposium of Agriculture. Opatija. Croati. 2015:37-41.
4. Pilate T.G., Buga S.F. Role of temperature in fungus *Clasterosporium carpophilum* development – the causal agent of garden plum clasterosporium disease. *Vesti natsyuanalnoi akademii navuk Belarusi*. 2014;1:50-53 (in Russian).
5. Nagornaya L.V. Biological plant protection of peach against diseases. Modern gardening. *Electronic Journal*. 2013;3:1-6. <https://journal-vniispk.ru/pdf/2013/3/26.pdf>.
6. Boyzhigitov F.M., Khakimov A.A. Some bioecological features of pathogens shot-hole disease and brown fruit rot. *Bulletin of Science and Practice*. 2018;4(12):268-272. DOI 10.5281/zenodo.2257601 (in Russian).
7. Kochkina A. M., Kashirskaya N. Ya., Tsukanova E. M. Application of fungicide Bellis to protect the orchard against scab. *Fruit growing and berry growing of Russia*. 2016;46:158-161 (in Russian).
8. Yurchenko E.G., Yakuba G.V., Podgornaya M.E., Nasonov A.I., Mishchenko I.G., Vasilchenko A.V., Kashitsy Yu.P. Ecological substantiation of the formation of phytosanitary resistant perennial agrocenoses. *Scientific works of SCFNCSVV*. 2019;23:176-180. DOI 10.30679/2587-9847-2019-23-176-180 (in Russian).
9. Galkina E.S., Aleinikova N.V., Bolotyanskaya E.A., Andreev V.V., Didenko P.A. Changes in the structure of patho-complexes of Crimean vineyards in recent years. *Viticulture and winemaking: Collection of scientific works FSBSI Institute Magarach of the RAN. Yalta*. 2020;XLIX:127-130 (in Russian).
10. Gulina I.V. The importance of biofungicides in the protection of agricultural crops from phytopathogens. Materials of the XII International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum". <https://scienceforum.ru/2020/article/2018023023> (in Russian).
11. Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Increasing the technological and economic efficiency of nursery production based on processes of biologization. *BIO Web of Conferences*. Federal State Budgetary Scientific Institution North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2020;25:01001. DOI 10.1051/bioconf/20202501001.
12. Ghorbanpour M., Omidvari M., Abbaszadeh-Dahaji P., Omidvar R., Kariman K. Mechanisms underlying the protective effects of beneficial fungi against plant diseases. *Biological Control*. 2018;117:147-157. DOI 10.1016/j.biocontrol.2017.11.006.
13. Methodological and analytical support of research on horticulture. Under general editprship of member-correspondent of Russian Agricultural Academy E.A. Egorova. 2010:1-300 (in Russian).
14. Blagoveshchenskaya E.Yu. *Mycological Research: Fundamentals of Laboratory Technics*. M.: LENAND. 2017:1-96 (in Russian).
15. Melnik V.A. *Class Hyphomycetes (Fungi Guide of Russia; Vol. 1 Family Dematiaceae)*. SPb.: Science. 2000:1-371 (in Russian).
16. Pidoplichko N.M. *Mushrooms as parasites of cultivated plants*. Kyiv. 1977;2:1-298 (in Russian).
17. Sutton D. A., Fotergill A., Rinaldi M. *Determinant of pathogenic and conditionally pathogenic fungi*. Translated from English. M.: Mir. 2001:1-486 (in Russian).
18. *Species Fungorum database*. <http://www.speciesfungorum.org/Names/Names.asp> (accessed: 06/29/2021).
19. Yakuba G.V., Mishchenko I.G. Methodological approaches to the development of parametric models of phytosanitary resistant agrocenoses of apple and plum trees // *Horticulture and viticulture of the South Russia*. 2020;63(3):217-239. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-217-239 (in Russian).

## Информация об авторах

**Галина Валентиновна Якуба**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории биотехнологического контроля фитопатогенов и фитофагов; e-мейл: [galyayaku@gmail.com](mailto:galyayaku@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-2550-4323>;

**Ирина Григорьевна Мищенко**, мл. науч. сотр. лаборатории защиты и токсикологического мониторинга многолетних агроценозов; e-мейл: [parsha8.2016@yandex.ru](mailto:parsha8.2016@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0003-1539-8560>.

## Information about authors

**Galina V. Yakuba**, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist of Biotechnological Control of Phytopathogens and Phytophages Laboratory; e-mail: [galyayaku@gmail.com](mailto:galyayaku@gmail.com); <https://orcid.org/0000-0002-2550-4323>;

**Irina G. Mishchenko**, Junior Staff Scientist of Protection and Toxicological Monitoring of Perennial Agrocenosis Laboratory; e-mail: [parsha8.2016@yandex.ru](mailto:parsha8.2016@yandex.ru); <https://orcid.org/0000-0003-1539-8560>.

Статья поступила в редакцию 14.03.2022, одобрена после рецензии 13.04.2022, принята к публикации 20.05.2022

## Влияние технологических обработок на физико-химические показатели ассамбляжей для красных игристых вин

Макаров А.С., Шмигельская Н.А.<sup>✉</sup>, Лутков И.П., Максимовская В.А.

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

<sup>✉</sup> nata-ganaj@yandex.ru

**Аннотация.** Представлены результаты влияния различных схем обработок на физико-химические показатели и типичные свойства ассамбляжей для красных игристых вин. Установлено, что применяемые схемы обработок снижают показатель максимального объема пены в среднем на 54%. Отмечено снижение показателя время существования пены при совместном использовании препарата поливинилпирролидон (ПВПП) + бентонит только в виноматериале из сорта Саперави. Наиболее щадящими в отношении фенольного комплекса являются обработки желатином или желатином+бентонитом, при которых отмечено снижение содержания фенольных веществ в среднем на 15%, а при использовании препарата ПВПП - на 20%. С целью регулирования содержания фенольных веществ для их снижения наиболее эффективно использовать схему обработки ПВПП + бентонит. Для обеспечения стабильности к обратимым коллоидным помутнениям необходимо применять индивидуальный подход с учетом сортовых особенностей. Так, установлены оптимальные дозы оклеивающих веществ (эрбигель - желатин, бентонит), обеспечивающие стабильность к обратимым коллоидным помутнениям: для образца виноматериала Рубиновый Магарача соответственно 50 мг/л + 0,5 г/л, для Саперави - 50 мг/л + 1 г/л, а для Памяти Голодриги - 100 мг/л + 1 г/л. Полученные данные в дальнейшем будут использованы при подборе наиболее эффективных схем обработок ассамбляжей при производстве красных игристых вин.

**Ключевые слова:** склонность к помутнениям; оклеивающие вещества; фенольный комплекс; максимальный объем пены; время существования пены; дегустационная оценка.

**Для цитирования:** Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А. Влияние технологических обработок на физико-химические показатели ассамбляжей для красных игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(2):166-171. DOI 10.35547/IM.2022.50.57.011

## The effect of technological processing on physicochemical indicators of assemblages for red sparkling wines

Makarov A.S., Shmigelskaia N.A.<sup>✉</sup>, Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A.

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

<sup>✉</sup> nata-ganaj@yandex.ru

**Abstract.** The results of the effect of various processing schemes on physicochemical indicators and typical properties of assemblages for red sparkling wines are presented. It was established that the applied processing schemes reduce the indicator of maximum foam volume by an average of 54%. A decrease in the time of foam breakdown with the combined use of preparations polyvinylpyrrolidone (PVPP) + bentonite was registered only in base wine of 'Saperavi' variety. The most gentle in relation to the phenolic complex is the processing with gelatin or gelatin + bentonite, in which a decrease in the content of phenolic substances by an average of 15% is noted, and by 20% when using the PVPP preparation. In order to reduce the content of phenolic substances, the most effective is to use PVPP + bentonite processing scheme. To ensure stability to reversible colloidal haze, it is necessary to apply an individual approach taking into account varietal characteristics. Thus, the optimal doses of fining agents (erbigel - gelatin, bentonite) were established, ensuring the stability to reversible colloidal haze: for a sample of 'Rubynovyi Magarach' base wine, respectively, 50 mg/l + 0.5 g/l, for 'Saperavi' - 50 mg/l + 1 g/l, and for 'Pamyati Golodrigi' - 100 mg/l + 1 g/l. The data obtained will be further used in selection of the most effective schemes of processing assemblages in the production of red sparkling wines.

**Key words:** susceptibility to haze; fining agents; phenolic complex; maximum foam volume; time of foam breakdown; tasting assessment.

**For citation:** Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A. The effect of technological processing on physicochemical indicators of assemblages for red sparkling wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(2):166-171 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.50.57.011

### Введение

Одним из этапов производства игристых вин является составление ассамбляжей виноматериалов с последующей их обработкой оклеивающими (вспомогательными) веществами перед вторичным брожением [1-2]. Основной целью данной операции является стабилизация виноматериалов против различных видов помутнений. Особенностью виноматериалов для красных игристых вин является их склонность к помутнениям коллоидной природы, в частности, обу-

словленных образованием нестабильных комплексов белково-фенольной природы.

В настоящее время рынок оклеивающих материалов достаточно разнообразен, при этом оптимальный выбор оклеивающих веществ при проведении технологических операций обработки виноматериалов в производстве игристых вин обусловлен не только достижением стабильности продукции, но и сохранением поверхностно-активных соединений, участвующих в формировании типичных свойств виноматериалов и игристых вин. Оптимальный выбор оклеивающих веществ и их влияние на физико-химические показатели и типичные свойства постоянно изучается

[3-19]. Исследованиями [3-6] показана роль белковых препаратов, а также согласно [6] определены сочетания танинов (таннин, танин ЕХ, танин Мульти, танигал и таниксель) и белковых сорбентов (растворы рыбьего клея - хаузен паста и кристаллин), применение которых обеспечивает наименьшее снижение пенных свойств виноматериалов. При этом отмечено, что добавление танина приводит к увеличению высоты пены в сравнении с вариантами, обработанными только белковыми сорбентами. Показана роль бентонита на разных этапах производства игристых вин [7-11]. Отмечено, что добавление бентонита приводит к статистически значимому снижению параметров максимальной высоты и стабильности пены. Однако большее влияние на изменение физико-химических показателей оказывает бентонит на этапе внесения его в тиражную смесь, чем при технологических обработках ассамбляжей [11]. Исследованиями показана целесообразность применения обработки активированным углем с целью снижения склонности к обратимым коллоидным помутнениям виноматериалов, предназначенных для производства белых игристых вин [12-13]. Совместное применение отдельных вспомогательных материалов (растительного белка + поливинилпирролидона (ПВП), бентонита + ПВП) оказывает синергетическое действие при достижении стабильности винопродукции [13].

При этом исследования, направленные на определение оптимальных оклеивающих веществ для виноматериалов, используемых в производстве красных игристых вин, а также их влияния на изменение физико-химических показателей, участвующих в формировании типичных свойств виноматериалов, остаются актуальными.

Целью исследований являлось изучение влияния технологических обработок вспомогательными веществами на физико-химические показатели, устойчивость к обратимым коллоидным помутнениям и типичные свойства виноматериалов в производстве красных игристых вин.

Объектами исследований являлись красные столовые сухие виноматериалы из сортов Саперави (с. Угловое), Рубиновый Магарача (с. Вилино, Бахчисарайский район), Памяти Голодриги (п. Отрадное, г. Ялта), выработанные по-красному способу в условиях микровиноделия, с применением чистых культур дрожжей расы Каберне 5 из «Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач»».

### Методы исследований

Физико-химические показатели виноматериалов

определяли по стандартизированным и принятым в виноделии методам анализа; тестирование на склонность к обратимым коллоидным помутнениям проводили согласно методике [21]. Пенные свойства (максимальный объем пены и время разрушения пены) определяли с помощью разработанной методики (СТО 01580301.015-2017) путем барботирования воздухом в мерном цилиндре (емкостью 1 дм<sup>3</sup>) дегазированной пробы вина с помощью портативного компрессора и распылителя, опущенного на дно цилиндра. Объем образующейся пены определяли визуально с помощью градуировки цилиндра, время разрушения пены – с помощью секундомера. Органолептическую оценку проводили по 10-балльной системе, диапазон оценки для виноматериалов – 7,5-8,0 баллов (согласно ГОСТ 32051 «Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа»).

Ассамбляжи виноматериалов обрабатывали следующими оклеивающими веществами: эрбизель (пищевой желатин), бентонит, поливинилпирролидон (ПВП), активированный уголь.

Исследования проводили в трех параллельных последовательностях, обработку данных – с помощью методов математической статистики с использованием программного обеспечения MS Office Excel.

### Обсуждение результатов

По основным физико-химическим показателям (табл. 1) виноматериалы соответствовали нормативной документации для производства игристых вин ГОСТ 33336. Активная кислотность (величина рН) исследованных виноматериалов находилась в диапазоне 2,7-3,3. Дополнительно к основным контролируемым физико-химическим показателям изучено содержание аминного азота, альдегидов, а также величина окислительно-восстановительного потенциала, значение которых находились в пределах их оптимальных значений для игристых виноматериалов. Органолептическая оценка изучаемых виноматериалов находилась на уровне 7,6-8,0 баллов.

Согласно документации перед проведением вторичного брожения следует проводить обработку вспомогательными материалами образцов виноматериалов с целью стабилизации игристых вин против помутнений. На основании литературных источников, а также предварительных опытов были изучены следующие схемы обработки виноматериалов и их влияние на физико-химические показатели (табл. 2).

Анализ результатов применения схем обработок виноматериалов показал, что использование желатина эрбизель приводит к снижению показателей в

**Таблица 1.** Основные и дополнительные физико-химические показатели виноматериалов

**Table 1.** Basic and additional physicochemical indicators of base wines

Наименование	Объемная доля этилового спирта, %	Массовая концентрация						Величина рН	Величина Е <sub>h</sub> , мВ	Дегустационная оценка, балл
		титруемых кислот, г/дм <sup>3</sup>	летучих кислот, г/дм <sup>3</sup>	сахаров, г/дм <sup>3</sup>	приведенного экстракта, г/дм <sup>3</sup>	альдегидов, мг/дм <sup>3</sup>	аминного азота, мг/дм <sup>3</sup>			
Рубиновый Магарача	11,4	8,7	0,30	1,1	20,3	61	252	3,2	204	8,0
Памяти Голодриги	9,1	9,7	0,36	1,8	26,3	41	203	2,7	230	7,6
Саперави	12,9	8,8	0,42	1,5	25,0	40	350	3,3	189	7,85



**Таблица 2.** Схемы влияния обработки ассамбляжей виноматериалов на стабильность к обратимым коллоидным помутнениям и физико-химические показатели

**Table 2.** Schemes of the effect of processing of base wine assemblages on stability to reversible colloidal haze and physicochemical indicators

Образец	Схема обработки (оклеивающие вещества)	Доза оклеивающих веществ	Склонность к обратимым коллоидным помутнениям	Оптические характеристики		Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>				
				интенсивность окраски (И)	оттенок окраски (Т)	суммы фенольных веществ (ФВ)	мономерных форм ФВ	полимерных форм ФВ	красящих веществ	мономерных форм антоцианов
Памяти Голодриги ассамбляж 1	контроль			2,95	0,44	2755	965	1790	415	220
	желатин	50 мг/л	–	2,88	0,44	2171	858	1313	392	208
	эрбижель	100 мг/л	+	2,86	0,46	2012	807	1205	384	203
	желатин эрбижель + бентонит	50 мг/л + 1 г/л 100 мг/л + 1 г/л	– +	2,06 1,95	0,46 0,46	1896 1848	715 707	1181 1141	282 263	172 172
Памяти Голодриги ассамбляж 2	контроль			1,99	0,46	2650	810	1840	320	196
	активированный уголь	20 г/даал	–	1,39	0,48	1477	461	1016	197	109
	бентонит	2 г/л	+	1,39	0,49	1742	699	1043	202	110
	ПВПП + бентонит	100 мг/л + 2 г/л	+	1,39	0,48	1599	678	921	180	119
Рубиновый Магарача ассамбляж 1	контроль			1,90	0,48	2630	720	1910	390	270
		150 мг/л	–	1,78	0,47	2171	606	1565	329	234
	ПВПП	400 мг/л	–	1,81	0,47	2192	590	1602	342	263
		800 мг/л	–	1,81	0,47	2150	564	1586	342	253
	бентонит	2 г/л	–	1,28	0,54	1896	688	1208	246	171
		150 мг/л + 1 г/л	–	1,31	0,52	2028	532	1496	246	173
	ПВПП + бентонит	400 мг/л + 1 г/л	–	1,37	0,51	2033	535	1498	259	184
		800 мг/л + 1 г/л	–	1,25	0,51	1927	495	1432	236	168
		100 мг/л + 2 г/л	–	1,30	0,54	1943	667	1276	283	174
		10 мг/л + 1 г/л	–	1,45	0,52	2113	580	1533	267	202
Рубиновый Магарача ассамбляж 2	желатин эрбижель + бентонит	30 мг/л + 1 г/л	–	1,49	0,52	2160	596	1564	282	200
		10 мг/л + 2 г/л	–	1,21	0,55	1975	537	1438	226	157
		30 мг/л + 2 г/л	–	1,22	0,55	2044	532	1512	232	158
	контроль			2,40	0,46	2545	750	1795	420	264
	активированный уголь	5 г/даал 20 г/даал	– –	1,94 1,15	0,47 0,53	2330 1779	651 474	1679 1305	344 211	254 148
	желатин эрбижель	50 мг/л 100 мг/л	– –	2,35 2,18	0,47 0,46	2414 2330	742 736	1672 1594	404 372	252 240
		50 мг/л + 0,5 г/л	+	1,93	0,48	2372	702	1670	341	199
	желатин эрбижель + бентонит	50 мг + 1 г/л 100 мг/л + 0,5 г/л 100 мг/л + 1 г/л	– + +	1,70 1,89 1,74	0,49 0,48 0,49	2250 2303 2224	649 678 643	1601 1625 1581	305 336 306	169 194 172
Саперави ассамбляж 1	контроль			2,31	0,52	1922	885	1037	430	279
	желатин эрбижель	50 мг/л 100 мг/л	– –	2,15 2,00	0,54 0,53	1837 1742	863 855	974 887	423 407	269 244
	эрбижель + бентонит	50 мг/л + 1 г/л 100 мг/л + 1 г/л	– +	1,73 1,76	0,56 0,56	1806 1716	784 762	1022 954	346 365	200 194
	контроль			1,58	0,55	1740	825	915	323	242
Саперави ассамбляж 2	активированный уголь	20 г/даал	+	1,05	0,60	1202	527	675	227	168
	бентонит	2 г/л	+	1,24	0,61	1557	815	742	272	202
	желатин эрбижель + бентонит	10 мг/л + 2 г/л 30 мг/л + 2 г/л 50 мг/л + 2 г/л	– + +	1,23 1,29 1,23	0,60 0,60 0,61	1446 1488 1435	617 641 609	829 847 826	271 281 272	208 219 201
	ПВПП + бентонит	100 мг/л + 2 г/л	+	1,25	0,61	1234	762	472	240	205

Примечание: + устойчивый; – неустойчивый

зависимости от используемой дозы препарата и сорта винограда: интенсивности окраски на 2-13%, массовой концентрации суммы фенольных веществ на 5-27%, в том числе их мономерных форм на 1-16% и полимерных форм фенольных веществ на 6-33%, красящих веществ на 2-11%, в том числе мономерных форм антоцианов на 4-13%. Более высокий процент снижения изучаемых компонентов наблюдался в вино материале из сорта Памяти Голодриги. При этом данный вид вспомогательного вещества в повышенной дозе (100 мг/л) обеспечил стабильность к обратимым коллоидным помутнениям только в образце вино материала Памяти Голодриги.

Использование бентонита приводит к снижению показателей интенсивности окраски на 22-33%, массовой концентрации суммы фенольных веществ на 6-33%, в том числе их мономерных форм на 6-27% и полимерных форм фенольных веществ на 7-36%, красящих веществ на 13-42%, в том числе мономерных форм антоцианов на 14-42%. Применение бентонита в дозировке 2 г/л обеспечило стабильность к обратимым коллоидным помутнениям в образцах вино материалов Саперави и Рубиновый Магарача.

Совместное применение бентонита и желатина эрбижель приводит к снижению показателей интенсивности окраски на 18-36%, массовой концентрации суммы фенольных веществ на 11-34%, в том числе их мономерных форм на 1-14% и полимерных форм фенольных веществ на 19-43%, красящих веществ на 16-37%, в том числе мономерных форм антоцианов 14-42%. Установлены минимальные дозировки желатина эрбижель и бентонита, обеспечивающие стабильность к обратимым коллоидным помутнениям, для образца вино материала Рубиновый Магарача соответственно 50 мг/л + 0,5 г/л, для Саперави – 50 мг/л + 1 г/л, а для Памяти Голодриги – 100 мг/л + 1 г/л.

При использовании ПВПП наблюдалось снижение показателей интенсивности окраски на 5-6%, массовой концентрации суммы фенольных веществ на 17-18%, в том числе их мономерных форм на 16-22% и полимерных форм фенольных веществ на 16-18%, красящих веществ на 12-16%, в том числе мономерных форм антоцианов на 3-13%. Однако даже максимальная дозировка оклеивающего вещества (800 мг/л) не обеспечила стабильность вино материалов.

Совместное применение бентонита и ПВПП приводит к снижению показателей интенсивности окраски на 21-34%, массовой концентрации суммы фенольных веществ на 23-40%, в том числе их мономерных форм на 7-31% и полимерных форм фенольных веществ на 22-50%, красящих веществ на 26-44%, в том числе мономерных форм антоцианов 15-39%. Отмечено, что обработка бентонитом с ПВПП в дозировке 2 г/л + 100 мг/л обеспечила стабильность к обратимым коллоидным помутнениям только в образцах вино материалов Саперави и Памяти Голодриги.

