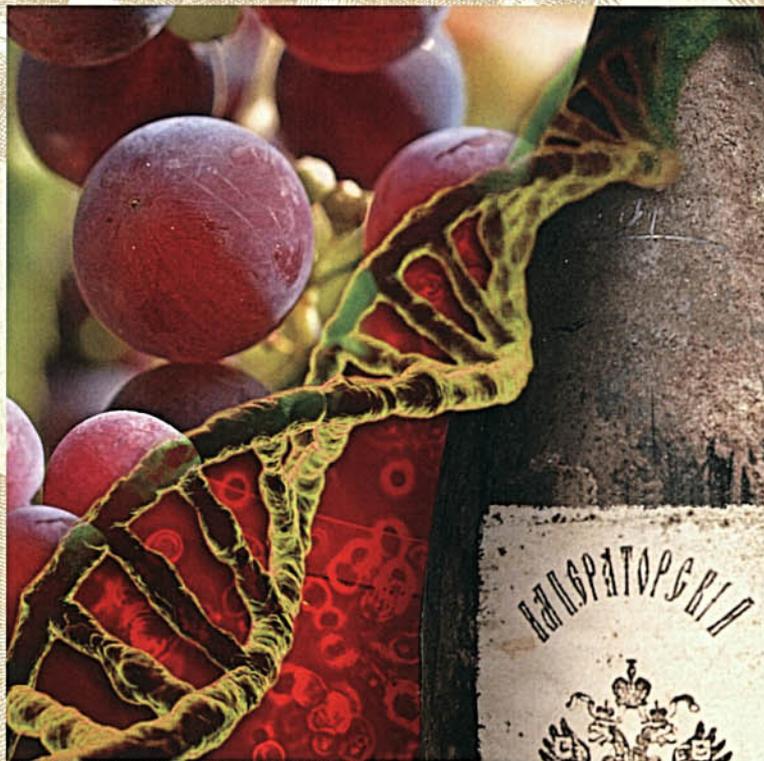


ISSN 2309-9305
2025•27•3

МАГАРАЧ

ВИНОГРАДАРСТВО
и ВИНОДЕЛИЕ



MAGARACH

VITICULTURE
and WINEMAKING



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» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач»)

Главный редактор: Лиховской В.В., д-р с.-х. наук, директор НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач».

Заместители главного редактора:
Алейникова Н.В., д-р с.-х. наук, зам. директора по научной работе (виноградарство), гл. науч. сотр. лаборатории защиты растений НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач»;
Остроухова Е.В., д-р техн. наук, зам. директора по научной работе (виноделие), гл. науч. сотр. лаборатории тихих вин НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач».

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

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

- 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений (сельскохозяйственные науки)
- 4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (биологические науки)
- 4.1.3. Агрехимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (сельскохозяйственные науки)
- 4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры (сельскохозяйственные науки)
- 4.3.3. Пищевые системы (технические науки)

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» - 58301

Редакторы: Зименс Е.Е., Клепайло А.И.

Переводчик: Баранчук С.А.

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

Адрес редакции: 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач». Тел.: (3654) 26-21-91, 23-05-91, 23-06-08

e-mail: edi_magarach@mail.ru

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

Дата выхода в свет __.09.2025 г.

Формат А4. Объем 14,5 п.л. Тираж 80 экз.

Адрес издателя и типографии: 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31, НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач»

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

e-mail: priemna@magarach-institut.ru

© НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач», 2025
ISSN 2309-9305

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Аникина Н.С., д-р техн. наук, гл. науч. сотр., зав. лабораторией химии и биохимии вина НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Бейбулатов М.Р., д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда, НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

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

Вольгин В.А., д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр. сектора ампелографии НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

Гержикова В.Г., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

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

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

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

Егоров Е.А., акад. РАН, д-р экон. наук, проф., гл. науч. сотр., директор ФГБНУ СКФНЦСВВ (Россия);

Загоруйко В.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. НААН, гл. науч. сотр., зав. лабораторией коньяка НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (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);

Кишкоская С.А., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории микробиологии НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

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

Макаров А.С., д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории игристых вин НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

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

Ник Петер, проф., директор Ботанического института Карлсруэ (Германия);

Новело Витторино, проф. кафедры виноградарства Туринского университета (Италия);

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

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

Панахов Т.М. огаы, канд. техн. наук, доцент, НИИВиВ Республики Азербайджан (Азербайджан);

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

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

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

Савин Георг, д-р с.-х. наук, НПИ садоводства, виноградарства и пищевых технологий, Кишинёв (Республика Молдова);

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

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

Странишевская Е.П., д-р с.-х. наук, проф., гл. науч. сотр., зав. лабораторией органического виноградарства НИЦ «Курчатовский институт» - «Магарач» (Россия);

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

Фаналла Освальдо, проф. кафедры сельскохозяйственных и экологических наук Миланского университета (Италия);

Челик Хасан, почетный проф. виноградарства кафедры сельскохозяйственных наук и технологий Европейского университета Лефке (Северный Кипр).

MAGARACH VITICULTURE and WINEMAKING

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

EDITORIAL BOARD:

Founder: Federal State Budget Scientific Institute "All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute" (NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach").

Chief Editor:

Likhovskoi V.V., Dr. Agric. Sci., Director of the NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach".

Deputy Chief Editors:

Aleinikova N.V., Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science, Chief Staff Scientist, Laboratory of Plant Protection, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach";

Ostroukhova E.V., Dr. Techn. Sci., Deputy Director for Science, Chief Staff Scientist, Laboratory of Still Wines, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach".

Editorial address:

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

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

e-mail: edi_magarach@mail.ru

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

Address of the publisher and printing house:

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

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

e-mail: priemnaya@magarach-institut.ru

© NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach", 2025
ISSN 2309-9305

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

Anikina N.S., Dr. Techn. Sci., Chief Staff Scientist, Head of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach" (Russia);

Beibulatov M.R., Dr. Agric. Sci., Chief Staff Scientist of the Laboratory of Grape Agrotechnologies, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach" (Russia);

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

Volynkin V.A., Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of the Ampelography Sector, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach" (Russia);

Gerzhikova V.G., Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of the Laboratory of Chemistry and Biochemistry of Wine, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach" (Russia);

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

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

Dolzhenko T.V., Dr. Biol. Sci., Professor, Department of Plant Protection and Quarantine, FSBEI HE St. Petersburg State Agrarian University (Russia);

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

Zagorouiko V.A., Dr. Techn. Sci., Professor, Corresponding member of the National Academy of Agrarian Sciences (NAAS), Chief Staff Scientist, Head of the Laboratory of Cognac and Brandy, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach" (Russia);

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

Kishkovskaya S.A., Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of the Department of Microbiology, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach" (Russia);

Klimenko V.P., Dr. Agric. Sci., Chief Staff Scientist, Head of the Laboratory of Grapevine Genetics, Selection Biotechnologies and Propagation, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach" (Russia);

Makarov A.S., Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist of the Laboratory of Sparkling Wines, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach" (Russia);

Michlovsky Miloch, Dr. Agric. Sci., Chairman of the Vinselekt Michlovsky plc., oenologist, breeder (Czech Republic);

Nick Peter, Professor, Director of the Botanical Institute of Karlsruhe (Germany);

Novello Vittorino, Professor of Viticulture, University of Turin (Italy);

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

Panasyuk A.L., Corresponding Member of the RAS, Dr. Techn. Sci., Professor, Deputy Director for Science of the All-Russian Scientific Research Institute of Brewing, Nonalcoholic and Wine Industry - Branch of the FSBSI Federal Scientific Centre of Food Systems named after V.M. Gorbatoev of the RAS (Russia);

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

Pashterskiy V.S., Corresponding Member of the RAS, Dr. Agric. Sci., Director of the FSBSI Research Institute of Agriculture of Crimea (Russia);

Petrov V.S., Dr. Agric. Sci., Leading Staff Scientist of the Research Center "Viticulture", FSBSI North Caucasian Federal Research Centre for Horticulture, Viticulture, Winemaking (Russia);

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

Savin Gheorghe, Dr. Agric. Sci., ISPHTA Chisinau (Moldova);

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

Sineokiy S.P., Dr. Biol. Sci., Director of the BRC All-Russian Collection of Industrial Microorganisms, National Research Center "Kurchatov Institute" (Russia);

Stranishvskaya E.P., Dr. Agric. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Head of the Laboratory of Organic Viticulture, NRC "Kurchatov Institute" - "Magarach" (Russia);

Troshin L.P., Dr. Biol. Sci., Professor of the Department of Viticulture, FSBEI HE Kuban State Agrarian University (Russia);

Failla Osvaldo, Professor of the Department of Agricultural and Environmental Sciences, University of Milan (Italy);

Celik Hasan, Emeritus Professor of Viticulture of the Department of Horticulture Sciences and Technologies, European University of Lefke (North Cyprus).

СЕЛЕКЦИЯ И
ПИТОМНИКОВОДСТВО _____

Оригинальное исследование

169 Биотехнологические решения для оздоровления растительного материала винограда от инфекционных болезней

Клименко В.П., Лушай Е.А., Павлова И.А.,
Абдурашитова А.С., Зленко В.А., Григоренко М.И.,
Спотарь Г.Ю., Спотарь Е.Н., Мироненко А.А., Пахомова Е.П.

ВИНОГРАДАРСТВО _____

Оригинальное исследование

177 Морфологическая, продуктивная и увологическая изменчивость генотипов столовых сортов винограда, выращиваемых в ампелографических коллекциях Азербайджана

Гулиева А.А., Шукюрюва В.Н., Ибаева Г.Ю., Салимов В.С.

Оригинальное исследование

186 Новые белоягодные технические сорта винограда селекции Института «Магарач»

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

* Оригинальное исследование

191 Результаты многолетнего изучения донского автохтонного сорта винограда Махроватчик на коллекции в Нижнем Придолье

Наумова Л.Г., Ганич В.А.

Оригинальное исследование

197 Возделывание столовых сортов винограда по системе низкий Воиш в Северном Таджикистане

Саидов М.Ю., Петров В.С.

Оригинальное исследование

203 Влияние радиационных ресурсов на накопление сахаров виноградной ягоды в Южнобережной зоне Крыма

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

* Оригинальное исследование

209 Усовершенствованный кордон Ройя и оценка степени сформированности виноградника

Климов А.С., Урденко Н.А.

Оригинальное исследование

216 Результаты идентификации сортовой принадлежности винограда с использованием SSR-маркеров для хозяйств Крыма в 2024 г.

Спотарь Г.Ю., Мироненко А.А., Спотарь Е.Н.,
Пахомова Е.П., Авидзба А.М.

Оригинальное исследование

221 Эколого-экономические аспекты применения препаратов гуминовой природы в ампелоценозе

Красильников А.А.

ТАБАКОВОДСТВО _____

Оригинальное исследование

227 Влияние семенного материала на качество табачной рассады

Каргина Л.Н., Илюхина В.В.

САДОВОДСТВО _____

Оригинальное исследование

232 Показатели съемной зрелости и лежкости плодов в зависимости от схем посадки яблони в Предгорной зоне Крыма

Кириченко В.С., Смыков А.В.

ЗАЩИТА РАСТЕНИЙ _____

* Аналитический обзор

239 Вредоносные бактериальные болезни риса в современных условиях

Брагина О.А., Гаркуша С.В., Лыско И.А.

ПЕРЕРАБОТКА И
ХРАНЕНИЕ _____

Оригинальное исследование

247 Влияние погодных условий периода вегетации на лежкоспособность хранения плодов яблони сортов Никитского ботанического сада

Денисова О.А., Челебиев Э.Ф., Усков М.К., Горб Н.Н.,
Сотник А.И.

ВИНОДЕЛИЕ.
ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ _____

Оригинальное исследование

253 Современные подходы к мониторингу и оптимизации состава вин

Тимофеев Р.Г.

Оригинальное исследование

261 Массовая концентрация метоксипиразинов в красном винограде как маркер технологической зрелости

Редька В.М., Прах А.В., Агеева Н.М.

Оригинальное исследование

266 Технологическая оценка белых сортов винограда селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко для производства игристых вин

Ванюкова И.И.

Оригинальное исследование

273 Биологически активные вещества масла из семян винограда

Черноусова И.В., Зайцев Г.П.

* – по материалам Международной научно-практической конференции «Современные тенденции науки и образования в области виноградарства и виноделия»

MAGARACH. VITICULTURE AND WINEMAKING C O N T E N T · 2025·27·3

SELECTION and NURSERY _____

ORIGINAL RESEARCH

- 169 Biotechnological solutions for the recovery of grape plant material from infectious diseases**
Klimenko V.P., Lushchay E.A., Pavlova I.A., Abdurashitova A.S., Zlenko V.A., Grigorenko M.I., Spotar G.Yu., Spotar E.N., Mironenko A.A., Pakhomova E.P.

VITICULTURE _____

ORIGINAL RESEARCH

- 177 Morphological, productive and uvological variability of genotypes of table grape varieties grown in ampelographic collections of Azerbaijan**
Guliyeva A.A., Shukurova V.N., Ibayeva G.Yu., Salimov V.S.

ORIGINAL RESEARCH

- 186 New white-berry wine grapevine cultivars bred at the Institute Magarach**
Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Androsova M.A., Likhovskoi V.V.

* ORIGINAL RESEARCH

- 191 The results of long-term studying the Don autochthonous grape variety 'Makhrovatchik' at the Lower Don regional collection**
Naumova L.G., Ganich V.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 197 Cultivation of table grape varieties using low Voish training system in Northern Tajikistan**
Saidov M.Yu., Petrov V.S.

ORIGINAL RESEARCH

- 203 The effect of radiation resources on the accumulation of sugars in grape berries in the South Coastal zone of Crimea**
Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S.

* ORIGINAL RESEARCH

- 209 Improved cordon of Royat and assessment of the degree of vineyard development**
Klimov A.S., Urdenko N.A.

ORIGINAL RESEARCH

- 216 The results of grapevine varietal identification using SSR markers for Crimean vineyards in 2024**
Spotar G.Yu., Mironenko A.A., Spotar E.N., Pakhomova E.P., Avidzba A.M.

ORIGINAL RESEARCH

- 221 Ecological and economic aspects of the use of humic preparations in ampelocenosis**
Krasilnikov A.A.

TOBACCO GROWING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 227 The effect of seed material on the quality of tobacco seedlings**
Kargina L.N., Ilyukhina V.V.

GARDENING _____

ORIGINAL RESEARCH

- 232 Indicators of picking maturity and keeping quality of fruits depending on the planting patterns of apple trees in the Piedmont zone of Crimea**
Kirichenko V.S., Smykov A.V.

PLANT PROTECTION _____

* ANALYTICAL REVIEW

- 239 Harmful bacterial diseases of rice in present-day conditions**
Bragina O.A., Garkusha S.V., Lysko I.A.

PROCESSING and STORAGE _____

ORIGINAL RESEARCH

- 247 The effect of weather conditions during the growing season on keeping quality of apple varieties bred at the Nikitsky Botanical Garden**
Denisova O.A., Chelebiev E.F., Uskov M.K., Gorb N.N., Sotnik A.I.

WINEMAKING.

FOOD SYSTEMS _____

ORIGINAL RESEARCH

- 253 Modern approaches to monitoring and optimization of wine composition**
Timofeev R.G.

ORIGINAL RESEARCH

- 261 Mass concentration of methoxypyrazines in red grapes as a marker of technological ripeness**
Redka V.M., Prakh A.V., Ageeva N.M.

ORIGINAL RESEARCH

- 266 Technological evaluation of white grape varieties bred at ARRIV&W named after Ya.I. Potapenko for sparkling wine production**
Vanukova I.I.

ORIGINAL RESEARCH

- 273 Biologically active substances of grape seed oil**
Chernousova I.V., Zaitsev G.P.

* – following the materials of International Scientific and Practical Conference "Modern Trends of Science and Education in the Field of Viticulture and Winemaking"

Биотехнологические решения для оздоровления растительного материала винограда от инфекционных болезней

Клименко В.П., Лушчай Е.А.[✉], Павлова И.А., Абдурашитова А.С., Зленко В.А., Григоренко М.И., Спотарь Г.Ю., Спотарь Е.Н., Мироненко А.А., Пахомова Е.П.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» Национального исследовательского центра «Курчатowski институт», г. Ялта, Россия

[✉]biogen@magarach-institut.ru

Аннотация. Для создания свободного от инфекций посадочного материала растений перспективным является использование биотехнологических методов. Целью данного оригинального исследования является получение новых знаний в ходе проведения биотехнологических операций по оздоровлению растительного материала винограда от латентных инфекций для их последующего практического применения. Объект исследования – культивирование растений винограда *in vitro*, инфекционные болезни, оздоровление растительного материала. Проведены биотехнологические операции по оздоровлению растительного материала винограда от вирусов и бактериального рака, включая термотерапию, химиотерапию, электротерапию и культуру меристем. Осуществлена молекулярная диагностика латентной формы фитопатогенов в растительном материале после процедур оздоровления. После процедур оздоровления достигнуто полное или в значительной степени оздоровление образцов от вируса скручивания листьев серотип 1, вируса короткокоузлия винограда, вируса бороздчатости древесины Рупестрис и возбудителей бактериального рака *A. tumefaciens* и *A. rhizogenes*. Разработка методологии соматического эмбриогенеза и регенерации растений у винограда сделала возможным получение растений в необходимом и достаточном объеме для проверки пригодности данного метода в отношении оздоровления от GRSPaV. Для сохранения в культуре *in vitro* проводится микроклональное размножение оздоровленных по результатам тестирования образцов экспериментальных сортов. Всего поддерживается в культуре *in vitro* 11 линий, свободных от инфекций. Проведенные биотехнологические операции по оздоровлению растительного материала винограда от латентных инфекций предоставили возможность получить современные знания, позволяющие оптимизировать элиминацию фитопатогенов в биотехнологических системах. По результатам теоретических и практических исследований разработана схема оздоровления растительного материала винограда от основных инфекций биотехнологическими методами. Предлагаются биотехнологические решения, которые можно использовать для оздоровления растений винограда от широкого спектра латентных инфекций, вызываемых вирусами, фитоплазмами и возбудителями бактериального рака.

Ключевые слова: фитопатогены; элиминация; тестирование; *in vitro*; термотерапия; химиотерапия; электротерапия; культура меристем.

Для цитирования: Клименко В.П., Лушчай Е.А., Павлова И.А., Абдурашитова А.С., Зленко В.А., Григоренко М.И., Спотарь Г.Ю., Спотарь Е.Н., Мироненко А.А., Пахомова Е.П. Биотехнологические решения для оздоровления растительного материала винограда от инфекционных болезней // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):169-176. EDN GCMHGA.

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

Biotechnological solutions for the recovery of grape plant material from infectious diseases

Klimenko V.P., Lushchay E.A.[✉], Pavlova I.A., Abdurashitova A.S., Zlenko V.A., Grigorenko M.I., Spotar G.Yu., Spotar E.N., Mironenko A.A., Pakhomova E.P.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia

[✉]biogen@magarach-institut.ru

Abstract. The use of biotechnological methods is promising for the creation of infection-free plant material. The aim of this original research was to obtain new knowledge during biotechnological operations for the recovery of grape plant material from latent infections for subsequent practical use. The research focused on cultivating grape plants *in vitro*, infectious diseases, and recovery of plant material. The complex of technological operations for recovery of grape plant material from viruses and *Agrobacterium* spp. was carried out, including thermotherapy, chemotherapy, electrotherapy and meristem culture. After the recovery procedures, molecular diagnostics were performed on the latent form of phytopathogens in plant material. Complete or significant recovery of samples from GLRaV-1, GFLV, GRSPaV, *A. tumefaciens* and *A. rhizogenes* was achieved after recovery procedures. The development of a methodology for somatic embryogenesis and plant regeneration in grapes has made it possible to obtain plants in the necessary and sufficient quantity to verify the suitability of this method with respect to GRSPaV elimination. The microclonal propagation of recovered samples of experimental varieties is carried out for preservation *in vitro*. A total of 11 infection-free lines are maintained *in vitro*. The biotechnological operations carried out to recover the plant material of grapes from latent infections have provided an opportunity to obtain modern knowledge, allowing to optimize the elimination of phytopathogens in biotechnological systems. The scheme for the recovery of grape plant material from the main infections by biotechnological methods is developed on the basis of theoretical and practical studies. Biotechnological solutions that can be used to cure grape plants from a wide range of latent infections caused by viruses, phytoplasmas and *Agrobacterium* spp. are offered.

Key words: phytopathogens; elimination; testing; *in vitro*; thermotherapy; chemotherapy; electrotherapy; meristem culture.

Для цитирования: Klimenko V.P., Lushchay E.A., Pavlova I.A., Abdurashitova A.S., Zlenko V.A., Grigorenko M.I., Spotar G.Yu., Spotar E.N., Mironenko A.A., Pakhomova E.P. Biotechnological solutions for the recovery of grape plant material from infectious diseases. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):169-176. EDN GCMHGA (in Russian).

Введение

Виноград склонен к заражению множеством инфекционных заболеваний, которые причиняют существенный урон виноградным насаждениям [1–5]. Фитопатогены перепрограммируют метаболизм растений, нарушая ключевые пути, критически важные для роста и защиты, и представляют опасность для мирового сельского хозяйства, приводя к значительным потерям урожая, что ставит под угрозу продовольственную безопасность и нарушает стабильность экосистем [6–8]. Методы размножения значительно влияют на генетическое разнообразие и устойчивость к болезням винограда [9]. Свободный от инфекций посадочный материал обеспечивает стабильное развитие виноградарства и виноделия [10–13]. Результаты применения биотехнологических методов предлагают ценную информацию о стратегиях, используемых для противодействия фитопатогенам, которые угрожают производству многолетних культур [14]. С разной степенью успеха для устранения фитопатогенов в многолетних растениях используются методы *in vitro*, включая культивирование апексов, микропрививку, термотерапию, химиотерапию и криотерапию верхушек побегов [15–19]. Более высокая эффективность элиминации патогенов может быть достигнута путем объединения двух или более из этих методов.

Основная цель данной работы – получение новых знаний в ходе проведения биотехнологических операций по оздоровлению растительного материала винограда от латентных инфекций для их последующего практического применения.

Материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2022–2024 гг. в лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда и лаборатории молекулярно-генетических исследований института «Магарач», г. Ялта. В качестве материала для экспериментов использовали растения *in vitro* межвидовых сортов винограда. Получение, культивирование и клональное микроразмножение растений, а также исследования по соматическому эмбриогенезу и регенерации растений из клеток суспензионных культур осуществляли согласно рекомендациям, опубликованным в печати [20, 21].

В работе использовали следующие среды: MS – базовая питательная среда (Murashige, Skoog, 1962); M₁ – модифицированная среда MS (Голодрига, Зленко, 1986); M₂ – модифицированная среда MS (Голодрига, Зленко, 1986); PG – питательная среда Plant Growth (1993).

На ампелографической коллекции и селекционных участках института «Магарач» заготавливали с кустов однолетнюю виноградную лозу для использования в качестве экспериментального исходного материала. Черенки проращивали при 20–22 °С и влажности 60–65 %. Образовавшиеся зеленые побеги отсекали, удаляли листья, разрезали на одно-двухглазковые экспланты и помещали в биксы. Опе-

рации по стерилизации опытного материала и посадкам на питательные среды проводили в ламинарном боксе. Стерилизацию осуществляли 96 %-ным спиртом-ректификатом в течение 40 с и диоксидом в течение 8 мин. с последующей трехкратной промывкой автоклавированной дистиллированной водой в течение 15 мин. Затем экспланты высаживали на модифицированную среду MS, дополненную 6-бензиламинопурином в концентрации 0,4 мг/л. Образовавшиеся побеги для укоренения пересаживали на среду PG, содержащую α-нафтилуксусную кислоту (НУК) в концентрации 0,05 мг/л. Культивирование осуществляли при 16-ти часовом фотопериоде с освещенностью 1500 люкс и температуре 27 °С. Экспланты сортов винограда, введенные в культуру в 2022–2023 гг., размножали до необходимого количества и использовали в дальнейших работах по оздоровлению. Всего в 2022–2024 гг. для выполнения работ в культуре поддерживалось около 2000 шт. растений *in vitro*.

Методы оздоровления растений винограда *in vitro* использовали согласно рекомендациям, опубликованным в печати [22].

По схеме оздоровления с помощью термотерапии применяли климатическую камеру Binder KBWF 240, время культивирования растений в камере составляло 624 часа.

По схеме оздоровления с помощью химиотерапии растения *in vitro* высаживали на среду PG, дополненную НУК в концентрации 0,05 мг/л и с добавлением после автоклавирования препарата рибавирин в концентрации 60 мг/л.

По схеме оздоровления с помощью электротерапии применяли камеру горизонтального электрофореза Minie-135. В процессе электротерапии исследовали до пяти вариантов воздействия электрическим током: 0 (контроль), 30 мА, 40 мА, 50 мА и 100 мА на протяжении 10–20 мин. Для электротерапии использовали фрагменты зеленых побегов винограда. После процедуры экспланты вводили в условия *in vitro*.

По схеме оздоровления с помощью культуры меристем обрабатывали методику с микроскопом Levenhuk Rainbow DM500 и микроскопом Crystallite ST-7045 для проведения биотехнологических операций с использованием меристемного метода.

После процедур оздоровления растительный материал дублировали, проводили клональное микроразмножение и повторное тестирование образцов на наличие фитопатогенов. При этом тестировали каждую по отдельности линию растений *in vitro*, полученную при микроразмножении образцов.

Экстракцию РНК (вирусные патогены) или ДНК (бактериальные патогены) выполняли с использованием экстрагирующего буфера ЦТАБ [23]. Для тестирования патогенов вирусной этиологии использовали метод ПЦР с обратной транскрипцией (ОТ-ПЦР), РНК → кДНК → ПЦР. Наличие патогенов бактериальной этиологии исследовали методом биоПЦР, который включал в себя два основных

этапа: микробиологический, для получения накопительных культур при тестировании *Agrobacterium* spp. и молекулярный – ПЦР. На заключительном этапе исследования для детекции результатов по бактериальному раку и вирусам использовали метод геле – электрофореза продуктов ПЦР в 1,2–1,4 %-ном агарозном геле согласно стандарту организации 01580301.031-2021 «Виноград, плодовые, орехоплодные, ягодные, декоративные культуры, вода и почва. Определение бактериальных фитопатогенов на основе полимеразной цепной реакции» и стандарту организации 01586301.029-2020 «Виноград, плодовые, орехоплодные, ягодные, декоративные культуры. Определение вирусных и виroidных фитопатогенов методом ОТ-ПЦР».

Для работ по тестированию фитопатогенов использовали следующие приборы: амплификатор T-100 BioRad с последующим разделением продуктов амплификации на приборе для геле-электрофореза BioRad, центрифуга с охлаждением Eppendorf 5417 R, амплификатор для ПЦР в реальном времени АНК-32, спектрофотометр Biophotometer plus, твердотельный термостат, мини-центрифуги Вортекс, бокс микробиологической безопасности Lamsystems и трансиллюминатор ЕСХ-F20М, ПЦР бокс Lamsystems.

Опыты проводили, как минимум, в трехкратной повторности. Различия между вариантами считали статистически значимыми при уровне достоверности $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Биотехнологические операции по оздоровлению растительного материала винограда от латентных инфекций осуществляли по нескольким схемам.

По схеме оздоровления с помощью термотерапии в ряде образцов достигнуто снижение уровня инфекции вируса короткоузлия винограда (GFLV) до 0–11 %, при этом элиминацию фитопатогена наблюдали в 63 % повторностей. Также снижен уровень инфекции вируса борозчатости древесины Рупестрис (GRSPaV) до 7 %, элиминацию фитопатогена наблюдали в 31 % повторностей. Снижен уровень инфекции биовара бактериального рака *A. tumefaciens* до 0–5 %, элиминацию фитопатогена наблюдали во всех повторностях. Снижен уровень инфекции биовара бактериального рака *A. rhizogenes* до 0–3 %, элиминацию фитопатогена наблюдали во всех повторностях. Термотерапия растений *in vitro* известна как распространенный метод элиминации фитопатогенов [24].

По схеме оздоровления с помощью культуры меристем в ряде образцов достигнуто снижение уровня инфекции вируса скручивания листьев винограда, серотип 1 (GLRaV-1) до 0, при этом элиминацию фитопатогена наблюдали во всех повторностях. Скручивание листьев винограда является одним из наиболее вредоносных заболеваний виноградной лозы, которое наносит большой экономический ущерб; к сожалению, пока еще недостаточным явля-

ется понимание молекулярных механизмов, управляющих репликацией генома вируса скручивания листьев, экспрессией генов и взаимодействием вируса с хозяином [25, 26]. Снижен также уровень инфекции GRSPaV до 0, элиминацию фитопатогена наблюдали в 40 % повторностей; снижен уровень инфекции биовара *A. tumefaciens* до 0–9 %, элиминацию фитопатогена наблюдали во всех повторностях. Снижен уровень инфекции биовара *A. rhizogenes* до 0, элиминацию фитопатогена наблюдали во всех повторностях. Проведен анализ различных вариантов сред с комбинациями питательных веществ для поиска эффективной процедуры оздоровления с помощью апикальной меристемы.

По схеме оздоровления с помощью химиотерапии в ряде образцов достигнуто снижение уровня инфекции GRSPaV до 0–31 %, при этом элиминацию фитопатогена наблюдали в 75 % повторностей. В порядке продолжения оздоровительных мероприятий проводили химиотерапию образцов 5 сортов винограда. По 15 экзплантов побегов каждого из сортов Антей магарачский, Красень, Памяти Голодриги, Рислинг Магарача и Спартанец Магарача высажены на среду РG, дополненную НУК (0,05 мг/л), с добавлением после автоклавирования препарата рибавирин в концентрации 60 мг/л. Через 40 дней провели оценку показателей роста растений. По всем образцам отмечали общее угнетение растений и замедление ростовых процессов. У образцов сортов Спартанец Магарача, Рислинг Магарача наблюдали усыхание экзплантов побегов и образование осенней окраски листовой пластинки. При этом выявлена сортовая специфичность развития морфологических структур под влиянием рибавирина. Образование единичных побегов зафиксировано у образцов сорта Памяти Голодриги. У образцов сорта Красень отмечено образование корешков и развитие побегов. Средняя длина побега составила 0,7 см, характерно формирование сближенных междоузлий и укороченных корешков размером 0,2–0,3 мм. В дальнейшем предполагается пересадка верхушек растений каждого образца на среду РG без антибиотика, дублирование и передача материала на повторное тестирование. Химиотерапия считается успешным методом оздоровления растений винограда *in vitro*, особенно в сочетании с другими методами [27, 28].

По схеме оздоровления с помощью электротерапии в ряде образцов достигнуто снижение уровня инфекции биовара *A. tumefaciens* до 0, при этом элиминацию фитопатогена наблюдали по всем повторностям. В порядке продолжения оздоровительных мероприятий проводили электротерапию экзплантов сорта Артек. После воздействия электрическим током экзпланты вводили в условия *in vitro*. Через 1 месяц провели учет количества растений, прошедших регенерацию. Минимальное количество растений оказалось в вариантах 30 и 50 мА (по одному растению), 50 % в варианте 40 мА, 55,5 % при воздействии 100 мА, в контроле 62,5 %. Растения пере-

садили на среду для размножения, в дальнейшем предстоит повторная молекулярная диагностика. Электротерапия растительного материала является методом редко используемым, но заслуживающим внимания [29].