Применение препарата активированного угля приводит к снижению показателей интенсивности окраски на 19-52%, массовой концентрации суммы фенольных веществ на 8-44%, в том числе их мономерных форм на 13-43% и полимерных форм феноль-

ных веществ на 6-45%, красящих веществ на 18-50%, в том числе мономерных форм антоцианов – 4-44%. При этом увеличение дозы с 5 г/дал до 20 г/дал дает снижение всех показателей в 1,3-1,7 раз. Стабильность к обратимым коллоидным помутнениям была отмечена только в образце вино материала Саперави при дозе вспомогательного вещества 20 г/дал.

Незначительное повышение показателя оттенка окраски (в среднем до 7%) наблюдалось во всех схемах обработки вино материалов.

Наибольшее снижение массовой концентрации фенольных и красящих веществ наблюдается при использовании активированного угля (до 44% и до 50% соответственно), ПВПП+бентонит (26-40% и 27-44% соответственно), что дает возможность рекомендовать данные вспомогательные материалы как наиболее эффективные для снижения концентрации данной группы веществ, так как повышенная концентрация снижает типичные свойства вино материалов [22].

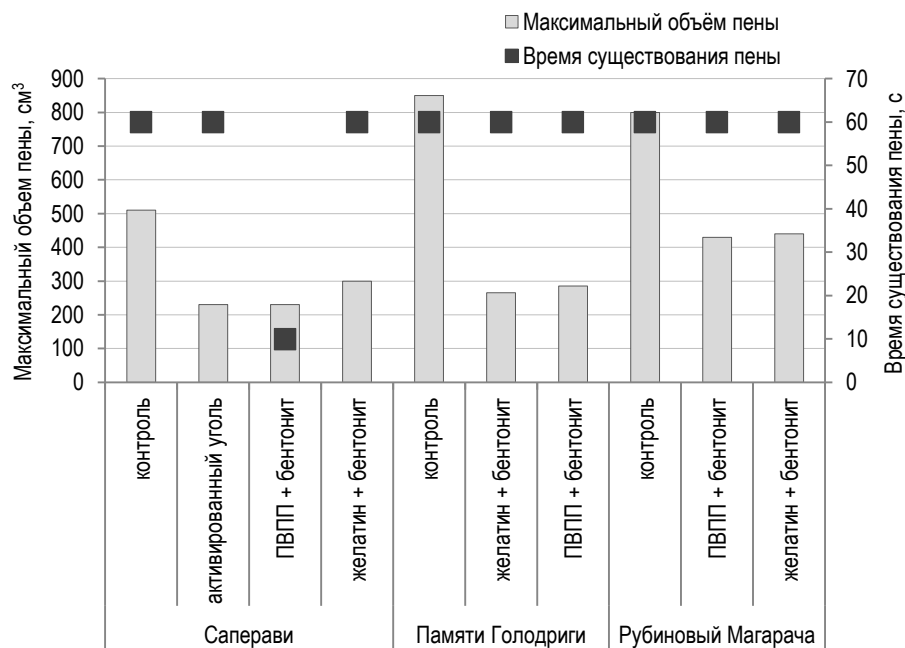
Наиболее щадящей в отношении фенольного комплекса является обработка желатином эрбижель или желатином эрбижель + бентонитом – происходит снижение в среднем на 15%, а при использовании препарата ПВПП – снижение на 20%. При этом данные оклеивающие вещества не всегда обеспечивают стабильность против обратимых коллоидных помутнений.

Изучение влияние обработок на пенистые свойства вино материалов показало, что все схемы обработок негативно отражаются на показателе «максимальный объем пены»: совместное применение бентонита и желатина эрбижель приводит к снижению данного показателя на 41-69%, ПВПП + бентонит – на 46-65%, активированный уголь – на 55% в зависимости от сорта винограда (рис.). На показатель «время существования пены» оказала влияние только обработка ПВПП + бентонит в вино материале из сорта Саперави, в остальных случаях снижение показателя не выявлено.

#### Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что для снижения содержания фенольных и красящих веществ целесообразно использовать схему обработки вино материалов ПВПП + бентонит. Наиболее щадящей в отношении фенольного комплекса является обработка вино материалов желатином эрбижель или желатином эрбижель + бентонитом – снижение в среднем на 15%, а при использовании препарата ПВПП – на 20%. Установлены минимальные дозировки желатина эрбижель и бентонита, обеспечивающие стабильность к обратимым коллоидным помутнениям: для образца вино материала Рубиновый Магарача соответственно 50 мг/л + 0,5 г/л, для образца Саперави – 50 мг/л + 1 г/л, а для образца Памяти Голодриги – 100 мг/л + 1 г/л. Все схемы обработок повлияли на показатели пенистых свойств ассамбляжей – отмечено снижение показателя максимального объема пены в среднем на 54%.

Таким образом, обработка результатов показала, что для обеспечения стабильности вино материалов



**Рис.** Влияние различных схем обработок на пенные свойства виноматериалов

**Fig.** The effect of various processing schemes on the foaming capacity of base wines

к обратимым коллоидным помутнениям необходимо применять индивидуальный подход с учетом сортовых особенностей.

Полученные данные в дальнейшем будут использованы при подборе наиболее эффективных схем обработок ассамбляжей виноматериалов при производстве красных игристых вин.

#### Источник финансирования

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

#### Financing source

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

#### Конфликт интересов

Не заявлен.

#### Conflict of interests

Not declared.

#### Список литературы

1. Макаров А.С. Совершенствование технологии отечественных игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021; 23(3):270-277. DOI 10.35547/IM.2021.14.91.011.
2. Никонов О.И., Белина Н.Н. Особенности технологии производства шампанского в Краснодарском крае // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2018;2-3(362-363):18-22. DOI 10.26297/0579-3009.2018.2-3.4.
3. Marchal R., Jeandet Ph. Use of enological additives for colloid and tartrate salt stabilization in white wines and for improvement of sparkling wine foaming properties. *Wine Chemistry and Biochemistry*. 2009;127-158. DOI 10.1007/978-0-387-74118-56.
4. Marangon M., Vincenzi S., Curioni A. Wine fining with plant proteins. *Molecules*. 2019;24(11):2186. DOI 10.3390/molecules24112186.
5. Bañuelos M.A., Loira I., Guamis B., Escott C. et al. White wine processing by UHPH without SO<sub>2</sub>. Elimination of microbial populations and effect in oxidative enzymes, colloidal stability and sensory quality. *Food Chemistry*. 2020;332:127417. DOI 10.1016/j.foodchem.2020.127417.

6. Агеева Н.М., Даниелян А.Ю. Влияние совместной обработки ассамбляжей танинами и белковыми сорбентами на пенные свойства виноматериалов // Виноделие и виноградарство. 2015;6:10-13.

7. He S. et al. Effect of bentonite fining on proteins and phenolic composition of Chardonnay and Sauvignon Blanc wines. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2020;41(1):113-120.

8. Lira E., Salazar F.N., Rodríguez-Bencomo J.J., Vincenzi S., Curioni A., López F. Effect of using bentonite during fermentation on protein stabilization and sensory properties of white wine. *Food Science & Technology*. 2014;49(4):1070-1078. DOI 10.1111/ijfs.12402.

9. Макаров А.С., Лутков И.П., Ермолин Д.В. Влияние обработок танином и бентонитом на физико-химические показатели виноматериалов для производства белых игристых вин // Научно-технический сборник: Вестник «Крымское качество». Симферополь. 2007:84-86.

10. Puig-Deu M., López-Tamames E., Buxaderas S., Torre-Boronat M.C. Quality of base and sparkling wines as influenced by the type of fining agent added pre-fermentation. *Food Chemistry*. 1999;66(1):35-42. DOI

10.1016/S0308-8146(98)00093-4.

11. Ubeda C, Lambert-Royo M.I., Gil I., Cortiella M., Del Barrio-Galán R., Peña-Neira Á., Ubeda C., et al. Chemical, physical and sensory effects of the use of bentonite at different stages of the production of traditional sparkling wines. *Foods*. 2021;10(2):390. DOI 10.3390/foods10020390.

12. Виноградов В.А., Загоруйко В.А., Макаров А.С., Ермолин Д.В. Влияние обработки активированным углём на показатели качества виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2011;4:23-24.

13. Ficagna E. et al. Effect on Merlot red wine of fining agents mixture: application of the simplex centroid design. *Food Science and Technology*. 2020;40:729-735. DOI 10.1590/fst.18719.

14. Maslov Bandić L. et al. The Effect of Bentonite Agents on the Aroma Composition of Sauvignon Blanc Wines. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2022;87(1):51-60.

15. Таран Н.Г., Пономарева И.Н., Солдатенко Е.В., Троцкий И.Н., Цыра В.Г., Шова А.П. Влияние различных технологических схем обработки купажей виноматериалов на показатели их пенных свойств // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2011;1:26-29.

16. Cosme F., Filipe-Ribeiro L., Nunes F. M. Wine Stabilisation: An Overview of Defects and Treatments. *Chemistry and Biochemistry of Winemaking, Wine Stabilization and Aging*. 2021:175-204.

17. Chursina O., Zagorouiko V. The concept of colloidal stabilization of wines. *BIO Web of Conferences*. 2021;39:07005. DOI 10.1051/bioconf/20213907005.

18. Cosme F., Fernandes C., Ribeiro T., Filipe-Ribeiro L., Nunes F. M. White wine protein instability: mechanism, quality control and technological alternatives for wine stabilization - an overview. *Beverages*. 2020;6(1):19. DOI 10.3390/beverages6010019.

19. Панасюк Л.А., Кузьмина Е.И., Егорова О.С. Применение препаратов на основе поливинилпирролидона (ПВПП) для повышения качества красных и розовых вин // Пиво и напитки. 2017;4:18-20.

20. Kemp B., Marangon M., Curioni A., Waters E., Marchal R. *New directions in stabilization, clarification and fining Managing Wine Quality (Second Edition)*. Vol. II: Oenology and Wine Quality. Woodhead Publishing Series in Food

- Science, Technology and Nutrition. 2022;245-301. DOI 10.1016/B978-0-08-102065-4.00002-X.
21. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 2-е изд. Симферополь: Таврида. 2009:1-304.
  22. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Шалимова Т.Р., Максимовская В.А., Кречетова В.В. О необходимости определения дополнительных показателей винограда при производстве виноматериалов для красных игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(1):49-52.
- ### References
1. Makarov A.S. Improvements in the technology of locally produced sparkling wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2021; 23(3):270-277. DOI 10.35547/IM.2021.14.91.011 (*in Russian*).
  2. Nikonov O.I., Belina N.N. Features of champagne technology in Krasnodar region. *Izvestiya vuzov. Food technology*. 2018; 2-3(362-363):18-22. DOI 10.26297/0579-3009.2018.2-3.4 (*in Russian*).
  3. Marchal R., Jeandet Ph. Use of enological additives for colloid and tartrate salt stabilization in white wines and for improvement of sparkling wine foaming properties. *Wine Chemistry and Biochemistry*. 2009:127-158. DOI 10.1007/978-0-387-74118-56.
  4. Marangon M., Vincenzi S., Curioni A. Wine fining with plant proteins. *Molecules*. 2019;24(11):2186. DOI 10.3390/molecules24112186.
  5. Bañuelos M.A., Loira I., Guamis B., Escott C. et al. White wine processing by UHPH without SO<sub>2</sub>. Elimination of microbial populations and effect in oxidative enzymes, colloidal stability and sensory quality. *Food Chemistry*. 2020;332:127417. DOI 10.1016/j.foodchem.2020.127417.
  6. Ageeva N.M., Danielyan A.Yu. Influence of joint processing of assemblages with tannins and protein sorbents on the foamy properties of wine materials. *Winemaking and Viticulture*. 2015;6:10-13 (*in Russian*).
  7. He S. et al. Effect of bentonite fining on proteins and phenolic composition of Chardonnay and Sauvignon Blanc wines. *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2020;41(1):113-120.
  8. Lira E., Salazar F.N., Rodríguez-Bencomo J. J., Vincenzi S., Curioni A., López F. Effect of using bentonite during fermentation on protein stabilization and sensory properties of white wine. *Food Science & Technology*. 2014;49(4):1070-1078. DOI 10.1111/jifs.12402.
  9. Makarov A.S., Lutkov I.P., Ermolin D.V. Influence of treatments with tannin and bentonite on the physicochemical parameters of base wines for production of white sparkling wines. *Scientific and technical collection: Bulletin Crimean quality. Simferopol*, 2007:84-86 (*in Russian*).
  10. Puig-Deu M., López-Tamames E., Buxaderas S., Torre-Boronat M.C. Quality of base and sparkling wines as influenced by the type of fining agent added pre-fermentation. *Food Chemistry*. 1999;66(1):35-42. DOI 10.1016/S0308-8146(98)00093-4.
  11. Ubeda C, Lambert-Royo M.I., Gil I., Cortiella M., Del Barrio-Galán R., Peña-Neira Á., Ubeda C., et al. Chemical, physical and sensory effects of the use of bentonite at different stages of the production of traditional sparkling wines. *Foods*. 2021;10(2):390. DOI 10.3390/foods10020390.
  12. Vinogradov V.A., Zagorouiko V.A., Makarov A.S., Ermolin D.V. The effect of treating wine materials with activated charcoal on their quality characteristics. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2011;4:23-24 (*in Russian*).
  13. Ficagna E. et al. Effect on Merlot red wine of fining agents mixture: application of the simplex centroid design. *Food Science and Technology*. 2020;40:729-735. DOI 10.1590/fst.18719.
  14. Maslov Bandić L. et al. The Effect of Bentonite Agents on the Aroma Composition of Sauvignon Blanc Wines. *Agriculturae Conspectus Scientificus*. 2022;87(1):51-60.
  15. Taran N.G., Ponomareva I.N., Soldatenko E.V., Trotsky I.N., Tsyra V.G., Shova A.P. The effect of different technological schemes for treatment of blended wine materials on the indices of their foaming properties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2011;1:26-29 (*in Russian*).
  16. Cosme F., Filipe-Ribeiro L., Nunes F. M. Wine Stabilisation: An Overview of Defects and Treatments. *Chemistry and Biochemistry of Winemaking, Wine Stabilization and Aging*. 2021:175-204.
  17. Chursina O., Zagorouiko V. The concept of colloidal stabilization of wines. *BIO Web of Conferences*. 2021;39:07005. DOI 10.1051/bioconf/20213907005.
  18. Cosme F., Fernandes C., Ribeiro T., Filipe-Ribeiro L., Nunes F. M. White wine protein instability: mechanism, quality control and technological alternatives for wine stabilization - an overview. *Beverages*. 2020;6(1):19. DOI 10.3390/beverages6010019.
  19. Panasyuk L.A., Kuzmina E.I., Egorova O.S. The use of preparations based on polyvinylpyrrolidone (PVPP) to improve the quality of red and rosé wines. *Beer and drinks*. 2017;4:18-20 (*in Russian*).
  20. Kemp B., Marangon M., Curioni A., Waters E., Marchal R. New directions in stabilization, clarification and fining *Managing Wine Quality (Second Edition)*. Vol. II: Oenology and Wine Quality. Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 2022:245-301. DOI 10.1016/B978-0-08-102065-4.00002-X.
  21. Methods of technochemical control in winemaking / Edited by Gerzhikova V.G. 2nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (*in Russian*).
  22. Makarov A.S., Yalanetsky A.Ya., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Kречетова V.V. On the need to determine additional grape criteria in production of base wines for red sparkling wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(1):49-52 (*in Russian*).

### Сведения об авторах

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

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

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

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

### Information about authors

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

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

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

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

Статья поступила в редакцию 11.05.2022, одобрена после рецензии 18.05.2022, принята к публикации 20.05.2022

УДК 663.241:663.252.3  
DOI 10.35547/IM.2022.30.58.012

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

## Влияние технологических обработок сусла на состав молодых коньячных дистиллятов

Легашева Л.А.✉

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

✉ lusi2402@gmail.com

**Аннотация.** Осветление сусла является одной из важных технологических операций при производстве виноматериалов и проводится для осаждения взвесей и снижения содержания фенольных веществ и оксидаз. Результаты исследований позволили оценить эффективность обработок сусла минеральными и белковыми сорбентами на физико-химический и ароматобразующий состав виноматериалов и коньячных дистиллятов. В работе использовали опытные образцы виноматериалов и молодых коньячных дистиллятов, удовлетворяющие по микробиологическим, физико-химическим и органолептическим показателям требованиям нормативной документации. Наиболее эффективными оказались обработки сусла с применением препарата диоксида кремния или бентонита совместно с эножелатином, в том числе при флотации сусла, а также бентонита совместно с препаратом растительного белка. Установлено, что проведение операции осветления сусла для сокращения содержания фенольных веществ и активности оксидаз приводило к снижению массовой доли высших спиртов и повышению показателя отношения средних эфиров к высшим спиртам. Коньячные дистилляты, полученные из осветленного сусла, получали высокую дегустационную оценку и характеризовались высоким качеством.

**Ключевые слова:** технологические средства; фенольные вещества; высшие спирты; средние эфиры, качество.

**Для цитирования:** Легашева Л.А. Влияние технологических обработок сусла на состав молодых коньячных дистиллятов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(2):172-176. DOI 10.35547/IM.2022.30.58.012

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

## The effect of technological processing of must on the composition of young brandy distillates

Legasheva L.A.✉

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

✉ lusi2402@gmail.com

**Abstract.** Must clarification is one of the important technological operations in production of base wines. It is carried out to precipitate suspended solids and reduce the content of phenolic substances and oxidases. The research results presented in the article made it possible to evaluate the effectiveness of must treatment with mineral and protein sorbents on physicochemical and aroma-producing composition of base wines and brandy distillates. In the work, we used experimental samples of base wines and young brandy distillates that meet the requirements of regulatory documentation in terms of microbiological, physicochemical and organoleptic indicators. The most effective in the production of base wines and young brandy distillates was the processing of must with preparation of silicon dioxide, or bentonite together with enogelatin, including during must flotation, as well as bentonite together with vegetable protein preparation. It was established that must clarification operation, in order to reduce the level of phenolic substances and oxidase activity, led to a decrease in the mass fraction of higher alcohols and an increase in the ratio of medium-chain esters to higher alcohols. It was noted that brandy distillates obtained from the clarified must, received high tasting assessment and were characteristic of high quality.

**Key words:** technological means; phenolic substances; higher alcohols; medium-chain esters; quality.

**For citation:** Legasheva L.A. The effect of technological processing of must on the composition of young brandy distillates. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(2):172-176 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.30.58.012

### Введение

Осветление сусла является одной из важных технологических операций при производстве коньячных виноматериалов, которую проводят с целью удаления взвешенных частиц тканей виноградной ягоды, что способствует созданию оптимальных условий для развития чистой культуры дрожжей, плавному течению брожения и максимальному сохранению ароматических веществ в виноматериале и коньячном дистилляте [1–3].

Для производства коньячных виноматериалов отделение сусла проводят путем прессования его на кор-

зиночных или пневматических прессах, либо путем дробления на валковых дробилках-гребнеотделителях с последующим отделением самотечных фракций сусла на стекателях или отжиманием мезги на корзиночных или пневматических прессах. Отбирают только сусло-самотек и первую прессовую фракцию [1, 4, 5]. Использование шнекового оборудования приводит к значительному обогащению сусла взвесями, что вызывает необходимость обязательного проведения осветления сусла перед брожением.

В сусле, направляемом на брожение, допускается содержание 2–5% взвесей (не более 30 г/дм<sup>3</sup>) [2, 3, 6]. Наличие в нем большего количества взвесей приводит к его обогащению пектиновыми веществами и другими полисахаридами, из которых впоследствии

при сбраживании и перегонке образуются метанол, уксусный, масляный, пропионовый альдегиды, отрицательно влияющие на качество коньячного дистиллята [1–3].

Наиболее распространенным способом осветления сусла в коньячном производстве является отстаивание, которое осуществляется на холоде при температуре не выше 10°C в течение 6–15 ч без применения сульфитации [1, 5]. Использование диоксида серы в коньячном производстве, как известно, ограничено из-за образующихся при перегонке виноматериалов альдегид-сернистых соединений, обладающих резким неприятным и практически неустраняемым запахом, а также серной кислоты, которая вызывает коррозию материала куба. При отсутствии сульфитации в свежееотжатом сусле под влиянием оксидаз активируются окислительно-восстановительные реакции с участием фенольных веществ, которые, окисляясь до хинонов, вызывают покоричневение сусла, а образовавшиеся в результате сопряженного окисления с другими органическими соединениями аддукты оказывают негативное влияние на ароматобразующий состав виноматериалов. Интенсивности окислительных процессов способствует не только активность оксидаз винограда, но и высокий уровень содержания фенольных веществ в сусле и его качественный состав [1, 4, 7, 8]. В этой связи необходим поиск эффективных технологических приемов, направленных на снижение влияния этих негативных факторов.

Для ускорения процессов осветления сусла и ранней стабилизации вина в практике виноделия применяют обработки сусла различными технологическими средствами (желатин, растительный белок, бентонит, диоксид кремния) и современные способы [1, 3, 6, 9–14]. Одним из таких прогрессивных способов интенсификации процесса осветления сусла является флотация, которая позволяет очистить сусло на 90% [2, 15, 16]. Уникальность данной технологии в том, что сусло подвергают насыщению инертным газом или воздухом при введении технологических средств (желатина, бентонита или пектолитических ферментов), что способствует образованию на поверхности пены, состоящей из частиц осадка и пузырьков газа. Затем ее удаляют всасывающим механизмом. Флотаторы позволяют отделять осадок от сусла в более короткий срок.

Использование различных технологических средств в той или иной степени оказывает влияние на физико-химический состав и органолептический профиль виноматериалов, поэтому существенное значение имеет не только эффективное осаждение взвесей и снижение содержания оксидаз и фенольных веществ, но и сохранение ароматобразующих компонентов виноматериалов, имеющих важное значение для качества коньячных дистиллятов.

Цель исследований заключалась в изучении технологических обработок сусла на состав и качество виноматериалов и молодых коньячных дистиллятов.

## Материалы и методы исследований

Материалами исследований являлись сусло и виноматериалы (ВМ), полученные из различных сортов винограда (урожая 2015–2020 гг.) в условиях микро-виноделия по общепринятой технологии (дробление винограда с гребнеотделением, отделение сусла, отстаивание сусла 12 ч при температуре 10–12°C, брожение сусла) с использованием расы чистой культуры дрожжей 47-К из Коллекции микроорганизмов виноделия ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» [17]; молодые коньячные дистилляты, полученные на стендовой установке методом двойной сгонки по шарантской технологии. Всего было исследовано 62 образца виноматериалов и молодых коньячных дистиллятов.

Для исследования влияния технологических приемов обработки сусла на состав и качество виноматериалов и коньячных дистиллятов проводили обработку сусла по следующим схемам (табл.).

Препараты эножелатина и растительного белка разработаны ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» специально для виноделия обладают высокой растворимостью и функциональными свойствами (Адсорбент для стабилизации напитков, патент № 2730612 Российская Федерация, МПК C12H 1/02) [9–12, 18, 19].

Анализ химического состава виноматериалов и дистиллятов по основным показателям проводили общепринятыми методами [20]. Определение компонентов ароматобразующего комплекса осуществляли на газовом хроматографе Agilent Technology 6890, оснащенный пламенно-ионизационным детектором и кварцевой капиллярной колонкой (30м×0,32мм, жидкая фаза – полиэтиленгликоль / нитротерефталевая кислота, толщина слоя – 0,25 мкм). В качестве аэроносителя применяли водород, разделение пробы на компоненты проводили в условиях термостатирования, от 70 до 180°C, при скорости прироста температуры 12°C/мин.

В работе использовали опытные образцы вино-

**Таблица.** Схемы обработки сусла

**Table.** Must processing scheme

Вариант	Схема обработки сусла	Доза
1	Исходный (без обработки)	–
2	Отстаивание на холоде при температуре ≤10°C в течение 6–15 ч (контроль)	–
3	Бентонит (Б)	0,2–1 г/дм <sup>3</sup>
4	Препарат растительного белка (ГРБ) + Б	50–100 мг/дм <sup>3</sup> ; 0,2–1 г/дм <sup>3</sup>
5	Эножелатин (ЭЖ) или желатин (Ж) + Б	20–50 мг/дм <sup>3</sup> ; 0,2–1 г/дм <sup>3</sup>
6	ЭЖ (Ж) + диоксид кремния (АК)	20–50 мг/дм <sup>3</sup> ; 20–50 мг/дм <sup>3</sup>
7	Флотация (ЭЖ или Ж + АК)	100 мг/дм <sup>3</sup> ; 20–50 мг/дм <sup>3</sup>
8	Галлотанин (ГТ)	10–50 мг/дм <sup>3</sup>
9	Пастеризация сусла при температуре 65–70°C в течение 5 мин	–

материалов и молодых коньячных дистиллятов, удовлетворяющие по микробиологическим, физико-химическим и органолептическим показателям требованиям нормативной документации.

Органолептическую оценку виноматериалов и дистиллятов проводили с привлечением дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». Результаты проведенных исследований систематизировали, обрабатывали методами математической статистики (пакет прикладных программ MS Office Excel).

### Обсуждение результатов

Ограничение массовой концентрации фенольных веществ, являющихся субстратом оксидаз винограда, связано с необходимостью блокирования окислительных процессов, ухудшающих качество коньячных виноматериалов. Прессовые фракции сусла, полученные на шнековом оборудовании, значительно обогащены фенольными веществами, содержание которых может составлять более 800 мг/дм<sup>3</sup>, что значительно выше рекомендуемых значений для коньячных виноматериалов (200–300 мг/дм<sup>3</sup>, рис. 1) [1, 4, 21].

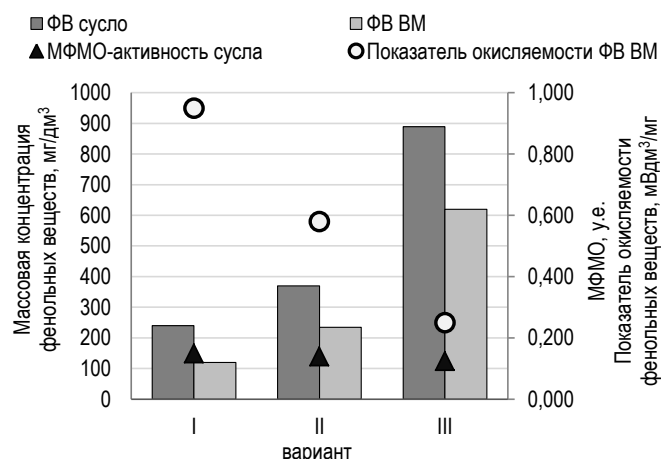
В ходе исследования было установлено, что виноматериалы, полученные из сусла с высоким содержанием фенольных веществ (выше 300 мг/дм<sup>3</sup>), характеризуются более высокой степенью окисленности (низкими значениями показателя окисляемости).

Выявлена обратная корреляция между показателем окисляемости фенольных веществ виноматериалов и массовой концентрацией фенольных веществ в сусле ( $r = -0,798$ ), и виноматериалах ( $r = -0,873$ ) (при степени свободы  $df = 60$ ,  $r$ -Пирсона  $\geq 0,30$  при вероятности ошибки  $p = 0,05$ ). Увеличение массовой концентрации фенольных веществ и степени их окисленности приводит к ухудшению качества виноматериалов.

Исследование влияния различных технологических обработок сусла с целью снижения содержания фенольных веществ, на физико-химические показатели виноматериалов показали высокую эффективность комбинированных обработок сусла минеральными (бентонит, диоксид кремния) и белковыми сорбентами (эножелатин или желатин, препарат растительного белка). Наиболее высокий результат получен при применении флотации, использование которой позволило снизить массовую концентрацию фенольных веществ на 44%. Для снижения МФМО-активности сусла схемы обработки сусла включали галлотанин, применяемый в виноделии в качестве антиоксиданта, бентонит (индивидуально и совместно с эножелатином или желатном) и пастеризацию (рис. 2).

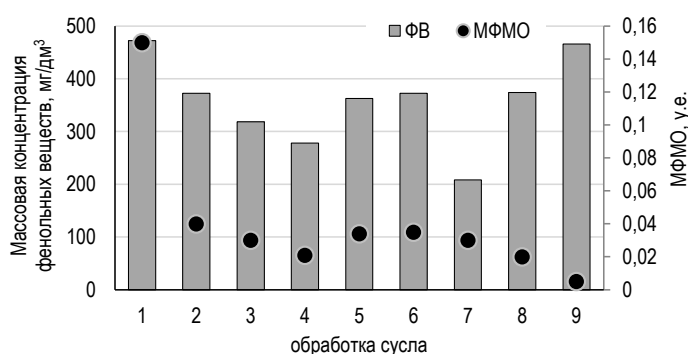
Наиболее эффективное влияние на снижение показателя МФМО-активности сусла (в среднем на 80%) оказала пастеризация сусла и обработка галлотанином. Обработка одним бентонитом оказалась менее результативной по сравнению с комбинированной, включающей наряду с бентонитом также эножелатин, что, очевидно, связано с более эффективным удалением взвесей, являющихся носителями оксидаз.

Установлено, что проведение операции осветле-



**Рис. 1.** Динамика массовой концентрации фенольных веществ в сусле и виноматериалах, МФМО-активности сусла и показателя окисляемости фенольных веществ виноматериалов при отборе различных фракций сусла: I – сусло-самотек; II – сусло-самотек совместно с 1-ой прессовой фракцией (10%); III – сусло прессовых фракций

**Fig. 1.** Dynamics of mass concentration of phenolic substances in must and base wines, MPhMO activity of must and indicators of oxidizing ability of phenolic substances in base wines during the selection of various must fractions: I – free-run must; II – free-run must together with the 1st press fraction (10%); III – must of press fractions

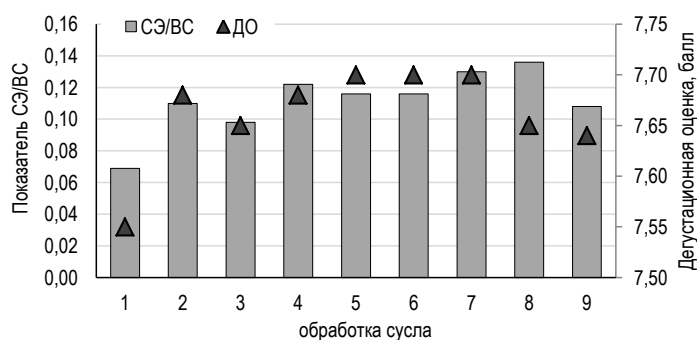


**Рис. 2.** Содержание фенольных веществ и МФМО-активности в зависимости от обработок сусла: 1 – исходное (без обработки); 2 – контроль (отстаивание на холоде); 3 – В; 4 – ПРВ + В; 5 – ЭЖ (Ж) + В; 6 – ЭЖ (Ж) + АК; 7 – флотация, ЭЖ (Ж) + АК; 8 – ГТ; 9 – пастеризация

**Fig. 2.** The content of phenolic substances and MPhMO activity depending on must processing: 1 – initial (without processing); 2 – control (settling in the cold); 3 – B; 4 – PVP + B; 5 – EG (G) + B; 6 – EG (G) + SD; 7 – flotation, EG (G) + SD; 8 – GT; 9 – pasteurization

ния сусла, с целью уменьшения уровня фенольных веществ и ограничения оксидазной активности, оказало влияние на химический состав коньячных дистиллятов, что приводило к снижению массовой доли высших спиртов и повышению показателя отношения средних эфиров к высшим спиртам (СЭ/ВС) в них (рис. 3). Отмечено, что коньячные дистилляты, полученные из осветленного сусла, получали высокую дегустационную оценку и характеризовались высоким качеством по сравнению с необработанным суслом.

Наиболее эффективными при производстве виноматериалов и молодых коньячных дистиллятов оказались обработки с применением препарата диок-



**Рис. 3.** Дегустационная оценка и показатель СЭ/ВС в коньячных дистиллятах в зависимости от обработок сусла: 1 – исходное (без обработки); 2 – контроль (отстаивание на холоде); 3 – Б; 4 – ПРБ + Б; 5 – ЭЖ (Ж) + Б; 6 – ЭЖ (Ж) + АК; 7 – флотация, ЭЖ (Ж) + АК; 8 – ГТ; 9 – пастеризация

**Fig. 3.** Tasting assessment and ME/HA indicator in brandy distillates depending on must processing: 1 – initial (without processing); 2 – control (settling in the cold); 3 – B; 4 – PVP + B; 5 – EG (G) + B; 6 – EG (G) + SD; 7 – flotation, EG (G) + SD; 8 – GT; 9 – pasteurization

сида кремния или бентонита совместно с эножелатином (вариант № 5, 6), в том числе при флотации сусла (вариант № 7), а также бентонита совместно с препаратом растительного белка (вариант № 4), которые способствовали увеличению уровня средних эфиров в молодых коньячных дистиллятах и показателя СЭ/ВС соответственно.

### Выводы

Таким образом, установлена высокая эффективность комбинированных обработок сусла белковыми и минеральными сорбентами, в том числе при флотации сусла, которые способствовали максимальному снижению МФМО-активности и массовой концентрации фенольных веществ, а также увеличению уровня средних эфиров в молодых коньячных дистиллятах и их качеству. Показано, что положительный эффект от применения обработок существенно возрастает при массовой концентрации фенольных веществ в сусле более 300 мг/дм<sup>3</sup>.

### Благодарность

Автор выражает благодарность научным сотрудникам лаборатории коньяка за оказанную помощь в постановке опытов и проведении физико-химических анализов.

### Источник финансирования

Работа выполняется в рамках государственного задания № 0833-2019-0012.

### Financing source

The work was conducted under public assignment № 0833-2019-0012.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Агеева Н.М., Аванесьянц Р.В. Биохимические особенности производства коньячных виноматериалов. Краснодар. 2011:1–135.
2. Валушко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация

виноградных вин. Симферополь: Таврида. 2002:1–208.

3. Rib´ereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. Handbook of enology. Vol. 2. The chemistry of wine stabilization and treatments. 2nd edition. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd. 2006:1–441.
4. Мартыненко Э.Я. Технология коньяка. Симферополь: Таврида. 2003:1–320.
5. Хибахов Т.С. Основы технологии коньячного производства России. Новочеркасск. 2001:1–159.
6. Ткаченко О.Б., Гураль Л.С., Древова С.С., Ткаченко Д.П. Влияние обработки виноградного сусла на органолептический профиль белых виноматериалов // Сб. науч. тр. Sworld. Материалы Междунар. науч.-практ. интернет-конф. «Современные проблемы и пути их решения в науке, транспорте, производстве и образовании». 2014;2(8):74–82.
7. Скурихин И.М. Химия коньяка и бренди. М.: Дели Принт. 2005:1–296.
8. Dhiman A.K., Attri S. Production of Brandy. Handbook of Enology: Principles, Practices and Recent Innovations. Vol. III, 1st edition, Chapter: Production of Brandies. Publisher: Asiatech Publisher, INC. New Delhi, Editors: Prof. V K Joshi. 2010:1–60.
9. Загоруйко В.А., Весютова А.В., Чурсина О.А. Влияние препарата растительного белка на качество осветления пресовых фракций сусла // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;4:54–55.
10. Чурсина О.А., Весютова А.В., Загоруйко В.А., Петик П.Ф., Горшкова Л.М., Федякина З.П., Карабутов В.В. Разработка препаратов растительного белка для виноделия // Сб. материалов I межд. научно-практической конференции «Химия и технология жиров». Алушта. 2008:41–43.
11. Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Тимофеев Р.Г., Весютова А.В., Сивочуб Г.В. Сравнительная оценка растительного сырья с целью получения белкового препарата для виноделия // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017; 2:44–47.
12. Чурсина О.А., Загоруйко В.А. Технологическая оценка нового препарата желатина для виноделия // Современные проблемы садоводства и виноградарства и инновационные подходы к их решению: Сб. тр. Международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Героя соц. труда, профессора, академика АТН Н.А.Алиева. Махачкала: ФГБОУ ВО «Дагестанский государственный аграрный университет имени М.М. Джамбулатова», 2016:135–138.
13. Vázquez-Pateiro I., Mirás-Avalos J.M., Falqué E. Influence of must clarification technique on the volatile composition of Albariño and Treixadura wines. *Molecules*. 2022;27(3):810. DOI 10.3390/molecules27030810.
14. Vincenzi S., Panighel A., Gazzola D., Flamini R., Curioni A. Study of combined effect of proteins and bentonite fining on the wine aroma loss. *J. Agric. Food Chem.* 2015;63(8):2314–2320. DOI 10.1021/jf505657h.
15. Виноградов В.А., Сильвестров А.В. К вопросу моделирования процессов седиментации и флотации взвесей виноградного сусла // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2016;2:29–31.
16. Сильвестров А.В., Загоруйко В.А., Виноградов В.А. Применение флотационного эжекторного способа для осветления виноградного сусла и яблочного сока // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2015; 8:95–96.
17. Танащук Т.Н., Кишковская С.А., Иванова Е.В., Скорикова Т.К. Коллекция микроорганизмов виноделия. Каталог культур. Ялта: ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН, 2017:1–174.



18. Загоруйко В.А., Чурсина О.А. Создание новых вспомогательных материалов для стабилизации вин против коллоидных помутнений // Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства. 2016;11:176–180.
  19. Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Тимофеев Р.Г., Фоменко Н.А., Чинова Н.В. Влияние препаратов растительного белка на физико-химический состав, стабильность и органолептические показатели виноматериалов // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018;18:163–170.
  20. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида. 2009:1–304.
  21. Чурсина О.А., Загоруйко В.А., Легашева Л.А., Соловьева Л.М., Удод Е.Л., Соловьев А.Е., Мартыновская А.В. Взаимосвязь физико-химических и биохимических показателей винограда с составом ароматобразующих компонентов коньячных виноматериалов и дистиллятов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(1):63–72. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.013.
- ### References
1. Ageeva N.M., Avanesyants R.V. Biochemical features of the production of brandy wine materials. Krasnodar. 2011:1–135 (in Russian).
  2. Valuiko G.G., Zinchenko V.I., Mekhuzla N.A. Stabilization of grape wines. Simferopol: Taurida. 2002:1–208 (in Russian).
  3. Rib´ereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. Handbook of enology. Vol. 2. The chemistry of wine stabilization and treatments. 2nd edition. Chichester, UK: John Wiley & Sons Ltd. 2006:1–441.
  4. Martynenko E.Ya. Brandy technology. Simferopol: Taurida. 2003:1–320 (in Russian).
  5. Khiabakhov T.S. Fundamentals of brandy production technology in Russia. Novocherkassk. 2001:1–159 (in Russian).
  6. Tkachenko O.B., Gyal L.S., Drevova S.S., Tkachenko D.P. The influence of grape must processing on an organoleptic profile of white wine’s materials. Collection of scientific papers Sworld. Materials of the International Scientific-Practical. Internet Conf. Modern problems and ways of their solution in science, transport, production and education. 2014;2(8):74–82 (in Russian).
  7. Skurikhin I.M. Chemistry of cognac and brandy. Moscow: Daily Print. 2005:1–296 (in Russian).
  8. Dhiman A.K., Attri S. Production of Brandy. Handbook of Enology: Principles, Practices and Recent Innovations. Vol. III, 1st edition, Chapter: Production of Brandies. Publisher: Asiatech Publisher, INC. New Delhi, Editors: Prof. V K Joshi. 2010:1–60.
  9. Zagorouiko V.A., Vesytova A.V., Chursina O.A. Influence of vegetable protein preparation on the quality of clarification of must press fractions. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;4:54–55 (in Russian).
  10. Chursina O.A., Vesytova A.V., Zagorouiko V.A., Petik P.F., Gorshkova L.M., Fedyakina Z.P., Karabutov V.V. Development of vegetable protein preparations for winemaking. Collection of materials of Int. Scientific and Practical Conference. Chemistry and technology of fats. Alushta. 2008:41–43 (in Russian).
  11. Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Timofeev R.G., Vesytova A.V., Sivochub G.V. Comparative evaluation of plant raw materials in order to obtain a protein preparation for winemaking. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2017;2:44–47 (in Russian).
  12. Chursina O.A., Zagorouiko V.A. Technological evaluation of a new gelatin preparation for winemaking. Modern problems of horticulture and viticulture and innovative approaches to their solution: Collection of Works of International Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of the Hero of the social labor, professor, academician of ATS N.A. Aliev. Makhachkala: Dagestan State Agrarian University named after M.M. Dzhambulatov. 2016:135–138 (in Russian).
  13. Vázquez-Pateiro I., Mirás-Avalos J.M., Falqué E. Influence of must clarification technique on the volatile composition of Albariño and Treixadura wines. Molecules. 2022;27(3):810. DOI 10.3390/molecules27030810.
  14. Vincenzi S., Panighel A., Gazzola D., Flamini R., Curioni A. Study of combined effect of proteins and bentonite fining on the wine aroma loss. J. Agric. Food Chem. 2015;63(8):2314–2320. DOI 10.1021/jf505657h.
  15. Vinogradov V.A., Silvestrov A.V. On the issue of modeling the processes of sedimentation and flotation of suspensions of grape must. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2016;2:29–31 (in Russian).
  16. Silvestrov A.V., Zagorouiko V.A., Vinogradov V.A. Application of the flotation ejector method for clarification of grape must and apple juice. Electronic network polythematic journal Scientific works of KubGTU. 2015;8:95–96 (in Russian).
  17. Tanashhuk T.N., Kishkovskaya S.A., Ivanova E.V., Skorikova T.K. Collection of microorganisms of winemaking. Catalog of cultures. Yalta: FSBSI Institute Magarach of the RAS. 2017:1–174 (in Russian).
  18. Zagorouiko V.A., Chursina O.A. Creation of new auxiliary materials for the stabilization of wines against colloidal turbidity. Scientific works of the North Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture. 2016;11:176–180 (in Russian).
  19. Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Timofeev R.G., Fomenko N.A., Chizhova N.V. Influence of vegetable protein preparations on the physicochemical composition, stability and organoleptic indicators of wine materials. Scientific works of the North Caucasian Federal Scientific Center for Horticulture, Viticulture, Winemaking. 2018;18:163–170 (in Russian).
  20. Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. Simferopol: Taurida. 2009:1–304 (in Russian).
  21. Chursina O.A., Zagorouiko V.A., Legasheva L.A., Solovyova L.M., Udod E.L., Soloviev A.E., Martynovskaya A.V. Relationship of physical-chemical and biochemical parameters of grapes with the composition of aroma-producing components of brandy wine materials and distillates. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2020;22(1):63–72. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.013 (in Russian).

### Информация об авторе

Людмила Алексеевна Легашева, мл. науч. сотр. лаборатории коньяка; e-мэйл: lusi2402@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-5617-1357.

### Information about author

Ludmila A. Legasheva, Junior Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: lazyrit@gmail.com; https://orcid.org/0000-0002-2867-7510.

Статья поступила в редакцию 13.05.2022, одобрена после рецензии 19.05.2022, принята к публикации 20.05.2022

## Оценка технологического запаса суммарных полифенолов виноградной грозди

Черноусова И.В.<sup>✉</sup>, Зайцев Г.П., Жилиякова Т.А., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М.