В отношении оздоровления растительного материала от вирусных инфекций наибольшего внимания заслуживает элиминация GLRaV-1 в образцах Альминский № М.2.19.04, полная или в значительной степени элиминация GFLV в образцах Подарок Магарача № Т2.31.08/27.04 и Южнобережный № Т2 10.10/12.03, полная или в значительной степени элиминация GRSPaV в образцах Альминский № М.2.19.04, Антей магарачский № Т3.29.11, Гранатовый Магарача № Х.02.11 и Памяти Голодриги Т (табл. 1).

В отношении оздоровления растительного материала винограда от бактериальных инфекций особого внимания заслуживает элиминация биовара *A. rhizogenes* в образцах Альминский № М.2.19.04 и Сафьяновый № Т2.31.08, полная или в значительной степени элиминация биовара *A. tumefaciens* в образцах Памяти Голодриги Т, Памяти Голодриги № М1.1.7.03/6.06, Памяти Голодриги № М1.3.7.03/6.06, Подарок Ма-

гарача № Т2.6.08/27.04 и Подарок Магарача № Т2.31.08/27.04 (табл. 2).

При выборе биотехнологической стратегии для уничтожения инфекций должны быть учтены особенности фитопатогена, который необходимо элиминировать, генотип растения-хозяина, физиологическое состояние растений, а также способность к регенерации [22]. Тем не менее, полученные результаты демонстрируют особые успехи в оздоровлении от фитопатогенов, достигнутые на материале сортов винограда Альминский, Памяти Голодриги и Подарок Магарача.

Опубликованные ранее результаты исследований показали, что наиболее многообещающей процедурой для элиминации GRSPaV является соматический эмбриогенез [30]. Проэмбриогенные каллусы, полученные с инфицированных GRSPaV растений сортов Аврора Магарача, Гранатовый Магарача, Красень и Памяти Голодриги, субкультивировали на питательные среды для развития глобулярных эмбриоидов. Всего в опытах использовали 94 варианта жидких и твердых питательных сред с различными комбинациями биологически активных веществ. В культуре *in vitro* получили растения-соматоклоны сорта Аврора Магарача. Разработка методологии со-

Таблица 1. Результаты комплекса биотехнологических операций по оздоровлению растительного материала винограда от вирусных инфекций, включающего термотерапию, химиотерапию, электротерапию и культуру меристем

Table 1. The results of a complex of biotechnological operations for the recovery of grape plant material from viral infections, including thermotherapy, chemotherapy, electrotherapy and meristem culture

Образец, линия	Наличие вирусной инфекции в образцах, %					
	до процедур оздоровления			после процедур оздоровления		
	GLRaV-1	GFLV	GRSPaV	GLRaV-1	GFLV	GRSPaV
Альминский № М.2.19.04	100,0±7,4 ^a	0	100,0±6,5 ^a	0	0	0
Антей магарачский № Т1.8.09	0	50,0±3,1 ^b	33,3±7,4 ^c	0	55,3±3,4 ^b	30,7±2,9 ^c
Антей магарачский № Т3.29.11	0	0	100,0±8,4 ^a	0	0	9,9±1,2 ^c
Антей магарачский № Т3.1.12	0	50,0±4,9 ^b	100,0±6,7 ^a	0	51,0±6,1 ^b	54,7±6,2 ^b
Антей магарачский № Х.20.10.2.11.1.04	0	0	100,0±8,1 ^a	0	0	30,7±3,3 ^c
Гранатовый Магарача № Т3.1.24.11	0	25,0±3,4 ^c	100,0±6,7 ^a	0	25,0±2,7 ^c	89,5±7,9 ^a
Гранатовый Магарача № Т3.2.29.11	0	25,0±2,6 ^c	100,0±5,4 ^a	0	24,0±2,8 ^c	91,5±5,5 ^a
Гранатовый Магарача № Х.02.11	0	100,0±9,0 ^a	100,0±6,5 ^a	0	89,0±7,3 ^a	0
Памяти Голодриги Т	0	100,0±7,7 ^a	100,0±7,8 ^a	0	87,0±6,8 ^a	7,0±1,3 ^c
Памяти Голодриги № М1.1.7.03/6.06	0	100,0±6,5 ^a	100,0±8,8 ^a	0	78,0±6,9 ^d	84,0±6,8 ^a
Памяти Голодриги № М1.2.7.03/6.06	0	0	100,0±7,2 ^a	0	0	67,0±5,6 ^d
Памяти Голодриги № М1.3.7.03/6.06	0	0	100,0±5,6 ^a	0	0	88,0±6,4 ^a
Памяти Голодриги № ЭК.10.10/24.04	50,0±4,9 ^b	20,0±2,3 ^c	100,0±9,0 ^a	42,5±5,3 ^b	21,5±3,6 ^c	73,5±5,5 ^d
Памяти Голодриги № Э30.10.10/24.04	50,0±4,7 ^b	20,0±2,2 ^c	100,0±8,9 ^a	0	0	69,0±4,9 ^d
Подарок Магарача № Т2.6.08/27.04	0	100,0±7,8 ^a	100,0±8,5 ^a	0	69,5±6,8 ^d	89,0±8,0 ^a
Подарок Магарача № Т2.31.08/27.04	0	100,0±3,9 ^a	100,0±4,2 ^a	0	0	55,0±4,7 ^b
Сафьяновый № Т2.31.08	0	0	0	0	0	0
Южнобережный № Т2 10.10/12.03	0	100,0±5,8 ^a	0	0	11,0±1,5 ^c	0
Южнобережный № Т3 29.11/12.03	0	100,0±6,8 ^a	0	0	65,0±5,3 ^d	0
Южнобережный № Т3.30.11/29.03	0	100,0±9,4 ^a	0	0	74,5±6,2 ^d	0
Южнобережный № Х.2.11	0	100,0±4,7 ^a	0	0	30,3±4,5 ^c	0

Примечание. Значения с различными буквами имеют статистически значимые различия при $p \leq 0,05$

Таблица 2. Результаты комплекса биотехнологических операций по оздоровлению растительного материала винограда от бактериальных инфекций, включающего термотерапию, химиотерапию, электротерапию и культуру меристем

Table 2. The results of a complex of biotechnological operations for the recovery of grape plant material from bacterial infections, including thermotherapy, chemotherapy, electrotherapy and meristem culture

Образец, линия	Наличие бактериальной инфекции в образцах, %			
	до процедур оздоровления		после процедур оздоровления	
	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>Agrobacterium rhizogenes</i>	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	<i>Agrobacterium rhizogenes</i>
Альминский № М.2.19.04	10,0±1,4 ^а	100,0±3,4 ^е	9,5±1,4 ^а	0
Антей магарачский № Т1.8.09	5,0±1,0 ^б	66,7±5,8 ^д	3,7±1,1 ^б	57,3±7,2 ^д
Антей магарачский № Т3.29.11	5,0±0,6 ^а	50,0±5,6 ^д	6,0±1,1 ^б	37,5±4,2 ^с
Антей магарачский № Т3.1.12	0	20,0±1,8 ^а	0	15,7±1,9 ^а
Антей магарачский № Х.20.10. 2.11.1.04	10,0±1,3 ^а	20,0±2,5 ^а	11,7±1,7 ^а	16,7±2,3 ^а
Гранатовый Магарача № Т3.1.24.11	0	0	0	0
Гранатовый Магарача № Т3.2.29.11	5,0±0,8 ^б	66,7±8,6 ^д	6,5±1,0 ^б	64,2±4,9 ^д
Гранатовый Магарача № Х.02.11	5,0±0,4 ^б	0	5,0±0,4 ^б	0
Памяти Голодриги Т	100,0±8,8 ^с	0	5,0±0,9 ^б	0
Памяти Голодриги № М.1.1.7.03/6.06	100,0±5,4 ^с	0	0	0
Памяти Голодриги № М.1.2.7.03/6.06	100,0±7,8 ^с	5,0±0,6 ^б	36,0±4,8 ^с	4,5±0,7 ^б
Памяти Голодриги № М1.3.7.03/6.06	100,0±9,8 ^с	0	0	0
Памяти Голодриги № ЭК.10.10/24.04	100,0±3,8 ^с	0	0	0
Памяти Голодриги № Э30.10.10/24.04	100,0±6,4 ^с	0	0	0
Подарок Магарача № Т2.6.08/27.04	100,0±5,5 ^с	100,0±5,2 ^с	0	49,8±3,7 ^д
Подарок Магарача № Т2.31.08/27.04	100,0±8,1 ^с	100,0±9,1 ^с	0	3,3±0,9 ^б
Сафьяновый № Т2.31.08	0	100,0±6,3 ^с	0	0
Южнобережный № Т2 10.10/12.03	20,0±2,6 ^а	0	15,5±1,7 ^а	0
Южнобережный № Т3 29.11/12.03	20,0±1,7 ^а	0	19,0±1,8 ^а	0
Южнобережный № Т3 30.11/29.03	0	0	0	0
Южнобережный № Х.2.11	0	66,7±7,4 ^д	0	52±6,4 ^д

Примечание. Значения с различными буквами имеют статистически значимые различия при $p \leq 0,05$

матического эмбриогенеза и регенерации растений делает возможным получение материала для проверки пригодности данного метода в отношении оздоровления от GRSPaV.

Для сохранения в культуре *in vitro* проводили микроклональное размножение оздоровленных по результатам тестирования образцов экспериментальных сортов. Растения, свободные от фитопатогенов, необходимы в качестве материала для размножения зародышевой плазмы, а также для глобального обмена генетическими ресурсами виноградной лозы [31]. В частности, приступили к клональному микроразмножению образца, свободного от инфекций, сорта Гранатовый Магарача для получения оздоровленной линии растений. На среду РГ, содержащую НУК в концентрации 0,05 мг/л, высадили 20 эксплантов побегов данного образца, приживаемость составила 100 %. Полученные растения размножены. Высадили на аналогичную среду 122 экспланта побегов данного сорта. Всего поддерживается в культуре *in vitro* 11 линий, свободных от

инфекций. Линиями межвидовых сортов селекции института «Магарач», свободными от латентных инфекций, предполагается пополнить вегетирующую коллекцию винограда *in vitro*.

По результатам теоретических и практических исследований разработана схема оздоровления растительного материала винограда от основных инфекций биотехнологическими методами (рис.). В схеме учитывается использование различных методов оздоровления и особенности элиминации различных фитопатогенов. Оформлен РИД технологическое научное произведение № 239 от 22.11.2024 г. «Технология оздоровления растительного материала винограда биотехнологическими методами». Технология предназначена для элиминации латентных инфекций, вызываемых вирусами, фитоплазмами и возбудителями бактериального рака, в растениях *in vitro*. Предлагаются биотехнологические решения, которые можно использовать для оздоровления растений винограда от широкого спектра латентных инфекций.



Рис. Схема оздоровления растительного материала винограда от основных инфекций биотехнологическими методами

Fig. Scheme of recovery of plant material of grapes from the main infections by biotechnological methods

Выводы

Проведенные операции по оздоровлению растительного материала винограда от латентных инфекций предоставили возможность получить знания, позволяющие оптимизировать элиминацию фитопатогенов в биотехнологических системах.

Разработанная на основе полученных знаний схема оздоровления растительного материала винограда биотехнологическими методами предусматривает набор операций с указанием последовательности их выполнения по всем этапам оздоровления образцов.

После проведения термотерапии в ряде образцов снижен уровень инфекции GFLV до 0, GRSPaV – до 7 %, *A. tumefaciens* – до 0, *A. rhizogenes* – до 0.

В ходе использования культуры меристем в ряде образцов снижен уровень инфекции GLRaV-1, GRSPaV, *A. tumefaciens* и *A. rhizogenes* – до 0.

В результате химиотерапии в ряде образцов снижен уровень инфекции GRSPaV до 0, применение для оздоровления растительного материала винограда от вирусной инфекции метода химиотерапии позволило установить сортовую специфичность развития морфологических структур под влиянием рибавирина.

Вследствие электротерапии в ряде образцов снижен уровень инфекции биовара бактериального рака *A. tumefaciens* до 0, элиминацию фитопатогена наблюдали во всех повторностях.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0011 (поисковое исследование).

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0011 (Exploratory research).

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Алейникова Н.В., Галкина Е.С., Радионовская Я.Э. Болезни и вредители виноградной лозы. Санкт-Петербург: Первый издательско-полиграфический холдинг. 2018:1-152.
Aleinikova N.V., Galkina E.S., Radionovskaya Ya.E. Diseases and pests of the vine. Saint Petersburg: First Publishing and Printing Holding. 2018:1-152 (in Russian).
2. Странишевская Е.П., Гориславец С.М., Матвейкина Е.А., Шадура Н.И., Волков Я.А. Исследование растительного и почвенного материала на наличие основных болезней бактериальной этиологии, рекомендации по восстановлению и эксплуатации насаждений // Современные научные исследования и разработки. 2018;2(11):679-682.
Stranishvskaya E.P., Gorislavets S.M., Matveikina E.A., Shadura N.I., Volkov Ya.A. Investigation of plant and soil material for the presence of major diseases of

- bacterial etiology, recommendations for the restoration and operation of plantations. *Modern Scientific Research and Development*. 2018;2(11):679-682 (in Russian).
3. Johnson K.L., Cronin H., Reid C.L., Burr T.J. Distribution of *Agrobacterium vitis* in grapevines and its relevance to pathogen elimination. *Plant Disease*. 2016;100:791-796. DOI 10.1094/PDIS-08-15-0931-RE.
 4. Porotikova E., Terehova U., Volodin V., Yurchenko E., Vinogradova S. Distribution and genetic diversity of grapevine viruses in Russia. *Plants*. 2021;10(6):1080. DOI 10.3390/plants10061080.
 5. Shvets D., Sandomirsky K., Porotikova E., Vinogradova S. Metagenomic analysis of ampelographic collections of Dagestan revealed the presence of two novel grapevine viruses. *Viruses*. 2022;14(12):2623. DOI 10.3390/v14122623.
 6. Jiang T., Hao T., Chen W., Li C., Pang S., Fu C., Cheng J., Zhang C., Ghorbanpour M., Miao S. Reprogrammed plant metabolism during viral infections: mechanisms, pathways and implications. *Molecular Plant Pathology*. 2025;26(2):70066. DOI 10.1111/mpp.70066.
 7. Marais A., Gentit P., Brans Y., Renvoisé J.P., Faure C., Saison A., Cousseau P., Castaing J., Chambon F., Pion A., Calado G., Lefebvre M., Garnier S., Latour F., Bresson K., Grasseau N., Candresse T. Comparative performance evaluation of double-stranded RNA high-throughput sequencing for the detection of viral infection in temperate fruit crops. *Phytopathology*. 2024;114(7):1701-1709. DOI 10.1094/PHYTO-12-23-0480-R.
 8. Tatineni S., Hein G.L. Plant viruses of agricultural importance: Current and future perspectives of virus disease management strategies. *Phytopathology*. 2023;113(2):117-141. DOI 10.1094/PHYTO-05-22-0167-RVW.
 9. Батукаев А.А., Собралиева Э.А., Батукаев М.С. Оптимизация основных элементов размножения винограда биотехнологическим методом. Грозный: Чеченский государственный университет им. А.А. Кадырова. 2019:1-152. DOI 10.36684/18-2019-1-152.
Batukaev A.A., Sobralieva E.A., Batukaev M.S. Optimization of the main elements of grape propagation by the biotechnological method. Grozny: Chechen State University named after A.A. Kadyrov. 2019:1-152. DOI 10.36684/18-2019-1-152 (in Russian).
 10. Golino D.A., Fuchs M., Sim S., Farrar K., Martelli G.P. Improvement of grapevine planting stock through sanitary selection and pathogen elimination. *Grapevine Viruses: Molecular Biology, Diagnostics and Management*. 2017:561-579. DOI 10.1007/978-3-319-57706-7_27.
 11. Naik Sh., Banerjee K., Dhekney S.A. Quality planting material of grape: need to develop plant certification standards for the Indian grape and wine industry. *International Journal of Agriculture Innovations and Research*. 2023;12(1):15-26.
 12. Thagunna S. S. A review on propagation methods of grape (*Vitis vinifera* L). *Reviews in Food and Agriculture*. 2023;4(1):28-31. DOI 10.26480/rfna.01.2023.28.31.
 13. Карпушина М.В., Супрун И.И. Методы и подходы к элиминации вирусов в условиях *in vitro* и *in vivo* // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;63(3):254-269. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-254-269.
Karpushina M., Suprun I. Methods and approaches to virus elimination under *in vitro* and *in vivo* conditions. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2020;63(3):254-269. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-254-269 (in Russian).
 14. Thanuja K., Arulmozhiyan R., Saraswathi M.S., Selvarajan R., Jegadeeswari V., Rajanbabu V. A comprehensive review on *in vitro* therapies for virus elimination and novel methods for virus protection in key horticultural crops. *Planta*. 2025;262(1):15. DOI 10.1007/s00425-025-04718-w.
 15. Bettoni J.C., Wang M.R., Li J.W., Fan X., Fazio G., Hurtado-Gonzales O.P., Volk G.M., Wang Q.C. Application of biotechniques for *in vitro* virus and viroid elimination in pome fruit crops. *Phytopathology*. 2024;114(5):930-954. DOI 10.1094/PHYTO-07-23-0232-KC.
 16. Ergönül O., Öztürk L. Purification of some grape cultivar (*Vitis vinifera* L.) and rootstock clones eliminated from viruses with thermotherapy and meristem culture. *Trakya University Journal of Natural Sciences*. 2016;16(2):57-61.
 17. Tarquini G., Dall'Ara M., Ermacora P., Ratti C. Traditional approaches and emerging biotechnologies in grapevine virology. *Viruses*. 2023;15(4):826. DOI 10.3390/v15040826.
 18. Smith G.R., Fletcher J.D., Marroni V., Kean J.M., Stringer L.D., Vereijssen J. Plant pathogen eradication: Determinants of successful programs. *Australasian Plant Pathology*. 2017;46:277-284. DOI 10.1007/s13313-017-0489-9.
 19. Yepes L., Burr T., Reid C., Fuchs M. Elimination of the crown gall pathogen, *Agrobacterium vitis*, from systemically infected grapevines by tissue culture. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2019;70(3):243-248. DOI 10.5344/ajev.2019.18083.
 20. Голодрига П.Я., Зленко В.А., Чекмарев Л.А., Бутенко Р.Г., Левенко В.А., Пивень Н.М. Методические рекомендации по клональному микроразмножению винограда. Ялта: ВНИИВиП. 1986:1-56.
Golodriga P.Ya., Zlenko V.A., Chekmarev L.A., Butenko R.G., Levenko V.A., Piven N.M. Methodological recommendations on clonal micro-propagation of grapes. Yalta: VNIIViP. 1986:1-56 (in Russian).
 21. Pavlova I., Luschay E., Kosyuk M., Abdurashitova A., Klimenko V. The effect of cultivation conditions on the growing processes of grape plants *in vitro*. *BIO Web of Conferences*. 2021;39:03001. DOI 10.1051/bioconf/20213903001.
 22. Клименко В.П. Биотехнологические стратегии оздоровления растений винограда от инфекционных болезней. Симферополь: ООО «Типография Мандарин». 2024:1-72.
Klimenko V.P. Biotechnological strategies for improving the health of grape plants from infectious diseases. Simferopol: Mandarin Printing House. 2024:1-72 (in Russian).
 23. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology*. 1985;19(1):69-76. DOI 10.1007/bf00020088.
 24. Miljanić V., Rusjan D., Škvarč A., Chatelet P., Štajner N. Elimination of eight viruses and two viroids from preclonal candidates of six grapevine varieties (*Vitis vinifera* L.) through *in vivo* thermotherapy and *in vitro* meristem tip micrografting. *Plants*. 2022;11(8):1064. DOI 10.3390/plants11081064.
 25. Fust C., Lameront P., Shabanian M., Song Y., Kubaa R.A., Bester R., Maree, H.J., Al Rwahnih M., Meng B.,

- Ollat N. *Grapevine leafroll-associated virus 3*: a global threat to grapevine and wine industries but a gold mine for scientific discovery. *Journal of Experimental Botany*. 2025;76(11):2985-3000. DOI 10.1093/jxb/eraf039.
26. Song Y., Hanner R.H., Meng B. Probing into the effects of grapevine leafroll-associated viruses on the physiology, fruit quality and gene expression of grapes. *Viruses*. 2021;13(4):593. DOI 10.3390/v13040593.
27. Дорошенко Н.П. Цикл «введение в культуру *in vitro* – микроразмножение» у сортов винограда: Ледяной, Золотце, Мускат Аксайский // *Русский виноград*. 2021;16:3-10. DOI 10.32904/2712-8245-2021-16-3-10. Doroshenko N.P. Cycle "introduction to *in vitro* culture – micro-propagation" of vine varieties: Ledyanoy, Zolotce, Muscat Aksaiskiy. *Russian Grapes*. 2021;16:3-10. DOI 10.32904/2712-8245-2021-16-3-10 (in Russian).
28. Khassein A., Suleimanova G., Malakhova N., Kizildeniz T. Grapes recovery from *grapevine fan leaf virus* by chemotherapy using salicylic acid. *Research On Crops*. 2024;25(4):605-610. DOI 10.31830/2348-7542.2024.ROC-1144.
29. Smriti A., Vikram S., Afreen A., Afaque Q. A mini-review on electrotherapeutic strategy for the plant viral elimination. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*. 2022;150(3):1-15. DOI 10.1007/s11240-022-02265-w.
30. Bhat A.I., Rao G.P. Virus elimination through somatic embryogenesis. *Characterization of plant viruses*. 2020:479-489. DOI 10.1007/978-1-0716-0334-5_48.
31. Bettoni J.C., Marković Z., Bi W., Volk G.M., Matsumoto T., Wang Q.-C. Grapevine shoot tip cryopreservation and cryotherapy: Secure storage of disease-free plants. *Plants*. 2021;10(10):2190. DOI 10.3390/plants10102190.

Информация об авторах

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

Екатерина Александровна Лушай, мл. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: lea_rs@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5695-5936>;

Ирина Александровна Павлова, канд. биол. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: pavlovairina1965@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0818-8215>;

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

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

Мария Игоревна Григоренко, мл. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: grigorenkomary17@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8565-0082>;

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

Елена Николаевна Спотарь, мл. науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: Elen_persic@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3050-8505>;

Анна Алексеевна Мироненко, вед. инженер лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: annushka.shikhova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-2947-6462>;

Евгения Павловна Пахомова, инженер лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: dublinstar@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-6085-0780>.

Information about the authors

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

Ekaterina A. Lushchay, Junior Staff Scientist, Laboratory of Genetics, Biotechnologies of Grape Breeding and Propagation; e-mail: lea_rs@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5695-5936>;

Irina A. Pavlova, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Leading Staff Scientist, Laboratory of Genetics, Biotechnologies of Grape Breeding and Propagation; e-mail: pavlovairina1965@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0818-8215>;

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

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

Maria I. Grigorenko, Junior Staff Scientist, Laboratory of Genetics, Biotechnologies of Grape Breeding and Propagation; e-mail: grigorenkomary17@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-8565-0082>;

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

Elena N. Spotar, Junior Staff Scientist, Laboratory of Molecular Genetic Research; e-mail: Elen_persic@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3050-8505>;

Anna A. Mironenko, Leading Engineer, Laboratory of Molecular Genetic Research; e-mail: annushka.shikhova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-2947-6462>;

Evgeniya P. Pakhomova, Engineer, Laboratory of Molecular Genetic Research; e-mail: dublinstar@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-6085-0780>.

Статья поступила в редакцию 02.07.2025, одобрена после рецензии 14.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Морфологическая, продуктивная и увологическая изменчивость генотипов столовых сортов винограда, выращиваемых в ампелографических коллекциях Азербайджана

Гулиева А.А., Шукюрова В.Н., Ибаева Г.Ю., Салимов В.С.✉

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

✉vugar_salimov@yahoo.com

Аннотация. В статье представлены результаты исследования показателей урожайности, морфологических и энокарпологических признаков гроздей и ягод 30 местных и интродуцированных сортов столового винограда, выращиваемых в ампелографических коллекциях Научно-исследовательского института виноградарства и виноделия в Апшеронском и Шамахинском районах Азербайджана. Цель исследования – сравнительный анализ показателей урожайности, морфологических и вкусовых характеристик сортов, а также отбор наиболее перспективных сортов для выращивания в данных условиях и разработка рекомендаций по их внедрению. Результаты показали, что урожайность с куста варьирует от 4,8 до 22,4 кг, при этом лишь некоторые сорта демонстрируют значительные отличия по урожайности ($p < 0,05$, $p < 0,001$). Вес гроздей колебался от 104 у Аг кишмиш до 766,5 г у сорта Хан изюм шемахинский; крупные грозди имели сорта Хан изюм шемахинский, Салян Хатынысы и Молдова. Параметры ягод и гроздей у большинства из 30 исследованных местных и интродуцированных сортов и вариаций винограда находились в пределах, характерных для столовых сортов, а массовая концентрация сахаров варьировала от 11,1 до 22,8 г/100 см³. Сорта Султаны, Шабраны, Блэк Мэджик, Гара урза, Новраст, Иригиля Хахи-баги – вариант 1, Эт харджи, Аг сааби имели низкую массовую концентрацию сахаров (11,1-14,6 г/100 см³), у остальных она составляла 15,1-22,8 г/100 см³, что соответствует требованиям к столовым сортам. Среди исследованных сортов бессемянные Аг овал кишмиш, Аг кишмиш и Мармари кишмиш оказались непригодными для производства сушеного винограда из-за мелких ягод, тогда как сорта Кишмиш Зарафшан и Кишмиш Согдиана, благодаря крупным ягодам, подходят для производства сушеного винограда.

Ключевые слова: изменчивость генотипов; ампелографическая коллекция; столовые сорта винограда; показатели урожайности; морфологические и энокарпологические особенности.

Для цитирования: Гулиева А.А., Шукюрова В.Н., Ибаева Г.Ю., Салимов В.С. Морфологическая, продуктивная и увологическая изменчивость генотипов столовых сортов винограда, выращиваемых в ампелографических коллекциях Азербайджана // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):177-185. EDN IBARUE.

Morphological, productive and uvological variability of genotypes of table grape varieties grown in ampelographic collections of Azerbaijan

Guliyeva A.A., Shukurova V.N., Ibayeva G.Yu., Salimov V.S.✉

Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking, Mehdiabad settl., Absheron distr., Republic of Azerbaijan

✉vugar_salimov@yahoo.com

Abstract. This article presents the results of studying yield indicators, morphological and enocarpological characteristics of bunches and berries of 30 local and introduced table grape varieties grown in the ampelographic collections of the Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking located in Absheron and Shamakhy districts of Azerbaijan. The goal of the study is a comparative analysis of yield indicators, morphological characteristics and eating qualities of varieties, as well as the selection of the most promising ones for cultivation in specific conditions, and the development of scientifically based recommendations for the widespread introduction of these varieties into production. The results of the study showed that the yield per bush varied from 4.8 up to 22.4 kg. However, only a few varieties showed a significant difference in yield ($p < 0.05$, $p < 0.001$). Bunch weight varied between 104.0 ('Ag Kishmish') and 766.5 g ('Khan Izum Shamakhynsky'). The varieties 'Khan Izum Shamakhynsky', 'Salyan Khatynsyy' and 'Moldova' had the largest bunches. The parameters of berries and bunches in most of the 30 studied local and introduced grape varieties and variations were within the range characteristic of table grapes, and the mass concentration of sugars varied from 11.1 to 22.8 g/100 cm³. Mass concentration of sugars of the varieties 'Sultany', 'Shabrany', 'Black Magic', 'Gara Urza', 'Novrast', 'Irigilya Hagi Bagi' - var. 1, 'Et Kharji', 'Ag Saabi' was relatively low (11.1-14.6 g/100 cm³), for the rest it was 15.1-22.8 g/100 cm³, which met the requirements for table grapes. Among the varieties under study, local seedless cultivars 'Ag Oval Kishmish', 'Ag Kishmish' and 'Marmari Kishmish' were found to be unsuitable for producing dried grapes due to small size of berries. At the same time, the varieties 'Kishmish Zarafshan' and 'Kishmish Sogdiana' are suitable for dried grape production due to their large berries.

Key words: genotype variability; ampelographic collection; table grape varieties; yield indicators; morphological and enocarpological features.

For citation: Guliyeva A.A., Shukurova V.N., Ibayeva G.Yu., Salimov V.S. Morphological, productive and uvological variability of genotypes of table grape varieties grown in ampelographic collections of Azerbaijan. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):177-185. EDN IBARUE (in Russian).

Введение

В настоящее время в Азербайджане осуществляются работы по сбору, накоплению и включению в ампелографические коллекции местных сортов винограда; при помощи современных молекулярно-

генетических, ампелографических, агробиологических, технологических, энокарпологических, фитопатологических и других методов исследования проводится их всестороннее изучение и оценка по тем или иным параметрам; осуществляется размножение выявленных генетически чистых профилей и выделение перспективных образцов с целью применения в селекции и внедрения в производство. Исследования в данном направлении представляют актуальность для многих стран мира, занимающихся виноградарством [1–11].

Обогащение сортового состава виноградников, замена малоурожайных и низкокачественных сортов винограда на новые, более продуктивные и качественные сорта, введение в ассортимент винограда интродуцентов, рациональное и продолжительное использование генетических ресурсов винограда имеет большое значение с точки зрения продовольственной безопасности, увеличения объемов производства винограда и продуктов его переработки в Азербайджане [1–3, 5].

Известно, что даже в странах с развитым виноградарством, богатых местными генотипами винограда, многие сорта, выращиваемые на производственных виноградниках, не полностью отвечают современным многопрофильным требованиям и обладают низким потребительским и экспортным потенциалом. В таких случаях интродукция винограда рассматривается как действенный метод для устранения такого рода проблем. В процессе интродукции сорта винограда, завезенные из других стран, полностью соответствующие современным требованиям, изучаются в новых условиях выращивания, оцениваются с точки зрения адаптации, продуктивности и устойчивости к болезням и вредителям с целью отбора и широкого внедрения в производство [1, 4, 5, 12–17, 27].

С этой точки зрения наша исследовательская работа по сравнительному изучению морфологических, биологических, технологических особенностей местных и зарубежных сортов винограда, выращиваемых в Азербайджане, выявлению наиболее ценных и перспективных из них с целью дальнейшего внедрения в производство, является весьма актуальной.

При оценке хозяйственной значимости и перспективности сортов винограда необходимо изучать показатели их урожайности, морфологические, увологические (помологические, или энокарпологические) признаки гроздей и ягод [18–25].

В результате многолетних увологических исследований установлено, что, если доля ягод в гроздях винограда находится в пределах 91,5–99,0 %, технологическая пригодность винограда является высокой. В целом, доля кожицы составляет 0,9–38,6 %, доля семян – 0,9–10,8 %, доля мякоти – 71,1–95,5 % от общей массы грозди. Из исследований известно, что если доля ягод в грозди в среднем составляет 96,5 %, а доля гребня – около 3,5 %, то виноград полностью отвечает технологическим требованиям.

Хотя механическое строение гроздей и ягод сортов винограда определяется природными закономерностями, в зависимости от биологических особенностей сорта, а также под влиянием экологических и антропогенных факторов, процесс формирования и развития механических элементов гроздей и ягод подвергается достаточно большим изменениям. В столовом виноградарстве и в перерабатывающей промышленности размер и механические свойства ягод определяют технологическую пригодность сорта [18–25].

Целью исследования является комплексное сравнительное изучение показателей урожайности некоторых местных и интродуцированных сортов винограда, произрастающих в Апшеронской и Шемахинской ампелографических коллекциях. Задачей является выделение среди них сортов, превосходящих другие по отдельным элементам плодородности, в том числе высокоурожайных и очень высокоурожайных сортов, а также анализ параметров гроздей и ягод, ампелографических характеристик и выработка рекомендаций по их широкому возделыванию в хозяйствах.