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

<sup>✉</sup>cherninnal@mail.ru

**Аннотация.** Обсуждаются результаты экспериментальной оценки потенциала виноградной грозди как источника получения полифенолов винограда, биологически активных функциональных ингредиентов питания. Идентифицированы по качественному и количественному составу полифенолы сула, выжимок, гребней, семян винограда белых и красных технических сортов Алиготе, Рислинг рейнский, Цитронный Магарача, Каберне-Совиньон, Мускат гамбургский, Пино нуар, а также выжимок, семян, гребней белых и красных сортов винограда из ампелографической коллекции института «Магарач» (Совиньон зеленый, Первенец Магарача, Бияс айбатлы, Мальбек, Ай-Петри, Праздничный Магарача, Голубок, Антей магарачский). Фенольные соединения включают полифенолы как мономерного ряда, так и олигомерные и полимерные проантоцианидины, составляющие около 90% общего количества полифенолов. Мономерная фракция представлена флавоноидами (антоцианы, (+)-D-катехин, (-)-эпикатехин, кверцетин, кверцетин-3-O-глюкозид, кверцетин-3-O-глюкуронид), фенольными кислотами (галловая, сиреневая, каftarовая, 2-S-глутатионилкаftarовая, коутаровая, кофейная, фертаровая, п-кумаровая, феруловая), а также стильбеноидом транс-ресвератролом. Дана интегральная характеристика биологической активности комплекса полифенолов сула, выжимок, гребней, семян по суммарной концентрации антиоксидантов; данная величина варьирует в пределах 0,2–65,0 г/дм<sup>3</sup> в пересчете на стандартный антиоксидант Тролокс. Показана технологическая доступность полифенолов выжимок, гребней, семян винограда при водно-этанольной экстракции в насыпном слое без перемешивания, оценены равновесные концентрации полифенолов, переходящих в экстракт, и потенциальные количества извлекаемых при одностадийной экстракции полифенолов (технологический запас). Установлено, что средняя величина извлекаемого технологического запаса фенольных веществ водным раствором этанола с объемной долей 50% варьирует (ТЗФВ<sub>50</sub>) в пределах (г/кг сухой массы): 8-18 в выжимках, 29-38 в семенах, 49-62 в гребнях.

**Ключевые слова:** технологический запас; полифенолы; ВЭЖХ; виноград; вторичные продукты; водно-спиртовый экстракт; водорастворимые антиоксиданты.

**Для цитирования:** Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жилиякова Т.А., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е., Соловьева Л.М. Оценка технологического запаса суммарных полифенолов виноградной грозди // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):177-185. DOI 10.35547/IM.2022.53.41.013

ORIGINAL RESEARCH

## Evaluation of technological stock of total polyphenols in a grape bunch

Chernousova I.V.<sup>✉</sup>, Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.M.

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

<sup>✉</sup>cherninnal@mail.ru

**Abstract.** The results of experimental evaluation of grape bunch potential as a source for obtaining grape polyphenols, biologically active functional food ingredients are discussed. The polyphenols of must, pomace, stalks and seeds of white and red wine grape varieties 'Aligote', 'Rhine Riesling', 'Tsitronnyi Magaracha', 'Cabernet-Sauvignon', 'Muscat d'Hamburg', 'Pinot Noir', as well as pomace, seeds and stalks of white and red wine grape varieties from the Institute Magarach Ampelographic Collection ('Sauvignon Vert', 'Pervenets Magaracha', 'Biyas Aibatly', 'Malbec', 'Ai-Petri', 'Prazdnichnyi Magaracha', 'Golubok', 'Antei Magarachskiy' were identified. Phenolic compounds include polyphenols both monomeric and oligomeric, as well as polymeric proanthocyanidins, which amount about 90% of the total number of polyphenols. Monomeric fraction is represented by flavonoids (anthocyanins, (+)-D-catechin, (-)-epicatechin, quercetin, quercetin-3-O-glucoside, quercetin-3-O-glucuronide), phenolic acids (gallic, syringic, caftaric, 2-S-glutathionyl caftaric, coumaric, caffeic, ferulic, n-coumaric, ferulic), as well as by stilbenoid trans-resveratrol. An integral characteristic of biological activity of polyphenol complex of must, pomace, stalks and seeds by total concentration of antioxidants is defined; this value ranges from 0.2 to 65.0 g/dm<sup>3</sup> with reference to a standard antioxidant Trolox. Technological availability of polyphenols of grape pomace, stalks and seeds during aqueous-ethanol extraction in the filling layer without mixing was shown; equilibrium concentrations of polyphenols transferring into the extract and potential amounts of polyphenols extracted during single-stage extraction of polyphenols (technological stock) were assessed. It was determined that average quantity of technological stock of phenolic substances extracted by aqueous solution of ethanol with volume fraction of 50% ranges (TSPhS<sub>50</sub>) within the following limits (g/kg of dry matter): 8-18 in pomace, 29-38 in seeds, 49-62 in stalks.

**Key words:** technological stock; polyphenols; HPLC; grapes; secondary products; aqueous-ethanol extract; water-soluble antioxidants.

**For citation:** Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E., Solovyova L.M. Evaluation of technological stock of total polyphenols in a grape bunch. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):177-185 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.53.41.013

### Введение

Согласно Стратегии повышения качества пищевой продукции РФ до 2030 г., утвержденной распоря-

жением Правительства РФ от 29.06.2016 г. №1364-з, приоритетным направлением является разработка технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для получения новых видов специализированной, функциональной и обогащенной

пищевой продукции.

В рамках решения этой проблемы в институте «Магарач» разрабатываются технологии получения функциональных продуктов питания из винограда, насыщенных полифенолами; установления основных параметров и режимов процессов извлечения полифенолов из потенциального сырья (выжимки, гребней, листьев, семян, лозы) для производства экспериментальных образцов продукции функциональной направленности.

По результатам исследований пищевых функциональных ингредиентов в традиционных продуктах промышленной переработки винограда (соки, виноматериалы, вина, включая игристые) было установлено, что наиболее активными функциональными ингредиентами являются полифенолы винограда, обладающие антиоксидантными свойствами и обеспечивающими эффекты поддержания деятельности сердечно-сосудистой системы. Компоненты фенольного комплекса виноматериалов и вин представлены антоцианами, оксибензойными и оксикоричными кислотами, флаван-3-олами, флавононами, олигомерными и полимерными проантоцианидинами. В результате исследования антиоксидантной активности виноматериалов и вин по показателю суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (ССВА) получено уравнение аппроксимации, характеризующее зависимость антиоксидантной активности образцов виноматериалов и вин, включая игристые вина, от содержания в продукте суммарных полифенолов винограда [1-3].

В испытаниях *in vivo* на модели ишемического повреждения миокарда лабораторных животных экспериментального образца экстракта виноградной выжимки, полученного в институте «Магарач», установлено снижение активности процессов перекисного окисления липидов на фоне улучшения антиокислительного профиля за счет суммарных полифенолов флавоноидного и нефлавоноидного типа, олигомерных и полимерных проантоцианидинов и подтверждена целесообразность развития технологии производства функциональных пищевых продуктов из винограда с использованием основного отхода виноделия – виноградной выжимки красного винограда [1].

Вместе с тем, многочисленные литературные и авторские данные о биологической активности традиционных и инновационных продуктов переработки винограда, содержащих полифенолы, не имеют пока системного характера и не регламентируют технологических режимов и параметров насыщения полифенолами функциональных пищевых продуктов из винограда, а также не содержат технологической информации о таких перспективных сырьевых источниках полифенолов, как лоза и листья винограда [4-17].

Краткий анализ известных сегодня результатов отечественных исследований по определению сырьевого потенциала полифенолов виноградной грозди [18-26] приводит к выводу о необходимости их уточнения, дополнения и систематизации.

Целью настоящих исследований является экспериментальное определение технологического запаса полифенолов, качественного и количественного состава комплекса полифенолов в сусле, виноградной выжимке, семенах и гребнях виноградной грозди.

#### Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили сусло, выжимка, семена, гребни винограда сортов, произрастающих в западном предгорно-приморском районе Крыма (ЗППР): Алиготе, Рислинг рейнский, Цитронный Магарача, Каберне-Совиньон, Мускат гамбургский, Пино нуар, полученные на винозаводах Крыма в сезон виноделия 2017-2021 гг., а также выжимка, семена, гребни белых и красных сортов винограда из ампелографической коллекции института «Магарач» (Совиньон зеленый, Первенец Магарача, Бияс айбатлы, Мальбек, Ай-Петри, Праздничный Магарача, Голубок, Антей магарачский).

Ягоды отбирали из грозди винограда технологической зрелости, прессовали. Получали сусло и выжимку влажностью около 55% масс. Гребни оставались после отбора ягод. Семена из выжимок отсеивали на сите. Все работы по заготовке образцов сырья производились вручную.

Выжимки, семена, гребни смешивали с водно-этанольным экстрагентом крепостью 50% об., гребни перед смешиванием измельчали до размера 2–11 мм на аппарате Bosch АХТ Rapid 2000. Соотношение твердой и жидкой фаз в экстракционной смеси устанавливалось из условия покрытия насыпного слоя выжимки, семян, измельченных гребней экстрагентом. Экстракцию проводили настаиванием в слое без перемешивания при температуре окружающей среды 15-20°C до достижения равновесной концентрации полифенолов в экстракте. Время установления равновесия не превышало 45 сут. Концентрацию полифенолов в экстрактах и сусле контролировали по методу Фолина-Чокальтеу [27].

Качественный и количественный состав полифенолов сусла и экстрактов определяли методом ВЭЖХ с использованием хроматографической системы Agilent technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором. Для разделения веществ применяли хроматографическую колонку Zorbax SB – C18 размером 2,1×150 мм, заполненную силикагелем с привитой октадецилсилильной фазой с размером частиц сорбента 3,5 мкм. Хроматографирование проводили в градиентном режиме. Состав элюента: раствор А – метанол, раствор В – 0,6% водный раствор трифторуксусной кислоты. Объем вводимой пробы – 1 мкл. Хроматограммы регистрировали при следующих длинах волн: 280 нм для галловой кислоты, (+)-D катехина, (-)-эпикатехина и процианидинов, 313 нм для производных оксикоричных кислот, 371 нм для кверцетина и 525 нм для антоцианов. Расчет количественного содержания индивидуальных компонентов производили с использованием калибровочных графиков зависимости площади пика от концентрации вещества, построенных по растворам индивидуальных веществ. В качестве стандартов ис-

пользовали галловую кислоту, кофейную кислоту, хлорид мальвидин-3-О-глюкозида, (+)-D-катехин, кверцетин дигидрат, изокверцетин (Fluka Chemie AG, Швейцария), транс-ресвератрол, (-)-эпикатехин, сиреневую кислоту, п-кумаровую кислоту, кемпферол, феруловую кислоту (Sigma-Aldrich, Швейцария). Содержание антоцианов определяли в пересчете на хлорид мальвидин-3-О-глюкозид, кафтаровой кислоты, 2-S-глутатионикафтаровой кислоты – в пересчете на кофейную кислоту, коутаровой кислоты – в пересчете на п-кумаровую кислоту, фертаровой кислоты – в пересчете на феруловую кислоту, кверцетин-3-О-глюкуронида – в пересчете на изокверцетин, полимерных и олигомерных процианидинов – в пересчете на (+)-D-катехин.

Биологическую активность сусле и спиртовых экстрактов выжимок, семян, гребней виноградской грозди оценивали по показателю суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (ССВА) в пересчете на концентрации стандартного антиоксиданта Тролокс амперометрическим методом на приборе «Цвет-Яуз-01 АА» [28]. Все определения проводили в трех повторностях. Результаты измерений обрабатывали стандартными методами математической статистики с помощью пакета «Анализ данных» Microsoft Excel. Воспроизводимость измерений составляла не менее 10%, сходимости – не менее 5% при доверительной вероятности  $P=0,95$ . Различия значений величин считались достоверными при разнице не менее %.

Технологический запас фенольных веществ при одностадийной экстракции водно-спиртовым раствором с объемной долей этанола 50% (ТЗФВ<sub>50</sub>) выжимок, семян, гребней винограда рассчитывали для равновесной концентрации полифенолов в экстрактах по формуле:

$$\text{ТЗФВ} = C \cdot V / G, \text{ г/кг}, \quad (1)$$

где  $C$  – массовая концентрация фенольных веществ (по Фолину-Чокальтеу) в равновесных экстрактах, г/дм<sup>3</sup>;  $V$  – объем водно-этанольного экстракта, дм<sup>3</sup>;  $G$  – сухая масса экстрагируемых выжимки, семян, гребней, кг.

## Результаты и их обсуждение

Полученные нами данные о качественном и количественном составе полифенолов сусле виноградных ягод, равновесных водно-этанольных экстрактов выжимки, гребней, семян, а также показатели суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (в пересчете на стандартный антиоксидант Тролокс) и потенциальных технологических запасов фенольных веществ выжимки, гребней и семян виноградской ягоды для десяти белых и красных технических сортов представлены в табл. 1–4.

Суммарная концентрация полифенолов в сусле виноградской ягоды исследованных технических сортов в период технологической зрелости (табл.1) варьирует, по данным ВЭЖХ, в пределах 0,248-

**Таблица 1.** Содержание фенольных соединений и суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (ССВА) в сусле винограда разных сортов (средние данные за 2017-2021 гг.)

**Table 1.** The content of phenolic compounds and the total content of water-soluble antioxidants (TCWA) in the must of different grape varieties (average data for 2017-2021)

Наименование показателя	Алиготе	Рислинг рейнский	Цитронный Магарача	Каберне-Совиньон	Мускат гамбургский	Пино нуар
Массовая концентрация, мг/дм <sup>3</sup> :						
Сумма антоцианов	0	0	0	5,0	3,4	0
(+)-D-Катехин	3,1	9,1	3,8	6,8	4,5	2,8
(-)-Эпикатехин	5,6	13,9	7,0	8,3	5,2	7,9
Сумма флаван-3-олов	8,7	33,0	11,8	15,1	9,7	10,7
Кверцетин-3-О-глюкуронид	0	0	0,7	0	0	4,7
Кверцетин-3-О-глюкозид	0	0,6	0,2	0	0	5,5
Кверцетин	0	0	0,4	0	0	0,1
Сумма флавонов	0	0,6	1,3	0	0	10,3
Галловая кислота	0	0,3	0	0,5	0,4	2,6
Сиреневая кислота	0	0,1	0	2,8	0,4	4,3
Сумма оксibenзойных кислот	0	0,4	0	3,3	0,8	6,9
2-S-Глутатионикафтаровая кислота	5,3	3,9	20,9	4,6	7,1	20,2
Кафтаровая кислота	13,3	41,8	6,1	0,4	22,4	23,7
Коутаровая кислота	0,6	3,2	1,7	0,2	1,1	6,0
Кофейная кислота	0,8	2,2	0,6	0,7	0,5	1,8
Фертаровая кислота	3,7	8,8	3,9	4,7	3,1	7,0
п-Кумаровая кислота	0,2	0,7	0	0	0	0,5
Феруловая кислота	0	0,3	0,2	0	0	0
Сумма оксикоричных кислот	23,9	60,9	35,4	10,6	34,2	59,2
Транс-ресвератрол	0	1,5	0	0	0,8	0
Олигомерные проантоцианидины	46,1	94,5	53,9	44,0	71,2	95,2
Полимерные проантоцианидины	196,4	66,6	168,0	245,7	161,6	678,4
Сумма фенольных по ВЭЖХ, г/дм <sup>3</sup>	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,9
Общие фенольные вещества по Фолину-Чокальтеу, г/дм <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,3	0,3	0,2	0,8
ССВА по Тролоксу, г/дм <sup>3</sup>	0,2	0,2	0,4	0,2	0,2	0,4

0,861 г/дм<sup>3</sup>. Основную часть полифенолов сусла (на уровне не менее 50 мг/дм<sup>3</sup>), меняющуюся в пределах 77–96% (в среднем 88,7%) от суммарного содержания фенольных веществ, составляют олигомерные и полимерные проантоцианидины. В минимальных концентрациях (от 0 до 5 мг/дм<sup>3</sup>) в сусле содержатся такие мономерные полифенолы и фенолы, как антоцианы, кверцетин и его производные (кверцетин-3-О-глюкозид, кверцетин-3-О-глюкуроид), галловая, сиреневая, коутаровая, кофейная, п-кумаровая, феруловая кислоты и стильбеноид транс-ресвератрол. Интервалы варьирования стильбеноидов и суммы флавонов в сусле исследованных нами сортов крымского винограда сопоставимы с таковыми других авторов [22]. Промежуточные уровни концентраций наблюдаются для (+)-D-катехина и (-)-эпикатехина (более 5 и менее 10 мг/дм<sup>3</sup>), а также фертаровой, 2-S-глутатионил каftarовой и каftarовой кислот (более 10 и менее 50 мг/дм<sup>3</sup>). Показатель суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов сусла изменяется в пределах 0,2–0,4 г/дм<sup>3</sup> по Тролоксу.

Результаты определения извлекаемого ТЗФВ выжимки, семян, гребней представлены в табл. 2. Для выжимки наиболее распространенных европейских сортов белого винограда: Алиготе, Ркацители, Рислинг рейнский, – величина извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> варьирует в пределах 4,6–10,0 г/кг сухой массы. В среднем по всем исследованным образцам выжимки белого винограда извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> составляет 8,3±3,5 г/кг сухой массы. Для выжимки наиболее распространенных красных сортов винограда – Каберне-Совиньон, Саперави, Мускат гамбургский – извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> варьирует от 12,4 до 27,0 г/кг сухой массы, увеличиваясь в ряду (г/кг): Мускат гамбургский (12,4) < Саперави (24,4) < Каберне-Совиньон (27,0) < Пино нуар (35,4). С учетом других исследованных красных европейских сортов средний извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> выжимок составляет 24,6 ±7,0 г/кг сухой массы, что в 3,0 раза превышает таковой выжимок белых сортов (8,3 г/кг).

Среднее количество извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> выжимок пяти исследованных селекционных сортов красного винограда из ампелографической коллекции института «Магарач» составляет 14,4±8,1 г/кг сухой массы: минимальная величина ТЗФВ (4,8 г/кг) определена в выжимках сорта винограда Ай-Петри и Гайдамак (7,8 г/кг), максимальная величина ТЗФВ – в выжимках сорта винограда Голубок (21,4 г/кг) и Бастардо магарачский (23,0 г/кг). Таким образом, средний извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> выжи-

мок селекционных сортов красного винограда также превышает (в 1,7 раза) экстрагируемое количество общих фенольных веществ выжимок белых сортов, но в 1,5 раза меньше, чем в выжимках традиционных красных сортов винограда (22,1 г/кг). В целом величина среднего извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> выжимках всех исследованных красных сортов винограда составляет 18,3±9,6 г/кг сухой массы. Необходимо отметить, что извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> выжимок винограда Пино нуар составляет 35,4 г/кг, что соответствует максимальным значениям ТЗФВ<sub>50</sub> в экстрактах семян белых сортов винограда (34,7–36,1 г/кг, табл. 2). Эти результаты подтверждают данные литературы о зависимости содержания и состава фенольных соединений в значительной степени от генотипа винограда (сорта, вида) [29].

Выжимки белых европейских, аборигенных и селекционных сортов по величине извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> не дифференцируются. Полученные нами величины извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> выжимок винограда крымских сортов сопоставимы с литературными данными по содержанию общих фенольных веществ в ягодах четырех наиболее распространенных белых и красных сортов винограда Греции: 0,051–0,142 г/кг сырой массы [30], что в пересчете на сухие выжимки

**Таблица 2.** Величина извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> структурных элементов грозди винограда (г/кг сухой массы)

**Table 2.** Recoverable TSPH<sub>50</sub> value of structural elements of a grape bunch (g/kg dry matter)

Сырье, сорт белого винограда	Зона	ТЗФВ <sub>50</sub>	Сырье, сорт красного винограда	Зона	ТЗФВ <sub>50</sub>
<b>Выжимки</b>					
Алиготе	ЮБК	7,0	Саперави	ЮБК	24,4
Алиготе	ЗППЗ	10	Каберне-Совиньон	ЗППЗ	27,0
Рислинг рейнский	ЗППЗ	8,1	Пино нуар	ЗППЗ	35,4
Совиньон зелёный	ЗППЗ	4,6	Мальбек	ЗППЗ	11,4
Ркацители	ЗППЗ	6,1	Ай-Петри	ЗППЗ	4,8
Кокур белый	ЗППЗ	6,2	Праздничный Магарача (Гайдамак)	ЗППЗ	7,8
Бияс айбаталы	ЗППЗ	8,0	Бастардо магарачский	ЗППЗ	23,0
Алиготе мускатный	ЗППЗ	13,8	Голубок	ЗППЗ	21,4
Цитронный Магарача	ЗППЗ	15,2	Мускат гамбургский	ЗППЗ	12,4
Первенец Магарача	ЮБК	6,8	Антей магарачский	ЗППЗ	15,2
<b>Семена</b>					
Алиготе	ЗППЗ	34,9	Каберне-Совиньон	ЗППЗ	41,1
Алиготе	ЗППЗ	34,7	Мускат гамбургский	ЗППЗ	20,2
Рислинг рейнский	ЗППЗ	19,5	Бастардо магарачский	ЗППЗ	26,2
Бияс айбаталы	ЗППЗ	19,4	Голубок	ЗППЗ	25,6
Цитронный Магарача	ЗППЗ	36,1	Пино нуар	ЗППЗ	76,1
<b>Гребни</b>					
Рислинг рейнский	ЗППЗ	54,3	Каберне-Совиньон	ЗППЗ	59,7
Рислинг рейнский	ЗППЗ	53,2	Бастардо магарачский	ЗППЗ	59,5
Бияс айбаталы	ЗППЗ	52,9	Голубок	ЗППЗ	47,2
Цитронный Магарача	ЗППЗ	35,1	Пино нуар	ЗППЗ	74,7
			Мускат гамбургский	ЗППЗ	69,0

*Примечание:* ЮБК – южнобережный район Крыма; ЗППЗ – западный предгорно-приморский район Крыма

с учетом средней влажности 50% и выхода при прессовании 25% приводит к оценке в диапазоне 4–11 г/кг сухой массы. Для экстракции полифенолов из лиофилизированных ягод авторы [30] использовали водный раствор метанола с объемной долей 90%.

В исследованных нами образцах семян белых и красных сортов винограда среднее значение извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> составляет 28,4±8,7 и 37,8±22,8 г/кг сухой массы соответственно. Достоверных отличий в значениях средних показателей ТЗФВ<sub>50</sub> семян белых и красных сортов не обнаружено, а по абсолютной величине они превышает таковые выжимок в 3,5 и 2,1 раза, соответственно.