Объекты и методы исследования

В качестве объекта исследования были выбраны некоторые местные и интродуцированные столовые сорта винограда (местные: Аг кюрдаши, Аг сааби, Аг Тайфи, Аг овал кишмиш, Аг кишмиш, Агадаи, Гусейни, Мармари кишмиш, Хан изюм шемахинский, Сальян Хатынысы, Султаны, Карабахский гырмызы изюмы, Гемушимеме, Новраст, Гара урза, Табризи, Шабраны, Шал узюм, Шемахи кечимемеси, Иригилля Гахи-баги, Кызыл узюм, Эт харджи; интродуцированные: Блэк Мэджик, Кишмиш Зарафшан, Кишмиш Согдиана, Италия, Молдова), выращиваемые в Апшеронской ампелографической коллекции и на коллекции Шемахинской опытной станции Института виноградарства и виноделия. Исследовательская работа проводилась в 2022–2024 гг. на орошаемых виноградниках со схемой посадки 3,0 × 1,5 м. Возраст кустов исследуемых сортов винограда составлял 22–24 года, формировка кустов – многорукавная веерная.

В процессе исследования нами были изучены такие важные механические показатели, как доля сока, кожицы, гребня и семян относительно общей массы грозди (в %), масса 100 ягод, масса 100 семян, количество ягод в гроздях (шт.), доля ягод в гроздях (в %), твердый остаток (в %), скелет (кожица и гребень, в %), показатель структуры грозди (соотношение мякоти или сока к скелету), а также ряд показателей продуктивности и морфологических признаков.

Морфологические признаки и увологические показатели гроздей и ягод исследуемых сортов винограда были определены на основе общепринятых методик. Доля гребня и ягод в грозди, доля кожицы (вместе с остаточной частью мякоти), мякоти и сока (часть, оставшаяся после вычитания доли семян и кожицы из общей массы ягод) в ягодах была определена путем механического анализа. Величина и объ-

ем ягод, их устойчивость к раздавливанию и сила сопротивления на отрыв от плодоножек также были определены методом механического анализа [3, 5, 26–28].

Сравнительный анализ полученных данных проводился математико-статистическим методом. Для проверки степени достоверности полученных результатов использовались следующие методы: по количественным признакам – непараметрический U-критерий (тест Уилкоксона-Манна-Уитни) и параметрический t-критерий Стьюдента, по качественным показателям – метод χ^2 (кси-квадрат) [29, 30].

Расчет коэффициента корреляции (r) между соответствующими показателями проводился по формуле Пирсона [29]:

$$r = \frac{\sum(x-\bar{x})\sum(y-\bar{y})}{\sqrt{[\sum(x-\bar{x})^2][\sum(y-\bar{y})^2]}}$$

где x, y – средние значения переменных x и y.

Результаты исследования и их обсуждение

В процессе изучения показателей урожайности и качества, параметров гроздей и ягод ряда местных и интродуцированных столовых сортов винограда, являющихся объектом нашего исследования, выяснилось, что эти сорта значительно различаются по изучаемым показателям (табл. 1).

Длина грозди – один из важнейших показателей для столовых сортов винограда. У исследуемых сортов этот показатель менялся в пределах 14,0 (Мармари кишмиш) – 27,2 см (Хан изюм шемахинский). Относительно длинные грозди были отмечены у сортов Аг изюм (23,0 см), Кишмиш Зарафшан (24,0 см), Кишмиш Согдиана (22,5 см) и некоторых других сортов. У остальных сортов данные по показателю длины грозди варьировали между 14,0 см и 19,7 см. Ширина грозди также является одним из важнейших показателей, влияющих на ее массу. Наибольший показатель ширины грозди (17,0 см) был зарегистрирован у сорта Аг овал кишмиш, а наименьший (10,0 см) – у сорта Агадаи (вариант 2). У остальных сортов ширина грозди менялась в пределах 10,5–16,5 см.

Согласно протоколу OIV (OIV-202), у большей части исследуемых сортов (Аг овал кишмиш, Аг узюм, Кишмиш Зарафшан и др.) грозди были классифицированы как очень длинные и оценены в 9 баллов, у сортов Агадаи (вариант 1, 2), Аг кюрдаши, Иригиля Гахи-баги (вариант 1, 2) и др. – как длинные (7 баллов), у сорта Мармари кишмиш – как средние (5 баллов).

Для столового винограда величина ягод (длина и ширина) – один из факторов, влияющих на показатели его качества. У исследуемых нами сортов винограда длина ягод менялась от 11,0 мм (Мармари кишмиш) до 37,5 мм (Сальян Хатынысы). Самые длинные ягоды были отмечены у сортов Гусейни (24,0 мм), Хан изюм шемахинский (22,0 мм).

При оценке длины ягод по протоколу OIV (OIV-220) у преобладающей части исследуемых сортов (Кишмиш Согдиана, Аг Тайфи, Гахи-баги крупноягодный и др.) ягоды были классифицированы как

длинные (OIV-220-7), у сортов Гусейни и Сальян Хатынысы – как очень длинные (OIV-220-9), у небольшой части сортов (Аг кишмиш, Кишмиш Зарафшан, Мармари кишмиш и др.) – как мелкие и средние (OIV-220-3-5).

При определении ширины ягод по протоколу OIV-221 выяснилось, что у всех исследуемых сортов, за исключением Агадаи, Аг сааби, Гара урза, Шабраны, Хан изюм шемахинский, Сальян Хатынысы (OIV-221-7), показатель относится к мелким (OIV-221-3) и средним (OIV-221-5).

У столовых сортов винограда крупноягодность является важнейшим показателем качества, повышающим их товарную ценность. У исследуемых сортов масса 100 ягод колебалась в пределах 63,0 (Мармари кишмиш) – 910,0 г (Сальян Хатынысы). Самые высокие показатели были отмечены у сортов Молдова на Шемахинской коллекции (439,5 г), Молдова на Апшеронской коллекции (438,5 г), Гусейни (421,5 г). Более низкие показатели были зафиксированы у сортов Иригиля Гахи-баги – вариант 1 (167,0 г), Шемахи Кечимемеси (176,0 г), Аг изюм (184,0 г).

Сопоставление данных, полученных по определению объема 100 ягод, показало, что самое высокое значение по этому показателю имеет сорт Сальян Хатынысы (1543,3 г), а самое низкое – сорт Мармари кишмиш (100,0 г).

Одним из показателей, влияющих на формирование фактической (реальной) урожайности винограда, является масса гроздей. По этому показателю сорта винограда существенно отличаются друг от друга. У исследованных нами сортов масса гроздей варьировала в пределах 104,0 (Аг кишмиш) – 766,5 г (Хан изюм шемахинский). Относительно крупные грозди были отмечены у сортов Иригиля Гахи-баги – вариант 2 – 529,0 г, Гусейни – 586,0 г, Молдова на Апшеронской коллекции – 604,0 г. Более низкие значения по показателю массы гроздей были зарегистрированы у сортов Шемахи Кечимемеси – 236,5 г, Молдова на Шемахинской коллекции – 232,0 г, Шал узюм – 218,0 г.

При изучении генетических особенностей винограда особое внимание уделяется показателю массы одной ягоды. У исследованных нами сортов масса одной ягоды менялась в широком диапазоне: от 0,69 (Мармари кишмиш) до 12,57 г (Сальян Хатынысы). Наиболее высокие значения по показателю массы одной ягоды были зафиксированы у сортов Молдова на Шемахинской коллекции – 4,80 г, Агадаи – вариант 1 – 4,35 г, Агадаи – вариант 2 – 4,34 г, а более низкие – у сортов Султаны и Шал узюм – 2,21 г, Аг овал кишмиш – 1,82 г, Аг кишмиш – 1,30 г.

Урожайность куста является показателем, определяющим хозяйственную значимость сортов винограда. Показатели по урожайности куста у изученных сортов менялись в пределах 4,8 (Шал узюм) – 22,4 кг (Молдова на Шемахинской коллекции). Самые высокие показатели были отмечены у сортов Молдова на Апшеронской коллекции (18,6 кг), Блэк Мэджик (17,0 кг), Новраст (14,6 кг), более низкие

Таблица 1. Показатели урожайности и качества, параметры гроздей и ягод исследуемых местных и интродуцированных столовых сортов винограда

Table 1. Yield and quality indicators, parameters of bunches and berries of the studied local and introduced table grape varieties

Сорта	Длина грозди, см	Ширина грозди, см	Длина ягоды, мм	Ширина ягоды, мм	Масса 100 ягод, г	Объем 100 ягод, г	Масса одной грозди, г	Масса 100 семян, г	Масса одной ягоды, г	Выход сока из одной грозди, %	Выход сока из 100 г ягод, мл	Выход сока из 100 ягод, мл	Урожайность с куста, кг/куст	Массовая кон- центрация саха- ров, г/100 см ³	Титруемая кислотность, г/дм ³
Аг овал кишмиш (контроль)	20,5	17,0	13,0	12,0	200,0	325,0	461,0	0,0	1,82	65,1	61,0	115,0	7,8	18,6	6,3
Аг кишмиш	23,0	16,0	13,0	9,0	184,0	123,0	104,0	0,0	1,30	45,2	50,0	114,0	5,8	19,0	4,3
Мармари кишмиш	14,0	16,0	11,0	11,0	63,0	100,0	328,0	0,0	0,69	66,0	46,7	32,0	6,4	22,8	3,6
Кишмиш Зарафшан	24,0	12,5	17,0	14,0	243,0	375,0	357,0	0,0	2,79	68,1	51,0	124,0	8,6	15,9	9,1
Кишмиш Согдиана	22,5	17,5	21,0	16,0	318,0	480,0	678,0	0,0	4,14	56,8	45,0	142,5	12,5	15,6	5,6
Агадаи – вариант 1	19,5	7,8	20,7	19,0	361,3	650,0	325,3	7,0	4,35	38,8	44,3	155,0	11,4	17,1	5,7
Агадаи – вариант 2	21,0	10,0	19,0	18,0	284,0	470,0	263,0	6,0	4,34	32,3	38,0	125,0	9,8	17,1	5,7
Аг кюрдаши	19,7	11,0	20,0	15,0	284,5	457,5	297,0	4,0	4,23	55,3	49,0	125,0	7,6	18,1	4,4
Аг сааби	22,9	15,0	19,0	20,0	278,3	440,0	502,3	3,7	3,22	56,4	48,6	165,0	9,8	13,3	8,7
Аг Тайфи	23,0	16,0	19,5	16,0	386,0	675,0	517,5	3,5	3,48	44,6	43,0	155,0	12,7	15,9	3,0
Иригиля Гахи-баги – вариант 1	17,0	12,5	19,0	17,0	167,0	262,5	485,0	4,5	2,29	55,0	52,5	94,0	11,4	13,2	4,7
Иригиля Гахи-баги – вариант 2	16,5	12,5	16,5	15,0	213,0	330,0	529,0	3,0	2,32	55,6	45,5	112,5	10,8	19,6	3,5
Кызыл узюм	18,0	11,3	18,5	16,5	286,0	510,0	352,5	4,5	3,44	55,3	43,5	155,0	6,8	15,1	2,7
Эт харджи	16,5	13,0	12,0	12,5	266,5	462,5	340,0	6,0	3,65	70,7	59,0	167,5	5,7	11,1	8,8
Карабахский гырмызы изюми	20,3	13,0	16,5	16,0	290,5	465,0	361,5	5,0	3,37	57,9	41,5	137,5	8,5	17,0	4,0
Гемушимеме	19,0	10,5	18,0	16,0	285,0	480,0	326,0	5,5	3,96	57,7	48,5	142,0	11,3	17,2	2,1
Новраст	25,3	16,0	21,0	15,2	322,5	576,5	673,0	7,0	4,13	67,9	46,4	57,7	14,6	13,1	5,6
Гара урза	16,8	12,0	19,0	18,5	216,5	317,5	398,0	4,0	2,78	56,8	44,0	100,0	7,3	14,9	8,3
Блэк Мэдджик	26,5	14,3	19,0	15,5	311,5	490,0	417,0	8,5	3,25	60,7	47,0	147,5	17,6	13,2	4,2
Италия	18,0	13,0	19,0	16,0	356,0	550,0	301,0	5,0	4,35	30,6	44,0	136,0	15,4	17,2	2,0
Гусейни	25,0	11,0	24,0	17,5	421,5	727,5	586,5	9,5	5,52	65,8	46,0	212,5	10,6	15,9	2,1
Шал узюм	20,0	12,0	10,0	9,0	189,0	250,0	218,0	4,0	2,21	73,8	50,0	100,0	4,8	17,0	2,0
Шемахи кечимемеси	20,0	14,5	17,0	13,5	176,0	275,0	236,5	4,5	2,35	61,7	48,5	87,0	10,7	16,4	4,2
Молдова на Шемахинской коллекции	23,8	14,2	21,0	16,5	439,5	775,0	232,0	6,5	4,80	23,3	50,0	219,5	22,4	18,6	4,7
Молдова на Апшеронской коллекции	18,0	11,5	18,5	16,0	438,5	680,0	604,0	9,5	3,47	60,4	41,0	165,0	18,6	15,5	4,7
Хан изюм шемахинский	27,2	13,0	22,0	59,0	375,0	667,5	766,5	7,5	5,90	55,6	47,5	185,0	12,8	17,2	4,3
Сальян Хатынысы	23,8	14,6	37,5	23,0	910,3	1543,3	660,3	9,0	12,57	41,6	43,0	461,6	12,2	18,8	4,2
Султаны	21,5	14,3	17,5	14,5	185,5	262,5	474,0	2,5	2,21	70,6	52,4	58,6	12,8	13,7	8,3
Шабраны	25,0	16,5	18,7	18,7	365,3	628,3	607,7	8,0	4,17	70,6	51,3	179,0	8,6	14,6	6,7
Табризи (контроль)	19,5	10,5	16,0	15,5	265,5	392,5	311,0	6,5	3,17	60,2	42,0	137,5	12,4	17,5	2,1

– у сортов Мармари кишмиш (6,4 кг), Кызыл изюм (6,8 кг), Гара урза (7,3 кг).

Хотя для столовых сортов винограда высокая массовая концентрация сахаров не характерна, желательнее, чтобы содержание сахара в ягодах составляло не менее 15–20 %. У исследуемых нами сортов винограда массовая концентрация сахаров в соке ягод менялась от 11,1 (Эт харджи) до 22,8 % (Мармари кишмиш). Более высокие показатели по массовой концентрации сахаров были отмечены у сортов Иригиля Гахи-баги – вариант 2, Аг кишмиш, Аг овал

кишмиш – 19,6; 19,0; 18,6 % соответственно; относительно низкие – у сортов Эт харджи, Новраст, Блэк Мэдджик – 11,1; 13,1; 13,2 % соответственно.

Путем лабораторных исследований было установлено, что у изучаемых сортов винограда массовая концентрация титруемых кислот варьировала в широком диапазоне: от 2,0 (Италия, Шал узюм) до 9,1 г/дм³ (Кишмиш Зарафшан). Более высокий уровень массовой концентрации титруемых кислот был отмечен у сортов Эт харджи (8,8 г/дм³), Аг сааби (8,7 г/дм³), Кара урза и Султаны (8,3 г/дм³), относи-

Таблица 2. Коррелятивная связь между энотарпологическими параметрами гроздей и ягод исследуемых местных и интродуцированных столовых сортов винограда**Table 2.** Correlation between enotarpological parameters of bunches and berries of the studied local and introduced table grape varieties

Параметры	Ширина грозди, см	Длина ягоды, мм	Ширина ягоды, мм	Масса 100 ягод, г	Объем 100 ягод, г	Масса одной грозди, г	Масса 100 семян, г	Масса одной ягоды, г	Выход сока из одной грозди, мл	Выход сока из 100 г ягод, мл	Выход сока из 100 ягод, мл	Урожайность куста, кг/куст	Сахаристость, %	Титруемая кислотность, г/дм ³
Длина грозди, см	0,308*	0,443**	0,411**	0,430**	0,421**	0,393**	0,294*	0,406**	0,349*	0,011*	0,364**	0,340*	-0,214*	0,055*
Ширина грозди, см	-	-0,050*	-0,099*	-0,028*	-0,052*	0,297*	-0,399*	-0,097*	0,337*	0,359*	-0,037*	0,029*	-0,003*	0,244*
Длина ягоды, мм	-	-	0,414**	0,876***	0,878***	0,532***	0,526***	0,905***	0,245*	-0,386**	0,789***	0,423**	-0,038*	-0,093*
Ширина ягоды, мм	-	-	-	0,323*	0,366**	0,537***	0,358*	0,433**	0,370**	-0,151*	0,315*	0,206*	-0,014*	-0,013*
Масса 100 ягод, г	-	-	-	-	0,986***	0,444**	0,617***	0,947***	0,167*	-0,328*	0,932***	0,423**	0,012*	-0,172*
Объем 100 ягод, г	-	-	-	-	-	0,478***	0,649***	0,950***	0,204*	-0,308*	0,912***	0,430**	-0,010*	-0,156*
Масса одной грозди, г	-	-	-	-	-	-	0,314*	0,439**	0,911***	-0,082*	0,322*	0,280*	-0,271*	0,129*
Масса 100 семян, г	-	-	-	-	-	-	-	0,591***	0,214*	-0,339*	0,520***	0,470***	-0,294*	-0,282*
Масса одной ягоды, г	-	-	-	-	-	-	-	-	0,170*	-0,295*	0,907***	0,292*	0,020*	-0,146*
Выход сока из одной грозди, мл	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,126*	0,064*	0,099*	-0,378**	0,235*
Выход сока из 100 г ягод, мл	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,178*	-0,266*	-0,211*	0,413**
Выход сока из 100 ягод, мл	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,240*	0,065*	-0,137*
Урожайность куста, кг/куст	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,097*	-0,176*
Массовая концентрация сахаров, %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,484*

Примечание. * – $p < 0,05$; ** – $p > 0,05$; *** – $p > 0,01$ (p – экспериментальные значения по корреляции; 0,05 и 0,01 – теоретические значения степени достоверности)

тельно низкий – у сортов Гемушиме (2,1 г/дм³), Гусейни (2,1 г/дм³), Табризи (2,1 г/дм³).

Однородность ягод по размеру и форме – один из параметров, влияющих на товарный вид гроздей винограда. При определении степени однородности ягод по протоколу OIV-222 выяснилось, что у сортов Новраст, Блэк Мэдджик и Италия ягоды в гроздях не одинаковы по размеру и форме (OIV-222-1), а все остальные сорта характеризуются однородностью ягод как по размеру, так и по форме (OIV-222-2).

При сравнении и изучении столовых сортов винограда, наличие или отсутствие семян в ягодах, их величина и степень развития всесторонне исследуются, потому что эти параметры оказывают значительное влияние на внешний вид, вкус и качество винограда и на его конкурентоспособность. Нами были изучены такие важные параметры, как уровень развития семян в ягодах (OIV-241) и масса одного семени (OIV-242). По уровню развития у большинства сортов (Новраст, Эт харджи, Шабраны и др.) семена были охарактеризованы как полностью развитые (OIV-241-3), у сортов Аг овал кишмиш, Кишмиш Зарафшан и Кишмиш Согдиана – как рудиментарные (оболочка семян мягкая, эндосперма (зародыш) развита очень слабо – стenosпермокарпия) (OIV-241-2), у сортов Аг кишмиш и Мармари кишмиш – как неразвитые (OIV-241-1) (семена от-

сутствуют – партенокарпия).

Корреляции, составленные на основе показателей, полученных в процессе исследования, отражает взаимосвязь между морфометрическими и технологическими показателями ягод винограда. Анализ полученных результатов показал, что между некоторыми переменными существуют статистически значимые, сильные корреляции. Одна из наиболее заметных корреляций была отмечена между длиной ягоды, массой 100 ягод ($r=0,87$) и объемом 100 ягод ($r=0,876$). Это доказывает, что более длинные ягоды имеют больший вес и объем. Значительная положительная корреляция также была установлена между длиной ягоды и массой одной ягоды ($r=0,526$), между выходом сока из 100 ягод ($r=0,789$) и количеством сока, полученного из одной ягоды ($r=0,905$), что доказывает прямую связь между технологическими параметрами и морфометрическими характеристиками ягод. Было выявлено, что между массой 100 ягод и объемом 100 ягод ($r=0,986$) существует очень сильная прямая корреляция. Выяснилось, что эти переменные тесно связаны с массой одной ягоды ($r=0,947$) и выходом сока из 100 ягод ($r=0,932$). Еще одна очень сильная корреляция ($r=0,911$) наблюдалась между выходом сока из грозди и массой грозди. Это доказывает, что более крупные грозди дают больше сока (табл. 2).

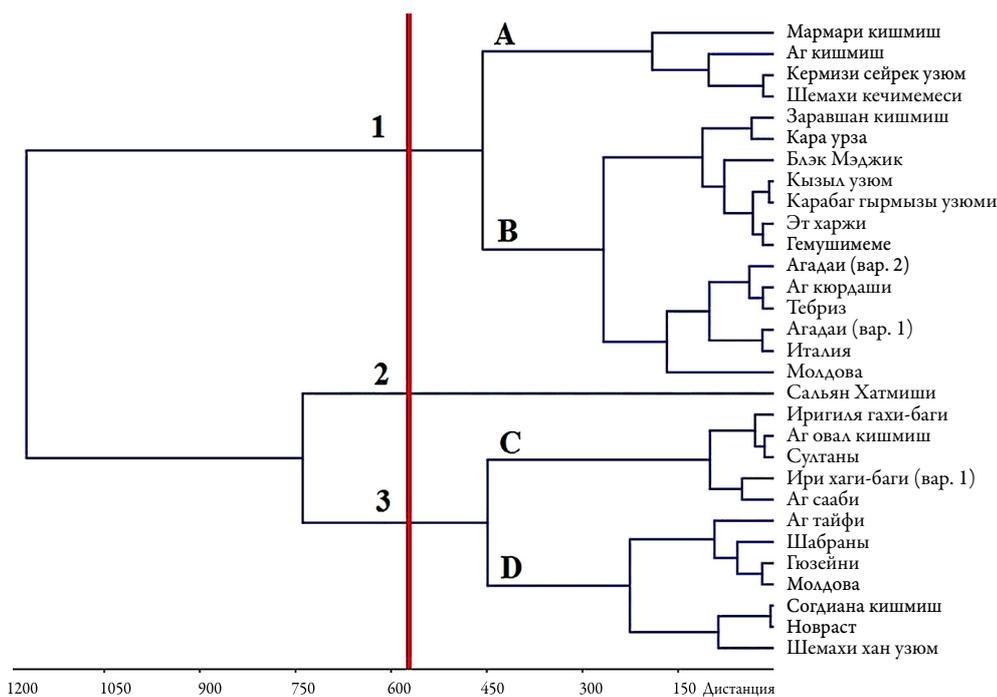


Рис. Кластерная дендрограмма по показателям массы 100 ягод, массы одной грозди и урожайности куста

Fig. Cluster dendrogram based on the weight indicators of 100 berries, one bunch and yield per bush

Кластерный анализ основных биометрических показателей (масса 100 ягод, масса одной грозди, урожайность одного куста) был проведен с помощью программного обеспечения Past 4.16c. Дендрограмма была построена по методу Ward, с применением Евклидова расстояния (рис.).

В результате кластерного анализа генотипы были объединены в 3 основные группы. В первую группу были включены образцы, получившие самую низкую оценку по массе одной грозди. У этих генотипов масса одной грозди менялась в пределах 104,0–417,0 г. У образцов, включенных в подгруппу 1А этой же группы, масса 100 ягод была ниже, чем у образцов в подгруппе 1В. Генотип сорта Сальян Хатынысы, занявший единственное место во второй группе, получил наивысшую оценку по массе 100 г ягод и превзошел по этому показателю все изученные образцы. Образцы, объединенные в третью группу, получили самую высокую оценку по массе одной грозди. У этих образцов масса одной грозди колебалась в пределах 174,0–766,5 г. Образцы в подгруппе 3D третьей группы получили более высокую оценку, чем образцы в подгруппе 3С, как по массе 100 ягод, так и по массе одной грозди (рис.).

Средняя урожайность кустов винограда определяется рамками их генетического и биологического потенциала и выражает хозяйственно-экономическую и селекционную значимость сорта. По сравнению с контрольными сортами (Аг овал кишмиш и Табризи), урожайность большинства исследованных нами сортов винограда была оценена как удовлетворительная. Показатели урожайности куста у бессемянных сортов менялись в диапазоне от 5,8 (Аг кишмиш) до 12,5 кг (Кишмиш Согдиана), а

у столовых сортов – в диапазоне от 4,8 (Шал узюм) до 22,4 кг (Молдова). Только у одного (Кишмиш Согдиана) из четырех кишмишных сортов в сравнении с контрольным сортом Аг овал кишмиш и у трех (Новраст, Блэк Мэджик и Молдова) из 25-ти столовых сортов в сравнении с контрольным сортом Табризи разница по показателю урожайности куста оказалась в значительной степени достоверной ($p < 0,05$, $p < 0,001$). Среди исследованных нами сортов винограда не оказалось ни одного очень низкоурожайного и низкоурожайного сорта. Лишь один сорт (Шал узюм) был отнесен к среднеурожайным сортам (4,8 кг). У всех остальных сортов урожайность была оценена как высокая и очень высокая, что свидетельствует об их

высокой хозяйственно-экономической значимости (табл. 3).

Выводы

Как известно, размер и плотность грозди являются параметрами, положительно влияющими на формирование ее массы. У исследованных сортов винограда длина грозди менялась от 14,0 (Мармари кишмиш) до 27,2 см (Хан изюм шемахинский). Относительно длинные грозди были отмечены у сортов Аг кишмиш (23,0 см), Кишмиш Зарафшан (24,0 см), Кишмиш Согдиана (22,5 см). При оценке плотности грозди было установлено, что у большинства изученных сортов (Аг кюдаши, Аг сааби, Эт харджи и др.) грозди средней плотности (ОИВ-204-5), у сортов Мармари кишмиш, Кишмиш Согдиана, Аг Тайфи, Кызыл узюм – рыхлые (ОИВ-204-3), а у сортов Гара урза, Молдова на Шемахинской коллекции, Молдова на Апшеронской коллекции, Хан изюм шемахинский – плотные (ОИВ-204-7).

Определение массы одной ягоды как фактора, повышающего товарную ценность столового винограда, показало, что значения по этому показателю у исследуемых сортов меняются в пределах 0,69 (Мармари кишмиш) – 12,57 г (Сальян Хатынысы). Наиболее крупными ягодами отличились сорта Сальян Хатынысы (12,57 г), Хан изюм шемахинский (5,90 г) и Гусейни (5,52 г).

Урожайность куста, являющаяся показателем хозяйственно-экономической значимости сорта винограда, у исследуемых сортов менялась в широком диапазоне: от 4,8 до 22,4 кг. Сорта с очень низкой и низкой (>4 кг/куст) урожайностью не оказалось. Большинство сортов за исключением сорта Шал

Таблица 3. Сравнительная характеристика (по критерию χ^2) количества плодоносных побегов и урожайности куста у исследуемых сортов винограда**Table 3.** Comparative characteristics (by χ^2 criterion) of the number of fruit-bearing shoots and yield per bush in the studied grape varieties

Сорт	Количество плодоносных и неплодоносных побегов, %				Урожайность куста, кг	
	с одной гроздью	с двумя гроздьями	с тремя гроздьями	неплодоносные	$\bar{X} \pm S\bar{x}$	*P
Аг овал кишмиш (контроль)	64,4	-	-	35,4	7,8±0,12	
Аг кишмиш	70,0***	-	-	30,0***	5,8±0,09	p>0,05
Мармари кишмиш	29,0***	19,0**	-	52,0***	6,4±0,11	p>0,05
Кишмиш Зарафшан	47,6**	10,5**	-	37,9	8,6±0,14	p>0,05
Кишмиш Согдиана	32,0***	31,5***	-	36,5***	12,5±0,36	p<0,001
Табриз (контроль)	65,0	20,0	-	15,0	12,4±0,42	
Агадаи – вариант 1	70,0***	-	-	30,0**	11,4±0,28	p>0,05
Агадаи – вариант 2	50,8***	10,2	-	39,0**	9,8±0,21	p<0,05
Аг кюрдаши	36,2**	5,7***	-	58,1*	7,6±0,18	p>0,05
Аг сааби	32,8**	17,9***	-	49,3*	9,8±0,14	p<0,05
Аг Тайфи	64,6***	5,4***	-	30,0**	12,7±0,38	p>0,05
Иригиля Гахи-баги – вариант 1	17,7*	15,6***	-	66,7*	11,4±0,18	p>0,05
Иригиля Гахи-баги – вариант 2	20,5*	12,0***	-	67,5*	10,8±0,10	p>0,05
Кызыл узюм	49,6***	-	-	50,4*	6,8±0,08	p>0,05
Эт харджи	33,8*	26,7*	-	39,5*	5,7±0,08	p>0,05
Карабахский гырмызы изюми	24,4***	9,8**	-	65,8***	8,5±0,16	p>0,05
Гемушимеме	66,0***	-	-	24,0***	11,3±0,34	p>0,05
Новраст	10,0*	46,5*	-	43,5*	14,6±0,42	p<0,05
Гара урза	5,5	60,0	-	34,5**	7,3±0,18	p>0,05
Блэк Мэдджик	2,5***	67,5*	10,0*	20,0***	17,6±0,54	p<0,001
Италия	7,5*	65,5*	5,0*	32,0**	15,4±0,52	p<0,001
Гусейни	44,6**	15,4***	-	40,0*	10,6±0,34	p>0,05
Шал узюм	10,6*	30,4**	-	59,0*	4,8±0,08	p<0,001
Шемахи кечимемеси	75,6**	-	-	23,4	10,7±0,16	p>0,05
Молдова на Шемахинской коллекции	5,2*	64,8*	20,0*	10,0*	22,4±1,12	p<0,001
Молдова на Апшеронской коллекции	4,8*	65,2*	16,8*	13,2*	18,6±0,96	p<0,001
Хан изюм шемахинский	44,5**	-	-	53,5*	12,8±0,54	p>0,05
Сальян Хатынысы	25,6**	40,4*	-	34,0*	12,2±0,36	p>0,05
Султаны	72,0***	-	-	28,0**	12,8±0,64	p>0,05
Шабраны	54,4***	-	-	45,6*	8,6±0,23	p>0,05

Примечание. *** – p > 0,05; ** – p < 0,05; * – p < 0,001 (по U-критерию); p – достоверность разницы между показателями родительских и клоновых вариаций

узюм (4,8 кг/куст) были отнесены к группам с высокой и очень высокой (>5,5 кг/куст) урожайностью, что доказывает их высокое хозяйственно-экономическое значение.

У исследованных сортов показатель массовой концентрацией сахаров был зафиксирован в пределах 11,1 (Эт харджи) – 22,8 г/100 см³ (Мармари кишмиш). Среди всех сортов только один сорт (Мармари кишмиш) отличился высокой массовой концентрацией сахаров (выше предельной нормы) – 22,8 г/100 см³. У восьми сортов (Султаны, Шабраны, Блэк Мэдджик, Кара урза, Новраст, Иригиля Гахи-баги – вариант 1, Эт харджи, Аг сааби) этот показатель оказался ниже нормы (11,1–14,6 г/100 см³). У двадцати одного сорта массовая концентрация сахаров была в пределах нормы: 15,1–19,6 г/100 см³,

что соответствует требованиям, предъявляемым к столовым сортам винограда.