В целом полученные нами величины извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> семян сопоставимы с литературными данными по содержанию общих фенольных веществ в семенах белых и красных сортов винограда Греции (8–33 г/кг сухой массы) [30].

Результаты исследования экстракции полифенолов из гребней крымского винограда европейских, аборигенных и селекционных сортов показывают, что величина извлекаемого ТЗФВ<sub>50</sub> гребней варьирует от 35 до 69 г/кг сухой массы, в среднем составляя для белых сортов 48,9±9,2, для красных – 62±10,5 г/кг сухой массы, чтократно превышает содержание фенольных веществ в гребнях греческого винограда (4–14 г/кг сухой массы [30]) и может объясняться как использованием авторами [30] для экстракции фенольных соединений метанола с объемной долей 90%, что в сравнении с этанолом может уменьшать экстрагируемое количество полифенолов [31], так и сортовыми или территориальными факторами [29]. В среднем извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> гребней крымских красных сортов выше, чем белых, в 1,3 раза. По абсолютной величине извлекаемый ТЗФВ<sub>50</sub> гребней выше такового семян в 1,7 раза и выжимок – в 3–6 раз.

Таким образом, по величине извлекаемого из структурных элементов грозди винограда ТЗФВ<sub>50</sub> максимальные уровни экстракции наблюдаются у гребней белых и красных сортов (в среднем 49 и 62 г/кг соответственно), затем в порядке уменьшения идут семена белых и красных сортов (в среднем 29 и 38 г/кг соответственно) и выжимки белых и красных сортов (8 и 18 г/кг соответственно).

В табл. 3 и 4 приведены результаты ВЭЖХ-анализа качественного и количественного состава полифенолов в водно-этанольных экстрактах выжимок, семян, гребней винограда на момент уборки винограда белых и красных сортов, достигших технологической зрелости, и его переработки в сезон виноделия 2017–2021 гг. Для каждого показателя ВЭЖХ указаны интервал варьирования и в скобках указано среднее значение; в последнем столбце приведены значения коэффициента множественной корреляции (R)

**Таблица 3.** Полифенольный состав водно-спиртовых экстрактов структурных элементов винограда белых сортов  
**Table 3.** Polyphenolic composition of aqueous-alcoholic extracts of structural elements of white grape varieties

Наименование показателя	Выжимки	Семена	Гребни	R
Массовая концентрация, мг/л: оксибензойных кислот	33–209 (121)	380–550 (470)	0–20 (10)	0,977
оксикоричных кислот	53–400 (227)	16–36 (26)	20–154 (87)	–0,723
суммы фенолокислот	86–609 (350)	396–586 (500)	20–174 (100)	0,796
транс-ресвератрола	0,3–1,6 (1,0)	0,3–0,4 (0,4)	8–12,8 (10)	–0,561
суммы нефлавоноидов (фенолокислот и стильбеноидов)	86,3–611 (400)	396–586 (500)	28–187 (100)	0,705
антоцианов	0	0–20(10)	0	0,999
флавонов	70–450 (260)	35–55 (45)	4–53 (30)	–0,416
флаван-3-олов	250–1070 (700)	1500–2700 (2100)	5–323 (200)	0,971
Массовая концентрация, г/л: олигомерных проантоцианидинов	0,3–0,9 (0,6)	1,7–2,7 (2,2)	0,64–0,69 (0,67)	0,998
полимерных проантоцианидинов	3,0–15,0 (9,0)	67–77 (72)	5,0–7,0 (6,0)	0,999
суммы показателей ВЭЖХ	3,7–17 (10,4)	72–82 (77)	5,7–8,3 (7,0)	0,999
ССВА в пересчете на тролокс, г/л	1,0–10 (5,5)	55–72 (63)	3,6–5,2 (4,4)	

**Таблица 4.** Полифенольный состав водно-спиртовых экстрактов структурных элементов винограда красных сортов

**Table 4.** Polyphenolic composition of aqueous-alcoholic extracts of structural elements of red grape varieties

Наименование показателя	Выжимки	Семена	Гребни	R
Массовая концентрация, мг/л: оксибензойных кислот	30–200 (115)	160–380 (311)	8–25 (16,5)	0,995
оксикоричных кислот	20–150 (85)	2–30 (14)	65–170 (118)	–0,999
суммы фенолокислот	50–350 (200)	162–410 (261)	73–195 (135)	0,989
транс-ресвератрола	1,0–2,7 (1,9)	0,2–0,4 (0,3)	8,0–23 (15,5)	–0,794
суммы нефлавоноидов (фенолокислот и стильбеноидов)	51–353 (209)	162–410 (261)	81–218 (150)	0,988
антоцианов	600–1880 (1240)	6–600 (311)	0–20 (10)	–0,002
флавонов	60–250 (155)	10–110 (55)	38–155 (96,5)	–0,672
флаван-3-олов	250–1400 (825)	1380–4300 (2763)	190–430 (310)	0,995
Массовая концентрация, г/л: олигомерных проантоцианидинов	0,4–1,0 (0,7)	1,0–2,7 (1,6)	0,32–0,81 (0,56)	0,981
полимерных проантоцианидинов	11–30 (20,5)	23,6–91,0 (57)	4,7–12,7 (8,7)	0,999
суммы показателей ВЭЖХ	11,4–34,9 (23)	28,5–99,0 (63)	5,6–14,0 (9,8)	0,999
ССВА в пересчете на Тролокс, г/л	11,0–37,0 (24)	31,0–99,0 (65)	3,6–9,6 (6,6)	

средних величин показателей ВЭЖХ с показателем суммарной концентрации водорастворимых антиоксидантов (ССВА) экстрактов.

Мономерные и полимерные фенольные соединения экстрактов виноградной выжимки, гребней и семян представлены в основном флаван-3-олами, флавонами, фенольными кислотами, транс-ресвератролом, антоцианами. Последние присутствуют в очень небольших количествах только в экстрактах семян винограда белых сортов, в то время как в экстрактах гребней, семян и выжимок винограда красных сортов их средняя массовая концентрация изменяется от минимальных количеств в гребнях: 10 мг/дм<sup>3</sup>, до 311–1240 мг/дм<sup>3</sup> в экстрактах семян и выжимок, соответственно (табл. 3, 4). Массовая концентрация транс-ресвератрола минимальна в экстрактах всех сортов, не превышая в среднем 10 мг/дм<sup>3</sup> в экстрактах белых и 15,5 мг/дм<sup>3</sup> – в экстрактах красных сортов. Максимальные средние уровни содержания в экстрактах всех сортов наблюдаются для флаван-3-олов и олигомерных проантоцианидинов – от 0,2 до 7,0 г/дм<sup>3</sup>, а также для полимерных проантоцианидинов в экстрактах белых сортов – более 6 г/дм<sup>3</sup> и свыше 8 г/дм<sup>3</sup> – для полимерных проантоцианидинов в экстрактах красных сортов. Промежуточные средние уровни содержания в экстрактах белых и красных сортов – от 10 до 470 мг/дм<sup>3</sup> – наблюдаются для флавонов и фенолкарбоновых кислот. Интервалы варьирования стильбеноидов и суммы флавонов в выжимке исследованных нами сортов крымского винограда сопоставимы с соответствующими данными авторов [22] для водно-этанольных экстрактов кожицы крымского винограда.

Отдельные суммарные концентрации полифенолов в водно-этанольных экстрактах выжимки, гребней и семян винограда, по данным ВЭЖХ, достигают величин 3,7–99,0 г/дм<sup>3</sup> при высоком показателе ССВА, варьирующим в пределах 1,0–99,0 г/дм<sup>3</sup> в пересчете на стандартный антиоксидант Тролокс. Усредненные суммарные концентрации полифенолов в экстрактах находятся при этом в пределах 7,0–77,0 г/дм<sup>3</sup> с преобладанием в составе (92–96%) проантоцианидинов. Полагаем, что водно-этанольные экстракты твердых частей виноградной грозди являются перспективным сырьем для получения функциональных продуктов на основе полифенолов винограда, учитывая рекомендуемое суточное адекватное потребление взрослым человеком комплекса полифенолов винограда в количестве 0,48 г.

Таким образом, основную часть комплекса полифенолов сула и изученных экстрактов составляют олигомерные и полимерные проантоцианидины, средняя доля которых в составе фенольных соединений сула и твердых частей грозди составляет 88,7% и 94,1%, соответственно, что согласуется с данными об относительном содержании проантоцианидинов в красных столовых виноградных винах отечественного и европейского происхождения, обладающих функциональными свойствами [32].

Сопоставление полученных нами методом ВЭЖХ

данных по суммарной концентрации полифенолов в исследованных экстрактах (выжимок, семян, гребней винограда) с содержанием общих фенольных веществ в белых и красных винах позволяет заключить, что содержание полифенолов в экстрактах семян белых и красных сортов на порядок превосходит их концентрацию в красных винах [33–35], а также в соке ягод винограда красных сортов [35]. Так, молодые вина и виноматериалы Анапо-Темрюкского региона содержат от 2,9 до 6,6 г/дм<sup>3</sup>, а высококачественные выдержанные красные вина и виноматериалы от 1,7 до 3,2 г/дм<sup>3</sup> общих фенольных веществ [33]. В красных сухих виноматериалах Крыма содержание общих фенольных веществ варьирует в пределах 0,98–4,3 г/дм<sup>3</sup>, в красных игристых винах – в пределах 0,63–1,87 мг/дм<sup>3</sup> [25], в красных марочных портвейнах урожая 1990–2006 гг. в среднем составляет 1,7 г/дм<sup>3</sup> при диапазоне варьирования 0,68–3,54 г/дм<sup>3</sup> [34]. В красных традиционных, интродуцированных и новой селекции сортах винограда западной приморско-предгорной зон Крыма урожая 2002–2013 гг. извлекаемый в условиях виноделия ТЗФВ (г/дм<sup>3</sup>) составляет 1,47–3,40 (в среднем 2,5), степной зоны – 1,2–4,3 (в среднем 2,5), южнобережной – 0,9–3,5 (в среднем 2,1) [35].

По показателю суммарной концентрации водорастворимых антиоксидантов (ССВА) экстракты белых и красных сортов винограда располагаются в следующей последовательности:

ССВА экстрактов белых сортов (г/дм<sup>3</sup> по Тролоксу): семена (63) > выжимка (5,5) > гребни (4,4);

ССВА экстрактов красных сортов: семена (65) > выжимки (24) > гребни (6,6).

Регрессионный анализ показал, что тесная положительная взаимосвязь показателя ССВА и суммарного содержания полифенолов в экстрактах исследованного сырья описывается линейными уравнениями вида  $Y = AX$ , где  $Y$  – ССВА,  $X$  – сумма показателей ВЭЖХ,  $A$  – параметр уравнения:  $A = 0,812 \pm 0,029$  (белые сорта,  $R = 0,999$ ,  $p < 0,002$ ) и  $A = 1,026 \pm 0,036$  (красные сорта,  $R = 0,999$ ,  $p < 0,002$ ). Стандартная ошибка функции  $Y$  для белых сортов составляет  $\pm 2,3$ , для красных –  $\pm 2,5$ .

Высокими коэффициентами корреляции с показателем ССВА также характеризуются содержания олигомерных проантоцианидинов (0,998 и 0,981), флаван-3-олов (0,971 и 0,995) и оксибензойных кислот (0,977 и 0,995) в исследованных экстрактах белых и красных сортов винограда, соответственно (табл. 3, 4). Сопоставление полученных коэффициентов корреляции с литературными данными по сравнительной оценке величины ССВА отдельных групп полифенолов, которая уменьшается в ряду проантоцианидины > флаван-3-олы > флавонолы > фенольные кислоты [36], позволяет заключить, что уровень антиоксидантного потенциала исследованных экстрактов (выжимки, семян, гребней винограда) обеспечивается высокой долей проантоцианидинов в их составе.

Отрицательный коэффициент корреляции, свидетельствующий о наличии обратной или опосредованной неучтенными факторами взаимосвязи с

интегральной ССВА экстрактов, демонстрируют оксикоричные кислоты, транс-ресвератрол и флавоны. Данный факт может объясняться биохимическими особенностями синтеза и метаболизма этих компонентов в отдельных структурных элементах виноградной грозди.

### Выводы

Полифенолы сусла, водно-этанольных экстрактов выжимки, гребней, семян виноградной грозди, исследованных белых и красных сортов винограда технологической зрелости представлены флавоноидными и нефлавоноидными мономерами, проантоцианидинами олигомерной и полимерной структуры, при этом большую часть комплекса фенольных веществ (88,7-94,1%) составляют проантоцианидины. Содержание полифенолов в сусле виноградной ягоды многократно уступает концентрациям фенольных веществ в равновесных водно-этанольных экстрактах выжимок, гребней, семян, что свидетельствует о преимущественной локализации комплекса полифенолов в твердых частях виноградной грозди. Показатель суммарной концентрации водорастворимых антиоксидантов в исследованных экстрактах определяется, по-видимому, содержанием олигомерных и полимерных проантоцианидинов, демонстрирующими максимальные положительные коэффициенты корреляции (0,981-0,999,  $p \leq 0,05$ ) с содержанием антиоксидантов, и суммарная доля проантоцианидинов в экстрактах выжимки, гребней и семян составляет от 92 до 96%.

Технологический запас фенольных веществ в выжимках, гребнях, семенах, извлекаемый одностадийной водно-этанольной экстракцией при высоком показателе антиоксидантной активности, позволяет применять твердые части виноградной грозди исследованных сортов как возобновляемый надежный источник полифенолов для производства на их основе функциональных пищевых продуктов.

### Источник финансирования

Работа выполняется в рамках государственного задания № 0833-2019-0023.

### Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0833-2019-0023.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

- Kubyshkin A.V., Ogaï Yu., Fomochkina I., Chernousova I., Zaitsev G., Shramko Yu.I. Polyphenols of red grape wines and alcohol-free food concentrates in rehabilitation technologies. Polyphenols: Open access peer-reviewed edited volume. London. IntechOpen. 2018:99-120. DOI 10.5772/intechopen.76655.
- Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гришин Ю.В., Огай Ю.А., Меледина Т.В., Маркосов В.А., Агеева Н.М., Гугучкина Т.И. Исследование фенольного состава и антиоксидантной активности игристых вин // Виноделие и виноградарство. 2017;5:11-16.
- Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Огай Ю.А., Фомочкина И.И., Шрамко Ю.И. Исследование биологической активности игристого вина *in vitro*, *in vivo* // Фенольные соединения: свойства, активность, инновации: Сборник научных статей по материалам X Международного симпозиума. Москва. Press-book.ru. 2018:545-550.
- Загайко А.Л., Красильникова О.А., Кравченко А.Б., Волощенко М.В., Огай Ю.А., Соловьёва Л.М., Мизин В.И., Богачев И.В. Биологические активные вещества винограда и здоровье: Монография / Под общ. ред. Загайко А.Л. Харьков: Форт. 2012:1-404.
- Агеева Н.М., Маркосов В.А., Гублия Р.В. Биологическая ценность виноградных вин // Виноделие и виноградарство. 2008;3:24-25.
- Алейникова Г.Ю., Белякова Е.А., Гугучкина Т.И., Панкин М.И. Фенольный комплекс и антиоксидантная активность красных сухих вин российских и зарубежных производителей (комплексная оценка и сравнение) // Виноделие и виноградарство. 2007;4:10-11.
- Положишникова М.А., Перельгин О.Н. Определение биологической ценности и идентификация красных виноградных вин по содержанию флавонолов и фенолкарбоновых кислот // Виноделие и виноградарство. 2005;6:22-24.
- Silva R.F.M., Pogacnik L. Polyphenols from food and natural products: Neuroprotection and safety. Antioxidants. 2020;9(1):61. DOI 10.3390/antiox9010061.
- Spigno G., Marinoni L., Garrido G.D. State of the art in grape processing by-products. In the Handbook of Grape Processing By-Products. Ed. Galanakis C.M. Cambridge: Academic Press. 2017:1-27.
- García-Lomillo J., González-SanJosé M.L. Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. Compr. Rev. Food Sci. Food Saf. 2017;16:3-22.
- Barba F.J., Zhu Z., Koubaa M., Sant'Ana A.S., Orlie V. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. Trends Food Sci. Technol. 2016;49:96-109. DOI 10.1016/j.tifs.2016.01.006.
- Barros A., Gouvinhas I., Machado N., Pinto J., Cunha M., Rosa E., Domínguez-Perles R. New grape stems-based liqueur: Physicochemical and phytochemical evaluation. Food Chem. 2016;190:896-903.
- Miljić U., Puškaš V., Vucurovic V., Razmovski R. Acceptability of wine produced with an increased content of grape seeds and stems as a functional food. J. Inst. Brew. 2014;120:149-154.
- Teixeira A., Baenas N., Dominguez-Perles R., Barros A., Rosa E., Moreno D.A., Garcia-Viguera C. Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: A review. Int. J. Mol. Sci. 2014;15:15638-15678.
- Bhise S., Kaur A., Gandhi N., Gupta R. Antioxidant property and health benefits of grape by-products. J. Post Harvest Technol. 2014;2:1-11.
- Yu J., Ahmedna M. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. Int. J. Food Sci. Technol. 2013;48:221-237.
- Fernández-Mar M.I., Mateos R., García-Parrilla M.C., Puertas B., Cantos-Villar E. Bioactive compounds in wine: Resveratrol, hydroxytyrosol and melatonin: A review. Food Chem. 2012;130:797-813.
- Агеева Н.М., Тихонова А.Н., Бирюкова С.А., Глоба Е.В. Study of phenolic compounds and lipids of grape pomace. E3s Web of Conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021). Krasnodar. 2021:05018. DOI 10.1051/e3sconf/202128505018.
- Агеева Н.М., Маркосов В.А., Ильина И.А., Дергунов А.В. Фенольные соединения красных сортов винограда, произрастающих в Краснодарском крае // Химия растительного сырья. 2021;2:201-208. DOI 10.14258/jcrpm.2021027427.
- Агеева Н.М., Прах А.В., Бирюкова С.А. Исследование фенольных соединений красных столовых виноградарств, произведенных из различных сортов винограда // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра



- садоводства, виноградарства, виноделия. 2018;15:135-140. DOI 10.30679/2587-9847-2018-15-135-140.
21. Kiselev K.V., Aleynova O.A., Grigorchuk V.P., Dubrovina A.S. Stilbene accumulation and expression of stilbene biosynthesis pathway genes in wild grapevine *Vitis amurensis* Rupr. *Planta*. 2017;245(1):151-159. DOI 10.1007/s00425-016-2598-z.
22. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Вьюгина М.А. Сравнительный анализ сортов винограда как источников биологически активных соединений стилибеноидов и флавонолов // Достижения науки и техники АПК. 2019;33(1):45-49. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10111.
23. Levchenko S., Volynkin V., Likhovskoi V., Vasylyk I., Ostroukhova E., Vasylyk A., Ryff I., Berezovskaya S., Boyko V., Belash D. The profile of the phenolic components of grape cultivars of a complex genetic structure. *Acta Horticulturae*. 2021;1307:391-398. DOI 10.17660/ActaHortic.2021.1307.59.
24. Ostroukhova E., Levchenko S., Likhovskoi V., Volynkin V., Peskova I., Vasylyk I. The dynamics of the phenolic complex of grapes during ripening: Comparison of Crimean autochthonous and classical cultivars. *Acta Horticulturae*. 2019;1259:105-113. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.18.
25. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Шалимова Т.Р., Максимовская В.А., Кречетова В.В. Особенности изменения фенольного комплекса винограда сортов селекции института «Магарач» в системе «виноград-виноматериал-игристое вино» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(4):91-93.
26. Модонкаева А.Э., Бойко В.А., Сластия Е.А., Аппазова Н.Н. Сортвые особенности качественного и количественного состава фенольных веществ основных вегетативных органов виноградного куста // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2012;2:11-14.
27. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище Р 4.1.1672. Москва. Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. 2004:1-180.
28. Яшин А.Я., Яшин Я.И., Черноусова Н.И., Федина П.А., Немзер Б.В. Методы определения антиоксидантной активности пищевых продуктов и БАДов // Мир измерений. 2012;1:30-35.
29. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin SD., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environment. *Int. J. Mol. Sci.* 2013;14(9):18711-39. DOI 10.3390/ijms140918711.
30. Anastasiadi M., Pratsinis H., Kletsas D., Skaltsounis A.L., Haroutounian S.A. Bioactive noncoloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: evaluation of the antioxidant activities of their extracts. *Food Research International*. 2010;43:805-813. DOI 10.1016/j.foodres.2009.11.017.
31. Perestrelo R., Lu Y., Santos S.A.O., Armando J.D., Silvestre A.J.D., Carlos P., Neto C.P., Camara J.S., Rocha S.M. Phenolic profile of Sercial and Tinta Negra *Vitis vinifera* L. grape skins by HPLC-DAD-ESI-MSn. Novel phenolic compounds in *Vitis vinifera* L. grape. *Food Chemistry*. 2012;135:94-104.
32. Маркосов В.А., Агеева Н.М. Биохимия, технология и медико-биологические особенности красных вин. Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия. 2008:1-224.
33. Агеева Н.М., Гонтарева Е.Н., Бирюкова С.А. Исследование фенольных соединений красных столовых вин, произведенных предприятиями Краснодарского края // Современные научные исследования и разработки. 2017;2(1):18-21.
34. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Сони́на Е.Г., Верик Г.Н. Исследование органолептических особенностей и физико-химических свойств красных крепленых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2010;2:20-22.
35. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Рыбалко Е.А., Твардовская Л.Б. Влияние климатических факторов на технологические характеристики винограда красных сортов, произрастающих в различных регионах Республики Крым // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;2:28-31.
36. Soobrattee M.A., Neergheen V.S., Luximon-Ramma A., Aruoma O.I., Bahorun T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions, Mutation Research. *Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*. 2005;579(1-2):200-213. DOI 10.1016/j.mrfmmm.2005.03.023.

## References

1. Kubyshekin A.V., Ogai Yu., Fomochkina I., Chernousova I., Zaitsev G., Shramko Yu.I. Polyphenols of red grape wines and alcohol-free food concentrates in rehabilitation technologies. *Polyphenols: Open access peer-reviewed edited volume*. London. IntechOpen. 2018:99-120. DOI 10.5772/intechopen.76655.
2. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Grishin Yu.V., Ogai Yu.A., Meledina T.V., Markosov V.A., Ageeva N.M., Guguchkina T.I. Research of phenolic composition and antioxidant activity of sparkling wines. *Winemaking and Viticulture*. 2017;5:11-16 (in Russian).
3. Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Ogai Yu.A., Fomochkina I.I., Shramko Yu.I. Research of biologic activity of sparkling wine in vitro, in vivo. Phenolic compounds: fundamental and applied aspects: Collection of scientific articles based on the documents of X International symposium. Moscow. Press-book.ru. 2018:545-550 (in Russian).
4. Zagayko A.L., Krasilnikova O.A., Kravchenko A.B., Voloshchenko M.V., Ogai Yu.A., Solovyova L.M., Mizin V.I., Bogadelnikov I.V. Biological active substances of grapes and health: Monograph. Under the general editorship of Zagayko A.L. Kharkov: Fort. 2012:1-404 (in Russian).
5. Ageyeva N.M., Markosov V.A., Gubliya R.V. Biological value of grape wines. *Winemaking and Viticulture*. 2008;3:24-25 (in Russian).
6. Aleynikova G.Yu., Belyakova Ye.A., Guguchkina T.I., Pankin M.I. Phenolic complex and antioxidant activity of red dry wines of Russian and foreign producers (comprehensive assessment and comparison). *Winemaking and Viticulture*. 2007;4:10-11 (in Russian).
7. Polozhishnikova M.A., Perelygin O.N. Determination of biological value and identification of red grape wines on the content of flavonols and phenolcarboxylic acids. *Winemaking and Viticulture*. 2005;6:22-24 (in Russian).
8. Silva R.F.M., Pogacnik L. Polyphenols from food and natural products: Neuroprotection and safety. *Antioxidants*. 2020;9(1):61. DOI 10.3390/antiox9010061.
9. Spigno G., Marinoni L., Garrido G.D. State of the art in grape processing by-products. In the *Handbook of Grape Processing By-Products*. Ed. Galanakis C.M. Cambridge: Academic Press. 2017:1-27.
10. García-Lomillo J., González-SanJosé M.L. Applications of Wine Pomace in the Food Industry: Approaches and Functions. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 2017;16:3-22.
11. Barba F.J., Zhu Z., Koubaa M., Sant'Ana A.S., Orlie V. Green alternative methods for the extraction of antioxidant bioactive compounds from winery wastes and by-products: A review. *Trends Food Sci. Technol.* 2016;49:96-109. DOI 10.1016/j.tifs.2016.01.006.
12. Barros A., Gouvinhas I., Machado N., Pinto J., Cunha M., Rosa E., Domínguez-Perles R. New grape stems-based liqueur: Physicochemical and phytochemical evaluation. *Food Chem.* 2016;190:896-903.
13. Miljić U., Puškaš V., Vucurovic V., Razmovski R. Acceptability of wine produced with an increased content of grape seeds and stems as a functional food. *J. Inst. Brew.* 2014;120:149-154.
14. Teixeira A., Baenas N., Dominguez-Perles R., Barros A., Rosa E., Moreno D.A., Garcia-Viguera C. Natural bioactive compounds from winery by-products as health promoters: A review. *Int. J. Mol. Sci.* 2014;15:15638-15678.

15. Bhise S., Kaur A., Gandhi N., Gupta R. Antioxidant property and health benefits of grape by-products. *J. Post Harvest Technol.* 2014;2:1-11.
16. Yu J., Ahmedna M. Functional components of grape pomace: their composition, biological properties and potential applications. *Int. J. Food Sci. Technol.* 2013;48:221-237.
17. Fernández-Mar M.I., Mateos R., García-Parrilla M.C., Puertas B., Cantos-Villar E. Bioactive compounds in wine: Resveratrol, hydroxytyrosol and melatonin: A review. *Food Chem.* 2012;130:797-813.
18. Ageeva N.M., Tikhonova A.N., Biryukova S.A., Globa E.V. Study of phenolic compounds and lipids of grape pomace. E3s Web of Conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021). Krasnodar. 2021:05018. DOI 10.1051/e3sconf/202128505018.
19. Ageeva N.M., Markosov V.A., Ilyina I. A., Dergunov A.V. Phenolic compounds of red grape varieties growing in the Krasnodar territory. *Chemistry of plant raw material.* 2021;2:201-208. DOI 10.14258/jcprm.2021027427 (in Russian).
20. Ageeva N.M., Prakh A.V., Biryukova S.A. Study of phenolic compounds of red table wine materials produced from various grape varieties. *Scientific works of NCF SCHVW.* 2018;15:135-140. DOI 10.30679/2587-9847-2018-15-135-140 (in Russian).
21. Kiselev K.V., Aleynova O.A., Grigorichuk V.P., Dubrovina A.S. Stilbene accumulation and expression of stilbene biosynthesis pathway genes in wild grapevine *Vitis amurensis* Rupr. *Planta.* 2017;245(1):151-159. DOI 10.1007/s00425-016-2598-z.
22. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Vyugina M.A. Comparative analysis of grape cultivars as sources of biologically active compounds: stilbenoids and flavonols. *Achievements of Science and Technology of AIC.* 2019;33(1):45-49. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10111 (in Russian).
23. Levchenko S., Volynkin V., Likhovskoi V., Vasylyk I., Ostroukhova E., Vasylyk A., Ryff I., Berezovskaya S., Boyko V., Belash D. The profile of the phenolic components of grape cultivars of a complex genetic structure. *Acta Horticulturae.* 2021;1307:391-398. DOI 10.17660/ActaHortic.2021.1307.59.
24. Ostroukhova E., Levchenko S., Likhovskoi V., Volynkin V., Peskova I., Vasylyk I. The dynamics of the phenolic complex of grapes during ripening: Comparison of Crimean autochthonous and classical cultivars. *Acta Horticulturae.* 2019;1259:105-113. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.18.
25. Makarov A.S., Yalaneskiy A.Ya., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Krechetova V.V. Particularities of change in the phenolic complex of grapes of the institute Magarach selective breeding in the system of grapes-base wine-sparkling wine. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2018;20(4):91-93 (in Russian).
26. Modonkaieva A.E., Boiko V.A., Slastia Ye. A., Appazova N.N. A study of phenolics of table grapes during vegetation. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2012;2:11-14 (in Russian).
27. Guideline for methods of quality control and safety of biologically active dietary supplements. *Guideline P 4.1.1672.* Moscow. 2004:1-180 (in Russian).
28. Yashin A.Ya., Yashin Ya.I., Chernousova N.I., Fedina P.A., Nemzer B.V. Methods of determination the antioxidant activity of food products and dietary supplement. *Measurements World.* 2012;1:30-35 (in Russian).
29. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environment. *Int. J. Mol. Sci.* 2013;14(9):18711-39. DOI 10.3390/ijms140918711.
30. Anastasiadi M., Pratsinis H., Kletsas D., Skaltsounis A.L., Haroutounian S.A. Bioactive noncoloured polyphenols content of grapes, wines and vinification by-products: evaluation of the antioxidant activities of their extracts. *Food Research International.* 2010;43:805-813. DOI 10.1016/j.foodres.2009.11.017.
31. Perestrello R., Lu Y., Santos S.A.O., Armando J.D., Silvestre A.J.D., Carlos P., Neto C.P., Camara J.S., Rocha S.M. Phenolic profile of Sercial and Tinta Negra *Vitis vinifera* L. grape skins by HPLC-DAD-ESI-MSn. *Novel phenolic compounds in Vitis vinifera* L. grape. *Food Chemistry.* 2012;135:94-104.
32. Markosov V.A., Ageyeva N.M. *Biochemistry, technology and medical-biological peculiarities of red wines.* Krasnodar. NCF SCHVW. 2008:1-224 (in Russian).
33. Ageeva N.M., Gontareva Ye.N., Biryukova S.A. Research of phenolic compounds of red table wines produced by enterprises in Krasnodar Krai. *Current scientific research and development.* 2017;2(1):18-21 (in Russian).
34. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Sonina Ye.G., Verik G.N. Research of organoleptic peculiarities and physical and chemical properties of red fortified wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2010;2:20-22 (in Russian).
35. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Rybalko Ye.A., Tvardovskaya L.B. Influence of climatic factors on the technological characteristics of red grape varieties growing in different regions of the Republic of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking.* 2015;2:28-31 (in Russian).
36. Soobrattee M.A., Neerghen V.S., Luximon-Ramma A., Aruoma O.I., Bahorun T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions, Mutation Research. *Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis.* 2005;579(1-2):200-213. DOI 10.1016/j.mrfmmm.2005.03.023.

## Информация об авторах

**Инна Владимировна Черноусова**, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мэйл: cherninnal@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

**Георгий Павлович Зайцев**, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий, e-мэйл: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>;

**Татьяна Александровна Жилякова**, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, e-мэйл: golden.heart@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5884-6645>;

**Юрий Владимирович Гришин**, мл. науч. сотр. лаборатории аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий, e-мэйл: grishin.iurij2010@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6267-4009>;

**Виктория Евгеньевна Мосолкова**, мл. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, e-мэйл: mosolkova@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-7667-0145>;

**Людмила Михайловна Соловьева**, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда, e-мэйл: luda\_magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9038-4217>.

## Information about authors

**Inna V. Chernousova**, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: cherninnal@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-5374-7683>;

**Georgiy P. Zaitsev**, Cand. Techn. Sci., Staff Scientist, Laboratory of Analytical Research, Innovative and Resource-Saving Technologies; e-mail: gorg-83@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6416-8417>;

**Tatiana A. Zhilyakova**, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: golden.heart@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5884-6645>;

**Yuriy V. Grishin**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: grishin.iurij2010@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6267-4009>;

**Victoria E. Mosolkova**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: mosolkova@ukr.net; <https://orcid.org/0000-0002-7667-0145>;

**Ludmila M. Solovyova**, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: luda\_magarach@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9038-4217>.

Статья поступила в редакцию 23.04.2022, одобрена после рецензии 05.05.2022, принята к публикации 20.05.2022

## Проектирование и оптимизация состава вин и алкогольных напитков методом купажа

Тимофеев Р.Г. ✉

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

✉Russ1970@mail.ru

**Аннотация.** Сформулированы основные типы подзадач, возникающие в процессе расчета и оптимизации состава и свойств купажа винодельческого продукта. Предложены математические модели, удобные для решения прикладных и теоретических задач по регулированию и оптимизации состава винопродукции методом купажа. Предложены универсальные подходы к решению задач по проектированию и моделированию состава и свойств купажных напитков, реализуемые численными методами на ЭВМ. Результаты работы могут быть использованы для создания прикладных программ по составлению рецептур напитков с заданным составом, а также корректировке и оптимизации состава винодельческой продукции в условиях непостоянства сырьевой базы виноделия.

**Ключевые слова:** виноделие; купажирование; оптимизация состава; численные методы; линейное программирование.

**Для цитирования:** Тимофеев Р.Г. Проектирование и оптимизация состава вин и алкогольных напитков методом купажа // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):186-192. DOI 10.35547/IM.2022.20.77.014

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

## Project developing and optimizing the composition of wines and alcoholic beverages by blending

Timofeev R.G. ✉

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

✉Russ1970@mail.ru

**Abstract.** The main types of subtasks arising in the process of calculating and optimizing the composition and properties of a wine product blend are formulated. Mathematical models, convenient for solving applied and theoretical problems of regulating and optimizing the composition of wine products using the blending method are proposed. Universal approaches to solving problems of project developing and modeling the composition and properties of blended beverages, implemented by numerical methods on computer system, are suggested. The results of the work can be used to create application programs for compiling beverage recipes with a given composition, as well as adjusting and optimizing the composition of wine products in conditions of instability in raw material base of winemaking.

**Key words:** winemaking; blending; composition optimization; numerical methods; linear programming.

**For citation:** Timofeev R.G. Project developing and optimizing the composition of wines and alcoholic beverages by blending. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):186-192 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.20.77.014

### Введение

Купаж в виноделии – смешивание различных материалов с целью обеспечения определенного физико-химического состава и потребительских свойств продукции. Полученную смесь также называют купажем. Актуальность создания купажа вызвана необходимостью обеспечить постоянство состава и качества конечной продукции в условиях, когда обеспечить должное сырье затруднительно [1-3]. Операции купажирования предшествует технологический расчет состава купажа, который на современном этапе развития вычислительной техники можно уже рассматривать как этап проектирования и оптимизации состава и свойств путем моделирования на ЭВМ в зависимости от поставленной перед технологом цели. Более рациональными будут решения, подкрепленные математическими расчетами, полученные научными методами поиска решения совместно с методами, по-

зволяющими заблаговременно оценить последствия каждого решения, отбросить недопустимые варианты и рекомендовать наиболее удачные [2-6], что ставит необходимость создания специализированных прикладных компьютерных программ для обеспечения доступности данной технологии на производстве.

Любая разработка программного обеспечения начинается с формулировки целей и задач, решаемых данным софтом, а также разработки математической модели процесса или объекта (его цифровой копии) которая отражает основные свойства реального объекта или процесса, с точки зрения решаемой задачи. Поэтому представляется актуальным создание математических моделей пригодных для постановки и решения задач по моделированию и проектированию свойств продуктов и процессов в пищевой и перерабатывающей промышленности, в частности в винодельческой отрасли.

Целью настоящей работы является создание единых методологических подходов к проектированию и моделированию на ЭВМ состава и свойств продук-

ции винодельческой отрасли для решения практических задач их регулирования методом купажа.

### Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись математические модели напитка и купажа, методы постановки и решения задач по составлению и оптимизации состава купажа.

За основу построения математических моделей, пригодных для решения задач регулирования состава и свойств напитков методом купажа, были взяты классические работы по купажированию вин с использованием численных методов [7-9], работы проведенные Международным институтом вина в Монпелье по оптимизации состава купажей [10, 11], а также собственные работы автора [12, 13]. Построение математических моделей напитка и купажа, постановка и алгоритмы решения аналитических задач по определению состава винопродукции, а также проверка их адекватности моделей и их редукция осуществлялась с использованием программы MS Excel.

### Результаты исследований и их обсуждение

Информационные и теоретические исследования операций показали, что все задачи при составлении купажа сводятся к одной или суперпозиции из следующих трех основных:

– прямая задача – нахождение объема (количества) и показателей состава купажа при условии смешивания заданных соотношений исходных компонентов с известными составом;

– обратная задача – это нахождение необходимых соотношений компонентов купажа с известным составом с целью получения продукта с требуемыми показателями состава;

– задача оптимизации, которая заключается в оптимизации состава купажа с какой-либо целью.

Расчет может осуществляться либо на определенный объем готовой продукции либо из условия израсходования одного и или нескольких лимитирующих компонентов [12].

#### Требования к математической модели напитка

Была поставлена задача – создать единую математическую модель купажа и теорию решения задач по составлению и расчету купажей любых напитков, которая бы обеспечивала решение прямой и обратной задачи при составлении купажа. Для прямой задачи необходимо следующее:

– расчет показателей состава купажа при смешивании определенных соотношений либо объемов купажных материалов с известными кондициями (прямая задача);

– расчет купажа по  $n$ -параметрам (кондициям) при известных  $n+m$  кондициях исходных компонентов с возможностью расчета остальных  $m$  кондиций получившегося купажа (обратная задача).

Для обратной задачи модель должна:

– обеспечить расчет необходимого количества исходных компонентов при заданном количестве купажа, а также расчет количества купажа и остальных исходных компонентов при заданном количестве одного из компонентов;

– обеспечить решение из условия полного использования одного из купажных материалов при расчете на заданный объем купажа;

– обеспечить решение задачи при условии присутствия в готовом купаже определенного процентного содержания одного из купажных материалов;

– позволить выработать критерий, дающий однозначное решение вопроса о корректности постановки задачи по составлению купажа при данных исходных компонентах.

Общие требования:

– учет контракции (изменения объема) при составлении купажей спиртных напитков;

– возможность создания универсального алгоритма решения задачи по расчету купажа, реализуемый численными методами на ЭВМ.

Введем некоторые понятия необходимые для дальнейшего рассмотрения.

Регулируемый параметр – это концентрация какого-либо вещества либо функция физико-химического состава, значение которого необходимо придать готовому купажу. Обычно в винодельческой практике такими параметрами являются объемная доля этилового спирта, массовые концентрации сахаров, титруемых кислот и концентрации других веществ в зависимости от поставленной задачи.

Контролируемый параметр – это концентрация какого-либо вещества или функция физико-химического состава, которая получится в результате купажа при достижении заданных кондиций по основным регулируемым параметрам и его необходимо вычислить.

В основу построения математической модели купажного напитка было положено два постулата.

Первый постулат – выполнение показательных балансов технологических уравнений купажа. Под показательными балансами подразумеваются балансы спирта, сахара, титруемых кислот или других веществ, являющихся показателями состава, из допущения, что при смешивании эти вещества не переходят в другие соединения в результате химических реакций, т. е. количество (объем, масса) отдельных соединений, вносимых в смесь компонентами купажа, должно быть равным их содержанию в готовом купаже. Математически это можно записать в виде системы линейных алгебраических уравнений вида

$$a_i = \sum_{j=1}^k a_{ij} \bar{x}_j, \quad (1)$$

где  $a_i$  – массовая (объемная) концентрация  $i$ -го вещества в готовом купаже,  $k$  – количество купажных компонентов  $a_{ij}$  – массовая (объемная) концентрация  $i$ -го вещества в  $j$ -м компоненте купажа  $\bar{x}_j = x_j/x$  – объемная доля  $j$ -го компонента купажа,  $x_j$  – объем  $j$ -го компонента,  $x$  – объем купажа.

Второй постулат – учет нарушения аддитивности объема при купаже содержащих этанол компонентов осуществляется путем составления материального баланса по массе исходных компонентов и купажа из допущения, что они являются системой этанол-вода по таблицам плотности водно-спиртовых растворов [14]:

$$\rho = \sum_{j=1}^k \rho_j \bar{x}_j, \quad (2)$$

где  $\rho$  и  $\rho_j$  – плотность водно-спиртового раствора с объемной долей этилового спирта, как в купаже и в  $j$ -м компоненте соответственно.

Приемлемость подобного подхода делается на основании работ Т.Л. Парфентьевой [15], которая изучила влияние на степень сжатия при спиртовании сусла и вина содержания в них общего экстракта и установила, что его влияние на величину контракции незначительно в пределах концентраций имеющих место в винодельческих продуктах.

Следовательно, любой купаж с известными  $n$ -кондициями можно представить в виде  $n$  уравнений показательного баланса типа (1) совместно с уравнением (2), и с математической точки зрения прямая задача расчета купажа заключается в вычислении полученного объема купажа –  $x$ , и в расчете коэффициентов  $a_i$  – кондиций полученного при купажировании виноматериала при известных значениях кондиций  $a_{ij}$  и объемов компонентов купажа –  $x_j$ . Обратная задача заключается в нахождении  $x_j$  – необходимых объемов компонентов с известными кондициями  $a_{ij}$  с целью достижения определенных кондиций  $a_i$  готового купажа, что связано с решением систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ).

**Постановка и решение «прямой» задачи моделирования купажа**

Пусть имеется  $k$  компонент с известными  $n$  кондициями  $a_{ij}$ . Запишем систему уравнений показательного и материального балансов

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \sum_{j=1}^k a_{1j} x_j \\ \dots & \dots \dots \dots \\ a_n &= \sum_{j=1}^k a_{nj} x_j \\ \rho &= \sum_{j=1}^k \rho_j x_j \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Ввиду того, что в общем случае сумма объемов компонент не равна объему купажа, а для вычисления величин  $\bar{x}_j$  необходимо знать  $x$  – объем получившегося купажа с учетом контракции, прибегнем к следующему приему.

Пусть  $S$  и  $V$  – объемная доля этилового спирта и воды соответственно, которая получится в результате купажа. Уравнения материального баланса по спирту и объему воды запишем в виде:

$$Sx = \sum_{j=1}^k S_j x_j, \quad (4)$$

$$Vx = \sum_{j=1}^k V_j x_j. \quad (5)$$

где  $S_j$  и  $V_j$  – объемная доля этилового спирта и воды в  $j$ -м компоненте.

Если поделить уравнение (4) на уравнение (5), то получим величину

$$\frac{S}{V} = \frac{\sum_{j=1}^k S_j x_j}{\sum_{j=1}^k V_j x_j}, \quad (6)$$

которая не зависит от объема получившегося купажа, а только отражает отношение количества абсолютно-го алкоголя к объему воды в купаже. Следовательно,

если известно аналитическое или табличное выражение функции  $\rho(S/V)$ , то, получив отношение  $S/V$  из формулы (6), нетрудно получить само значение  $\rho$  – плотности водно-спиртового раствора с объемной долей этилового спирта как у купажа и по формуле

$$x = \sum_{j=1}^k \rho_j x_j / \rho. \quad (7)$$

получить объем купажной смеси. Далее, вычислив значения  $\bar{x}_j$  по формуле  $\bar{x}_j = x_j/x$  и подставив их в уравнения показательных балансов системы (3), получим кондиции готового купажа  $a_1 \dots a_n$ , что и требуется для решения «прямой» задачи.