Большинство исследованных столовых сортов винограда за исключением сорта Шал узюм показали высокую и очень высокую урожайность, что делает их перспективными для создания новых столовых виноградников. Кроме того, особо высокоурожайные генотипы могут быть использованы в селекционной работе в качестве исходного материала. Сорта Кишмиш Зарафшан и Кишмиш Согдиана, по сравнению с исследованными местными кишмишными сортами, отличаются более крупными ягодами, что позволяет использовать их для производства сушеного винограда (изюма).

Источник финансирования

Не указан.

Financing source

Not specified.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Quliyev V.M., Səlimov V.S. Azərbaycan ampelografyası. Bakı: Müəllim. 2020;2:1-882.
Guliyev V.M., Salimov V.S. Ampelography of Azerbaijan. Baku: Muallim. 2020;2:1-882 (in Azerbaijani).
2. Полулях А.А., Волынкин В.А. Генетические ресурсы винограда для интродукции и селекции // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИ-ВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:83-86.
Polulyakh A.A., Volynkin V.A. Grapevine genetic resources for introduction and breeding. Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach. 2020;49:83-86 (in Russian).
3. Зармаев А.А., Борисенко М.Н. Селекция, генетика винограда и ампелография. От теории к практике. Симферополь: Форма. 2018:1-330.
Zarmaev A.A., Borisenko M.N. Selection, genetics of grapes and ampelography. From theory to practice. Simferopol: Forma. 2018:1-330 (in Russian).
4. Гусейнова А.С., Гусейнов М.А., Салимов В.С., Асадуллаев Р.А., Насибов Х.Н. Оценка увологических показателей некоторых клоновых форм винограда // АПК России. 2020;27(3):427-433.
Guseinova A.S., Guseinov M.A., Salimov V.S., Asadullaev R.A., Nasibov Kh.N. Evaluation of uvologic parameters of some clone forms of grapes. Agroindustrial Complex of Russia. 2020;27(3):427-433 (in Russian).
5. Səlimov V.S. Üzümün seleksiyası. Bakı: Müəllim. 2019:1-304.
Salimov V.S. Breeding of grapes. Baku: Muallim. 2019:1-304 (in Azerbaijani).
6. Salimov V., Majnunlu U., Hasanov R. Sustainability in the winemaking industry and the assessment of grape seed characteristics during processing: Evidence from Azerbaijan. Scientific Horizons. 2024;27(8):147-157. DOI 10.48077/scihor8.2024.147.
7. Shukurova N.V., Majnunlu U.Kh., Salimov V.S. Mechanical properties of several local and introduced grape varieties: Research and evaluation of their technological suitability. Research in Agricultural & Veterinary Sciences. 2024;8(2):74-83. DOI 10.62476/ravs8274.
8. Salimov V., De Lorenzis G., Asadullayev R. Ampelographic characteristics and molecular investigation of Azerbaijani local grape varieties by microsatellites. Albanian Journal of Agricultural Sciences. 2015;14(4):420-430.
9. Salimov V., Mammadova R., Burak M., Alizade S., Sharifova S., Bakhsh A., Amrahov N., Hamidova M. Inter simple sequence repeat (ISSR) based on genetic and morphological polymorphism of Azerbaijani grape (*Vitis vinifera*) genotype. Genetic Resources and Crop Evolution. 2025;72:2711-2723. DOI 10.1007/s10722-024-02110-3.
10. Akram M.T., Gadri R., Khan M.A., Hafiz I.A., Nisar N., Khan M.M., Feroze M.A., Hussain K. Morphological characterization of grape (*Vitis vinifera* L.) germplasm grown in northern zones of Punjab, Pakistan. The Pakistan Journal of Agricultural Sciences. 2021;58:1323-1336.
11. Bucur G.M., Dejeu L. Phenological and some enocarpological traits of thirteen new Romanian grapevine varieties for white wine (*Vitis vinifera* L.) in the context of climate change. Scientific Papers. Series B, Horticulture. 2024;LXVIII(1):254-263.
12. Интродукция сортов винограда. <https://sortov.net/info/introdukciyasortov-vinograda.html> (дата обращения: 28.01.2020).
Introduction of grape varieties. Access mode: <https://sortov.net/info/introdukciya-sortov-vinograda.html> (date of access: 28.01.2020) (in Russian).
13. Ганич В.А., Наумова Л.Г., Матвеева Н.В. Сортоизучение перспективного интродуцированного сорта винограда Меграбуяр в условиях Нижнего Придонья // Вестник КрасГАУ. 2023;2:20-28. DOI 10.36718/1819-4036-2023-2-20-28.
Ganich V.A., Naumova L.G., Matveeva N.V. Variety study of perspective introduced grape Megrabujr under the conditions of the Lower Don Region. Bulliten of KrasSAU. 2023;(2):20-28. DOI 10.36718/1819-4036-2023-2-20-28 (in Russian).
14. Наумова Л.Г., Ганич В.А., Матвеева Н.В. Интродуцированные коллекционные сорта винограда для качественного виноделия в Нижнем Придонье // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(2):111-115. DOI 10.35547/IM.2020.15.95.005.
Naumova L.G., Ganich V.A., Matveeva N.V. Introduced collection grape varieties for high-quality winemaking in the Lower Don Valley region. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(2):111-115. DOI 10.35547/IM.2020.15.95.005 (in Russian).
15. Наумова Л.Г., Ганич В.А., Матвеева Н.В. Увологическая оценка Донских аборигенных сортов винограда на коллекции им. Я.И. Потапенко // Плодоводство и ягодоводство России. 2020;59:152-161. DOI 10.31676/2073-4948-2019-59-152-161.
Naumova L.G., Ganich V.A., Matveeva N.V. Uvological evaluation of Don aboriginal grapes varieties at the Don ampelographic collection named after Ya.I. Potapenko. Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia. 2020;59:152-161. DOI 10.31676/2073-4948-2019-59-152-161 (in Russian).
16. Topilov K., Obidov S. Cultivation of kishmish varieties of grapes from cuttings in conditions of Tashkent region. American Journal of Interdisciplinary Research and Development. 2022;09:119-122.
17. Abiri K., Rezaeia M., Tahanianb H., Heidari P., Khadivid A. Morphological and pomological variability of a grape (*Vitis vinifera* L.) germplasm collection. Scientia Horticulturae. 2020;266(8):109285. DOI 10.1016/j.scienta.2020.109285.
18. Дергачев Д.В., Ларькина М.Д., Петров В.С., Панкин М.И., Цику Д.М., Мarmorштейн А.А., Митрофанова Е.А. Агробиологическая и увологическая характеристика новых сортов винограда селекции Германии и России в агроэкологических условиях западного Предкавказья // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;66(6):48-58. DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-48-58.
Dergachev D.V., Larkina M.D., Petrov V.S., Pankin M.I., Tsiku D.M., Marmorstein A.A., Mitrofanova E.A. Agribiological and uvological characteristics of new grape varieties of Germany and Russia breeding under the agroecology conditions of the Western Siscaucasia. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2020;66(6):48-58. DOI 10.30679/2219-5335-2020-6-66-48-58 (in Russian).
19. Наумова Л.Г., Новикова Л.Ю. Разнообразие сортов Донской ампелографической коллекции по увологическим характеристикам // Виноградарство и виноделие: сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;XLIX:74-77.

- Naumova L.G., Novikova L.Yu. Diversity of grape varieties of the Don ampelographic collection by uvological characteristics. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach*. 2020;XLIX:74-77 (*in Russian*).
20. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Изучение увологических и агроботанических показателей сорта винограда Кокур белый на различных подвоях для проведения клоновой селекции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(2):105-108. DOI 10.35547/IM.2019.21.2.005.
Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. The study of uvological and agrobiological indicators of 'Kokur white' grapevine cultivar on various rootstocks for the purpose of clonal breeding. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019;21(2):105-108. DOI 10.35547/IM.2019.21.2.005 (*in Russian*).
21. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Изучение увологических и агроботанических показателей клонов сорта винограда Семильон на различных подвоях // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2021;68(2):46-54. DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-46-54.
Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. The study of uvological and agrobiological indicators of semillon grape clone on different rootstocks. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2021;68(2):46-54. DOI 10.30679/2219-5335-2021-2-68-46-54 (*in Russian*).
22. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Изучение увологических показателей сорта винограда Гурзуфский розовый при культивировании в восточном районе Южнобережной зоны Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(1):15-17. DOI 10.35547/IM.2020.22.1.003.
Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. Study of uvological parameters of 'Gurzufskiy Rozovyi' grape variety cultivated in the eastern area of the South Coast zone of Crimea. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2020;22(1):15-17 (*in Russian*).
23. Студенникова Н.Л., Котоловец З.В. Изучение увологических показателей сорта винограда Ливадийский черный при культивировании в восточном районе южнобережной зоны Крыма // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2020;21(184):47-53.
Studennikova N.L., Kotolovets Z.V. Study of uvological parameters of 'Livadiyskiy Chernyi' grape variety cultivated in the eastern area of the South Coast zone of Crimea. *Transactions of Taurida Agricultural Science*. 2020;21(184):47-53 (*in Russian*).
24. Трошин Л.П., Чаусов В.М. Увология и биохимия винограда сорта Каберне-совиньон в разных зонах произрастания // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2017;129(05):1-18. DOI 10.21515/1990-4665-129-083.
Troshin L.P., Chausov V.M. Oenology and biochemistry of Merlot variety and its clones in different zones of growth. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2017;129(05):1-18. DOI 10.21515/1990-4665-129-083 (*in Russian*).
25. Трошин Л.П., Чаусов В.М., Бурлаков М.М., Родионова Л.Я. Увология и биохимия красных винных сортов винограда на Тамани // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2015;109(05):1-20.
Troshin L.P., Chausov V.M., Burlakov M.M., Rodionova L.Ya. Uvology and biochemistry of red wine varieties in Taman. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2015;109(05):1-20 (*in Russian*).
26. Трошин Л.П., Маградзе Д.Н. Ампелогографический скрининг генофонда винограда. Краснодар: КГАУ. 2013:1-120.
Troshin L.P., Magradze D.N. *Ampelographic screening of grape gene pool*. Krasnodar: KSAU. 2013:1-120 (*in Russian*).
27. Şixlinski H.M. Üzüm bitkisinin genetik və seleksiyası. Bakı: Müəllim. 2016:1-456.
Shykhlynsky H.M. *Genetics and breeding of grape plants*. Baku: Muallim. 2016:1-456 (*in Azerbaijani*).
28. Авидзба А.М., Иванченко В.И., Бейбулатов М.Р., Антипов В.П., Согоян Р.Я. и др. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины. Ялта: ИВиВ «Магарач». 2004:1-264.
Avidzba, A.M., Ivanchenko, V.I., Beibulatov M.R., Antipov V.P., Sogoyan, R.Ya. et al. *Guidelines for agrotechnical research in viticulture in Ukraine*. Yalta: IV&W "Magarach". 2004:1-264 (*in Russian*).
29. Гланц С. Медико-биологическая статистика. М.: Практика. 1998:1-459.
Glanz S. *Medical and biological statistics*. M.: Practice. 1998:1-459 (*in Russian*).
30. Масюкова О.В. Методы селекционно-генетических исследований плодовых пород. Кишинев: Штиинца. 1973:1-48.
Masyukova O.V. *Methods of breeding and genetic studies of fruit breeds*. Chisinau: Stiintza. 1973:1-48 (*in Russian*).

Информация об авторах

Айнур Асифовна Гулиева, нач. отдела информационного обеспечения и применения научных результатов; e-мэйл: aynurequliyeva972@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-7079-5407>;

Вусала Низамовна Шукурова, зав. лабораторией биохимического исследования и контроля качества; e-мэйл: vusale.sukurova81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2457-815X>;

Гюнель Юсифовна Ибаева, зав. лабораторией защиты растений; e-мэйл: gunelvlizad47@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0000-4089-4668>;

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

Information about the authors

Aynura A. Guliyeva, Head of the Department of Information Provision and Application of Scientific Results; e-mail: aynurequliyeva972@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0008-7079-5407>;

Vusala N. Shukurova, Head of the Laboratory of Biochemical Research and Quality Control; e-mail: vusale.sukurova81@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2457-815X>;

Gunel Yu. Ibayeva, Head of the Plant Protection Laboratory; e-mail: gunelvlizad47@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0000-4089-4668>;

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

Статья поступила в редакцию 20.06.2025, одобрена после рецензии 04.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Новые белоягодные технические сорта винограда селекции Института «Магарач»

Студенникова Н.Л.[✉], Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А., Андросова М.А., Лиховской В.В.

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

[✉]select@magarach-institut.ru

Аннотация. В статье представлено изучение комплекса ампелографических и биолого-хозяйственных признаков новых белоягодных сортов винограда Айбатлы Магарача, Крымская весна, Янтарный Магарача, полученных с участием в качестве материнской формы автохтонных сортов винограда Крыма. Автохтонные сорта Крыма относятся к виду *Vitis vinifera* L., характеризуются устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам внешней среды. Ряд сортов имеет функционально женский тип цветка, который оказывает существенное влияние на стабильность оплодотворения, и поэтому урожайность напрямую зависит от погодных условий. Сохранить адаптационную способность и улучшить характеристики продуктивности и качества крымских автохтонов возможно с помощью внутривидовой и межвидовой гибридизации. Представленные новые сорта винограда относятся к среднему сроку созревания (вегетационный период 135–138 дней), имеют обоеполюый тип цветка, слабо повреждаются грибными болезнями, хорошо переносят периодические засухи. Сорта пригодны для приготовления столовых и десертных вин. Дегустационная оценка сухого вина составляет 7,70–7,71 балла, десертного – 7,75–7,8 балла. Сорта устойчивы к грибным болезням: оидиуму – 2 балла, милдью – 1–2 балла, серой гнили – 1–2 балла. Средняя урожайность у сорта Айбатлы Магарача составляет 65,7 ц/га, у сорта Крымская весна – 91,8 ц/га, у сорта Янтарный Магарача – 95,0 ц/га. Новые сорта винограда Айбатлы Магарача, Крымская весна и Янтарный Магарача, полученные с участием автохтонных сортов, имеющие обоеполюый тип цветка, слабо повреждаемые грибными болезнями, хорошо переносящими периодические засухи, могут стать альтернативой автохтонным сортам, обеспечивая стабильную урожайность и качество винопродукции. Рекомендуются для выращивания в Республике Крым.

Ключевые слова: виноград; аборигенные сорта винограда; урожайность; масса грозди; устойчивость к грибным болезням.

Для цитирования: Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А., Андросова М.А., Лиховской В.В. Новые белоягодные технические сорта винограда селекции Института «Магарач» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):186-190. EDN IHKERP.

New white-berry wine grapevine cultivars bred at the Institute Magarach

Studennikova N.L.[✉], Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Androsova M.A., Likhovskoi V.V.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia

[✉]select@magarach-institut.ru

Abstract. This article presents the study of a complex of ampelographic and biological-economic traits of new white-berry grapevine cultivars 'Aibatly Magarach', 'Krymskaya Vesna', 'Yantarnyi Magarach' obtained using autochthonous Crimean grape varieties as a maternal form. Autochthonous Crimean varieties are *Vitis vinifera* L. species. They are characterized by resistance to abiotic and biotic environmental factors. A number of varieties have a functionally female flower type, which has a significant impact on fertilizing stability. Therefore cropping capacity directly depends on weather conditions. It is possible to preserve adaptive capacity, as well as improve productivity and quality characteristics of Crimean autochthons using intraspecific and interspecific hybridization. The presented new grapevine cultivars have a medium ripening period (vegetation period 135–138 days), bisexual flower type. They are weakly susceptible to fungal diseases, well tolerant to periodic droughts. These cultivars are suitable for making table and dessert wines. Tasting assessment score of dry wine is 7.70–7.71 points, dessert wine – 7.75–7.8 points. The cultivars are resistant to fungal diseases: oidium – 2 points, mildew – 1–2 points, gray rot – 1–2 points. The average cropping capacity of 'Aibatly Magarach' is 65.7 c/ha, 'Krymskaya Vesna' – 91.8 c/ha, 'Yantarnyi Magarach' – 95.0 c/ha. New grape cultivars 'Aibatly Magarach', 'Krymskaya Vesna' and 'Yantarnyi Magarach', obtained using autochthonous varieties with bisexual flower type, weakly susceptible to fungal diseases, well tolerant to periodic droughts, can become an alternative to autochthonous varieties, providing consistent yield and quality of wine products. They are recommended for cultivation in the Republic of Crimea.

Key words: grapes; aboriginal grape varieties; cropping capacity; bunch weight; resistance to fungal diseases.

For citation: Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Androsova M.A., Likhovskoi V.V. New white-berry wine grapevine cultivars bred at the Institute Magarach. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):186-190. EDN IHKERP (in Russian).

Введение

Большинство сортов нового поколения, обладающих генетически обусловленными признаками устойчивости к факторам среды, выведены методом генеративной гибридизации. В виноградарских селекционных центрах ведутся исследования по со-

ртоизучению и выделению доноров и источников хозяйственно-ценных признаков и показателей качества урожая. Мобилизация сортовых ресурсов винограда в ампелографических коллекциях играет важную роль в сохранении и использовании генофонда винограда. В настоящее время проблема сбора, сохранения и стабильного использования генетических ресурсов винограда НИЦ «Курчатowski институт» - «Магарач» чрезвычайно важна для

успешного развития виноградарства Республики Крым [1-4]. Сортовые признаки винограда играют важную роль при выборе направления его использования. К таким показателям относят ярко выраженный аромат ягоды (мускатный, пасленовый, сортовой), наличие красящих веществ в соке и кожице ягоды и др. Особенности сорта отражаются на качестве вина, на развитии в нем различных оттенков окраски, букета и вкуса, которые составляют его основные органолептические свойства [5, 6]. Европейские сорта винограда традиционно используются для производства различных типов вин. При возделывании в условиях Юга России эти сорта поражаются болезнями и вредителями. Сложившаяся ситуация требует проведения 7–10 кратных химических обработок, что в конечном итоге влияет на качество винодельческой продукции [7].

Одним из направлений деятельности научных учреждений является создание генофонда на основе автохтонных сортов винограда как источников хозяйственно ценных признаков. Интерес к использованию крымских, дагестанских и донских автохтонных сортов в селекционном процессе основан на уникальности их органолептических и адаптационных характеристик за счет определенного ареала возделывания и сортовых особенностей [8, 9]. В связи с этим перед селекционерами ставятся новые задачи по созданию оригинальных автохтонных сортов, аналогичных по качественным характеристикам, но отличающихся повышенной продуктивностью и устойчивостью к стресс-факторам биосферы. Селекционерами ФГБНУ ВНИИВиВ имени Я.И. Потапенко в 2021–2022 гг. были получены технические сорта винограда с участием донских автохтонных сортов: Вечерний, Восточный, Красностоп Карпи, Теремной, Яхонтовый [10]. Селекционерами Дербентской опытной станции выведен ряд сортов с привлечением в гибридизацию автохтонного сорта Агадаи: Дагестанский (Агадаи × Мускат гамбургский), Дольчатый (Агадаи × Мускат александрийский), Жемчужина Дербента (Агадаи × Жемчуг Саба), Марал (Нимранг × Агадаи) [11]. В НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач» выведены сорта технического направления использования: Кефесия Магарача (Кефесия × Ифигения), Янтарный Магарача (Кок пандас × Спартанец Магарача), Крымская весна (Сары Пандас × Цитронный Магарача), Мисгюли Магарача (Мисгюли кара × Ифигения), на которые поданы заявки в ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» на регистрацию и выдачу патентов [12]. Проводимые исследования по селекционной работе направлены на создание засухоустойчивого генофонда винограда с участием крымских автохтонов и сортов, контрастных по устойчивости к засухе. Автохтонные сорта Крыма относятся к виду *Vitis vinifera* L., характеризуются устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам внешней среды. Ряд сортов имеет функционально женский тип цветка, который оказывает существенное влияние на ста-

бильность оплодотворения, и поэтому урожайность напрямую зависит от погодных условий. Сохранить адаптационную способность крымских автохтонов и улучшить характеристики их продуктивности и качества возможно с помощью внутривидовой и межвидовой гибридизации.

Цель исследования – изучить комплекс ампелографических и биолого-хозяйственных признаков новых перспективных сортов винограда Айбатлы Магарача, Крымская весна, Янтарный Магарача для оценки возможности их внедрения в виноградо-винодельческие хозяйства Республики Крым.

Материалы и методы исследования

Место проведения исследований – селекционный участок № 5 (Республика Крым, Южный берег Крыма, г. Ялта, пгт. Отрадное). Схема посадки – 3,0 × 1,5 м, формировка – одноплечий Гюйо с высотой штамба 70 см. Климатические условия района позволяют культивировать виноград всех периодов созревания без укрытия на зиму. Осадков выпадает в среднем 450–600 мм, сумма активных температур – 3600–3850 °С, безморозный период – около 250 дней [13].

Объект исследования – технические белоягодные сорта винограда Крымская весна, Айбатлы Магарача и Янтарный Магарача, полученные от скрещиваний крымских автохтонов с сортами селекции НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач».

Изучение биолого-хозяйственных признаков и ампелографическое описание сортов проводили согласно общепринятым методикам [14, 15]. Органолептическую оценку качества винограда определяла дегустационная комиссия Института «Магарач».

Результаты и их обсуждение

В период изучения (2021–2024 гг.) было проведено: ампелографическое, агробиологическое, хозяйственно-технологическое описание белоягодных винных сортов винограда в условиях Южного берега Крыма. Поданы заявки на выдачу патентов на данные сорта в ФГБУ «Государственную комиссию Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений».

Айбатлы Магарача. Технический сорт винограда среднего срока созревания селекции Института «Магарач» получен в результате скрещивания крымского автохтона Айбатлы и сорта Спартанец Магарача. Продолжительность продукционного периода в среднем составляет 138 дней, технологическая зрелость ягод наступает 6 сентября (табл. 1).

Лист средний, пятиугольный, средне рассеченный, пятилопастный, с очень слабым паутинистым опушением. Цветок обоеполый. Гроздь средней величины, цилиндрико-коническая (лопастная). Ягода средняя, круглая, зелено-желтая, массой 2,0–2,3 г (табл. 2, рис. 1). Мякоть сочная, сок не окрашен. Семян в ягоде 2–3.

Рост кустов средний. При схеме посадки 3 × 1,5 м средняя урожайность составляет 65,7 ц/га.

Массовая концентрация сахаров – 206,0–211,0 г/дм³, титруемых кислот – 6,8–7,3 г/дм³, морозостойкость – до –18 °С. Сорт имеет высокую устойчивость к грибным болезням: оидиуму – 2 балла, милдью – 1 балл, серой гнили – 2 балла. Вызревание однолетних побегов хорошее, переносит периодические засухи. Сорт используется для приготовления столовых вин. Дегустационная оценка 7,70–7,76 балла (по 10-балльной шкале оценки – от 7,5 до 8,0 баллов для виноматериалов) (табл. 2). Органолептическая характеристика сухого виноматериала: прозрачное, соломенного цвета, аромат чистый, плодового направления с оттенками сухофруктов, вкус мягкий, достаточно полный. Виноматериалы из сорта Айбатлы Магарача по совокупности органолептических характеристик являются перспективными для виноделия.

Крымская весна. Получен в результате скрещивания сортов Сары Пандас × Цитронный Магарача. Технический сорт среднего срока созревания. В условиях Южного берега Крыма технологическая зрелость ягод наступает 3 сентября, продолжительность продукционного периода – 135 дней (табл. 1). Рост кустов сильный, наблюдается хорошее вызревание однолетних побегов. Сорт имеет высокую устойчивость к грибным болезням: оидиуму – 2 балла, милдью – 1 балл, серой гнили – 1 балла.

Лист средней величины, пятиугольный, сильно рассеченный, пятилопастный, имеет слабое паутинистое опуше-

Таблица 1. Прохождение фаз вегетации новыми белоягодными техническими сортами винограда

Table 1. Passing through growth phases by new white-berry wine grape varieties

Сорт	Дата наступления фенологических фаз		Продукционный период, число дней	Массовая концентрация, г/дм ³	
	начало распускания почек	съемная зрелость ягод		сахаров	титруемых кислот
Айбатлы Магарача	22.04	06.09	138	209	7,1
Крымская весна	22.04	03.09	135	235	6,8
Янтарный Магарача	24.04	06.09	135	214	6,5

Таблица 2. Показатели продуктивности и дегустационная оценка виноматериалов изучаемых сортов винограда, среднее за 2021–2024 гг.

Table 2. Productivity indicators and tasting assessment of wines of the studied grapevine cultivars, average for 2021–2024

Сорт	Масса грозди, г		Масса ягоды, г		Урожайность		Дегустационная оценка, балл	
	средняя	максимальная	средняя	максимальная	с 1 куста, кг	с 1 га, ц	сухое	десертное
Айбатлы Магарача	211,3	222,5	2,15	2,3	2,96	65,73	7,74	–
V, %	4,04	2,90	6,00	4,12	8,64	8,61		
Крымская весна	345,5	356,5	2,35	2,55	4,13	91,8	–	7,75
V, %	5,93	4,37	5,49	3,92	1,97	1,95		
Янтарный Магарача	219,5	242,0	2,2	2,4	4,3	95,0	7,71	7,8
V, %	4,50	3,09	6,43	4,26	4,82	4,81		

Примечание. V, % – коэффициент вариации



Рис. 1. Сорт Айбатлы Магарача
Fig. 1. 'Aibatly Magaracha' grapevine cultivar



Рис. 2. Сорт Крымская весна
Fig. 2. 'Krymskaya Vesna' grapevine cultivar

ние. Цветок обоеполюй. Гроздь очень большая, цилиндро-конической формы, средней плотности. Ягода средняя, круглая, зелено-желтого цвета, с сочной мякотью (рис. 2).

Средняя урожайность за годы изучения составляет 91,8 ц/га и 4,13 кг/куст (табл. 2). Массовая концентрация сахаров достигает 235 г/дм³, а титруемых кислот – 6,8 г/дм³. Сорт пригоден для приготовления столовых и десертных вин. Дегустационная оценка десертного винограда 7,75 балла (по 10-балльной шкале оценки – от 7,5 до 8,0 баллов для винограда). Образцы винограда из данного сорта отличаются золотистым цветом, ярким фруктово-плодовым ароматом и чистым, свежим вкусом.

Янтарный Магарача. Технический сорт винограда среднего срока созревания. Получен в результате скрещивания сортов Кок пандас × Спартанец Магарача. Сорт имеет устойчивость к грибным болезням: оидиуму – 2 балла, милдью – 2 балла, серой гнили – 2 балла. Устойчивость к морозу – до –24 °С. Съемная зрелость ягод наступает 6 сентября, продолжительность продукционного периода составляет 135 дней (табл. 1).

Взрослый лист крупный, округлый, слабо рассеченный, пятилопастный, со средним паутинистым опушением, сбитым в комочки. Цветок обоеполюй. Гроздь цилиндроконическая, средней плотности. Ягода округлая зелено-желтого цвета с сочной мякотью и бесцветным соком (рис. 3).

Рост кустов средний, вызревание однолетних побегов хорошее. Урожайность достигает 95,0 ц/га и 4,3 кг/куст (табл. 2). Массовая концентрация сахаров – 214,0 г/дм³, а титруемых кислот – 6,5 г/дм³. Сорт пригоден для приготовления столовых и десертных вин. Дегустационная оценка сухого вина 7,71 балла, десертного – 7,8 балла (по 10-балльной шкале оцен-



Рис. 3. Сорт Янтарный Магарача
Fig. 3. 'Yantarnyi Magarach' grapevine cultivar

ки – от 7,5 до 8,0 баллов для винограда). Образцы столового винограда характеризуются как прозрачные, янтарного цвета, сложным ароматом цветочно-плодового направления, вкус чистый, гармоничный. Органолептическая оценка десертного винограда: прозрачное, золотисто-соломенного цвета, аромат плодово-цветочного направления, вкус достаточно полный, округлый, гармоничный.

Выводы

Новые сорта винограда селекции НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач» Айбатлы Магарача, Крымская весна и Янтарный Магарача, полученные с участием автохтонных сортов, имеющие обоеполюй тип цветка, слабо повреждаемые грибными болезнями, хорошо переносящие периодические засухи, могут стать альтернативой автохтонным сортам, обеспечивая стабильную урожайность и качество винопродукции. Рекомендуются для выращивания в Республике Крым.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM–2022–0007.

Financing source

The work was conducted under public assignment № FNZM–2022–0007.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Goncalves E., Martins A. Genetic gains of selection in ancient grapevine cultivars. *Acta Horticulturae*. 2019;1248:47-54. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1248.7.
- Bavaresco L. Impact of grapevine breeding for disease resistance on the global wine industry. *Acta Horticulturae*. 2019;1248:7-14. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1248.2.
- Дуран Н.А. Новые красные технические сорта винограда селекции ВНИИВиВ имени Я.И. Потапенко – филиал ФГБНУ ФРАНЦ // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2023;25(2):116-121. DOI 10.34919/IM2023.25.2.002.
- Duran N.A. New red wine grape varieties bred in the ASRIV&W – branch of the FSBSI FRARC. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(2):116-121. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.002 (in Russian).
- Полулях А.А., Волынкин В.А., Лиховской В.В. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». *Проблемы и перспективы сохранения* // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276.
- Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Problems and prospects of grapevine genetic resources preservation at "Magarach" Institute. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276 (in Russian).
- Макаров А.С., Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Максимовская В.А. Технологическая оценка аборигенных белых сортов винограда в системе «виноград-виноматериал» // «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2020;22(3):252-259. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.014.
- Makarov A.S., Lutkov I.P., Shmigelskaya N.A., Maksimovskaya V.A. Technological assessment of native

- white grape varieties in the system "grapes-base wine". Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(3):252-259. DOI 10.35547/IM.2020.22.3.014 (in Russian).
6. Мукайлов М.Д., Исригова Т.А., Салманов М.М., Магомедов М.Г., Макуев Г.А. Технологические особенности автохтонных технических сортов винограда в условиях Южного Дагестана // Известия Дагестанского ГАУ. 2021;4(12):35-40. Mukailov M.D., Isrigova T.A., Salmanov M.M., Magomedov M.G., Makuev G.A. Technological features of autochthon technical varieties of grapes in the conditions of South Dagestan. Daghestan SAU Proceedings. 2021;4(12):35-40 (in Russian).
 7. Алейникова Н.В., Галкина Е.С., Радионовская Я.Э. Болезни и вредители виноградной лозы. СПб: Первый издательско-полиграфический холдинг. 2018:1-152. Aleinikova N.V., Galkina E.S., Radionovskaya Ya.E. Diseases and pests of the vine. St.Petersburg: The First Publishing and Printing Holding. 2018:1-152 (in Russian).
 8. Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Оценка потенциала аборигенных и местных сортов винограда для управления процессом формирования урожая // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019;57(3):60-71. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-60-71. Beybulatov M.R., Urdenko N.A., Tikhomirova N.A., Buival R.A. Capacity assessment of aboriginal and local grapevine cultivars for managing harvest formation process. Fruit Growing and Viticulture of South Russian. 2019;57(3):60-71. DOI 10.30679/2219-5335-2019-3-57-60-71 (in Russian).
 9. Дуран Н.А. Новый красный технический сорт винограда Красностоп Карпи // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2020;5:40-48. DOI 10.26897/0021-342X-2020-5-40-48. Duran N.A. New red grape wine variety of Krasnostop Carpi. Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy. 2020;5:40-48. DOI 10.26897/0021-342X-2020-5-40-48 (in Russian).
 10. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Изучение автохтонных донских сортов винограда на коллекции в нижнем Придонуе в 2023 году // Русский виноград. 2024;30:39-46. DOI 10.32904/2712-8245-2024-30-39-46. Naumova L.G., Ganich V.A. Study of autochthonic Don grapevine varieties on the collection in the Lower Don region in 2023. Russian Grapes. 2024;30:39-46. DOI 10.32904/2712-8245-2024-30-39-46 (in Russian).
 11. Казахмедов Р.Э. Основные итоги научно-исследовательской работы Дагестанской селекционной опытной станции виноградарства и овощеводства за 2023 год // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2024;85(1):74-91. DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-74-91. Kazakhmedov R.E. The main results of the research work of the Dagestan breeding experimental station of viticulture and vegetable growing in 2023. Fruit Growing and Viticulture of South Russian. 2024;85(1):74-91. DOI 10.30679/2219-5335-2024-1-85-74-91 (in Russian).
 12. Лиховской В.В., Волинкин В.А., Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыbachенко Н.Л., Васылык И.А., Авидзба А.М. Янтарный Магарача – новый сорт винограда селекции Института «Магарач» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):226-231. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.001. Likhovskoi V.V., Volynkin V.A., Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Vasylyk I.A., Avidzba A.M. 'Yantarnyi Magaracha' - a new grapevine cultivar bred in the Institute Magarach. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):226-231. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.001 (in Russian).
 13. Иванченко В.И., Баранова Н.В., Тимофеев Р.Г., Рыбалко Е.А. Рекомендации по размещению промышленных посадок столового винограда в зависимости от его сортового состава и агроэкологических условий местности в АР Крым. Ялта: Национальный институт винограда и вина «Магарач». 2011:1-34. Ivanchenko V.I., Baranova N.V., Timofeev R.G., Rybalko E.A. Recommendations on the placement of industrial plantings of table grapes depending on their varietal composition and agroecological conditions of the area in the Autonomous Republic of Crimea. Yalta: National Institute of Vine and Wine "Magarach". 2011:1-34 (in Russian).
 14. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Мarmorштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия. 2021:1-147. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorshtein A.A. Research methods in viticulture. Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW. 2021:1-147 (in Russian).
 15. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та. 1963:1-149. Lazarevsky M.A. The study of grape cultivars. Rostov-on-Don: Rostov University Publ. 1963:1-149 (in Russian).

Информация об авторах

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

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

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

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

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

Information about the authors

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

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

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

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

Vladimir V. Likhovskoi, Dr. Agric. Sci., Associate Professor, Director; e-mail: director@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3879-0485>.

Статья поступила в редакцию 15.05.2025, одобрена после рецензии 17.06.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Результаты многолетнего изучения донского автохтонного сорта винограда Махроватчик на коллекции в Нижнем Придонуе

Наумова Л.Г.[✉], Ганич В.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра, г. Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

[✉]LGnaumova@yandex.ru

Аннотация. Среди разнообразия сортов винограда особенно выделяются автохтонные сорта, которые являются большой ценностью и великой гордостью виноградарства любой страны. В статье представлены результаты девятнадцатилетнего сортоизучения автохтонного сорта винограда Махроватчик на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко (г. Новочеркасск, Ростовской обл.) в сравнении с контрольным сортом Ркацители. Цель исследований – изучение агробиологических и увологических показателей донского автохтонного сорта винограда Махроватчик, произрастающего в регионе происхождения (в Нижнем Придонуе). В работе использовали общепринятые в виноградарстве методики и ГОСТы. Сорта возделывались в привитой укывной культуре, схема посадки – 3 × 1,5 м. Срок созревания среднепоздний. По основным агробиологическим показателям (процент распутившихся почек, процент плодоносных побегов, коэффициенты плодоношения и плодоносности, средняя масса грозди, расчетная урожайность) изучаемый сорт Махроватчик превосходил контрольный сорт. На основании проведенных исследований были сделаны выводы о том, что сорт винограда Махроватчик – технический, среднепозднего срока созревания, урожайный, превосходящий по основным агробиологическим показателям контрольный сорт Ркацители в условиях Нижнего Придонуя. Несмотря на то, что дегустационные оценки вина были одинаковыми (8,7 балла), вино из сорта Махроватчик отличалось легкими медовыми оттенками. Вкус вина обоих образцов был содержательный, округлый с долгим послевкусием. Анализ результатов многолетних исследований показал, что сорт Махроватчик выделяется по комплексу хозяйственно ценных признаков с улучшенными адаптивными и технологическими свойствами для качественного виноделия, поэтому рекомендуется для расширения сортимента производственных насаждений винограда в условиях Нижнего Придонуя.

Ключевые слова: ампелографическая коллекция; виноград; аборигенный донской сорт; ампелографическое описание сорта; урожайность; кондиции урожая; органолептическая характеристика вина; дегустационная оценка вина.

Для цитирования: Наумова Л.Г., Ганич В.А. Результаты многолетнего изучения донского автохтонного сорта винограда Махроватчик на коллекции в Нижнем Придонуе // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):191-196. EDN IIEKXF.

ORIGINAL RESEARCH

The results of long-term studying the Don autochthonous grape variety ‘Makhrovatchik’ at the Lower Don regional collection

Naumova L.G.[✉], Ganich V.A.

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

[✉]LGnaumova@yandex.ru

Abstract. Among the diversity of grapevine cultivars, autochthonous varieties stand out for great value and pride for viticulture of any country. The article presents the results of a 19-year study of the autochthonous grape variety ‘Makhrovatchik’ at the Don ampelographic collection named after Ya.I. Potapenko (Novocherkassk, Rostov region) in comparison with the control variety ‘Rkatsiteli’. The aim of research is to study agrobiological and uvological indicators of the Don autochthonous grape variety ‘Makhrovatchik’, growing in the place of its origin (in the Lower Don region). Generally accepted viticulture techniques and GOSTs were used in the course of work. The varieties were cultivated in a covered grafted culture, planting scheme 3 × 1.5 m. The ripening period is mid-late. In terms of the main agrobiological indicators (percentage of swollen buds, percentage of fruiting shoots, coefficients of fruiting and fertility, average bunch weight, estimated cropping capacity), the studied variety ‘Makhrovatchik’ over performed the control variety. Based on the conducted research, it was concluded that ‘Makhrovatchik’ grape variety is a wine, mid-late ripening, productive variety, surpassing the control variety ‘Rkatsiteli’ in terms of the main agrobiological indicators in the conditions of the Lower Don region. Despite the fact that tasting assessment of wines was the same (8.7 points), the wine from ‘Makhrovatchik’ variety was distinguished by light honey hints. Wine flavor of both samples was extensive, round with a long aftertaste. Analysis of the results of long-term research showed that ‘Makhrovatchik’ variety stands out for a set of economically valuable traits with improved adaptive and technological properties for high-quality winemaking. Therefore, the variety ‘Makhrovatchik’ is recommended for expanding the range of industrial grape plantings in the Lower Don regional conditions.

Key words: ampelographic collection; grapes; aboriginal Don variety; ampelographic description of variety; cropping capacity; harvest conditions; organoleptic characteristics of wine; tasting assessment.

For citation: Naumova L.G., Ganich V.A. The results of long-term studying the Don autochthonous grape variety ‘Makhrovatchik’ at the Lower Don regional collection. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):191-196. EDN IIEKXF (in Russian).

Введение

Генетические ресурсы культурных растений, которые используются для производства продуктов питания и создания сырья для промышленности,

стабильно обеспечивают развитие и функционирование экологически безопасной сельскохозяйственной отрасли народного хозяйства при изменении природно-климатических условий [1].

Среди богатого разнообразия сортов винограда особенно выделяются автохтонные сорта. Самой большой ценностью и великой гордостью виногра-

дарства любой страны являются именно они.

Сортовая политика в промышленном виноградарстве ориентируется на использование в насаждениях винограда автохтонных сортов. Агроэкологические условия оказывают непосредственное влияние на развитие виноградного растения, количество урожая и его качество [2].

В российском виноделии развивается тренд на производство вин из автохтонных сортов винограда. Автохтонные вина становятся модными и все чаще появляются в картах ресторанов.

Слово «автохтон» имеет греческое происхождение и означает «принадлежность к какой-либо местности». На латыни синоним «автохтона» – «абориген». Поэтому сорта винограда, характерные для определенной местности, называют аборигенными, или автохтонными. Автохтонные сорта – это те, которые появились стихийно в определенном регионе и продолжили там развиваться.

Российский федеральный закон № 468-ФЗ «О виноградарстве и виноделии» дает такое определение этому термину: «Автохтонный (аборигенный) сорт винограда – сорт винограда вида *Vitis vinifera* L., описанный в открытых источниках не позднее 1903 года под существующим наименованием, с характерными органолептическими характеристиками и определенной территорией произрастания, расположенной в границах виноградо-винодельческих зон».

Благодаря тому, что автохтоны характерны для определенной местности, виноград вбирает в себя все самое лучшее и приобретает уникальные органолептические качества, выражая особенности почвы, климата и местности. Их произрастание в другой среде с сохранением тех же качеств практически невозможно.

Российскому научному сообществу на данный момент известны более 200 автохтонных сортов винограда. Больше всего автохтонных сортов произрастает в Крыму – 81, в Дагестане – 71, в Ростовской области – 55, Краснодарском крае – 11. Также 2 сорта были обнаружены в Волгоградской области и 5 сортов – в Астраханской области [3].

Мобилизация сортовых ресурсов винограда и размещение их в ампелографической коллекции играет важную роль в сохранении и использовании генофонда винограда [4–8].

Проблема сбора, сохранения, изучения и использования генетических ресурсов винограда чрезвычайно важна на современном этапе развития виноградарства [9, 10]. Для каждого виноградарского региона характерен свой уникальный местный сортимент винограда, который формировался на протяжении длительного периода времени в определенных условиях и обладает рядом ценных свойств и признаков. Большинство аборигенных и малораспространенных сортов винограда в настоящее время сохранились только благодаря коллекциям [11, 12].

Цель исследований – изучение агробиологи-

ческих, увологических показателей автохтонного донского сорта винограда Махроватчик, произрастающего в регионе происхождения (в Нижнем Придолье).

Материалы и методы исследований

Объектом исследований являлся автохтонный донской сорт винограда Махроватчик, контрольный сорт – Ркацители. Исследования выполнены в 2006–2024 гг. на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко (Центр коллективного пользования ДАК), г. Новочеркасск, Ростовской обл., виноградо-винодельческая зона «Долина Дона». Сорта изучали в привитой культуре на подвое Берландиери × Рипариа Кобер 5ББ, схема посадки кустов – 3,0 × 1,5 м. Культура неполивная, укрывная. Формировка кустов многорукавная веерная. Грунтовые воды залегают на глубине 15–20 м и не оказывают влияния на развитие виноградных кустов, так как недоступны для корневой системы винограда. Технология возделывания виноградников общепринятая для северной зоны промышленного виноградарства Российской Федерации.

Почва – чернозем обыкновенный, карбонатный, среднемощный, слабо гумусированный, тяжелосуглинистый, на лессовидных суглинках. Мощность гумусового горизонта (АВ) достигает 90 см. Содержание подвижных форм фосфора и калия – 3,27 и 591,6 мг/кг соответственно (по ГОСТ 26205-91 Почвы. Определение подвижных соединений фосфора и калия по методу Мачигина в модификации ЦИ-НАО), нитратов – 40,72 мг/кг (по ГОСТ 26489-85 Почвы. Определение обменного аммония по методу ЦИ-НАО), гумуса – 5,2 % (по ГОСТ 26213-2021 Почвы. Методы определения органического вещества).

Изучение сортов винограда на коллекции проводили по общепринятым в виноградарстве методикам Лазаревского М.А. («Изучение сортов винограда». 1963), Простосердова Н.Н. («Изучение винограда для определения его использования (Увология)». 1963), ГОСТ 27198-87 Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров, ГОСТ 32114-2013 Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот. Образцы вино-материалов были приготовлены в условиях микро-виноделия по классической технологии приготовления белых сухих вин (Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности / под ред. Г.Г. Валуйко, 1985). Оценка образцов вина приводилась дегустационной комиссией института, вина оценивались на закрытой рабочей дегустации по 10-балльной шкале (ГОСТ 32051-2013 Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа).

В Ростовской области виноград возделывается в укрывной культуре, так как зимы бывают холодные и малоснежные. Регион характеризуется недостаточным увлажнением. Метеоданные (табл. 1, 2) при-

ведены по сведениям с метеопоста института, расположенного рядом с коллекцией.

Наиболее суровой в Нижнем Придону была зима 2011–2012 гг., когда сумма отрицательных среднесуточных температур за период с ноября по март составила $-585,9$ °С при средней многолетней $-385,3$ °С. Абсолютный минимум температур воздуха зафиксирован 7 февраля 2012 г. на уровне -24 °С. В зимние месяцы 2014–2015 гг. температура воздуха была выше средних многолетних показателей и сумма отрицательных среднесуточных температур составила всего $-283,8$ °С (что выше средних многолетних показателей на $101,5$ °С), но абсолютный минимум температуры воздуха зафиксирован 8 января 2015 г. на уровне $-24,5$ °С.

Количество выпавших осадков (в период вегетации) по годам также различались между собой (табл. 2). Осадков менее 200 мм выпало в 2007, 2010, 2019, 2020, 2022 и 2024 гг. Больше всего осадков выпало в сезоны 2006, 2013, 2016 и 2023 гг. (383; 389,8; 397,2 и 496,7 мм соответственно, что выше средних многолетних значений в 277,8 мм).

Наиболее высокие максимальные значения температуры воздуха были зафиксированы в 2010 и 2018 гг. $+40,0$ °С (10 августа и 28 июня соответственно), 2020 г. $+39,9$ °С (7 июля), 2011 и 2020 гг. $+39,6$ °С (29 и 7 июля соответственно).

Махроватчик – один из малораспространенных, но ценных донских сортов винограда, встречающийся отдельными кустами повсеместно на старых виноградниках Ростовской области (технический сорт позднего срока созревания). По мнению М.А. Лазаревского, большое сходство многих морфологических признаков этого сорта с распространенным на Дону сортом Долгий (Кокур белый) свидетельствует о том, что возможно Махроватчик является местным сеянцем «самовсходом» (по народному выражению), выросшим из семян сорта Кокур белый и размноженным черенками [13].

По эколого-географической классификации А.М. Негруля сорт винограда Махроватчик (рис. 1, 2) относится к сортам бассейна Черного моря (*pontica* Negr.).

Листья средние и крупные, сильно волнистые (отсюда, вероятно, название сорта), слегка вытянутые в длину, очень глубоко рассеченные, пятилопастные с глубокими дополнительными вырезками на основных лопастях. Сверху сетчато-морщинистые, снизу с густым паутистым опушением с примесью щетинок по жилкам. Верхние вырезки очень глубокие, закрытые с овальным, яйцевидным или круглым просветом, дно округлое или почти плоское, иногда слабо заостренное. Нижние вырезки почти такие же глубокие и таких же очертаний, но нередко средней глубины, открытые, лиро-

Таблица 1. Температурные условия вегетационных периодов 2006–2024 гг.

Table 1. Temperature conditions of the growing seasons 2006–2024

Годы	Средняя температура воздуха в период вегетации, °С						
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь
2006	11,8	17,0	22,8	22,4	26,8	18,8	12,1
2007	10,2	19,9	23,4	26,0	27,2	19,1	12,2
2008	9,7	15,9	24,6	26,1	21,4	18,6	12,4
2009	10,5	18,5	24,8	27,0	27,7	19,4	8,0
2010	9,2	18,3	22,7	27,5	23,8	17,9	9,5
2011	15,5	20,6	24,2	26,3	25,3	19,3	13,1
2012	12,2	22,2	24,3	25,0	24,5	15,1	8,8
2013	12,2	22,2	24,3	25,0	24,5	15,1	8,8
2014	10,6	20,2	22,0	25,8	26,5	17,4	8,1
2015	10,2	16,9	23,4	24,9	25,2	22,2	7,5
2016	13,4	16,9	22,8	24,4	26,7	16,3	7,5
2017	10,0	16,6	21,9	24,8	26,9	20,0	9,8
2018	12,9	20,0	24,6	25,6	24,8	19,5	13,0
2019	11,1	18,7	25,2	22,4	23,2	17,0	12,1
2020	9,1	15,2	23,3	25,3	23,2	19,9	14,5
2021	9,7	17,9	21,7	25,9	25,0	15,5	9,8
2022	12,5	15,1	23,9	24,1	26,7	16,7	11,5
2023	11,3	15,8	20,3	23,6	25,4	18,4	11,8
2024	16,2	16,0	24,2	27,5	24,7	21,0	11,1
Среднее много-летнее*	10,9	17,1	21,7	23,9	23,2	17,1	9,7

Примечание. * - Средние многолетние данные представлены за 50 лет (1975–2024 гг.)

Таблица 2. Количество осадков в период вегетации винограда, 2006–2024 гг.

Table 2. Precipitation during grape growing season, 2006–2024

Годы	Количество осадков, мм							
	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь/ноябрь	за период
2006	30,1	59,7	110,5	23,2	57,7	26,4	75/0,4	383,0
2007	2,4	15,5	53,7	27,9	19,3	33,9	34,8	187,5
2008	28,5	35,3	37,2	71,3	15,4	65,0	18,9	271,6
2009	0	35,6	15,8	50,9	31,8	65,8	23,6	223,5
2010	7,8	50,5	10,9	78,8	7,1	43,6	0	198,7
2011	3,8	32,4	87,4	12,2	51,3	48,7	22,8	258,6
2012	24,5	91,5	20,8	11,5	54,6	5,3	30,4	238,6
2013	7,5	9,3	70,8	28,7	20,0	93,9	159,6	389,8
2014	38,7	49,1	37,2	15,1	0	41,6	22,2	203,9
2015	82,0	85,0	28,1	6,5	5,3	2,6	50,6	260,1
2016	11,3	165,0	47,8	87,6	4,3	54,5	26,7	397,2
2017	92,5	57,7	43,0	41,3	10,7	11,9	44,9	302,0
2018	6,7	23,7	4,7	101,8	10,6	35,9	43,1	226,5
2019	35,0	63,0	12,2	31,0	16,9	13,2	12,1	183,4
2020	10,8	49,0	27,0	43,0	9,0	0,2	17,8/22	156,8
2021	33,8	48,0	56,4	68,4	26,8	17,6	2,6	253,6
2022	53,5	16,1	0,3	25,7	24,6	29,2	44,3	196,7
2023	71,2	118,7	37,3	78	57,5	46,3	36,6/24	469,6
2024	7,6	4,7	42,4	23,1	0	4,9	12	94,7
Среднее много-летнее	23,6	55,7	57,2	49,1	35,6	41,1	16,9/0,9	277,8

видные. Черешковая выемка обычно закрытая, слегка налегающими друг на друга нижними лопастями, с широким овальным или яйцевидным просветом; дно почти плоское, нередко ограничено жилками. Зубцы на концах лопастей очень крупные, высокие, остро треугольные. Краевые зубчики также крупные, острые, часто собраны группами, состоящими из одного крупного и 1-2 мелких зубчиков. Основания главных жилок слабо окрашены в винно-красный цвет. Черешок почти равен срединной жилке или несколько короче ее [13].

Цветок обоеполый. Грозди средней величины, цилиндроконические с сильно развитыми лопастями, рыхлые или средней плотности (рис. 2). Ножка грозди средней длины. Ягоды средние (масса 2,3 г), округлые или слабо сплюснутые, зеленовато-белые, на солнце слегка желтоватые, покрыты довольно густым восковым налетом. Кожица тонкая, непрочная. Мякоть сочная. Вкус обыкновенный, с гармоничным сочетанием сахаристости и кислотности. Семян в ягоде обычно 2–3. В среднем на 25 сентября в г. Новочеркасске массовая концентрация сахаров в соке ягод составляет 16–20 г/100 см³ при массовой концентрации титруемых кислот 5,6–10 г/дм³. Сила роста кустов средняя, лозы вызревают хорошо.

Содержит в процентах к массе грозди: сока 78,7; гребней 3,7; выжимок 12,7; семян 4,9. Масса 100 ягод – 230 г. Белое сухое вино из сорта Махроватчик отличается бледно-соломенным цветом, с зеленоватым оттенком, обладает нежным ароматом, с легкими тонами полевых цветов в сочетании с медовыми нотками. Вкус гармоничный с пикантной горчинкой [14].

Знание генетического происхождения в настоящее время актуально, так как автохтонные сорта часто несут ценные гены, которые могут быть востребованы в селекции. В Центре коллективного пользования «Геномные и постгеномные технологии» (Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, г. Краснодар) были выполнены исследования по определению молекулярно-генетического паспорта сорта Махроватчик (по 6 микросателлитным локусам): VVS2 145:145, VVMD7 248:250, VVMD27 187:189, VVMD5 230:242, VrZAG62 194:204, VrZAG79 244:252 [15].

Результаты и их обсуждение

При сортоизучении особую ценность представляют многолетние наблюдения за развитием сортов винограда, произрастающих на одном участке.

Средняя многолетняя дата начала распускания



Рис. 1. Коронка молодого побега сорта винограда Махроватчик

Fig. 1. An apex of the young shoot of 'Makhrovatchik' variety



Рис. 2. Гроздь сорта винограда Махроватчик

Fig. 2. A bunch of 'Makhrovatchik' variety

Таблица 3. Агробиологические показатели сортов, среднее за 2006–2024 гг.

Table 3. Agrobiological indicators of varieties, average for 2006–2024

Показатели	Махроватчик	Ркацители	НСР _{0,5}
Дата начала распускания почек	29.04	30.04	-
Распустившихся почек, %	70,9	56,5	5,87
Плодоносных побегов, %	59,1	57,1	не выявлено
Коэффициент плодоношения	0,9	0,8	не выявлено
Коэффициент плодоносности	1,5	1,3	-
Средняя масса грозди, г	290	218	58,14
Расчетная урожайность, т/га	16,0	7,6	6,42
Дата технической зрелости ягод	24.09	22.09	-
Массовая концентрация сахаров в соке ягод, г/100 см ³	17,8	18,7	1,27
Массовая концентрация титруемых кислот в соке ягод, г/дм ³	7,9	9,2	не выявлено
Глюкоацидометрический показатель (ГАП)	2,3	2,0	-
Количество дней от распускания почек до технической зрелости ягод	149	146	-
Срок созревания	среднепоздний (146–155 дней)		-
Сумма активных температур от распускания почек до технической зрелости ягод	3276	3198	-
Дегустационная оценка вина, балл	8,7	8,7	-
Тип вина	сухое белое		-

почек винограда в Нижнем Придонуе приходится на 24–26 апреля, у изучаемых сортов за отчетный девятнадцатилетний период в среднем она составила 29 апреля у сорта Махроватчик и 30 апреля у контрольного сорта Ркацители (табл. 3). У сорта Махроватчик самая ранняя дата начала распускания почек (за изучаемый период) отмечена 16 апреля 2024 г., самая поздняя – 9 мая 2006 г., соответственно у кон-

трольного сорта – 14 апреля 2024 г. и 10 мая 2006 г.

Анализируя даты наступления основных фенологических фаз у изучаемых сортов винограда нами установлено, что по продолжительности продукционного периода (от начала распускания почек до технологической зрелости ягод) изучаемые сорта были средне-позднего срока созревания согласно международному классификатору OIV [16] – Махроватчик (149 дней) и контрольный сорт Ркацители (146 дней), это делает их более ценными при выращивании в условиях Ростовской области, так как сорта позднего срока созревания не всегда достигают технической зрелости ягод в данном регионе. Наименьший по продолжительности продукционный период был у сорта Махроватчик в 2006 г. (126 дней, ранне-средний срок созревания), у контрольного сорта Ркацители в 2007 г. (123 дня, ранний срок созревания).

Важным хозяйственно ценным показателем сорта является процент распутившихся почек, который показывает сохранность глазков в укрытом валу, у сорта Махроватчик он был 70,9 %, а у контроля – 56,5 %. Процент плодоносных побегов и коэффициент плодоношения были на уровне 59,1 % и 0,9; 57,1 % и 0,8 соответственно.

Урожайность сорта зависит от многих факторов, наиболее важными из которых являются сортовые особенности, а также метеорологические условия в годы проведения исследований. Изучаемый сорт Махроватчик превосходит по урожайности в 2,1 раза контрольный сорт Ркацители (16,0 и 7,6 т/га соответственно). Средняя масса грозди также выше у сорта Махроватчик (290 г), у контроля – 218 г. По годам средняя масса грозди колебалась у сорта Махроватчик – от минимума в 2006 г. (200 г) до максимума в 2024 г. (389 г), у сорта Ркацители в 2007 г. – минимум 160 г, в 2023 г. – максимум 340 г.

Проведя промеры гроздей и ягод сорта Махроватчик, были установлены средние размеры грозди (длина – 17 см, ширина грозди – 9,3 см), длина ягоды – 15,2 мм, ширина ягоды – 15,1 мм, средняя масса 1 ягоды – 2,3 г, максимальная масса 1 ягоды была на уровне 2,7 г.

Так как изучаемые сорта относятся к виду *Vitis vinifera* L., то требуют полного комплекса защитных мероприятий.

Качество урожая зависит от кондиций урожая (массовой концентрации сахаров и титруемых кислот в соке ягод). Массовая концентрация сахаров и титруемых кислот за изучаемый период были выше у контрольного сорта на 0,9 г/100 см³ и 1,3 г/дм³ соответственно. Глюкоацидометрический показатель (ГАП) у сортов был почти на одном уровне: 2,3 и 2,0. Самая высокая массовая концентрация сахаров в соке ягод отмечена в 2018 г. у сорта Махроватчик и составляла 20,5 г/100 см³, а у Ркацители – 23,8 г/100 см³ в 2024 г.

При технологической оценке сортов урожай был использован для приготовления белых сухих вин. Именно в белых винах легко обнаруживаются малейшие недостатки, поскольку они не маскиру-

ются ни экстрактивными веществами, ни спиртом, ни сильным ароматом, свойственным винам других типов. Поэтому на качестве белых столовых сухих вин особенно отражаются такие факторы, как экологические условия, сортовые свойства винограда, технологии возделывания и переработки винограда. Оценка качества виноматериалов, полученных в результате переработки урожая, является важным итогом наших исследований. Проведенные исследования показали, что полученные образцы вин в ходе дегустаций оценены в 8,7 балла, при проходном – 8,2 балла.

Образцы вин изучаемых сортов винограда отличались нарядной светло-соломенной окраской, с зеленоватым оттенком, легкими цветочными тонами, кроме того, в аромате сорта Махроватчик чувствовались легкие медовые оттенки, значительно улучшающие качество вина. Вкус полный, гармоничный, приятное долгое послевкусие. Контрольный сорт Ркацители характеризовался свежестью, типичной для данного сорта.

Выводы

Сорт винограда Махроватчик – технический, средне-позднего срока созревания, урожайный, превосходящий по основным агробиологическим показателям контрольный сорт Ркацители в условиях Нижнего Придонья. Несмотря на то, что дегустационные оценки вина были одинаковыми, вино из сорта Махроватчик отличалось легкими медовыми оттенками, значительно улучшающими его качество. Вкус вина обоих образцов был содержательный, округлый с долгим послевкусием. Анализ результатов многолетних исследований показал, что сорт Махроватчик выделяется по комплексу хозяйственно-ценных признаков с улучшенными адаптивными и технологическими свойствами для качественного виноделия. На основании вышеизложенного сорт Махроватчик рекомендуется для расширения сортифта производственных насаждений винограда в условиях Нижнего Придонья.

Источник финансирования

Исследования проведены в рамках государственного задания № FNFZ-2024-0008.

Financing source

The research was conducted under public assignment No. FNFZ-2024-0008.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Полулях А.А., Волынкин В.А. Генетические ресурсы винограда для интродукции и селекции // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИ-ИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:83-86. Polulyakh A.A., Volynkin V.A. Grapevine genetic resources for introduction and breeding. Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach. 2020;49:83-86 (in Russian).

2. Полулях А.А., Волынкин В.А., Лиховской В.В. Влияние погодных условий на рост, развитие и продуктивность автохтонных сортов винограда России в условиях Ампелографической коллекции «Магарач» // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(2):104-111. Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. The effect of weather conditions on the growth, development and productivity of autochthonous grape cultivars of Russia in the conditions of Ampelographic Collection "Magarach". Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(2):104-111 (in Russian).
3. Лучшие виноделы России получили заслуженные награды. <https://www.agropromyug.com/fgbnu-severo-kavkazskij-federalnyj-nauchnyj-tsentr-sadovodstva-vinogradarstva-vinodeliya/3457-luchshie-vinodely-rossii-poluchili-zasluzhennye-nagrady.html> (дата обращения: 21.05.2025).
Russia's best winemakers have received well-deserved awards. Access mode: <https://www.agropromyug.com/fgbnu-severo-kavkazskij-federalnyj-nauchnyj-tsentr-sadovodstva-vinogradarstva-vinodeliya/3457-luchshie-vinodely-rossii-poluchili-zasluzhennye-nagrady.html> (date of access: 21.05.2025) (in Russian).
4. FAO. The future of food and agriculture – trends and challenges. Food Agric. Org. United Nations (FAO). Rome. 2017. Access mode: <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/> (date of access: 20.07.2025).
5. Failla O. East-West collaboration for grapevine diversity exploration and mobilization of adaptive traits for breeding: a four years story. *Vitis*. 2015;54:1-4. DOI 10.5073/vitis.2015.54.special-issue.1-4.
6. Полулях А.А., Волынкин В.А., Лиховской В.В. Продуктивность местных сортов винограда Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):227-234. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.005.
Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Productivity of local grapevine cultivars of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):227-234. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.005 (in Russian).
7. Полулях А.А., Волынкин В.А., Лиховской В.В. Генетические ресурсы винограда института «Магарач». Проблемы и перспективы сохранения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276.
Polulyakh A.A., Volynkin V.A., Likhovskoi V.V. Problems and prospects of grapevine genetic resources preservation at «Magarach» Institute. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2017;21(6):608-616. DOI 10.18699/VJ17.276 (in Russian).
8. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Изучение донского аборигенного сорта винограда Мушкетный на коллекции в Нижнем Придонье // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):253-258. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.005.
Naumova L.G., Ganich V.A. The study of Don aboriginal grape variety 'Mushketnyj' at the Lower Don regional collection. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):253-258. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.005 (in Russian).
9. Maghradze D., Maletic E., Maul E., Faltus M., Failla O. Field genebank standards for grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Vitis*. 2015;54:273-279. DOI 10.5073/vitis.2015.54.special-issue.273-279.
10. Maul E., Töpfer R., Carka F., Cornea V., Crespan M., Dallakyan M., de Andrés Domínguez T., de Lorenzis G., Dejeu L., Goryslavets S., Grando S., Hovannisyan N., Hudcovicova M., Hvarleva T., Ibáñez J., Kiss E., Kocsis L., Lacombe T., Laucou V., Maghradze D., Maletić E., Melyan G., Mihaljević M. Z., Muñoz-Organero G., Musayev M., Nebish A., Popescu C. F., Regner F., Risovanna V., Ruisa S., Salimov V., Savin G., Schneider A., Stajner N., Ujmajuridze L., Failla O. Identification and characterization of grapevine genetic resources maintained in Eastern European Collections. *Vitis*. 2015;54:5-12. DOI 10.5073/vitis.2015.54.special-issue.5-12.
11. Volynkin V., Polulyakh A., Levchenko S., Vasylyk I., Likhovskoi V. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea. *Acta Horticulturae*. 2019;1259:91-98. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.16.
12. Labagnara T., Bergamini C., Caputo A.R., Cirigliano P. *Vitis vinifera* L. germplasm diversity: a genetic and ampelometric study in ancient vineyards in the South of Basilicata region (Italy). *Vitis*. 2018;57(1):1-8. DOI 10.5073/vitis.2018.57.1-8.
13. Алиев А.М., Кравченко Л.В., Наумова Л.Г., Ганич В.А. Донские аборигенные сорта винограда. Новочеркасск: Колорит. 2013:1-132.
Aliev A.M., Kravchenko L.V., Naumova L.G., Ganich V.A. Don native grape varieties. Novocherkassk: Colorit. 2013:1-132 (in Russian).
14. Наумова Л.Г., Ганич В.А., Матвеева Н.В. Сорта винограда для качественного виноделия. Том 2. Донские автохтонные сорта. Новочеркасск: Колорит. 2020:1-56.
Naumova L.G., Ganich V.A., Matveeva N.V. Grape varieties for high-quality winemaking. Vol. 2. Don autochthonous varieties. Novocherkassk: Colorit. 2020:1-56 (in Russian).
15. Наумова Л.Г., Ганич В.А. Каталог сортов винограда Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко. Новочеркасск: Колорит. 2021:1-68.
Naumova L.G., Ganich V.A. Catalog of grape varieties of the Don ampelographic collection named after Ya.I. Potapenko. 2nd revised and supplemented edition. Novocherkassk: Colorit. 2021:1-68 (in Russian).
16. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de *Vitis*. OIV, 2009. Access mode: <http://www.oiv.int/fr/> (date of access: 20.06.2025).