**Постановка и решение обратной задачи моделирования купажа**

Пусть имеется  $k$  компонент с известными  $n+m$  кондициями  $a_{ij}$ . Запишем систему уравнений показательного и материального балансов для регулируемых параметров

$$\left. \begin{aligned} a_1 &= \sum_{j=1}^k a_{1j} x_j \\ \dots & \dots \dots \dots \\ a_n &= \sum_{j=1}^k a_{nj} x_j \\ \rho &= \sum_{j=1}^k \rho_j x_j \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

и для контролируемых параметров

$$\left. \begin{aligned} a_{n+1} &= \sum_{j=1}^k a_{n+1,j} x_j \\ \dots & \dots \dots \dots \\ a_{n+m} &= \sum_{j=1}^k a_{n+m,j} x_j \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Теория методов решения СЛАУ уравнений типа (8), т. е. нахождения  $x_j$ , хорошо описана соответствующими главами линейной алгебры и теории матриц [16], разработаны стандартные алгоритмы решения СЛАУ, реализованные численными методами на ЭВМ [17, 18]. Сформулируем основные положения, которые необходимы для корректной математической постановки «обратной» задачи для различных случаев и разработки алгоритмов ее решения.

Все методы решения СЛАУ, которые теоретически дают точные значения неизвестных  $\bar{x}_1, \dots, \bar{x}_n$ , например метод Гаусса, Крамера и др. имеют некоторые особенности. Во-первых, предназначены для решения систем уравнений, где количество уравнений в общем случае равно количеству неизвестных, что обязывает нас взять  $n+1$  исходный компонент для составления купажа с  $n$  регулируемыми параметрами. Во-вторых, если составить квадратную матрицу  $A$  размерности  $n+1$  вида

$$\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & \dots & a_{1,n} & a_{1,n+1} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & \dots & a_{2,n} & a_{2,n+1} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n,1} & a_{n,2} & \dots & a_{n,n} & a_{n,n+1} \\ \rho_1 & \rho_2 & \dots & \rho_n & \rho_{n+1} \end{pmatrix}, \quad (10)$$

где элементы  $a_{ij}, \rho_j$  матрицы соответствуют обозначениям системы (8), то эти методы не позволяют най-

ти решение системы (8), при условии равенства нулю определителя матрицы  $\det A$ , составленного из параметров элементов купажа даже при существовании такового.

Это возможно в следующих случаях:

– когда мы имеем два или более равных друг другу столбца или строки в матрице – случай реализуется, когда мы имеем среди исходных компонентов два или более идентичных по параметрам, либо когда все элементы купажа имеют две или более одинаковые по величине кондиции;

– когда мы имеем матрицу, в которой все элементы хотя бы одного столбца или строки равны нулю – случай, когда один из предусмотренных параметров исходных компонентов и купажа равен нулю (например, купаж сухих виноматериалов);

– когда мы имеем матрицу, элементы какой-либо строки (столбца) которой равны линейной комбинации элементов других строк (столбцов), – случай реализуется очень редко, но он будет возникать каждый раз при купаже компонент с одинаковой объемной долей этилового спирта.

Случай 1, как правило, тривиален, так как при смешивании компонентов с одинаковыми кондициями кондиции купажа не зависят от соотношения исходных компонентов.

Случай 2 реализуется более часто, но это легко обойти, введя в матрицу элемент с неравным нулю соответствующим параметром, который, однако, не войдет в данный купаж при условии равенства нулю соответствующего параметра купажа.

В случае 3 тоже легко получить неравный нулю определитель матрицы, введя как элемент купажа продукт с отличной от других компонент объемной долей этилового спирта.

Даже при существовании решения системы уравнений (8) нас интересует только тот случай, когда все  $\bar{x}_j \geq 0$ , т. к. отрицательные значения объемной доли элемента купажа не имеют практического смысла. Следовательно, условие  $\bar{x}_j \geq 0$  (для  $1 \leq j \leq k$ ) может быть использовано совместно с условием  $\det A \neq 0$  как критерий корректности постановки задачи составления купажа с заданными кондициями при данных исходных компонентах.

Непосредственные значения необходимых количеств купажных материалов при заданном количестве купажа можно определить из формулы

$$x_j = \bar{x}_j \cdot x. \quad (11)$$

Если у нас задано количество одного из купажных материалов и необходимо определить количество купажа и остальных элементов купажа, то предварительно вычисляют объем купажа  $x = x_j / \bar{x}_j$ , а затем по формуле (11) находят количество остальных исходных компонентов.

Если необходимо вычислить значения каких-либо контролируемых параметров, которые получились в результате купажа, то их значения находят из уравнений (9) путем подстановки ранее вычисленных в результате решения обратной задачи значений  $\bar{x}_j$ .

Для решения обратной задачи с условием присутствия в конечном купаже определенного количества одного из купажных материалов (для определенности пусть это будет  $z$ -й компонент ( $1 \leq z \leq k$ ) при заданном объеме купажа), к системе (8) необходимо добавить еще одно уравнение вида

$$1 = \frac{x}{x_z} x_z, \quad (12)$$

где  $x$  – заданный объем купажа,  $x_z$  – объем  $z$ -го компонента купажа, который необходимо использовать полностью.

В случае постановки и решения обратной задачи с условием присутствия в конечном купаже определенного процентного содержания  $z$ -го компонента, к системе (8) необходимо добавить уравнение вида

$$1 = \frac{100}{\rho} x_z, \quad (13)$$

где  $\rho$  – процентное содержание  $z$ -го компонента в купаже. После чего эти СЛАУ решаются вышеназванными методами, только при этом следует учесть, что такая постановка задачи обязывает нас взять  $n+2$  исходных купажных компонента для достижения заданных  $n$  регулируемых параметров.

Методологические подходы к решению задачи оптимизации состава купажа

*Минимизация себестоимости единицы продукции.* Пусть имеется  $k$  потенциальных купажных материалов с кондициями  $a_{ij}$  ( $i$  – индекс показателя состава,  $j$  – индекс компонента купажа) и себестоимостью единицы объема  $j$ -го купажного материала –  $C_j$ . Требуется составить купаж с  $n$ -кондициями  $a_i$  и минимально возможной себестоимостью.

Очевидно, что себестоимость единицы готовой продукции  $C$  будет складываться из себестоимостей единиц купажных компонент  $C_j$  умноженных на объемные доли этих компонент  $\bar{x}_j$ , входящих в купаж, что математически можно записать в виде

$$C = \sum_{j=1}^k C_j \bar{x}_j, \quad (14)$$

Таким образом, задача оптимизации в этом случае сведена к Основной Задаче Линейного Программирования (ОЗЛП) [4], которую для нашего случая можно сформулировать так: найти неотрицательные значения переменных  $\bar{x}_j$ , которые удовлетворяют всем уравнениям системы (8) и одновременно обращают в минимум или максимум линейную функцию (14) этих переменных.

*Оптимизация содержания каких-либо компонентов или веществ при одновременном достижении заданных кондиций.* Рассмотрим сначала случай оптимизации содержания каких-либо компонентов. Такая задача может возникнуть при необходимости максимизировать содержание какого-либо компонента или группы компонентов купажа при одновременном достижении в купаже заданных концентраций технологически важных веществ, регламентированных в нормативно-технической документации на данную готовую продукцию.

Предположим, что некоторые из компонентов  $x_j$  значительно улучшают качество готового продукта, а

следовательно, чем больше их присутствие в готовом купаже, тем лучше. Присвоим каждому компоненту  $x_j$  определенный вес  $K_j$  – показатель, характеризующий способность улучшать качество готового продукта. Чем численное значение  $K_j$  выше, тем больше способность  $j$ -го компонента улучшать качество купажа. Введем линейную функцию вида

$$L(x_1, \dots, x_k) = \sum_{j=1}^k K_j x_j. \quad (15)$$

Очевидно, чем выше объемная доля компонент с большими весами  $K_j$ , тем больше значение функции  $L$ .

Таким образом, задача оптимизации в этом случае также сведена к ОЗЛП, которую в этом случае можно сформулировать следующим образом: найти неотрицательные значения переменных  $x_1, \dots, x_k$ , которые удовлетворяют всем уравнениям системы (8) и одновременно обращают в максимум линейную функцию  $L$  этих переменных. Функция  $L$  называется целевой функцией.

Если необходимо оптимизировать содержание какого-либо вещества при одновременном выполнении основных кондиций, то в качестве целевой функции можно использовать непосредственно уравнение показателя баланса вида

$$a = \sum_{j=1}^k a_j x_j, \quad (16)$$

где  $a$  – концентрация вещества в купаже, содержание которого необходимо оптимизировать,  $a_j$  – концентрация оптимизируемого вещества в  $j$ -м компоненте купажа.

Задачу оптимизации в этом случае можно сформулировать так: найти неотрицательные значения переменных  $x_1, \dots, x_k$ , которые удовлетворяют всем уравнениям системы (8) и одновременно обращают в максимум или минимум (в зависимости от поставленной задачи) линейную функцию (16) этих переменных.

*Получение купажа с составом, максимально приближенным к эталону.* Такая задача может возникнуть ввиду невозможности составить купаж с требуемыми концентрациями технологически важных веществ из данных купажных материалов. В этом случае иногда допустимо получение купажа с максимально возможным приближением к требуемому.

Для облегчения понимания возможных подходов к решению этой задачи численными методами на ЭВМ целесообразно использовать понятие  $n$ -мерного Евклидова пространства показателей состава, где любой напиток можно представить в виде радиус-вектора в Линейном Пространстве Технологически Важных Показателей (ЛПТВП) в виде

$$\mathbf{r}(a_i, x) = \sum_{i=1}^n \mathbf{r}_i a_i \beta_i x, \quad (17)$$

где  $\mathbf{r}$  – радиус-вектор в ЛПТВП,  $a_i$  – абсолютное значение  $i$ -го показателя состава, с точностью до определения массовая или объемная концентрация  $i$ -го технологически важного вещества (интенсивный параметр),  $\beta_i$  – нормировочный коэффициент, численно равный  $1/\max\{a_i\}$ ,  $x$  – объем напитка (экстенсивный параметр),  $n$  – размерность линейного пространства,

$\mathbf{r}_i$  – единичный орт в ЛПТВП. Введение нормировочного коэффициента в ряде случаев необходимо для нормальной работы алгоритмов оптимизации основанных на использовании понятия расстояния в ЛПТВП, чтобы нивелировать разницу в абсолютных численных значениях различных показателей состава и, следовательно, их вклад в расстояние между векторами.

Соответствующая координата в ЛПТВП линейно пропорциональна произведению параметра интенсивности (концентрации)  $a_i$  на экстенсивный параметр (объем) напитка –  $x$ , а будучи деленная на соответствующий нормировочный коэффициент имеет физический смысл абсолютного количества  $i$ -го технологически важного вещества в количестве напитка  $x$ . Однако такое же абсолютное количество  $i$ -го вещества, а, следовательно, и соответствующие координаты вектора  $\mathbf{r}$  в ЛПТВП можно получить за счет использования меньшего количества напитка, но с большими концентрациями веществ  $a_1, \dots, a_n$ . Чтобы избежать этой неопределенности, было принято условно, что для любого напитка  $a_i=1$ . Тогда проекция  $\mathbf{r}$  на направление  $\mathbf{r}_1$  будет численно выражать объем напитка. Строго говоря, с целью учета контракции (изменение объема при смешивании компонентов купажа) при купаже, корректнее было бы использовать в качестве  $a_1$  плотность напитка  $\rho$ . В этом случае соответствующая координата будет численно равна массе напитка. Однако с целью упрощения модели, а также учитывая, что зачастую не стоит задача получить абсолютно точное значение кондиций купажа, то принятое допущение  $a_i=1$  в большинстве случаев вполне приемлемо. Тогда купаж  $k$ -компонентов можно записать как линейную комбинацию компонентов купажа  $\mathbf{r}_j (a_{ij}, x_j)$  в виде:

$$\mathbf{r}(a_i, x) = \sum_{j=1}^k x_j \sum_{i=1}^n \mathbf{r}_i \cdot a_{ij} \cdot \beta_i, \quad (18)$$

где  $a_i$  –  $i$ -й показатель состава купажа,  $x$  и  $x_j$  – объем купажа и  $j$ -го компонента купажа соответственно,  $a_{ij}$  –  $i$ -й показатель состава  $j$ -го компонента купажа.

В данном представлении купаж является суперпозицией векторов его элементов. Векторное представление напитка в линейном пространстве ЛПТВП позволяет ввести понятие расстояния в ЛПТВП, определенное как корень квадратный из суммы квадратов разностей соответствующих координат двух векторов и применить стандартные алгоритмы оптимизации в рамках основной задачи линейного программирования для решения практических задач по расчету и оптимизации состава винопродукции методом купажа [13]. Прямая задача решается путем подстановки известных значений  $x_j$  в формулу (18), обратная – стандартными методами решения систем линейных алгебраических уравнений [16-18], либо сводится к частной задаче оптимизации состава купажа из условия максимального достижения заданных кондиций методами последовательной оптимизации с ограничениями [19, 20].

Рассмотрим задачу оптимизации, которая наибо-

лее универсальна как для решения задач оптимизации состава купажа, так и решения «обратной задачи» при составлении купажа. Пусть необходимо составить купаж  $r(a_{ij}, x)$  с максимально приближенными к эталону  $r(a_i^0, x)$  концентрациями технологически важных веществ. Запишем разность двух векторов  $r$  и  $r_0$

$$\Delta r = r - r_0 = \sum_{j=1}^k x_j \sum_{i=1}^n r_i a_{ij} \beta_i - x \sum_{i=1}^n r_i a_i^0 \beta_i, \quad (19)$$

Очевидно, если вектор  $\Delta r$ , а следовательно, и абсолютное значение его координат будут уменьшаться, то это означает, что получен купаж более приближенный по технологически важным показателям состава к эталону. Чтобы не учитывать знаки отклонений по каждой координате вектора  $\Delta r$  от  $r_0$ , возведем каждое отклонение в квадрат и просуммируем квадраты отклонений по всем координатам. Пусть  $f$  сумма квадратов координат вектора  $\Delta r$

$$f(x_j, a_{ij}, a_i^0, x) = \sum_{i=1}^n \beta_i^2 \left( \sum_{j=1}^k a_{ij} x_j - a_i^0 x \right)^2. \quad (20)$$

Тогда, задачу оптимизации состава купажа в этом случае можно свести к поиску таких неотрицательных значений  $x_j$  – объемов компонент, при которых функция  $f$  обращается в минимум, при заданных условиях  $a_{ij}, a_i^0, x$ .

В некоторых случаях могут быть лимитированы максимально возможные количества купажных материалов  $x_j \leq b_j$ . С учетом вышесказанного общую задачу поиска максимума функции  $f$  можно сформулировать так: при заданном комплексе условий  $a_{ij}, a_i^0, x$  и  $x_j \leq b_j$  найти такие неотрицательные значения  $x_j$ , которые обращают функцию  $f$  в минимум. Этот минимум обозначим:

$$f^* = \min_{0 \leq x_j \leq b_j} \{f(x_j, a_{ij}, a_i^0, x)\}. \quad (21)$$

Для нахождения  $x_j$ , обращающих функцию  $f$  в минимум, можно использовать два подхода:

– аналитический, путем нахождения частных производных;

– с использованием итерационных алгоритмов реализованных численными методами.

С точки зрения поиска решения поставленной задачи на ЭВМ предпочтительнее второй подход [20].

В случае, если  $x_j$  не лимитированы, то условием экстремума функции, а значит и возможного минимума является равенство нулю производных  $f$  по всем  $x_j$ . Однако, в случае, если  $x_j$  лимитированы, а возможные минимумы функции  $f$  находятся вне области допустимых значений для  $x_j$ , данный подход не приведет к желаемому результату.

С целью устранения указанного недостатка, а также удобства нахождения минимума функции  $f$  численными методами на ЭВМ, целесообразно применить метод штрафной функции [19], который заключается в преобразовании задачи минимизации функции  $f$  с соответствующими ограничениями наложенными на  $x_j$ , в задачу поиска минимума без ограничений функции вида

$$Z(x_j, a_{ij}, a_i^0, x, b_j) = f(x_j, a_{ij}, a_i^0, x) + p(x_j, b_j), \quad (22)$$

где функция  $p(x_j, b_j)$  называется штрафной, необходимо, чтобы при нарушении ограничений она штрафвала функцию  $Z$ , т. е. увеличивала ее значение [19]. В нашем случае удобно выбрать штрафную функцию следующего вида

$$p(x_j, b_j) = \varepsilon \prod_{j=1}^k \frac{1}{(b_j - x_j)}, \quad (23)$$

где  $\varepsilon$  – неотрицательное число, достаточно малое по величине, чтобы уменьшить разницу между функцией  $f$  и  $Z$ , особенно в области значений аргументов  $x_j$  близких к соответствующим  $b_j$ .

Тогда для функции  $Z$  в нашем случае можно записать

$$Z(x_j, a_{ij}, a_i^0, x, b_j) = \sum_{i=1}^n \beta_i^2 \left( \sum_{j=1}^k a_{ij} x_j - a_i^0 x \right)^2 + \varepsilon \prod_{j=1}^k \frac{1}{(b_j - x_j)}. \quad (24)$$

Из общего вида функции  $Z$  очевидно, что при  $\varepsilon$  стремящемся к нулю ( $\varepsilon \rightarrow 0$ ), значения  $x_j$  отвечающие минимуму функции  $Z$  задачи оптимизации без ограничений совпадают с значениями функции  $f$  соответствующей задачи оптимизации функции  $f$  с ограничениями ( $b_j \geq x_j$ ), а сами значения  $f$  и  $Z$  при  $\varepsilon \rightarrow 0$  совпадают, что можно записать в виде

$$f^*(x_j, a_{ij}, a_i^0, x) = \lim_{\varepsilon \rightarrow 0} [\min Z(x_j, a_{ij}, a_i^0, x, b_j)]. \quad (25)$$

Функция (24) легко минимизируема любым методом последовательной оптимизации без ограничений, например методом покоординатного спуска [19], однако, следует учесть то, что поиск оптимальных значений  $x_j$  следует начинать из области допустимых значений для  $x_j$  ( $0 \leq x_j \leq b_j$ ) в силу специфики функции  $Z$ .

### Выводы

В результате проведенной работы сформулированы основные принципы построения математических моделей пригодных для решения задач по моделированию и проектированию состава и свойств напитков методом купажа. Выделены и сформулированы основные типы задач, возникающие в процессе решения задач по моделированию и проектированию состава и свойств винодельческой продукции методом купажа, а также базовые алгоритмы и методы их решения численными методами на ЭВМ.

Полученные результаты могут быть основой для создания прикладных программ для расчета и оптимизации состава купажных напитков на ЭВМ.

### Источник финансирования

Не указан.

### Financing source

Not specified.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Меденников В.И., Горбачев М.И., Муратова Л.Г., Сальников С.Г. Концепция развития информатизации АПК при переходе к цифровой экономике // Международный сельскохозяйственный журнал. 2017;5:49-53.
2. Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A., Yakuba Yu.F., Guguchkina T.I. Computer analysis of the sensory qualities of red wines