Информация об авторах

Людмила Георгиевна Наумова, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., зав. лабораторией ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-мейл: Lgnaumova@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5051-2616>;

Валентина Алексеевна Ганич, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-мейл: ganich1970@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3992-2873>.

Information about the authors

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

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

Статья поступила в редакцию 16.07.2025, одобрена после рецензии 11.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Возделывание столовых сортов винограда по системе низкий Воиш в Северном Таджикистане

Саидов М.Ю.¹, Петров В.С.²✉

¹Согдийский филиал Института садоводства, виноградарства и овощеводства ТАСХН, г. Истаравшан, республика Таджикистан;

²Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, г. Краснодар, Россия.

✉petrov_53@mail.ru

Аннотация. Работа посвящена системе ведения укрывной культуры винограда низкий Воиш в агроэкологических условиях Северного Таджикистана в Согдийской области на высоте 1050 м над уровнем моря. Среднегодовая сумма осадков 389 мм. Почвы – сероземы. Объект исследований – столовые сорта винограда: Чилияки белый, Кишмиш черный и Тайфи розовый. Исследования выполнены на орошаемых виноградниках, оросительная норма – 2000–3000 м³/га, поливная – 667–1000 м³/га. Схема посадки кустов – 4 × 2 м. Варианты опыта: 1 – ведение кустов винограда по системе низкий Воиш; 2 – ведение кустов винограда в расстил (контроль). При системе низкий Воиш сорта винограда Чилияки белый, Кишмиш черный и Тайфи розовый обладают более коротким периодом от начала распускания почек до полной зрелости ягод. Урожайность винограда в варианте использования системы низкий Воиш выше, чем в контроле на сорте Чилияки белый на 0,86 т/га (7 %), Кишмиш черный на 1,37 т/га (10 %) и Тайфи розовый на 2,5 т/га (11 %). Наиболее урожайным является сорт винограда Тайфи розовый – 23,13 т/га, далее следуют Кишмиш черный – 13,75 т/га и Чилияки белый 12,11 т/га. Наибольшую массовую концентрацию сахаров и наименьшую титруемую кислотность показывает виноград в системе низкий Воиш. Наибольшей массовой концентрацией сахаров и наименьшей титруемой кислотностью обладает сорт винограда Кишмиш черный – 23,4 г/100 см³ и 5,4 г/дм³ соответственно. По совокупности положительного влияния на ростовые и продукционные процессы в укрывной зоне Северного Таджикистана в Согдийской области, целесообразно рекомендовать ведение кустов винограда сортов Чилияки белый, Кишмиш черный и Тайфи розовый по системе низкий Воиш вместо ведения в расстил.

Ключевые слова: виноград; система ведения; вегетация; продуктивность; качество сока ягод.

Для цитирования: Саидов М.Ю., Петров В.С. Возделывание столовых сортов винограда по системе низкий Воиш в Северном Таджикистане // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):197-202. EDN ITZNNH.

ORIGINAL RESEARCH

Cultivation of table grape varieties using low Voish training system in Northern Tajikistan

Saidov M.Yu.¹, Petrov V.S.²✉

¹Branch of the Institute of Horticulture, Viticulture and Vegetable Growing of the Tajik Academy of Agricultural Sciences in the Sughd region, Republic of Tajikistan;

²North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia.

✉petrov_53@mail.ru

Abstract. The work is dedicated to the low Voish training system for covered grape culture in the agroecological conditions of Northern Tajikistan in the Sughd region at an altitude of 1050 m above sea level. The average annual precipitation is 389 mm. The soil is gray earth. The objects of research are table grape varieties: 'Chilyaki Belyi', 'Kishmish Chernyi' and 'Taifi Rozovyi'. The studies were carried out in irrigated vineyards. Seasonal irrigation depth is 2000–3000 m³/ha, the depth of watering is 667–1000 m³/ha. The bush planting pattern is 4x2 m. Experiment variants: 1 – the low Voish training system; 2 – the spreading above the soil training system (control). When using the low Voish system, grape varieties 'Chilyaki Belyi', 'Kishmish Chernyi' and 'Taifi Rozovyi' show a more active passing through growth phases at the stage of grape veraison. 'Kishmish Chernyi' and 'Taifi Rozovyi' are distinguished by a shorter period from the bud break to the berries ripe for harvest. Cropping capacity of grapes in the variant of low Voish training system is higher than in the control variant for 'Chilyaki Belyi' variety – by 0.86 t/ha (7 %), 'Kishmish Chernyi' – by 1.37 t/ha (10 %) and 'Taifi Rozovyi' – by 2.5 t/ha (11 %). The most productive grape variety is 'Taifi Rozovyi' – 23.13 t/ha, followed by 'Kishmish Chernyi' – 13.75 t/ha and 'Chilyaki Belyi' – 12.11 t/ha. The highest mass concentration of sugars and the lowest titratable acidity are shown by grapes from bushes of the low Voish training system. Grape variety 'Kishmish Chernyi' has the highest mass concentration of sugars and the lowest titratable acidity – 23.4 g/100 cm³ and 5.4 g/dm³, respectively. According to the combination of positive effects on growth and production processes in the zone of covered viticulture of Northern Tajikistan in the Sughd region, it is advisable to recommend using the low Voish training system of grape bushes for 'Chilyaki Belyi', 'Kishmish Chernyi' and 'Taifi Rozovyi' varieties instead of the spreading above the soil training system.

Key words: grapes; training system; vegetation; productivity; berry juice quality.

For citation: Saidov M.Yu., Petrov V.S. Cultivation of table grape varieties using the low Voish training system in Northern Tajikistan. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):197-202. EDN ITZNNH (in Russian).

Введение

В современном виноградарстве Северного Таджикистана доминирует шпалерная система ведения виноградных кустов и ведение в расстил. Многолетние исследования в предгорной укрывной зоне виноградарства Северного Таджикистана (Истарав-

шан, Деваштич, Пенджикент) показывают, что при использовании системы ведения виноградных кустов в расстил часть гроздей контактирует с землей при выпадении атмосферных осадков в июле-сентябре (20–50 мм), а это ведет к снижению качества винограда и урожайности.

Во Франции, Германии, Австрии, Америке, Японии, Индии и республиках Средней Азии получили распространение системы ведения вино-

градных кустов по типу беседочная [1–5], аллея [6, 7], узбекская дуга [Патент РФ на изобретение №2673171/22.11.2018. Шевцов А.А., Мишина И.А., Шевцова Н.А. Комплексный способ создания объемной формы одноплечих горизонтальных кордонов, устройство шпалеры для объемной формы одноплечих горизонтальных кордонов].

Одной из разновидностей беседочной системы ведения кустов винограда является Воиш, имеющая многовековую практику использования в Узбекистане. Первоначально на деревянных столбах на высоте 2 м устраивали горизонтальную опору для группы кустов (5–6 шт.). Обычно использовали крупные веерные формы кустов с многочисленными рукавами, плодовые лозы и урожай размещали на горизонтальном настиле. На зиму кусты не снимали, рукава утепляли. Позднее система Воиш подвергалась различным модификациям. По Р. Мусамухамедову Воиш представляет собой вид аллеи (высота 2,0–2,5 м и ширина 3 м), образуемых столбами с перекладинами, вдоль которых натянута проволока. Такие аллеи позволяют механизировать обработку почвы. На современных промышленных виноградниках Узбекистана применяется модернизированная система Воиш, предусматривающая чередование междурядий шириной 2,5 и 3 м при расстоянии между кустами в ряду 2,5 м. Широкие междурядья служат основой для аллей [8, 9].

В южной части Таджикистана в ряде районов Гиссарской долины и Хатлонской области более 200 га виноградников возделывают в неукрывной культуре по системе Воиш и получают до 40 т/га винограда сортов Шохона, Хусайни, Тайфи розовый и др. [10, 11].

Одним из регионов Таджикистана, где процветает садоводство и виноградарство является Согдийская область (на северных землях). В республике из общей площади виноградников (более 40000 га), 14000 га насаждений расположено в Согдийской области, более 7000 га находится в укрывной предгорной зоне области. В районах укрывного виноградарства используется ведение кустов в расстил. Это ста-

рейший способ, известный еще древним римлянам. Кусты не имеют специальных опор и штамба, рукава и побеги располагаются на поверхности почвы. Такой способ ведения насаждений ограниченно применяется преимущественно в азиатских странах с жарким, сухим летом (Иран, Ирак, Сирия, Афганистан, Турция, Йемен и др.). Кое-где сохранился он в Узбекистане, Таджикистане и Туркмении [12].

Выбор системы ведения кустов винограда прежде всего определяется агроэкологическими условиями территорий его возделывания. В зонах укрывного промышленного виноградарства неприемлемо ведение кустов на высоком штамбе, так как оно затрудняет и удорожает технологию возделывания, при которой необходимо укрывать кусты на зиму. В связи с этим предложен новый модифицированный способ ведения кустов по системе низкий Воиш. Изучение этого способа является актуальным и представляет большой практический интерес. В республике он до сих пор оставался неизученным, что явилось предпосылкой для проведения настоящих исследований.

Цель исследования – установление эффективности системы ведения кустов винограда в укрывной культуре в Северном Таджикистане по принципу низкий Воиш.

Материалы и методы исследования

Объектом исследований служат столовые сорта винограда: Чиялки белый (рис. 1), Кишмиш черный (рис. 2) и Тайфи розовый (рис. 3).

Работа выполнена в 2021–2024 гг. в зоне укрывной культуры виноградарства Северного Таджикистана на участке насаждений филиала Института садоводства, виноградарства и овощеводства Таджикской академии сельскохозяйственных наук в Согдийской области, г. Истаравшан, на высоте 1050 м над уровнем моря. Среднегодовая сумма осадков – 389 мм. Почвы – сероземы. Опыт заложен на орошаемых широкорядных виноградниках со схемой посадки кустов 4 × 2 м. В течение сезона осуществляли



Рис. 1. Сорт винограда Чиялки белый

Fig. 1. 'Chilyaki Belyi' grape variety



Рис. 2. Сорт винограда Кишмиш черный

Fig. 2. 'Kishmish Chernyi' grape variety



Рис. 3. Сорт винограда Тайфи розовый

Fig. 3. 'Taifi Rozovyi' grape variety

2–3 полива, оросительная норма – 2000–3000 м³/га, средняя поливная норма – 667–1000 м³/га.

Чиялки белый – раннеспелый сорт народной селекции республики Таджикистан. В основном его выращивают в г. Истаравшан и Самаркандской области. Является одним из древних сортов винограда, характерным для этих регионов. В г. Истаравшан он созревает во второй декаде августа. Массовая концентрация сахаров – 14–17 г/100 см³, при полном созревании – 20–21 г/100 см³. Период роста виноградной лозы от начала распускания почек до полной зрелости ягод составляет 128–130 дней. Урожайность – 12–14 т/га. Умеренная устойчивость к болезням и вредителям. Используется в свежем виде и как изюм [11, 13].

Кишмиш черный – среднеспелый среднеазиатский сорт. Vegetационный период от начала распускания почек до полного созревания ягод составляет 139–145 дней. При полном созревании ягод массовая концентрация сахаров в соке ягод достигает 22–25 г/100 см³. Сорт обладает устойчивостью к грибковым заболеваниям. Урожайность ягод винограда в среднем 15,0–21,6 т/га. Средняя масса виноградной грозди составляет 238–310 г. Используется для потребления в свежем виде и производства изюма [11].

Тайфи розовый – позднеспелый. Vegetационный период от начала распускания почек до полного созревания составляет 159–168 дней. Урожайность достигает 18,0–30,4 т/га и более. Масса грозди – 380–900 г, в некоторых случаях – 4,3–6,2 кг. При полном созревании массовая концентрация сахаров в соке ягод – 21–24 г/100 см³. Пригоден для хранения в холодильниках и транспортировки в отдаленные места. Устойчив к болезням и вредителям [11, 14].

Полевой опыт включает два варианта ведения

кустов винограда. Первый вариант – низкий Воиш. Новая система для виноградного куста представляет собой размещение многолетней и вегетирующей древесины на высоте 20 см у основания куста, 80 см – в верхней части куста. Второй вариант – ведение кустов в расстил на поверхности почвы, контроль (рис. 4).

Для оценки систем ведения кустов винограда проводили фенологические наблюдения, учитывали плодоносность побегов и урожай винограда на 12 кустах каждого варианта. На каждом кусте подсчитывали количество гроздей и взвешивали их массу. В соке ягод определяли массовую концентрацию сахаров и титруемых кислот [15].

Результаты и их обсуждение

В агроэкологических условиях Северного Таджикистана в зоне укрывной культуры виноградарства системы ведения кустов винограда низкий Воиш и в расстил показали неоднозначное влияние на ростовые процессы и продуктивность столовых сортов Чиялки белый, Кишмиш черный и Тайфи розовый.

У сорта винограда Чиялки белый в среднем за годы исследований начало распускания почек в малом годичном цикле онтогенеза винограда наблюдалось 17 апреля. Цветение обычно начиналось 24 мая. Массовое цветение наступало спустя 5 дней, 29 мая. После этого цветение затухало и 7 июня заканчивалось полностью. Таким образом у этого сорта цветение протекает в течение 15 дней, а период от начала распускания почек и до конца цветения составляет 28 дней.

На продолжительность этапов вегетации, распускания почек и цветения влияние изучаемых способов ведения кустов не установлено. Продолжительность периода от начала распускания почек и



Рис. 4. Способы ведения кустов винограда в укрывной культуре: низкий Воиш (А) и в расстил (В)

Fig. 4. Grape bush training systems in a covered culture: low Voish (А) and spreading above the soil (В)

до конца цветения в обоих вариантах была одинаковой – 28 дней.

Во время созревания ягод винограда наметилась тенденция более раннего наступления фаз вегетации в варианте с системой ведения кустов низкий Воиш. В этом варианте начало и конец созревания ягод винограда наступало в среднем на два дня раньше, чем в варианте в расстил.

В целом продолжительность вегетации растений винограда сорта Чиялки белый с системой ведения кустов низкий Воиш была на два дня короче, чем на контроле, и составила 128 дней (табл. 1).

На сортах Кишмиш черный и Тайфи розовый закономерность прохождения фаз вегетации аналогичная. Распускание почек и цветение при разных системах ведения кустов наблюдалось в одинаковые сроки. В последующем наблюдались более ранние сроки начала и полного созревания винограда в варианте с низким Воишом. Разница между вариантами была в более выраженной форме. Соответственно, продолжительность вегетации от начала распускания почек и до полной зрелости ягод в варианте с низким Воишом была короче на сорте Кишмиш черный на 6 дней, Тайфи розовый – на 9 дней.

Таким образом, исследования показывают положительное влияние системы ведения кустов низкий Воиш на ускорение прохождения фаз вегетации и более раннее созревание ягод винограда. Это повышает конкурентоспособность производителей свежего винограда столовых сортов на рынке потребления за счет поставок продукции в более ранние сроки.

Установлено также положительное влияние системы ведения кустов низкий Воиш на продуктивность и качество ягод винограда изучаемых сортов.

Количество глазков на кустах винограда разных сортов с разными системами ведения различалось несущественно и колебалось в пределах 89–96 шт. Доля распутившихся глазков также была одинаковой и составляла 72,6–75,4 %. По количеству гроздей изучаемые варианты ведения кустов существенно не различались. Разница была между сортами в силу их биологических особенностей. Если у сорта Чиялки белый было 26–27 гроздей на куст, то у сорта Кишмиш черный – 30–31, Тайфи розовый – 35–37 гроздей на куст.

Если по количеству гроздей кусты с разными системами ведения различались незначительно, то по средней массе грозди различие было явным. На сорте Чиялки белый средняя масса грозди на кустах с низким Воишом была больше на 40 г (11 %), Кишмиш черный – на 25 г (7 %), Тайфи розовый – на 29 г (6 %), чем в контрольном варианте в расстил и составила в среднем за годы исследований 373, 355 и

Таблица 1. Фенологические фазы вегетации растений винограда с разными способами формирования и ведения кустов в Северном Таджикистане (среднее за 2021–2024 гг.)

Table 1. Phenological vegetation phases of grape plants with different bush training systems in Northern Tajikistan (average for 2021–2024)

Варианты ведения кустов винограда	Начало распускания почек	Цветение			Созревание		Число дней от распускания почек до полной зрелости ягод
		начало	массовое	конец	начало	конец	
Сорт Чиялки белый							
Низкий Воиш	17.04	24.05	29.05	07.06	18.07	22.08	128
В расстил (контроль)	17.04	24.05	29.05	07.06	20.07	24.08	130
Сорт Кишмиш черный							
Низкий Воиш	19.04	25.05	01.06	09.06	04.08	04.09	139
В расстил (контроль)	19.04	25.05	01.06	09.06	05.08	10.09	145
Сорт Тайфи розовый							
Низкий Воиш	21.04	27.05	06.06	11.06	18.08	26.09	159
В расстил (контроль)	21.04	27.05	06.06	11.06	21.08	05.10	168

500 г соответственно.

Урожайность в варианте с низким Воишом на всех сортах была выше, чем на контроле. На сорте Чиялки белый урожайность в варианте с низким Воишом была больше на 0,86 т/га (7 %), Кишмиш черный – на 1,37 т/га (10 %), Тайфи розовый – на 2,5 т/га (11 %), чем в контрольном варианте.

Из числа изучаемых наиболее урожайным является сорт винограда Тайфи розовый. В варианте с низким Воишом урожайность у этого сорта в среднем за годы исследований составила 23,13 т/га, у сорта Кишмиш черный – 13,75 т/га, Чиялки белый – 12,11 т/га.

Массовая концентрация сахаров и титруемых кислот – одни из главных показателей качества ягод винограда. В предгорных агроэкологических условиях Северного Таджикистана массовая концентрация сахаров наибольшей была в варианте с низким Воишом у сорта Кишмиш черный и составляла 23,4 г/100 см³, титруемая кислотность сока ягод была наименьшей – 5,4 г/дм³. По отношению к контролю (в расстил) разница по значениям массовой концентрации сахаров была на 6 % выше, титруемых кислот на 18,5 % ниже. Наименьшая массовая концентрация сахаров была у сорта винограда Тайфи розовый в контрольном варианте – 18,0 г/100 см³, при наибольшей массовой концентрации титруемых кислот – 8,1 г/дм³. У данного сорта винограда в варианте с низким Воишом массовая концентрация сахаров была на 8 % выше, а титруемых кислот на 2,5 % ниже, чем на контроле. Сорт винограда Чиялки белый по качественным показателям ягод винограда занимал промежуточное положение (табл. 2).

Важным показателем качества и вкусовых достоинств столовых сортов винограда является глюкометрический показатель (ГАП) – это соотношение сахаристости и кислотности сока ягод винограда [16]. Соотношение сахаристости и кислотности сока ягод винограда определяет гармоничность вкуса сока ягод.

По мнению ряда авторов, сбалансированным привлекательным вкусом сока ягод винограда обладают сорта винограда с ГАП, соответствующего 3,5–4,5 [17, 18] и 5,3 [19], при ГАП равного 2,8 вкус простой, нейтральный, несколько пресный, без особенностей [20].

В данных исследованиях сбалансированным привлекательным вкусом ягод винограда обладают сорта винограда Кишмиш черный при выращивании по системе Воиш и в расстил, Чилияки белый при выращивании по системе Воиш. У сорта Тайфи розовый ГАП самый низкий, вкус ближе к простому (табл. 2).

Выводы

Из полученных экспериментальных данных установлено, что при системе ведения кустов низкий Воиш сорта винограда Чилияки белый, Кишмиш черный и Тайфи розовый обладают более ранним созреванием ягод винограда, Кишмиш черный и Тайфи розовый отличаются более коротким периодом от начала распускания почек до полной зрелости ягод. Урожайность в варианте с низким Воишом на всех сортах была выше, чем в контрольном варианте в расстил, на сорте Чилияки белый – на 0,86 т/га (7%), Кишмиш черный – на 1,37 т/га (10%) и Тайфи розовый – на 2,5 т/га (11%). Наиболее урожайным является сорт винограда Тайфи розовый. В варианте с низким Воишом урожайность у этого сорта в среднем за годы исследований составила 23,13 т/га, далее следуют сорта Кишмиш черный (13,75 т/га) и Чилияки белый (12,11 т/га). Наибольшую массовую концентрацию сахаров и наименьшую титруемую кислотность показывает вариант с системой ведения кустов низкий Воиш. Наибольшей массовой концентрацией сахаров и наименьшей титруемой кислотностью обладает сорт винограда Кишмиш черный, 23,4 г/100 см³ и 5,4 г/дм³ соответственно. По совокупности положительного влияния на ростовые и продукционные процессы сортов винограда Чилияки белый, Кишмиш черный и Тайфи розовый в укрывных зонах Северного Таджикистана в Согдийской области виноградарства целесообразно рекомендовать систему ведения кустов низкий Воиш вместо системы ведения в расстил.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0498-2022-0004 ФГБНУ СКФНЦСВВ.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 0498-2022-0004 of FSBSI NCFSCHVW.

Таблица 2. Урожайность и качество ягод винограда на участках с разной системой ведения кустов в Северном Таджикистане (среднее за 2021–2024 гг.)
Table 2. Cropping capacity and quality of grape berries in plots with different bush training systems in Northern Tajikistan (average for 2021–2024)

Варианты ведения кустов винограда	Количество гроздей, шт./куст	Средняя масса грозди, г	Урожайность		Массовая концентрация		Глюко-ацетидометрический показатель
			кг/куст	т/га	сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³	
Сорт Чилияки белый							
Низкий Воиш	26	373	9,7	12,11	21,8	6,2	3,5
В расстил (контроль)	27	333	9,0	11,25	20,4	7,5	2,7
Сорт Кишмиш черный							
Низкий Воиш	31	355	11,0	13,75	23,4	5,4	4,3
В расстил (контроль)	30	330	9,9	12,38	22,0	6,4	3,4
Сорт Тайфи розовый							
Низкий Воиш	37	500	18,5	23,13	19,6	7,9	2,5
В расстил (контроль)	35	471	16,5	20,63	18,0	8,1	2,2

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Арабханов Ю.М., Магомедов У.М., Арабханов М.Ю. Фитоклимат виноградника в различных агроэкологических условиях // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2014;1(26):42-53.
Arabkhanov Yu.M., Magomedov U.M., Arabkhanov M.Yu. The vineyard phytoclimate in different agroecological conditions. Dagestan State Pedagogical University Journal. Natural and Exact Sciences. 2014;1(26):42-53 (in Russian).
2. Караев М.К., Сапукова А.Ч., Исаев З.А., Абдуллаев Х.М., Мурсалов С.М., Магомедова А.А. Продуктивность столовых сортов винограда при различных системах ведения кустов // Международный научно-исследовательский журнал. 2016;5-6(47):26-29. DOI 10.18454/IRJ.2016.47.048.
Karaev M.K., Sapucova A.Ch., Isaev Z.A., Abdullaev H.M., Mursalov S.M., Magomedova A.A. The productivity of table grapes at different training systems. International Research Journal. 2016;5-6(47):26-29. DOI 10.18454/IRJ.2016.47.048 (in Russian).
3. Савченко А.Д., Имамкулова З.А. Виноградарство в Таджикистане // Защита и карантин растений. 2008;5:33-34.
Savchenko A.D., Imamkulova Z.A. Viticulture in Tajikistan. Protection and Quarantine of Plants. 2008;5:33-34 (in Russian).
4. Williams L.E., Fidelius M.V. Measured and estimated water use and crop coefficients of grapevines trained to overhead trellis systems in California's San Joaquin Valley. Irrigation Science. 2016;34:431-441.
5. Hernandez D. Performance evaluation of four Arkansas table grape varieties grown on three trellis systems under high tunnels in two locations in Arkansas. University of Arkansas. 2020.
6. Радчевский П.П., Трошин Л.П. Новации виноградарства России. Бессемянные сорта винограда // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2010;56:122-142.
Radchevskiy P.P., Troshin L.P. Innovations of wine growing in Russia. Seedless grades of grapes. Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University. 2010;56:122-142 (in Russian).

7. Гимбатова М.Б., Мусаева М.К. Виноградарство и виноделие в Дагестане (XVIII–начало XX в.): традиционные технологии и аграрная обрядность // Наследие веков. 2024;1:85–96. DOI 10.36343/SB.2024.37.1.007. Gimbatova M.B., Musaeva M.K. Viticulture and winemaking in Dagestan (18th–early 20th centuries): traditional technologies and agrarian rituals. Legacy of Ages. 2024;1:85–96. DOI 10.36343/SB.2024.37.1.007 (in Russian).
8. Энциклопедия виноградарства. Кишинев. 1986;1:269–270. Encyclopedia of viticulture. Chisinau. 1986;1:269–270 (in Russian).
9. Чупанов М.А. Блочно-модульная модель ведения виноградарства. 2015:1–144. Chupanov M.A. Block-modular model of training viticulture. 2015:1–144 (in Russian).
10. Ахмедов Т.А., Солиев Ч.М., Аюбов Э.Х., Махмадцулов Х.М. Виноградарство с основами ампелографии. Душанбе. 2024:1–226 (на таджикском языке). Akhmedov T.A., Soliev Ch.M., Ayubov E.Kh., Akhmadtsulov H.M. Viticulture with the basics of ampelography. Dushanbe. 2024:1–226 (in Tajik).
11. Кариозода Р.Р., Тохиров А.М., Сангинов С.С. Агротехнический уход винограда изюмно-кишмишных сортов и технология сушки. Душанбе. 2022:1–180 (на таджикском языке). Kariizoda R.R., Tohirov A.M., Sanginov S.S. Agrotechnical care of raisin-kishmish grapes and drying technology. Dushanbe. 2022:1–180 (in Tajik).
12. Малтабар Л.М. Обрезка, формирование и способы ведения кустов винограда. Краснодар: КубГАУ. 2012:1–200. Maltabar L.M. Pruning, training and methods of grape bush management. Krasnodar: KubSAU. 2012:1–200 (in Russian).
13. Бабаева С.Х., Бободжанова Х.И., Кухарчик Н.В. Размножение сортов винограда раннего срока созревания в Таджикистане // Плодоводство. 2022;27:262–270. Babaeva S.H., Bobodzhanova H.I., Kukharchik N.V. Propagation of grapevine cultivars of early maturing time in Tajikistan. Fruit Growing. 2022;27:262–270 (in Russian).
14. Адилбаева Н.П., Давлетмуратова В.Б. Особенности биологии восточного сорта винограда Тайфи розовый (grapes Tayfi rozovuyu (Tayfi pink)) // Экономика и социум. 2022;7(98):162–164. Adilbaeva N.P., Davletmuratova V.B. Biological features of the oriental grape variety Pink Tayfi (grapes Tayfi Rozovuyu (Tayfi pink)). Economics and Society. 2022;7(98):162–164 (in Russian).
15. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Мarmorштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия. 2021:1–147. Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A. Research methods in viticulture. Krasnodar: FSBSI NCFSCHVW. 2021:1–147 (in Russian).
16. Красохина С.И. Янгар – новый столовый сорт винограда селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;81(3):202–215. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-202-215. Krasokhina S.I. Yangar – a new table grape variety of ARRIV&W named after Ya.I. Potapenko breeding. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2023;81(3):202–215. DOI 10.30679/2219-5335-2023-3-81-202-215 (in Russian).
17. Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Перспективность столовых сортов винограда для сортообновления сортимента Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;61(1):54–66. DOI 10.30679/2219-5335-2020-1-61-54-66. Beybulatov M.R., Urdenko N.A., Tikhomirova N.A., Buival R.A. Perspectivity of table grapes varieties for variety renewal of Crimea assortment. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2020;61(1):54–66. DOI 10.30679/2219-5335-2020-1-61-54-66 (in Russian).
18. Ахмедова Ю.А., Разживина Ю.А. Управление продукционным процессом бессемянных сортов винограда путем гормональной регуляции // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2020;28:131–136. DOI 10.30679/2587-9847-2020-28-131-136. Akhmedova Yu.A., Razzhivina Yu.A. Management of the production process of seedless grape varieties through hormonal regulation. Scientific Publications of FSBSI NCFSCHVW. 2020;28:131–136. DOI 10.30679/2587-9847-2020-28-131-136 (in Russian).
19. Семенова М.Н., Мarmorштейн А.А., Цику Д.М., Якуба Ю.Ф., Петров В.С. Реакция сорта Кишмиш Столетие на нагрузку кустов побегами и гроздьями в условиях центральной агроэкологической зоны виноградарства по качественным критериям // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2023;37:123–129. DOI 10.30679/2587-9847-2023-37-123-129. Semenova M.N., Marmorstein A.A., Tsiku D.M., Yakuba Yu.F., Petrov V.S. Reaction of the Centennial Seedless variety to the bush load with shoots and bunches in the conditions of the central agroecological zone of viticulture according to qualitative criteria. Scientific Publications of FSBSI NCFSCHVW. 2023;37:123–129. DOI 10.30679/2587-9847-2023-37-123-129 (in Russian).
20. Красохина С.И. Результаты сортоизучения сорта Red Globe в условиях Нижнего Придонья // Русский виноград. 2020;12:10–17. DOI 10.32904/2412-9836-2020-12-10-17. Krasokhina S.I. Study of Red Globe variety in Lower Don region. Russian Grapes. 2020;12:10–17. DOI 10.32904/2412-9836-2020-12-10-17 (in Russian).

Информация об авторах

Мелис Юсупович Саидов, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.; e-мэйл: abdulloyev93@mail.ru;

Валерий Семенович Петров, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории управления воспроизводством в ампелоценозах и экосистемах; e-мэйл: petrov_53@mail.ru; <http://orcid.org/0000-0003-0856-7450>.

Information about the authors

Melis Yu. Saidov, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist; e-mail: abdulloyev93@mail.ru;

Valeriy S. Petrov, Dr. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Reproduction Management in Ampelocenoses and Ecosystems; e-mail: petrov_53@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0856-7450>.

Статья поступила в редакцию 14.04.2025, одобрена после рецензии 19.06.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Влияние радиационных ресурсов на накопление сахаров виноградной ягоды в Южнобережной зоне Крыма

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

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Ялта, Россия

[✉]agroeco@magarach-institut.ru

Аннотация. Проанализировано влияние количества часов солнечного сияния на качество винограда в Южнобережной зоне Крыма. Объектами исследований являлись радиационные ресурсы Южнобережной зоны Крыма и архивные данные массовой концентрации сахаров в винограде, полученном с виноградников, расположенных в пгт. Отрадное (2007–2011 гг.). Данные по массовой концентрации сахаров собраны по четырем сортам (Мускат белый, Мускат розовый, Рислинг и Серсиаль). Значения данного показателя в анализируемых сортах винограда указаны на момент замеров в определенный день с сентября по ноябрь. Показатели радиационных ресурсов рассчитаны по данным приборов для регистрации поступающей солнечной радиации, установленных на агрометеостанции «Никитский сад». Произведен расчет количества часов солнечного сияния на виноградниках за время от начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в ягодах за те же годы. Продолжительность солнечного сияния за рассматриваемый период в исследуемые годы для анализируемых сортов винограда отличалась и составляла: Мускат белый – 1484–1791 ч; Мускат розовый – 1560–1785 ч; Рислинг – 1727–1791 ч; Серсиаль – 1547–1731 ч. Рассчитана корреляция между массовой концентрацией сахаров в винограде и количеством часов солнечного сияния за промежуток времени от начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в ягодах. Установлено, что массовая концентрация сахаров в винограде сортов Рислинг, Серсиаль имеет высокую положительную корреляцию с количеством часов солнечного сияния за исследуемый период представленных лет (0,88; 0,95), а в винограде сортов Мускат белый, Мускат розовый – среднюю положительную корреляцию (0,65; 0,53).

Ключевые слова: сорт винограда; радиационные ресурсы; качественные показатели винограда; массовая концентрация сахаров; количество часов солнечного сияния; вегетационный период.

Для цитирования: Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ерхова А.С. Влияние радиационных ресурсов на накопление сахаров виноградной ягоды в Южнобережной зоне Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):203-208. EDN KUGHRU.

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

The effect of radiation resources on the accumulation of sugars in grape berries in the South Coastal zone of Crimea

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

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia

[✉]agroeco@magarach-institut.ru

Abstract. The effect of a number of sunshine hours on the quality of grapes in the South Coastal zone of Crimea is analyzed. The objects of the study were radiation resources of the South Coastal zone of Crimea, and archival data on the mass concentration of sugars in grapes obtained from the vineyards located in Otradnoye village (2007–2011). Data on the mass concentration of sugars were collected for four varieties ('Muscat Blanc', 'Muscat Rose', 'Riesling' and 'Sercial'). The values of this indicator for the analyzed grape varieties were stated as of the specific day from September to November on which the measurements were taken. The radiation resource indicators were calculated based on the data of devices for recording incoming solar radiation, installed at the Nikitsky Garden agrometeorological station. A number of sunshine hours in the vineyards was calculated from the growing season beginning to the date of test readings of the mass concentration of sugars in berries for the same years. Sunshine duration of the considered season in the years of study for the analyzed grape varieties differed as follows: 'Muscat Blanc' – 1484-1791 hours; 'Muscat Rose' – 1560-1785 hours; 'Riesling' – 1727-1791 hours; 'Sercial' – 1547-1731 hours. The correlation was calculated between the mass concentration of sugars in grapes and a number of sunshine hours during time period from the growing season beginning to the date of test readings of the mass concentration of sugars in berries. It is found that the mass concentration of sugars in 'Riesling' and 'Sercial' grape varieties has a high positive correlation with a number of sunshine hours during the studied years of the period (0.88; 0.95), and in 'Muscat Blanc' and 'Muscat Rose' grapes - a medium positive correlation (0.65; 0.53).

Key words: grape variety; radiation resources; quality indicators of grapes; mass concentration of sugars; number of sunshine hours; growing season.

For citation: Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S. The effect of radiation resources on the accumulation of sugars in grape berries in the South Coastal zone of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):203-208. EDN KUGHRU (in Russian).

Введение

Проблема увеличения продуктивности виноградников на протяжении многих лет остается одной из наиболее важных задач в виноградо-винодельческой отрасли. Большое влияние на качество винограда оказывают климатические факторы мест-

ности его произрастания [1–3].

Радиационные ресурсы территории оказывает воздействие на морфогенетические процессы растений, что в свою очередь определяет особенности их развития и хозяйственную ценность. В течение всего вегетационного периода – от весны до осени – солнечное излучение играет важную роль в жизнедеятельности виноградной лозы.

В работах Амирджанова Л.Г., Фурсы Д.И. и др. ученых широко освещены вопросы по влиянию солнечной радиации на продуктивность винограда в Крыму. Также рядом исследователей приведена радиационная характеристика территории Южного берега Крыма по всем видам солнечной радиации (прямая, суммарная, рассеянная солнечная радиация и др.) [4–6]. В данной местности содержание массовой концентрации сахаров в виноградных ягодах в наибольшей степени зависит от суммарного количества прямой и рассеянной солнечной радиации, от суммы суточных колебаний температуры воздуха и от среднего запаса доступной влаги в верхнем в слое почвы от 60 до 100 см [5]. Для развития физиологических процессов у растений основное значение имеет коротковолновая часть солнечной радиации, которую подразделяют на ультрафиолетовую или фотосинтетически активную радиацию (ФАР, 380–710 нм), дающую фотосинтетический, фотоморфогенетический и тепловой эффект; и близкую инфракрасную (750–4000 нм), оказывающую морфогенетический и тепловой эффект [4].

Повышение уровня солнечной радиации благоприятно сказывается на процессе закладки и формирования эмбриональных соцветий в почках зимующих глазков. И если плодоносность почек зависит от общего количества часов с достаточно высокой облученностью, то накопление сухого вещества определяется в первую очередь напряженностью лучистой энергии и в меньшей степени продолжительностью ее воздействия. Влияние уровня освещения на развитие ягод является специфическим. Слабая и чрезмерная освещенность приводят к задержке развития ягод. Оптимальное развитие наблюдается при частичном затенении, однако степень этого влияния варьируется в зависимости от сорта [7]. Солнечная радиация является важнейшим фактором фотосинтеза, а наиболее светолюбивые растения, такие как виноград, особенно нуждаются в освещении (прямым и отраженным светом) для обеспечения роста, развития и плодоношения. В районах традиционного ведения виноградарства ресурсы солнечной радиации могут оказаться недостаточными для созревания ягод. Радиационный режим освещения виноградников определяется различными факторами, однако ведущим из них является система ведения кустов [8]. Солнечное излучение стимулирует синтез флавонолов в ягодах винограда. Существует сильная взаимосвязь между суммарной радиацией и процентом содержанием кемпферола и процентом содержанием кверцетина [9]. Влияние света на состав ягод в значительной степени зависит от того, насколько повышается их температура в результате воздействия солнечного света. Согласно данным исследований [10], проведенных в центральной части долины Сан-Хоакин (Калифорния), установлено, что для достижения наиболее интенсивной окраски ягод в теплых регионах следует избегать длительного воздействия прямых солнечных лучей на гроздь.

Длительное воздействие солнечного излучения изменяет метаболическую координацию, увеличивая количество отрицательных корреляций между метаболитами как в мякоти, так и в кожице ягод винограда [11].

На основании исследования [12], направленного на оценку влияния солнечного облучения в период созревания винограда на питательные и антиоксидантные свойства виноградных соков и выжимки была установлена статистически значимая корреляция ($p \leq 0,05$) между общей антиоксидантной способностью исследуемых образцов урожая и степенью воздействия солнечного света, вне зависимости от сорта винограда, срока его сбора.

Выявлено влияние изменения экспозиции гроздей к солнечному свету на уровень pH вина. За счет увеличения воздействия солнечного света на виноград уровень pH вина снижается [13].

Из анализа современной научной литературы видно значительное влияние солнечного света на физиологические процессы, происходящие в виноградном растении, и, соответственно, на формирование урожая и качество готовой продукции. Таким образом, радиационные ресурсы необходимо рассматривать как один из факторов, определяющих степень благоприятности территории для высокоэффективного виноградарства. Исходя из этого, изучение данного вопроса остается актуальным.

Целью настоящих исследований является установление корреляционных зависимостей между массовой концентрацией сахаров в винограде с количеством часов солнечного сияния за время от начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в ягодах.

Объекты и методы исследования

Исследования проведены на базе сектора агроэкологии НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач». Объектами исследований являлись радиационные ресурсы Южнобережной зоны Крыма и параметры качества винограда, полученного в сельскохозяйственном предприятии данной местности.

Исследования проводились на виноградниках, расположенных в пгт. Отрадное, расположенном в Южнобережной зоне Крыма. Показатели радиационных ресурсов рассчитаны по данным приборов для регистрации поступающей солнечной радиации, установленных на агрометеостанции «Никитский сад». Экспериментальные данные обрабатывались методом корреляционного анализа при помощи программы MS Excel.

Результаты и их обсуждение

В ходе ранее проведенных нами исследований была осуществлена комплексная работа по сбору и упорядочению архивных данных, касающихся содержания массовой концентрации сахаров и титруемых кислот в винограде из трех основных природных зон Крымского полуострова: степной, предгорной и южнобережной за многолетний период

наблюдений (1985–2012 гг.) [14].

Для установления возможных взаимосвязей между качественными характеристиками винограда и агроэкологическими условиями каждой зоны были отобраны конкретные территории с определенными участками и сортами винограда. Для отбора взяты следующие критерии: точно известные даты и место сбора урожая (с указанием географических координат), а также наличие метеорологических данных для указанной даты и места. Данные по Южнобережной зоне собраны по четырем сортам (Мускат белый, Мускат розовый, Рислинг и Серсиль) за пять лет.

Проведен сбор и систематизация данных о радиационных ресурсах анализируемых виноградников. Произведен расчет количества часов солнечного сияния на виноградниках в пгт Отрадное (2007–2011 гг.) с начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров ягод (табл. 1–4).

Значения массовой концентрации сахаров в анализируемых сортах винограда (Мускат белый, Мускат розовый, Рислинг и Серсиль) указаны на момент замеров в определенный день с сентября по ноябрь.

Радиационные ресурсы за вегетационные периоды 2007–2010 гг. на изучаемых участках для сортов винограда Мускат белый, Мускат розовый освещены в таблицах 1, 2.

Таблица 1. Радиационные ресурсы анализируемых виноградников в пгт Отрадное (Мускат розовый, 2007–2010 гг.)

Table 1. Radiation resources of the analyzed vineyards in Otradnoye village ('Muscat Rose', 2007–2010)

Номер участка	Дата сбора	Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	Количество часов солнечного сияния с начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров ягод
7	19.09.2007	28,8	1565
7	20.09.2007	29,0	1574
58	21.09.2007	27,6	1582
15	16.09.2008	27,0	1560
15	27.09.2008	27,0	1619
15	29.09.2008	27,5	1630
15	30.09.2008	27,5	1636
39	01.10.2008	27,5	1642
63	24.09.2009	27,1	1684
15	26.09.2009	27,9	1701
15	27.09.2009	27,9	1710
15	28.09.2009	27,9	1719
39	28.09.2009	27,1	1719
39	29.09.2009	27,4	1727
15	08.10.2010	30,0	1773
15	11.10.2010	31,9	1782
39	12.10.2010	31,0	1785

Таблица 2. Радиационные ресурсы анализируемых виноградников в пгт Отрадное (Мускат белый, 2007–2010 гг.)

Table 2. Radiation resources of the analyzed vineyards in Otradnoye village ('Muscat Blanc', 2007–2010)

Номер участка	Дата сбора	Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	Количество часов солнечного сияния с начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров ягод
7	10.09.2007	30,9	1484
7	11.09.2007	31,4	1493
58	14.09.2007	28,8	1520
35	16.09.2007	28,2	1538
35	17.09.2007	28,8	1547
35	18.09.2007	29,3	1556
18	18.09.2007	28,4	1556
15a	18.09.2007	28,2	1556
7	16.09.2008	27,0	1560
7	17.09.2008	27,0	1565
15a	19.09.2008	27,0	1574
7	19.09.2008	27,0	1574
7	20.09.2008	27,5	1578
18	20.09.2008	28,0	1578
18	21.09.2008	28,0	1587
15	21.09.2008	28,0	1587
58	22.09.2008	23,0	1595
58	23.09.2008	23,0	1601
58	24.09.2008	27,5	1601
35a	24.09.2008	27,5	1601
35a	25.09.2008	27,5	1607
37	26.09.2008	27,5	1613
58	29.09.2009	27,4	1727
35	30.09.2009	28,6	1736
58	30.09.2009	27,7	1736
35	01.10.2009	29,2	1743
35	02.10.2009	30,2	1750
7	04.10.2010	36,3	1760
7	05.10.2010	35,5	1764
7	06.10.2010	34,3	1767
18	06.10.2010	33,5	1767
37	07.10.2010	32,9	1770
15a	08.10.2010	34,5	1773
35	12.10.2010	34,1	1785
35	13.10.2010	35,6	1788
35	14.10.2010	36,8	1791

Показатели массовой концентрации сахаров для сортов винограда Мускат белый, Мускат розовый, произрастающих в пгт Отрадное, были собраны за четыре периода с 2007 по 2010 гг. Замеры в 2007, 2008 и 2009 гг. проводились с 10 по 30 сентября, без учета двух дней октября в 2009 г. (Мускат белый). В 2010 г. – с 4 по 14 октября. На приведенные даты замеров массовая концентрация сахаров у сорта винограда Мускат белый находилась на уровне от 23,0 до 36,8 г/100 см³. Минимальные значения данного показателя у сорта винограда Мускат розовый составили 27,0 г/100 см³, максимальные – 31,9 г/100 см³. Продолжительность солнечного сияния за время от начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в ягодах винограда сорта Мускат белый составляла от 1484 в сентябре до 1791 ч в октябре. Максимальная продолжительность солнечного сияния приходилась на 14 октября 2010 г. (1791 ч). Для Муската розового количество часов солнечного сияния было в диапазоне 1560–1785.

В таблице 3 представлены радиационные ресурсы анализируемых виноградников сорта Рислинг за 2009–2010 гг.

Даты замеров качественных показателей у сорта винограда Рислинг проводили в последних числах сентября (29, 30 сентября) и с 4 по 14 октября. За указанный период максимальные показатели массовой концентрации сахаров отмечены в 2010 г. и составляли 36,8 г/100 см³. Минимальные значения анализируемого показателя качества – 27,4 г/100 см³. Продолжительность солнечного сияния за анализируемый период приведенных двух лет находилось на уровне 1727–1791 ч.

Данные по радиационным ресурсам анализируемых виноградников сорта Серсиаль за 2007–2011 гг. приведены в таблице 4.

Показатели массовой концентрации сахаров на даты замеров (сентябрь 2007, 2008 гг. и октябрь 2011 г.) находилась на уровне от 22,0 до 26,0 г/100 см³. Максимальные значения отмечены в 2011 г.

Продолжительность солнечного сияния за время от начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в ягодах винограда достигла своих максимальных показателей в этом же году – 1731 ч. Наименьшее значение продолжительности солнечного сияния за анализируемый период составило 1547 ч.

В результате анализа архивных данных по массовой концентрации сахаров в винограде, собранном в Южнобережной зоне Крыма, вычислены величины парной корреляции данного показателя качества урожая с количеством часов солнечного сияния за время от начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в ягодах (табл. 5).

Корреляция по всем сортам являются значимыми при уровне значимости 0,05. Данные таблицы показывают наибольшую положительную корреляцию

Таблица 3. Радиационные ресурсы анализируемых виноградников в пгт Отрадное (Рислинг, 2009–2010 гг.)

Table 3. Radiation resources of the analyzed vineyards in Otradnoye village ('Riesling', 2009–2010)

Номер участка	Дата сбора	Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	Количество часов солнечного сияния с начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров ягод
58	29.09.2009	27,4	1727
35	30.09.2009	28,6	1736
58	30.09.2009	27,7	1736
35	01.10.2009	29,2	1743
35	02.10.2009	30,2	1750
7	04.10.2010	36,3	1760
7	05.10.2010	35,5	1764
7	06.10.2010	34,3	1767
18	06.10.2010	33,5	1767
15а	08.10.2010	34,5	1770
37	07.10.2010	32,9	1773
35	12.10.2010	34,1	1785
35	13.10.2010	35,6	1788
35	14.10.2010	36,8	1791

Таблица 4. Радиационные ресурсы анализируемых виноградников в пгт Отрадное (Серсиаль, 2007–2011 гг.)

Table 4. Radiation resources of the analyzed vineyards in Otradnoye village ('Sercial', 2007–2011)

Номер участка	Дата сбора	Массовая концентрация сахаров, г/100 см ³	Количество часов солнечного сияния с начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров ягод
33	17.09.2007	22,3	1547
33	26.09.2008	22,0	1613
33	10.10.2011	26,0	1731
19	10.10.2011	26,0	1731
64	10.10.2011	26,0	1731
65	10.10.2011	26,0	1731

массовой концентрации сахаров в винограде сортов Серсиаль и Рислинг с количеством часов солнечного сияния за время от начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в ягодах. Коэффициенты парной корреляции составляют 0,95 и 0,88 соответственно. Незначительно ниже значение этих показателей (0,65; 0,53) для сортов винограда Мускат белый, Мускат розовый.

Таблица 5. Коэффициенты парной корреляции массовой концентрации сахаров в винограде с количеством часов солнечного сияния за время от начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в ягодах (2007–2011 гг.)

Table 5. Paired correlation coefficients of the mass concentration of sugars in grapes with a number of sunshine hours from the growing season beginning to the date of test readings of the mass concentration of sugars in berries (2007–2011)

Местоположение	Сорт	Коэффициенты парной корреляции
пгт. Отрадное	Мускат белый	0,65
	Мускат розовый	0,53
	Рислинг	0,88
	Серсиаль	0,95

Согласно проведенному анализу, в Южнобережной зоне Крыма (пгт Отрадное) массовая концентрация сахаров в винограде сортов Рислинг, Серсиаль имеет высокую положительную корреляцию с количеством часов солнечного сияния за анализируемый период представленных лет, а в винограде сортов Мускат белый, Мускат розовый – среднюю положительную корреляцию.

Выводы

В результате работы проведен сбор и систематизация данных о радиационных ресурсах виноградников в пгт Отрадное в Южнобережной зоне Крыма за 2007–2011 гг.

Расчитано количество часов солнечного сияния с начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в ягодах для следующих сортов: Мускат белый – 1484–1791 ч; Мускат розовый – 1560–1785 ч; Рислинг – 1727–1791 ч; Серсиаль – 1547–1731 ч.

Установлена положительная корреляция между количеством часов солнечного сияния и массовой концентрацией сахаров в винограде за изучаемый период времени: для сортов Рислинг и Серсиаль выявлена высокая положительная корреляция (0,88 и 0,95 соответственно), для сортов Мускат белый и Мускат розовый – средняя положительная корреляция (0,65 и 0,53 соответственно). Таким образом, увеличение количества часов солнечного сияния от начала вегетационного периода до даты замеров массовой концентрации сахаров в виноградных ягодах в Южнобережной зоне Крыма способствует накоплению сахаров в ягодах, особенно выражено это для сортов Рислинг и Серсиаль.

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Егоров Е.А., Петров В.С. Создание устойчивых саморегулирующихся агроценозов винограда в условиях умеренно-континентального климата юга России // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2017:51-54.
Egorov E.A., Petrov V.S. Creation of the sustainable self-regulating grapes agrocenoses in the temperate continental climate conditions of the Russian's South. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2017:51-54 (in Russian).
- Фисун М.Н., Мазлоева Ф.М., Харебашвили И.М., Зарубина Т.Б. Влияние условий места произрастания на продуктивность винограда сорта Платовский // Русский виноград. 2019;9:92-96. DOI 10.32904/2412-9836-2019-9-92-96.
Fisun M.N., Mazloeva F.M., Kharebashvili I.M., Zarubina T.B. The impact of growing conditions on productivity of Platovskiy grapevine variety. Russian Grapes. 2019;9:92-96. DOI 10.32904/2412-9836-2019-9-92-96 (in Russian).
- Crupi P., Alba V., Gentile G., Gasparro M., Ferrara G., Mazzeo A., Coletta A. Viticultural climate indexes and their role in the prediction of anthocyanins and other flavonoids content in seedless table grapes. Horticulturae. 2023;10(1):28. DOI 10.3390/horticulturae10010028.
- Амирджанов А.Г. Солнечная радиация и продуктивность виноградника. Л.: Гидрометеиздат. 1980:1-208.
Amirdzhanov A.G. Solar radiation and vineyard productivity. L.: Hydrometeoizdat. 1980:1-208 (in Russian).
- Фурса Д.И. Погода, орошение и продуктивность винограда. Л.: Гидрометеиздат. 1986:1-200.
Fursa D.I. Weather, irrigation and productivity of grapes. L.: Hydrometeoizdat. 1986:1-200 (in Russian).
- Фурса Д.И., Корсакова С.П., Амирджанов А.Г., Фурса В.П. Радиационный и гидротермический режим Южного берега Крыма по данным агрометеостанции «Никитский сад» за 1930–2004 гг. и его учет в практике виноградарства. Ялта: Национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН». 2006:1-54.
Fursa D.I., Korsakova S.P., Amirdzhanov A.G., Fursa V.P. Radiation and hydrothermal regime of the Southern coast of Crimea according to the Nikitsky Garden agrometeorostation for 1930-2004 and its accounting in the practice of viticulture. Yalta: All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS. 2006:1-54 (in Russian).
- Смирнов К.В., Калмыкова Т.И., Морозова Г.С. Виноградарство. М.: Агропромиздат. 1987:1-285.
Smirnov K.V., Kalmykova T.I., Morozova G.S. Viticulture. M.: Agropromizdat. 1987:1-285 (in Russian).
- Ботнаренко А., Магер М., Рапча М., Антох А., Магер В. Влияние освещенности и аэрации на качество гроздей винограда при различных системах ведения кустов в Республике Молдова // Научные труды Государственного научного учреждения Северо-Кав-

- казского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства Российской академии сельскохозяйственных наук. 2017;13:97-99. Botnarenko A., Mager M., Rapcha M., Antoch A., Mager V. Influence of sunlit and aeration on the quality of grape bunches when different systems of bush cultivation in the Republic of Moldova. Scientific works of the State Scientific Institution of the North Caucasus Zonal Scientific Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Academy of Agricultural Sciences. 2017;13:97-99 (in Russian).
9. Martinez-Luscher J., Brillante L., Kurtural S.K. Flavonol profile is a reliable indicator to assess canopy architecture and the exposure of red wine grapes to solar radiation. *Frontiers in Plant Science*. 2019;10:10. DOI 10.3389/fpls.2019.00010.
10. Bergqvist J., Dokoozlian N., Ebisuda N. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2001;52(1):1-7. DOI 10.5344/ajev.2001.52.1.1.
11. Reshef N., Walbaum N., Agam N., Fait A. Sunlight modulates fruit metabolic profile and shapes the spatial pattern of compound accumulation within the grape cluster. *Frontiers in Plant Science*. 2017;8:1-20. DOI 10.3389/fpls.2017.00070.
12. Rico D., Schorn-Garcia D., Acena L., Garcia-Casas M.J., Busto O., Boque R., Mestres M., Belen Martin-Diana A. Exploring new horizons for wine grapes: Modulating functional effects by varying harvest timing and solar exposure. *Foods*. 2024;13(6):857. DOI 10.3390/foods13060857.
13. Martinez de Toda F., Balda P. Reducing the pH of wine by increasing grape sunlight exposure: A method to mitigate the effects of climate warming. *Vitis*. 2014;53(1):17-20. DOI 10.5073/vitis.2014.53.17-20.
14. Рыбалко Е.А., Баранова Н.В., Ерхова А.С. Создание информационной базы данных по качественным показателям винограда на фоне комплекса агроклиматических параметров и индексов, характеризующих теплообеспеченность территории, применяемых для выделения терруаров Крыма // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2024;86(2):84-102. DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-84-102. Rybalko E.A., Baranova N.V., Erkhova A.S. Creation of an informational database on the quality indicators of grapes against the background of a complex of agroclimatic parameters and indices characterizing the heat supply of the territory and used to identify the terroirs of Crimea. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2024;86(2):84-102. DOI 10.30679/2219-5335-2024-2-86-84-102 (in Russian).

Информация об авторах

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

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

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

Information about the authors

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

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

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

Статья поступила в редакцию 03.07.2025, одобрена после рецензии 04.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Усовершенствованный кордон Роя и оценка степени сформированности виноградника

Климов А.С., Урденко Н.А.✉

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Ялта, Россия

✉natasha.urdenko@mail.ru

Аннотация. Важнейшим элементом при разработке ресурсосберегающих технологий в виноградарстве является внедрение оптимальных формировок кустов винограда, позволяющих существенно снизить трудоемкость работ, повысить уровень механизации, ускорить процесс вступления в плодоношение и обеспечить высокие показатели урожайности и качества продукции в условиях ограниченных ресурсов и растущих экономических требований. Цель данного исследования – провести сравнительный анализ формирования кустов по типу усовершенствованного кордона Роя с классическим одноплечим кордоном на среднем штамбе и описать методику его расчета. Исследование проводилось в горно-долинном приморском виноградо-винодельческом районе Крыма на виноградниках предприятия «Массандра» в 2023–2024 гг. Оценка степени сформированности контрольных кустов проведена согласно методике «Оценка степени сформированности кустов винограда для классических и современных формировок» (Бейбулатов М.Р., Буйвал Р.А., Михайлов С.В.). Предложенная методика расчета послужит важным показателем при создании современного виноградника. Полученные результаты показывают разницу в степени сформированности виноградника сорта Каберне Совиньон, что связано с различиями в количестве этапов выведения формировок и органов плодоношения кустов. Кусты, сформированные по типу усовершенствованного кордона Роя, опережают формировку одноплечий горизонтальный кордон в среднем за 2 года на 25 % по степени сформированности виноградника. Проведенные исследования показали, что кусты винограда, сформированные по типу усовершенствованного кордона Роя, полностью формируются на год раньше классического кордона, что способствует снижению затрат на формирование кустов и ускоренному вступлению в плодоношение.

Ключевые слова: формировка куста; ресурсосберегающие технологии; усовершенствованный кордон Роя; степень сформированности виноградника; раннее вступление в плодоношение; механизация виноградарства.

Для цитирования: Климов А.С., Урденко Н.А. Усовершенствованный кордон Роя и оценка степени сформированности виноградника // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):209-215. EDN LDFDOI.

ORIGINAL RESEARCH

Improved cordon of Royat and assessment of the degree of vineyard development

Klimov A.S., Urdenko N.A.✉

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia

✉natasha.urdenko@mail.ru

Abstract. The most important element in the development of resource-saving technologies in viticulture is the introduction of optimal training for grape bushes to significantly reduce labor intensity, increase the level of mechanization, fasten the beginning of fruiting, and ensure high yield performance as well as product quality in the context of limited resources and growing economic demands. The goal of this study is to conduct a comparative analysis of the improved cordon of Royat bush training with a classic one-armed cordon on a medium trunk, and describe the methodology for its estimating. The study was conducted in the Mountain-Valley Coastal winegrowing region of Crimea in the vineyards of FSUE PJSC Massandra in 2023–2024. The degree of bush development in the control was assessed in accordance with the methodology "Evaluating the degree of development of grape bushes for classic and modern training systems" (Beibulatov M.R., Buival R.A., Mikhailov S.V.). The proposed methodology will be an important indicator when establishing modern vineyards. The obtained results show difference in the development degree of 'Cabernet Sauvignon' vineyards, which is associated with variations in the number of stages of training bushes and their fruiting organs. Bushes with the improved cordon of Royat training are superior to those with the one-armed horizontal cordon training on average over 2 year by 25% in the degree of vineyard development. The studies conducted show that grape bushes with the improved cordon of Royat training are fully developed one year earlier than those with classic cordon training, which helps to reduce the costs for bush training, and fasten the beginning of fruiting.

Key words: bush training; resource-saving technologies; improved cordon of Royat; degree of vineyard development; early beginning of fruiting; mechanization of viticulture.

For citation: Klimov A.S., Urdenko N.A. Improved cordon of Royat and assessment of the degree of vineyard development. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):209-215. EDN LDFDOI (in Russian).

Введение

Виноградарство является одной из важнейших отраслей сельского хозяйства Российской Федерации. Растущий спрос на продукцию виноградарства и виноделия, а также дефицит отечественного сырья отображают важность стратегического развития данной отрасли для государства. Имеется ряд системных

проблем, препятствующих прогрессивному развитию отрасли: низкая производительность труда, нехватка рабочей силы и высококвалифицированных профессиональных кадров, виноградарей. Из этого вытекает ряд сопутствующих проблем, связанных с низким ростом площадей виноградников, а также повышением себестоимости выращивания винограда [1]. Рыночные отношения диктуют более эффективно использовать трудовые ресурсы при постоянном сокращении трудоспособного сельского население

ния, что является актуальной проблемой в сельском хозяйстве на сегодняшний день [2, 3].

Одним из путей выхода отрасли виноградарства из кризиса на качественно новый уровень развития является разработка ресурсосберегающих технологий возделывания винограда. Для этого важнейшим резервом является внедрение формировок кустов винограда.

Создание современного виноградника состоит из ряда сложных процессов, которые включают: выбор участка, проектирование территории, подготовку почвы, посадку винограда и уход за насаждениями. При выборе технологии виноградаря руководствуются следующими факторами, влияющими на эффективность создания виноградника: почвенно-климатические условия, биологические особенности сортов, социально-экономические условия, агроприемы.

От выбранной технологии зависят размер и структура капитальных вложений, а также производственные расходы в период плодоношения. Основным звеном, определяющим характер технологии, является система возделывания винограда, которая включает формировку, соответствующие схемы посадки и опорные конструкции [4].

В виноградарстве России и в Крыму в основном применяются уже ставшие традиционными формировки виноградников, основанные на ведении плодового звена. К данным формировкам относятся Гюйо, а также различные модификации веерных, кордонных формировок. В последнее время с целью экономии трудовых и денежных ресурсов более привлекательными являются способы ведения с высокоштабными формами кустов со свободным развитием побегов в плоскости шпалеры [5–6].

Анапской зональной опытной станцией (АЗОС) созданы две формировки винограда – спиральный кордон АЗОС-1 и АЗОС-2 в различных модификациях: двух- и односторонние, одно- и двухъярусные.

Основными и общими достоинствами этих формировок являются: быстрое и легкое формирование кустов; удобство выполнения работ; значительная экономия шпалерной проволоки и затрат, связанных с ее установкой; исключаются «сухие» и «зеленые» подвязки побегов и рукавов; многократно повышается производительность труда на ручной обрезке кустов и уборке урожая винограда; сокращаются затраты при борьбе с болезнями и вредителями; повышается урожайность винограда, его качество и товарность; обеспечивается возможность выполнения механизированной обрезки кустов [7].

На виноградниках Крыма, Краснодарского края и Дагестана в последние десятилетия для повышения рентабельности отрасли виноградарства также применяют формировку спиральный кордон АЗОС-1. Исследованиями Бейбулатова М.Р. и др. установлено, что данную формировку необходимо использовать только для сортов с максимальной и средней плодоносностью в зоне закладки плодоношения ближе к основанию лозы [8–9].

Во Всероссийском научно-исследовательском ин-

ституте виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко разработаны интенсивные и индустриальные способы возделывания винограда. Данные способы основаны на высокоштабных формировках со свободным свисанием прироста. Разработаны формировки: «зигзагообразный кордон», Y-образная, высокоштабная двухрукавная, при ведении их на двух- и одноярусной шпалере со свободным развитием прироста, а также малых чашевидных формировок при бесшпалерном способе ведения кустов и при ведении их на упрощенной однопроволочной опоре. К преимуществам данных способов относится снижение затрат на создание виноградника, меньшая трудоемкость, повышение продуктивности насаждений [10].