- as a method to optimize their blend formulation. *Heliyon*. 2019;5:e01602. DOI 10.1016/j.heliyon.2019.e01602.
3. Koak J.H., Kang B.S., Hahm Y.T., Park C.S., Baik M.Y. & Y.K.B. Blending of different domestic grape wines using mixture design and optimization technique. *Food science and biotechnology*. 2010;19(4):1011–1018.
  4. Вентцель Е.С. Исследование операций: задачи, принципы, методология. 2-е изд. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1988:1-208.
  5. Khalafyan A.A., Yakuba Yu.F., Temerdashev Z.A., Kaunova A.A., Titarenko V.O. Statistical probability simulation of the organoleptic properties of grape wines. *J. Anal. Chem.* 2016;71:1138-1144.
  6. Khalafyan A.A., Yakuba Yu.F., Temerdashev Z.A. Application of ranging analysis to the quality assessment of wines on a nominal scale. *J. Anal. Chem.* 2016;71:205-214.
  7. Moore D.B., Griffin T.G. Computer blending technology. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1978;29(1):50–53. <http://www.ajevonline.org/content/29/1/50>.
  8. Datta S., Nakai S. Computer-aided optimization of wine blending. *Journal of Food Science*. 1992;57(1):178–182. DOI 10.1111/j.1365-2621.1992.tb05450.x.
  9. Ferrier J.G., Block D.E. Neural-network-assisted optimization of wine blending based on sensory analysis. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2001;52(4):386–395. <http://www.ajevonline.org/content/52/4/386>.
  10. Vismara P., Coletta R., Trombettoni G. Constrained wineblending. In *Proceedings CP, Constraint programming*, Springer. LNCS 8124. 2013:864–879.
  11. Vismara P., Coletta R., Trombettoni G. Constrained global optimization for wine blending. *Constraints*. 2016;21:597–615. DOI 10.1007/s10601-015-9235-5.
  12. Тимофеев Р.Г. Некоторые приложения теории матриц к решению задач создания напитков с заданными условиями методом купажа // *Виноградарство и виноделие*. 1996;1:82-86.
  13. Тимофеев Р.Г., Кречетов И.В. Методы математического моделирования на ЭВМ для получения оптимальных купажей // *Виноград и вино России*. 1998;6:29-31.
  14. Таблицы для определения содержания этилового спирта в водно-спиртовых растворах (Спиртометрические таблицы). М.: Государственный комитет стандартов Совета министров СССР. 1972:1-364.
  15. Парфентьева Т.Л. К вопросу о контракции при спиртовании сусел и вин // *Тр. Краснодарского ин-та пищ. пром-сти*. Вопросы технологии вина. 1961;22:386-388.
  16. Боревиц З.И. Определители и матрицы. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит. 1988:1-184.
  17. Дьяконов В.П. Справочник по алгоритмам и программам на языке Бейсик для персональных ЭВМ: Справочник. М.: Наука: Гл. ред. физ.-мат. лит.-ры, 1989:1- 240.
  18. Мудров А.Е. Численные методы для ПЭВМ на языках Бейсик, Фортран и Паскаль. Томск: МП «РАСКО». 1991:1-272.
  19. Банди Б. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. М.: Радио и связь. 1988:1-128.
  20. Гилл Ф., Мюрей У., Райт М. Практическая оптимизация: Пер. с англ. М.: Мир. 1985:1-509.
- ### References
1. Medennikov V.I., Gorbachev M.I., Muratova L.G., Salnikov S.G. The concept of development of informatization of the AIC at the transition to the digital economy. *International agricultural journal*. 2017; 5:49-53 (*in Russian*).
  2. Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A., Yakuba Yu.F., Guguchkina T.I. Computer analysis of the sensory qualities of red wines as a method to optimize their blend formulation. *Heliyon*. 2019;5:e01602. DOI 10.1016/j.heliyon.2019.e01602.
  3. Koak J.H., Kang B.S., Hahm Y.T., Park C.S., Baik M.Y. & Y.K.B. Blending of different domestic grape wines using mixture design and optimization technique. *Food science and biotechnology*. 2010;19(4):1011–1018.
  4. Ventsel E.S. Operations research: tasks, principles, methodology. 2-e edition. М.: Nauka. Ch. ed. phys.-math. literature, 1988:1-208 (*in Russian*).
  5. Khalafyan A.A., Yakuba Yu.F., Temerdashev Z.A., Kaunova A.A., Titarenko V.O. Statistical probability simulation of the organoleptic properties of grape wines. *J. Anal. Chem.* 2016;71:1138-1144.
  6. Khalafyan A.A., Yakuba Yu.F., Temerdashev Z.A. Application of ranging analysis to the quality assessment of wines on a nominal scale. *J. Anal. Chem.* 2016;71:205-214.
  7. Moore D.B., Griffin T.G. Computer blending technology. *American Journal of Enology and Viticulture*, 1978;29(1):50–53. <http://www.ajevonline.org/content/29/1/50>.
  8. Datta S., Nakai S. Computer-aided optimization of wine blending. *Journal of Food Science*. 1992;57(1):178–182. DOI 10.1111/j.1365-2621.1992.tb05450.x.
  9. Ferrier J.G., Block D.E. Neural-network-assisted optimization of wine blending based on sensory analysis. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2001;52(4):386–395. <http://www.ajevonline.org/content/52/4/386>.
  10. Vismara P., Coletta R., Trombettoni G. Constrained wineblending. In *Proceedings CP, Constraint programming*, Springer. LNCS 8124. 2013:864–879.
  11. Vismara P., Coletta R., Trombettoni G. Constrained global optimization for wine blending. *Constraints*. 2016;21:597–615. DOI 10.1007/s10601-015-9235-5.
  12. Timofeev R.G. Some applications of the theory of matrices to the composing of beverage blends with pre-fixed conditions. *Viticulture and Winemaking*. 1996; 1:82-86 (*in Russian*).
  13. Timofeev R.G., Krechetov I.V. Methods of mathematical modeling on a computer to obtain optimal blends. *Grapes and wine of Russia*. 1998;6:29-31 (*in Russian*).
  14. Tables for determining the content of ethyl alcohol in water-alcohol solutions (Alcoholometric tables). М.: The State Committee of Standards of the Council of Ministers of the USSR. 1972:1-364 (*in Russian*).
  15. Parfentyeva T.L. On the issue of contraction during alcoholization of musts and wines. *Works of Krasnodar Institute of Food Industry. Questions of wine technology*. 1961;22:386-388 (*in Russian*).
  16. Borevich Z.I. Determinants and matrices. М.: Science. Ch. ed. of phys.-math. lit. 1988:1-184 (*in Russian*).
  17. Dyakonov V.P. Handbook of algorithms and programs in BASIC for Personal Computers: A Handbook. М.: Nauka: Ch. ed. of phys.-math. lit. 1989:1-240 (*in Russian*).
  18. Mudrov A.E. Numerical methods for PC in BASIC, Fortran and Pascal. Томск: МП RASKO. 1991:1-272 (*in Russian*).
  19. Bunday B.D. Basic optimisation methods. Edward Arnold Publishers. М.: Radio i svyaz' publ. 1988:1-128 (*in Russian*).
  20. Gill F., Myurei U., Rait M. Practical optimization: translated from English. М.: Mir. 1985:1-509 (*in Russian*).

### Информация об авторе

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

### Information about author

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

Статья поступила в редакцию 04.05.2022, одобрена после рецензии 13.05.2022, принята к публикации 20.05.2022

## Разработка нового отечественного технологического оборудования как основа современных технологий производства винодельческой продукции

Сильвестров А.В.<sup>✉</sup>, Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А.

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

<sup>✉</sup>asilvestr12@mail.ru

**Аннотация.** В работе поднимается вопрос о необходимости оснащения винодельческой отрасли России отечественным современным технологическим оборудованием, ориентированным на получение высококачественной конкурентоспособной винодельческой продукции. В качестве примера приводится сотрудничество института «Магарач» с АО «Некрасовский машиностроительный завод» при разработке современной оригинальной, не имеющей мировых аналогов в части бесшатунного привода, а также минимального механического воздействия на транспортируемый продукт конструкции насосной установки для перекачки виноградной мезги с гребнями и других продуктов виноделия. Выпускаемая с 2016 г. Некрасовским машиностроительным заводом по технической документации, разработанной институтом «Магарач», эта установка пользуется большим спросом, в том числе и за рубежом. Успешно внедрена в винодельческое производство прошедшая приемочные испытания в 2018 г. насосная установка поршневого типа марки НПВ-10/32, предназначенная для перекачки сула и виноматериалов, также выпускаемая АО «Некрасовский машиностроительный завод». Кроме того, институтом «Магарач» предложены технические решения и подготовлены эскизные проекты технологического оборудования, позволяющего значительно усовершенствовать существующие технологии.

**Ключевые слова:** технологическое оборудование; винодельческая промышленность; технологические процессы; установка; серийное производство.

**Для цитирования:** Сильвестров А.В., Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А. Разработка нового отечественного технологического оборудования как основа современных технологий производства винодельческой продукции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022; 24(2):193-196. DOI 10.35547/IM.2022.44.32.015

ANALYTICAL REVIEW

## Development of new local technological equipment as a basis of modern technologies for wine production

Silvestrov A.V.<sup>✉</sup>, Chaplygina N.B., Mishunova L.A.

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

<sup>✉</sup>asilvestr12@mail.ru

**Abstract.** The research raises issue of necessity to equip Russian winemaking industry with locally produced modern technological equipment, focused on obtaining high-quality competitive wine products. As an example, cooperation of the Institute Magarach with JSC Nekrasovsky Machine-Building Plant in the development of modern original, unparalleled anywhere in the world in terms of conrod-free driving units, as well as minimal mechanical impact on the transported product, the design of a pumping unit for transferring grape pulp with stems and other winemaking products is presented. In production since 2016 by Nekrasovsky Machine-Building Plant, according to the technical documentation developed by the Institute Magarach, this unit is in good demand in Russia and in foreign countries. Also manufactured by JSC Nekrasovsky Machine-Building Plant and designed for pumping must and wine materials, the NPV-10/32 piston-type pumping unit, which passed acceptance tests in 2018, is successfully introduced in the winemaking industry. In addition, the Institute Magarach has proposed engineering solutions and prepared draft designs of technological equipment, contributing to significant improvements in existing technologies.

**Key words:** technological equipment; winemaking industry; technological processes; installation; mass manufacturing.

**For citation:** Silvestrov A.V., Chaplygina N.B., Mishunova L.A. Development of new local technological equipment as a basis of modern technologies for wine production. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(2):193-196 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.44.32.015

### Введение

Развитие винодельческой промышленности, ориентированной на производство высококачественной, конкурентоспособной винодельческой продукции невозможно без оснащения её современным технологическим оборудованием.

Вопросами оснащения винодельческой отрасли технологическим оборудованием институт «Мага-

рач» занимается более 60 лет. На протяжении десятилетий по мере развития технологических приемов переработки винограда и производства винодельческой продукции создавались образцы нового технологического оборудования и, наоборот, разработка принципиально нового оборудования служила основой для совершенствования и разработки новых технологий [1].

В настоящее время в России винодельческая промышленность практически не имеет отечественной машиностроительной базы для технического осна-

щения ее современным технологическим оборудованием, в отличие от ведущих стран-производителей винодельческой продукции, таких как: Франция, Германия, Италия, США и др. [2].

Вместе с тем развитие винодельческой промышленности, ориентированной на производство высококачественной, конкурентоспособной винодельческой продукции, совершенствование технологических процессов в отрасли невозможно без оснащения её современным технологическим оборудованием.

Целью работы является анализ состояния отечественной машиностроительной базы для производства современного, высокоэффективного технологического оборудования с целью оснащения винодельческой отрасли России. В настоящее время особенно актуален вопрос разработки современного технологического оборудования при повсеместных требованиях к снижению энергопотребления производства, высоких потребительских требованиях к качеству получаемой винодельческой продукции, ее безопасности.

#### Результаты исследований и их обсуждение

К сожалению, скорее исключением, чем правилом является выпуск насосного оборудования для виноделия АО «Некрасовский машиностроительный завод» (АО «НМЗ»). Сотрудничество АО «НМЗ» и института «Магарач» началось в 1980 г., когда была совместно разработана поршневая насосная установка Ж6-ВНП-10/32. Эта установка успешно прошла приемочные испытания и была запущена в серийное производство [3]. Выпуск установки продолжается и в настоящее время.

Развитием конструкции насосной установки Ж6-ВНП-10/32 стала насосная установка Ж6-ВНП-12,5/32, которая впервые в винодельческой промышленности была оснащена принципиально новым приводом – бесшатунным. Установка прошла приемочные испытания и была рекомендована к производству в АО «НМЗ». Однако в силу экономических причин не была запущена в серию.

С 2014 г. сотрудничество института «Магарач» и АО «НМЗ» было продолжено. Так в 2016 г. институтом «Магарач», с целью замены морально и технически устаревшего поршневого мезгонасоса ПМН-28, была разработана и испытана новая современная насосная установка НПМ-32/32, предназначенная для перекачивания в щадящем режиме виноградной мезги (в том числе с гребнями), а также сусла, виноматериалов, гущевых и дрожжевых осадков [4]. Серийное производство установки начато в АО «НМЗ». На 01.01.2022 г. выпущено 25 таких установок, часть из которых была экспортирована за рубеж.

Установка выполнена в передвижном исполнении. Конструктивно её проточная часть оптимизирована с целью получения равномерного потока перекачиваемого продукта и большей высоты самовсасывания. Оригинальный бесшатунный приводной механизм насоса позволяет при эксцентриситете R получить ход поршня 4R, при этом в 1,8 раза уменьшается число двойных ходов, а значит и механическое воздействие

на транспортируемый продукт.

Проточная часть установки полностью изготовлена из коррозионностойкой высокопрочной стали 12X18H10T, что увеличивает её срок службы при перекачке мезги и продуктов с большим содержанием взвесей, улучшает качество санитарной обработки установки.

Установка прошла производственные испытания на винзаводе «Алушта» ФГУП ПАО «Массандра», где использовалась для перекачки дрожжевых осадков, имеющих соотношение твердой и жидкой фаз 1:2. Перекачка проводилась на расстояние 30 м по шлангам диаметром 100 мм. Всего в ходе испытаний было перекачено 7100 дал осадков. По отзыву предприятия, установка работала стабильно и надежно, забивания проточной части насоса и шлангов не наблюдалось. Замечаний по работе установки не было. Отмечено, что она удобна в обслуживании, легко перемещается по цеху и надежно фиксируется на месте работы. По окончании работы установка легко промывается водой от остатков перекачиваемых продуктов.

ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» разработан новый поршневой насос марки НПВ-10/32, удовлетворяющий современным требованиям винодельческого производства [5, 6]. Он может применяться на винодельческих и соковых заводах для перекачивания виноградного сусла, виноматериалов и соков.

Насос НПВ-10/32 – горизонтальный, однопоршневой, двустороннего действия; состоит из собственно насоса, электродвигателя с пускозащитной аппаратурой, клиноременной передачи, редуктора, двух пар колес, одна из которых установлена в поворотной тележке с тормозным механизмом. В настоящее время выпуск насоса налажен АО «Некрасовский машиностроительный завод».

Насос выполнен в передвижном исполнении. Конструктивные параметры проточной части оптимизированы с целью получения максимально равномерного потока, большей высоты самовсасывания, уменьшения нейтрального пространства и, следовательно, резкого снижения окисления перекачиваемого продукта, а также потери ароматических веществ. Получить указанные результаты также позволило применение бесшатунного привода насоса оригинальной конструкции вместо традиционного кривошипно-шатунного механизма.

Клапанная коробка и цилиндр насоса изготовлены из легированной нержавеющей стали 12X18H10T, которая считается наиболее технологичной и безопасной для изготовления оборудования, имеющего длительный контакт с винодельческими продуктами, так как содержит в своем составе титан и другие компоненты, увеличивающие коррозионную стойкость.

Седла клапанной коробки также изготовлены из нержавеющей стали. Они имеют специально профилированную рабочую поверхность, что позволяет значительно снизить износ клапанов.

Изготовление цилиндра из нержавеющей стали позволило практически исключить его износ при пе-

рекачивании абразивных сред, в том числе содержащих бентонит, диатомит, перлит и т.п.

Свободное пространство между корпусом насоса и корпусом редуктора позволяет легко и быстро проводить техническое обслуживание, в частности заменить сальниковую набивку. В редукторе привода используется пластичная смазка вместо машинного масла, что исключает утечку масла и его попадание в продукт и на пол помещения. Кроме того, редуктор по штоку уплотнен специальной манжетой, что также способствует исключению контакта перекачиваемого продукта и смазки.

Четыре колеса насоса выполнены из износостойкой резины. Два колеса являются управляемыми, они установлены на специальной тележке с автоматическим тормозным устройством, что позволяет легко и безопасно перемещать насос по производственным помещениям. На 01.01.2022 г. АО «НМЗ» выпущено 16 единиц насосов марки НПВ-10/32.

Разработанный насос является базовым при разработке технического проекта на установку для перекачивания виноматериалов с одновременным дозированием необходимых вспомогательных веществ с целью придания винодельческой продукции качества, типичности, в том числе стабильности к различного вида помутнениям. Механизм бесшатунного привода поршня позволяет дополнительно осуществлять привод до трех насосов-дозаторов от одного электродвигателя. Установка на насос специально разработанных нами дозирующих приставок и узла ввода дозируемых веществ позволит точно и равномерно дозировать в перекачиваемый виноматериал растворы различных сорбентов.

Эта установка позволяет полностью механизировать и сократить по времени процесс обработки виноматериалов и осуществить новую для отечественного виноделия технологию поточно-сорбционной обработки. Данная технология, по сравнению с общепринятой [7], позволяет в разы снизить дозы сорбента при обработке до 80–100 мг/дм<sup>3</sup> бентонита, что приводит к снижению объема образуемых осадков в виноматериале в три раза, их плотной консистенции и снижению потерь виноматериала при снятии с осадка, сократить время осветления виноматериала до 5–7 суток. Кроме того, сниженные дозы бентонита при обработке позволяют исключить дополнительное насыщение виноматериала кальцием.

Необходимо отметить, что виноматериалы, приготовленные по технологии с применением поточно-сорбционной обработки, отличаются повышенной розливостойкостью [8]. Серийное производство установки также планируется на АО «Некрасовский машиностроительный завод».

В совместных планах института «Магарач» и АО «НМЗ» проектирование и изготовление опытного образца центрифуги для осветления виноградного сусла и плодовых соков (аналога зарубежного декантера), так как завод имеет опыт серийного производства соковой центрифуги РЗ-ПЦК-100, предназначенной для выделения клеточного сока картофе-

ля, а институт «Магарач» имеет научный задел по центрифугированию виноградного сусла. Разработка центрифуги особенно актуальна в современных условиях винодельческого производства при высоких потребительских требованиях к качеству и безопасности винодельческой продукции, учитывая тот факт, что пестициды эффективно осаждаются при центрифугировании сусла – в осадке обнаруживается до 90 – 95 % пестицидов от их первоначального содержания в виноградном сусле [9-11].

### Выводы

Таким образом, основными направлениями в разработке институтом «Магарач» нового технологического оборудования для виноделия являются следующие:

- разработка машин и аппаратов, оказывающих минимальное механическое воздействие на перерабатываемое сырье, максимально сохраняющих биологическую ценность виноградной ягоды;
- разработка оборудования, позволяющего осуществлять производственные технологии с использованием новых для виноделия физических эффектов, снижающих энергетические и материальные затраты винодельческого производства;
- максимальное использование коррозионно-стойких сталей для деталей, контактирующих с винодельческими продуктами.

Однако без машиностроительной базы и серийного производства машин новые разработки института остаются единичными образцами, недоступными винодельческим предприятиям.

### Источник финансирования

Не указан.

### Financing source

Not specified.

### Конфликт интересов

Не заявлен.

### Conflict of interests

Not declared.

### Список литературы

1. Сильвестров А.В., Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Рыжков В.В. Поиск новых конструктивных решений оборудования для технологических процессов в виноделии // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(1):97-102. DOI 10.35547/IM.2021.53.79.016
2. Виноградов В.А. Оборудование винодельческих заводов. Симферополь: Таврида. 2002;1:1-416.
3. Тихонов В.П., Кулев С.В., Воробьев В.А., Гусев А.В. Новая насосная установка Ж6-ВНП-10/32 // Виноделие и виноградарство СССР. 1984;6:36-37.
4. Кулев С.В., Виноградов В.А., Хохлов Ф.В., Скотников В.Г. Новая насосная установка для виноделия марки НПМ-32/32 // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2016;3:44-45.
5. Кулев С.В., Сильвестров А.В., Чаплыгина Н.Б., Ведерникова Т.И. Новый насос для виноделия марки НПМ-10/32 // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2018;47:75-76.
6. Кулев С.В., Сильвестров А.В., Чаплыгина Н.Б., Ведерникова Т.И., Скотников В.Г. Результаты производственных и приемочных стендовых испытаний современных насо-

- сных установок для винодельческой промышленности // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;2:46-48.
7. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции / Под общ. ред. Н.Г. Сарисвили. М.: Пищепромиздат. 1998:1-244.
  8. Сильвестров А.В., Чаплыгина Н.Б., Ермихина М.В., Рыжков В.В. Применение технологии и оборудования для поточно-сорбционной обработки виноматериалов с целью обеспечения розливостойкости винодельческой продукции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;1:77-82. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.016.
  9. Schopfer J.F. La remanence des produits de traitement viticole antifongique et leur influence sur la vinification. Annales de Technologie Agricole. 1978;27(1):383-393.
  10. Delfini G. Indagine sulla formazione di acido solfidrico nel so della fermentazione di alcoolica e sua presenza nel vino. Vini d'Italia. 1979;2:118-124.
  11. Антоненко М.В. Технологические приемы производства столовых вин без остаточных количеств триазолов. Краснодар: ГНУ Северо-Кавказский зональный НИИ садоводства и виноградарства Россельхозакадемии. 2012:1-112.
- ### References
1. Silvestrov A.V., Zagorouiko V.A., Chaplygina N.B., Ryzhkov V.V. Search for new engineering design solutions of equipment for technological processes in winemaking. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(1):97-102 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.53.79.016.
  2. Vinogradov V.A. Equipment for wineries. Simferopol: Tavrida. 2002;1:1-416 (in Russian).
  3. Tikhonov V.P., Kulev S.V., Vorobyov V.A., Gusev A.V. New pumping unit model Zh6-VNP-10/32. Winemaking and Viticulture in the USSR. 1984;6:36-37 (in Russian).
  4. Kulev S.V., Vinogradov V.A., Khokhlov F.V., Skotnikov V.G. New pumping unit model NPM-32/32 for winemaking. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2016;3:44-45 (in Russian).
  5. Kulyov S.V., Silvestrov A.V., Chaplygina N.B., Vedernikova T.I. New pump for winemaking NPM-10/32. Viticulture and Winemaking. Collection of Scientific Works. 2018;47:75-76 (in Russian).
  6. Kulyov S.V., Silvestrov A.V., Chaplygina N.B., Vedernikova T.I., Skotnikov V.G. Performance and acceptance bench-test results for pumping units used in the wine industry. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;2:46-48 (in Russian).
  7. Collection of basic rules, technological instructions and regulatory materials for wine production. Under the general editorship of N.G. Sarishvili. M.: Pishchepromizdat. 1998:1-244 (in Russian).
  8. Silvestrov A.V., Chaplygina N.B., Ermikhina M.V., Ryzhkov V.V. Application of technology and equipment for flow line-sorption processing of wine materials in order to ensure wine stability after bottling. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(1):77-82 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2020.22.1.016.
  9. Schopfer J.F. La remanence des produits de traitement viticole antifongique et leur influence sur la vinification. Annales de Technologie Agricole. 1978;27(1):383-393.
  10. Delfini G. Indagine sulla formazione di acido solfidrico nel so della fermentazione di alcoolica e sua presenza nel vino. Vini d'Italia. 1979;2:118-124.
  11. Antonenko M.V. Technological methods for the production of table wines without residual amounts of triazoles. Krasnodar: SSI North Caucasian Zonal Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Agricultural Academy. 2012:1-112 (in Russian).

### Информация об авторах

**Антон Владимирович Сильвестров**, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., заведующий лабораторией технологического оборудования и механизации сельского хозяйства; e-mail: asilvestr12@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7360-5794>;

**Наталья Борисовна Чаплыгина**, науч. сотр. лаборатории технологического оборудования и механизации сельского хозяйства; e-mail: 79788411864@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4416-4843>;

**Людмила Алексеевна Мишунова**, мл. науч. сотр. лаборатории технологического оборудования и механизации сельского хозяйства; e-mail: mil\_25@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6804-8842>.

### Information about authors

**Anton V. Silvestrov**, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Head of Laboratory of Process Equipment and Mechanization of Agriculture; e-mail: asilvestr12@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7360-5794>;

**Nataliya B. Chaplygina**, Staff Scientist, Laboratory of Process Equipment and Mechanization of Agriculture; e-mail: aurum.22@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4416-4843>;

**Lyudmila A. Mishunova**, Junior Staff Scientist, Laboratory of Process Equipment and Mechanization of Agriculture; e-mail: mil\_25@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6804-8842>.

Статья поступила в редакцию 27.04.2022, одобрена после рецензии 06.05.2022, принята к публикации 20.05.2022