Зарубежные производители винограда из США, Австралии, Китая и стран Европы применяют на своих виноградниках головчатые и кордонные системы формирования кустов с различной длиной обрезки.

К головчатым формировкам кустов относятся: веерные и Гюйо. Формировка Гюйо распространена во Франции и Kniffin (четырёхрукавная бесштабная веерная формировка) на востоке Северной Америки.

Сформированные по типу кордона виноградники в большинстве случаев имеют либо один (одноплечий), либо два (двуплечий) горизонтально расположенных кордона. Иногда применяют четырехплечие кордонные формировки (Quadrilateral cordon training), состоящие из двух горизонтальных двуплечих кордонов, расположенных параллельно друг к другу. К примерам наиболее часто используемых современных кордонных формировок относятся Geneva Double Curtain, Ruakura Twin Two Tier, Lyre и Scott Henry. К классическим применяемым долгие годы кордонным формировкам относятся Cordon de Royat во Франции, Hudson River Umbrella в восточной части Северной Америки, Dragon в Китае и Pergolas в Италии [11–16].

Мировая практика производства винограда показывает, что производители винограда сталкиваются с ростом расходов на производство винограда и дефицитом трудовых ресурсов.

В США на виноградниках для снижения расходов и механизацию процессов применяются кордонные формировки с короткой обрезкой с вертикальным или свободным ведением прироста. Применяются однопроволочные, вертикальные, прямоугольные, V-образные шпалерные системы. Основные операции, которые подвергаются механизации – это обрезка, обломка, удаление листьев, уборка [17].

Европа за последние три десятилетия ввела в производство инновационные формировки, которые также были основаны на короткой обрезке кордонных формировок с различными системами ведения прироста, разработанными в Университете Болоньи и предназначенными для замены таких традиционных систем с длиной обрезкой, как Гюйо, Кордон Сильвова. Их последующее применение и доработка выявили их основные принципы развития новых

формировок, выработали технологии выращивания и привели к проектированию сельхозоборудования для механизации основных операций на винограднике. Новые формировки оказались хорошо подходящими для широкого спектра условий произрастания [18].

В Австралии для снижения затрат широко применяется механизация процессов на виноградниках, что позволяет получать продукцию виноградарства с минимальным количеством ручного труда. Механизованная обрезка основана в основном на контурной обрезке от умеренной до сильной [19].

Таким образом, в современном виноградарстве для снижения затрат по уходу за виноградником применяют в основном различные модификации кордонных формировок с различной длиной обрезки в зависимости от условий выращивания винограда. Данный принцип ведения кустов винограда позволяет механизировать основные операции, такие как обрезка, обломка, чеканка, удаление листьев, уборка урожая.

Также одной из важных составляющих эффективности создания современного виноградника является экономическая эффективность капитальных вложений в производство винограда. Она выражается отношением полученного эффекта к капитальным вложениям, вызвавшим этот эффект [20].

Одним из основных способов сократить капитальные затраты в виноградарстве является использование ресурсосберегающих технологий на основе применения новых формировок. Это позволяет снижать издержки на создание виноградника и работы по уходу до вступления в плодоношение. Основным условием снижения издержек работ по уходу за молодыми виноградниками до вступления в плодоношение является раннее вступление в плодоношение виноградных кустов и получение урожая [21].

Разработка ресурсосберегающих технологий в виноградарстве на основе применения новых формировок кустов винограда, адаптированных для снижения затрат по созданию и уходу за виноградниками, актуальна как для отдельных предприятий, так и для всей виноградо-винодельческой отрасли Российской Федерации в целом. Внедрение данных технологий в производство позволит значительно повысить эффективность производства продукции виноградарства, вывести развитие отрасли на новый инновационный уровень. При этом важное значение приобретает необходимость оценки и прогнозирования этапов создания виноградника: выбор формировки куста и оценки степени его сформированности.

Для планирования сроков завершения формирования виноградных кустов и прогнозирования сроков вступления в плодоношение виноградника оценивают степень сформированности кустов винограда [22–23]. Данная методика имеет важное значение и при определении этапов формирования кустов винограда. Чем раньше и технологически правильно сформированы кусты, тем раньше виноградник вступит в плодоношение. Данные условия являются

одними из важнейших показателей эффективности создания современного виноградника.

Таким образом, выбор формировки куста и оценка степени его сформированности – актуальные приемы на этапе проектирования при создании интенсивного виноградника и отрасли виноградарства в целом.

Цель исследований – проведение сравнительного анализа с классическим одноплечим кордоном на среднем штамбе и описание методики расчета формирования кустов по типу усовершенствованного кордона Ройя.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в 2023–2024 гг. в горно-долинном приморском виноградо-винодельческом районе Крыма на виноградниках АО «ПАО «Массандра» в филиалах «Судак» и «Морское».

В качестве объекта исследований представлены виноградники сорта Каберне Совиньон с применением формировок кустов: одноплечий кордон (контроль), усовершенствованный кордон Ройя (опыт) (табл. 1).

Климат данной зоны с очень мягкой зимой. Зимний период 2023–2024 гг. характеризовался повышенным температурным режимом и дефицитом атмосферных осадков: средняя температура за декабрь-февраль составила +5,4...+6,8 °С, минимальные температуры были не критичными для растения винограда и составили –8,5...–10,4 °С, сумма осадков – 63–102 мм. Вегетационный период (апрель-сентябрь) также характеризовался в среднем повышенным температурным режимом: +20,7...+22,4 °С. Минимальная температура отмечалась в первую декаду апреля (+3...+7 °С). Максимальная температура достигала +35...+37 °С (3-я декада августа в 2023 г. и 2-я декада июля в 2024 г.). Восточная часть подрайона отличается и большой сухостью, осадки в основном выпадали в первую половину вегетационного периода, в итоге за апрель-сентябрь выпало 152–167 мм. Переход через +10 °С происходит во 2 декаде марта, а через +15 °С в 1 декаде мая. Сумма активных температур воздуха составила 4250–4560 °С [24].

Исследуемые виноградники произрастают на коричневых среднещелочистых слабокаменистых тя-

Таблица 1. Схема опыта – сравнительный анализ и оценка степени сформированности кустов винограда сорта Каберне Совиньон, горно-долинный приморский район Крыма

Table 1. Scheme of experiment – comparative analysis and assessment of the degree of 'Cabernet Sauvignon' bush training, Mountain-Valley Coastal region of Crimea

Вариант опыта	Контроль - одноплечий горизонтальный кордон	Опыт - усовершенствованный кордон Ройя
Высота штамба	80,0 см	80,0 см
Схема посадки	3,0 × 1,2 м	3,0 × 1,0 м
Орошение	нет	нет
Филиал	«Морское», с. Морское «Судак», г. Судак	

желосуглинистых почвах. Мощность гумусового горизонта составляет 50–60 см. Обеспеченность почв гумусом низкая, содержание гумуса составляет 1,7–1,9 %, редко – средняя 2,1 %. Содержание активной извести невысокое и составляет 0,5–6,5 %. Почвы не засолены токсичными солями. Реакция почвенного раствора щелочная рН 8,0–8,7. Гранулометрический состав тяжелосуглинистый [25].

Полевые исследования, учеты и наблюдения проведены с использованием общепринятых в виноградарстве методик [22]. Оценка степени сформированности кустов проведена согласно методике «Оценка степени сформированности кустов винограда для классических и современных формировок» [23].

Для получения значений степени сформированности виноградника проводился визуальный анализ кустов винограда. Результаты оценки степени сформированности кустов усовершенствованного кордона Рояя рассчитывались по разработанной авторами методике, учитывающей разделение на группы по степени сформированности.

Результаты и их обсуждение

Для решения проблем, связанных с высокой зависимостью от ручного труда и низким уровнем механизации на виноградниках, предназначенных для полумеханизированной и механизированной технологии возделывания было предложено усовершенствовать формировку куста кордон Рояя (рис. 1). Данная формировка отличается от классического кордона Рояя высотой штамба и органами плодоношения.

Классический кордон Рояя – формировка виноградного куста, характеризующаяся наличием одного горизонтального плеча (кордона) с равномерным размещением на нем многолетних рожков, несущих плодую древесину. Куст формируется на штамбе высотой до 40 см, продолжением которого является плечо кордона, подвязываемое к первой проволоке шпалеры. Обрезка проводится коротко с оставлением на многолетнем рожке сучков с 2–3 глазками. Классический кордон Рояя предназначен для слаброслых сортов винограда, в условиях невысокого плодородия почв [26].

Усовершенствованный (улучшенный) кордон Рояя (рис. 1) представляет собой штамб высотой 80 см. Вместо сучков замещения оставляются 4-х глазковые стрелки. Сорта винограда для данной фор-

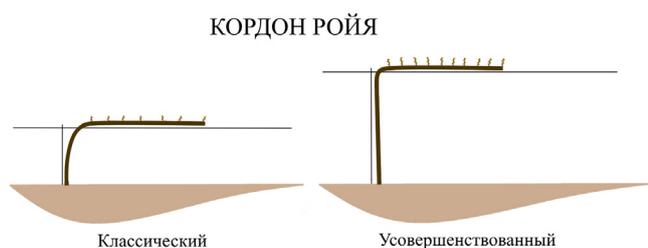


Рис. 1. Внешний вид формировки: классический и усовершенствованный кордон Рояя

Fig. 1. External appearance of the classic and improved cordon of Royat training

мировки можно подбирать с большей силой роста, чем при классическом кордоне Рояя.

Данная формировка позволит упростить ручные операции по уходу за кустом для возможности использования неквалифицированной рабочей силы без причинения ущерба винограднику и снижения урожайности.

Показатель степень сформированности виноградных кустов на этапе категории «молодые виноградники» является отображением общей картины состояния виноградника на участке (прирост, сила роста, развитие куста) дает возможность прогнозировать сроки вступления молодых посадок в плодоношение.

Согласно методике определения степени сформированности одноплечего горизонтального кордона, растения делят на 6 групп по степени сформированности: I – у растения не сформирован штамб; II – у растения есть только штамб или штамб и часть плеча; III – у растения есть штамб и плечо; IV – у растения есть штамб и плечо частично с рожками; V – у растения есть штамб и плечо полностью с рожками и частично с плодовыми звеньями; VI – у растения есть штамб, плечо и рожки с плодовыми звеньями; выведение формировки завершено, которые представлены на рис. 2.

Для новой формировки усовершенствованный кордон Рояя при анализе степени сформированности горизонтального кордона, определены группы по степени сформированности: I – у растения не сформирован штамб; II – у растения есть только штамб или штамб и часть плеча; III – у растения есть штамб и плечо; IV – у растения есть штамб и плечо частично с рожками; V – у растения есть штамб и плечо полностью со стрелками. Выведение формировки завершено, представленные на рис. 3.

Согласно данной методике определения степени

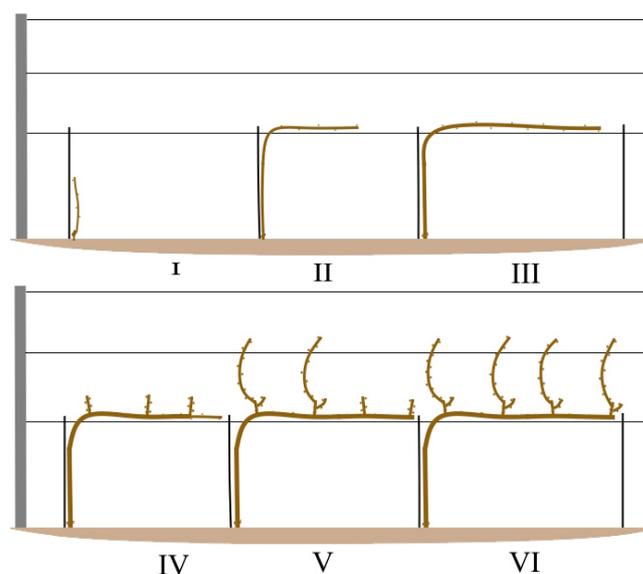


Рис. 2. Группы по степени сформированности одноплечего горизонтального кордона (контроль)

Fig. 2. Groups by the degree of development of the one-armed horizontal cordon (control)

сформированности усовершенствованного кордона Ройя, растения делятся на 5 групп по степени сформированности. Это связано с тем, что выведение формировки завершается при формировании стрелок, которые являются органами плодоношения данной формировки.

В отличие от классического горизонтального кордона органом плодоношения является плодовое звено, которое формируется после формирования рожков. В связи с ускоренным выведением формировки куста проявляются различия по количеству групп при определении степени сформированности между формировками: одноплечий горизонтальный кордон (6 групп) и усовершенствованный кордон Ройя (5 групп).

Различия в способах выведения формировки органов плодоношения также отображаются в этапах выведения формировки по годам (рис. 4). Органом плодоношения одноплечего горизонтального кордона является плодовое звено, которое требует два года на формирование. Сначала необходимо сформировать основание будущих плодовых звеньев – рожки, затем из побегов, полученных на рожках, сформировать сучки замещения и плодовые лозы для формирования плодового звена.

В свою очередь, при выведении формировки куста улучшенный кордон Ройя органами плодоношения являются рожки, которые формируются из лозы, уложенной в качестве плеча кордона на следующий год (рис. 5). При равных условиях кусты, сформированные по типу усовершенствованного кордона Ройя, формируют органы плодоношения быстрее на один год, чем одноплечий горизонтальный кордон. Это является основой для более быстрого получения полностью сформированных кустов и раннего вступления в плодоношение.

Для сравнения общепринятой формировки горизонтальный одноплечий кордон с усовершенствованной формировкой кордон Ройя на виноградниках сорта Каберне Совиньон 2022 г. посадки по выше представленным методикам была проведена оценка степени сформированности кустов (табл. 2).

Для оценки степени сформированности виноградных участков авторами была разработана методика расчета степени сформированности винограда, учитывающая разделение на группы по степени сформированности для каждой формировки и каждого этапа формирования винограда.

Методика расчета степени сформированности винограда (%) выражается в формуле 1:

Степень СВ = $((C_i * Y_i) + (C_i * Y_i) + \dots) / N$, (1)
где Y_i – значение удельного веса группы i по степени сформированности кустов (%);
 C_i – суммарное количество кустов группы i по степени сформированности в выборке, шт.;
 N – общее количество виноградных кустов в выборке, шт.

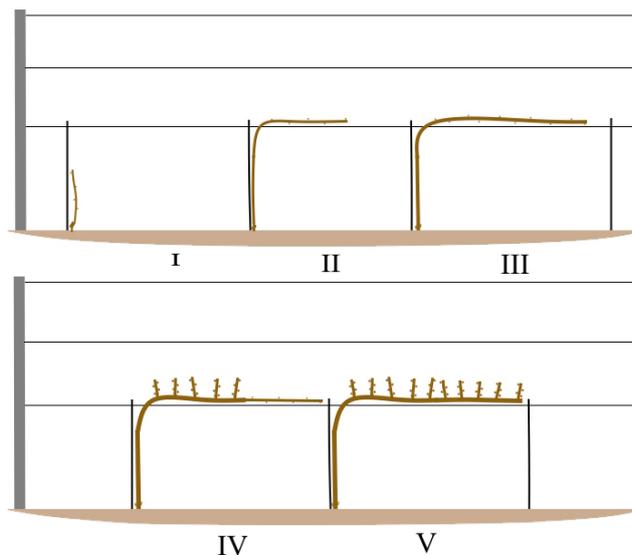


Рис. 3. Группы по степени сформированности усовершенствованного кордона Ройя

Fig. 3. Groups by the degree of development of the improved cordon of Royat

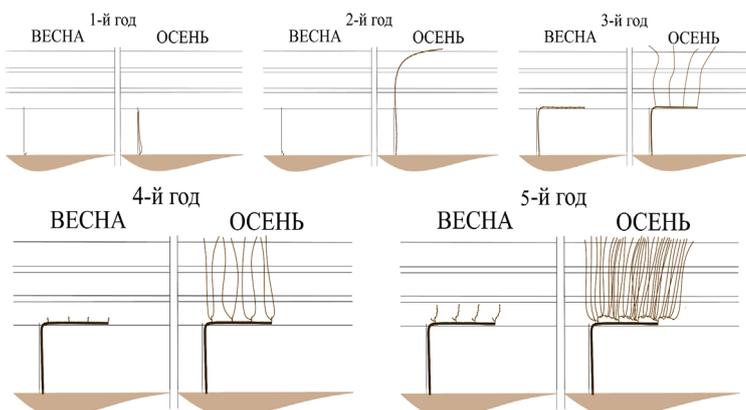


Рис. 4. Схема выведения одноплечего горизонтального кордона по годам

Fig. 4. Scheme of training of the one-armed horizontal cordon by years

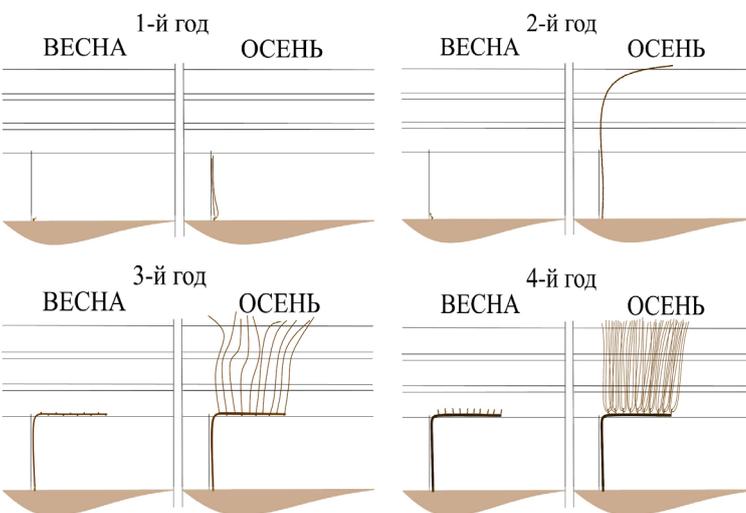


Рис. 5. Схема выведения усовершенствованного кордона Ройя по годам

Fig. 5. Scheme of training of the improved cordon of Royat by years

Таблица 2. Оценка степени сформированности кустов винограда и виноградника**Table 2.** Assessment of the degree of development of grape bushes and vineyards

Формировка кустов	Год	Оценка степени сформированности кустов винограда, %						Степень сформированности виноградника, %
		I	II	III	IV	V	VI	
Одноплечий горизонтальный кордон	2023	14,8	31,0	54,2	0,0	0,0	0,0	39,9
	2024	2,4	12,3	37,5	47,8	0,0	0,0	55,1
Кордон Ройя	2023	7,1	8,9	84,0	0,0	0,0	-	55,4
	2024	3,2	3,8	8,9	8,4	75,6	-	89,9

Расчет значения удельного веса (Y_i) представлен формулой 2, которая позволит использовать формирования с различным количеством групп по степени сформированности. Группы по степени сформированности кустов (%):

$$Y_i = (i/n) * 100, \quad (2)$$

где i – номер группы по степени сформированности кустов; n – общее число групп по степени сформированности кустов.

Полученные результаты с использованием вышеперечисленных формул по оценке степени сформированности кустов показывают разницу в степени сформированности виноградника сорта Каберне Совиньон, что связано с различиями в количестве этапов выведения формировок и органах плодоношения кустов. Кусты, сформированные по типу усовершенствованного кордона Ройя, опережают одноплечий горизонтальный кордон в среднем за 2 года на 25 % по степени сформированности виноградника.

Основным преимуществом формирования кустов по типу усовершенствованного кордона Ройя в сравнении с формированием по типу одноплечий горизонтальный кордон является то, что по общепринятым нормам виноградники вступают в плодоношение (сформированы на 100 %) на 5 год. Разница в 25 % в степени сформированности виноградника прогнозирует формирование кустов винограда и, соответственно, вступление в плодоношение виноградников, сформированных по типу кордон Ройя на один год раньше.

Выводы

Данное исследование показывает важность применения методики по оценке степени сформированности кустов винограда при создании современного виноградника. Полученные результаты выполненных работ по оценке степени формирования кустов виноградника позволяют прогнозировать этапы создания виноградника, так как осознанный выбор и оценка степени сформированности кустов винограда является одним из важных составляющих эффективности создания современного виноградника и основе перевода «молодых» посадок в категорию «вступающих в плодоношение» посадки.

Применение формирования усовершенствованный кордон Ройя открывает перспективы для улучшения экономического положения отечественных произ-

водителей за счет возможности сокращения на один год периода выведения формирования и более раннего вступления в плодоношение виноградных кустов, а также возможности снижения затрат на уход за молодыми виноградниками до вступления их в плодоношение и более раннее получение урожая.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках аспирантской программы и государственного задания № FNZM–2022–0002.

Financing source

The work was conducted within the framework of the postgraduate program and public assignment No. FNZM–2022–0002.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Усенко Л.Н., Удалова З.В. Анализ состояния виноградно-подольского подкомплекса АПК России // Учет и статистика. 2018;1(49):21-31.
Usenko L.N., Udalova Z.V. Analysis of the state of wine-grape subcomplex of the Russian agro-industrial complex. Accounting and Statistics. 2018;1(49):21-31 (in Russian).
- Белецкая М.И. Основные направления роста эффективности использования трудового потенциала сельскохозяйственных организаций // Интеграционные процессы в науке в современных условиях. Часть 1. 2017:30-35.
Beletskaya M.I. The main directions of increasing the efficiency of using the labor potential of agricultural organizations. Integration Processes in Science in Modern Conditions. Part 1. 2017:30-35 (in Russian).
- Дрягин В.Б., Николенко А.А. Состояние виноградарства Российской Федерации // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017;1:28-30.
Dryagin V.B., Nikolenko A.A. The current state of winemaking in the Russian Federation. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2017;1:28-30 (in Russian).
- Dimitrova D., Dimitrov V. Regional aspects of viticulture and wine production development in Bulgaria. Journal of Mountain Agriculture on the Balkans. 2017;20:162-186.
- Дикань А.П., Вильчинский В.Ф., Верновский Э.А., Замета О.Г. Виноградарство Крыма. Симферополь: Бизнес-Информ. 2020:1-424.
Dikan A.P., Vilchinsky V.F., Vernovsky E.A., Zameta O.G. Viticulture of Crimea. Simferopol: Business-Infom. 2020:1-424 (in Russian).
- Гусейнов Ш.Н. Способы ведения, формирования и обрезки неукрывных виноградников в условиях юга России // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(3):12-14.
Guseynov Sh.N. Training, shaping and pruning methods in uncovered vineyards in conditions of the South of Russia. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;20(3):12-14 (in Russian).
- Тихомирова Н.А., Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Буйвал Р.А. Экономическая эффективность возделывания столовых сортов винограда // Русский виноград. 2020;14:86-89. DOI 10.32904/2712-8245-2020-14-85-89.
Tikhomirova N.A., Beibulatov M.R., Urdenko N.A., Buival R.A. Economic efficiency of table grapevine varieties' cultivation. Russian Grapes. 2020;14:86-89. DOI 10.32904/2712-8245-2020-14-85-89 (in Russian).

8. Бейбулатов М.Р., Буйвал Р.А., Михайлов С.В. Формирование виноградного куста – основа стабильности винограда // *Иновационные технологии и тенденции в развитии и формировании современного виноградарства и виноделия*. 2013:50-55.
Beibulatov M.R., Buival R.A., Mikhailov S.V. Formation of a grape bush is the basis for the stability of a vineyard. *Innovative Technologies and Trends in the Development and Formation of Modern Viticulture and Winemaking*. 2013:50-55 (*in Russian*).
9. Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А., Буйвал Р.А. Методические рекомендации по разработке эффективных технологий возделывания винограда в зависимости от зоны выращивания на основании исследования агробиологических и хозяйственных признаков клонов технических сортов винограда. Симферополь: Ариал. 2022:1-60.
Beibulatov M.R., Tikhomirova N.A., Urdenko N.A., Buival R.A. Methodological recommendations for developing effective technologies for cultivating grapes, depending on the growing zone, based on the study of agrobiological and economic characteristics of clones of wine grape varieties. Simferopol: Arial. 2022:1-60 (*in Russian*).
10. Гусейнов Ш.Н. Интенсивные и индустриальные способы возделывания винограда // *Русский виноград*. 2015;2:132-140.
Guseynov Sh.N. Intensive and industrial methods of grape cultivation. *Russian Grapes*. 2015;2:132-140 (*in Russian*).
11. Ronald S.J. *Wine science: principles and applications*. Cambridge: Academic Press. 2020:1-1030.
12. Han X., Xue T., Liu X., Wang Z., Zhang L., Wang Y., Yao F., Wang H., Li H. A sustainable viticulture method adapted to the cold climate zone in China. *Horticulturae*. 2021;7(6):150. DOI 10.3390/horticulturae7060150.
13. Moreno H., Bengochea-Guevara J., Ribeiro A., Andújar D. 3D assessment of vine training systems derived from ground-based RGB-D Imagery. *Agriculture*. 2022;12:798. DOI 10.3390/agriculture12060798.
14. Vilanova M., Genisheva Z., Tubio M., Álvarez K., Lissarrague J., Oliveira J. Effect of vertical shoot-positioned, Scott-Henry, Geneva Double-Curtain, Arch-Cane, and Parral training systems on the volatile composition of Albariño Wines. *Molecules*. 2017;22:1500. DOI 10.3390/molecules22091500.
15. Prculovski Z., Gjorgiev R., Petkov M., Kryeziu S., Boskov K. The pruning system as a factor for the quality of the grapes from the Vranec variety. *Journal of Agricultural, Food and Environmental Sciences*. 2024;78:1-7. DOI 10.55302/JAFES2478101p.
16. Ferrandino F., Bravo J. *Winegrape cultivar trials in Connecticut: 2012-2015*. New Haven: The Connecticut Agricultural Experiment Station. 2016:b1042.
17. Kurtural S., Fidelibus M. Mechanization of pruning, canopy management, and harvest in wine grape vineyards. *Catalyst Discovery into Practice*. 2021;5:29-44. DOI 10.5344/catalyst.2021.20011.
18. Navone A., Martini M., Chiaberge M. Autonomous robotic Pruning in orchards and vineyards: a review. *arXiv Preprint arXiv*. 2025. DOI 10.48550/arXiv.2505.07318.
19. Galar M., Torres N., Sebastián C.B., Palacios J., Arzoz I., Juanena N., Villa L.A., Loidi M., Dewasme C., Roby J.-F., Santesteban L. Respectful pruning improves grapevine development: a case study in young vineyards. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2024;1:8448405. DOI 10.1155/2024/8448405.
20. Станкевич А.А., Искандаров А.И. Формирование механизмов повышения конкурентоспособности предприятий отрасли виноградарства // *Kant*. 2018;2(27):344-348.
Stankevich A.A., Iskandarov A.I. Formation of mechanisms of increase competitiveness of enterprises of the vineyard industry. *Kant*. 2018;2(27):344-348 (*in Russian*).
21. Шадрин Ж.А., Кочьян Г.А. Ресурсосбережение как фактор повышения эффективности промышленного плодоводства и виноградарства // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2015;112:1127-1138.
Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Resource-saving as a factor of increasing the efficiency of industrial fruit and vine growing. *Polythematic Online Scientific Journal of Kuban State Agrarian University*. 2015;112:1127-1138 (*in Russian*).
22. Авидзба А.М., Иванченко В.И., Бейбулатов М.Р. и др. Методические рекомендации по агротехническому исследованию в виноградарстве Украины. Ялта: Национальный институт винограда и вина "Магарач". 2004:1-264.
Avidzba A.M., Ivanchenko V.I., Beibulatov M.R. et al. Guidelines for agrotechnical research in viticulture in Ukraine. Yalta: IV&W "Magarach". 2004:1-264 (*in Russian*).
23. Бейбулатов М.Р., Буйвал Р.А., Михайлов С.В. Оценка степени сформированности кустов винограда для классических и современных формировок // *Фундаментальные и прикладные разработки, формирующие современный облик садоводства и виноградарства*. 2011:198-203.
Beibulatov M.R., Buival R.A., Mikhailov S.V. Evaluating the degree of development of grape bushes for classic and modern training systems. *Fundamental and Applied Developments that Shape the Modern Image of Horticulture and Viticulture*. 2011:198-203 (*in Russian*).
24. Погода в Крыму. <https://rp5.ru/> (дата обращения: 01.01.2023–1.12.2024).
Weather in Crimea. Access mode: <https://rp5.ru/> (date of access: 01.01.2023–1.12.2024).
25. Драган Н.А. Почвенные ресурсы Крыма. Симферополь: Доля. 2004:1-208.
Dragan N.A. Soil resources of the Crimea. Simferopol: Dolya. 2004:1-208 (*in Russian*).
26. *Энциклопедия виноградарства* / Под. ред. А.И. Тимуш, А.С. Субботович. Кишинев: Гл. ред. Молд. Сов. Энциклопедии. 1986;2:1-81.
Encyclopedia of viticulture. Edited by A.I. Timush, A.S. Subbotovich. Chisinau: Chief Edit. of Mold. Soviet Encyclopedia. 1986;2:1-81 (*in Russian*).

Информация об авторах

Артур Сергеевич Климов, аспирант, лаборатория агротехнологий винограда; e-мэйл: klimovartyr@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0000-2631-8517>;

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

Information about the authors

Artur S. Klimov, Postgraduate, Laboratory of Grape Agrotechnologies; e-mail: klimovartyr@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0000-2631-8517>;

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

Статья поступила в редакцию 28.07.2025, одобрена после рецензии 19.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

УДК 634.8
EDN LZFXRP

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Результаты идентификации сортовой принадлежности винограда с использованием SSR-маркеров для хозяйств Крыма в 2024 г.

Спотарь Г.Ю.¹✉, Мироненко А.А.¹, Спотарь Е.Н.¹, Пахомова Е.П.¹, Авидзба А.М.²

¹Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Ялта, Россия;

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

✉molgenet_lab@magarach-institut.ru

Аннотация. Реализация достоверной идентификации сортовой принадлежности образцов посадочного материала и промышленных насаждений винограда (*Vitis L.*) является одним из условий стабильного развития виноградарско-винодельческой отрасли Российской Федерации. Для хозяйств данной отрасли Крыма в 2024 г. выполнены исследования по идентификации сортовой принадлежности предоставленных образцов винограда в количестве 91 шт. с использованием стандартизированной методики определения сортов на основе 9 SSR-маркеров, разработанной лабораторией молекулярно-генетических исследований. Была установлена сортовая принадлежность 90 образцов (98,9 %), полученный генетический профиль одного образца отсутствовал в базе генотипов. Из поступивших образцов только 18,7 % представляли посадочный материал винограда в виде саженцев, 81,3 % были отобраны в производственных насаждениях винограда. Было установлено, что 14,5 % образцов не соответствуют заявленному заказчиком сорту, что свидетельствует о необходимости ускорения внедрения и более широкого применения молекулярно-генетических методов идентификации сортов при инвентаризации виноградных насаждений и тестировании посадочного материала. Большинство представленных образцов относились к техническим (61,1 %) и универсальным сортам (27,8 %). Доля столовых сортов составляла лишь 3,3 %, доля подвойных сортов – 7,8 %. Подавляющее большинство представленных образцов принадлежали к техническим сортам винограда западноевропейского происхождения: Франция – 64,5 %, Италия – 13,3 %. Количество образцов отечественных сортов составило только 4,5 %, что говорит о недостаточном использовании виноградарскими хозяйствами потенциала местных сортов, в том числе крымских автохтонов – на испытания были представлены только сорта Кокур белый и Кок пандас. При генотипировании обнаружены генетические вариации по одному аллелю в профилях сортов Пино менье (VVS2), Пети Мансен (VVMD32) и Мерло (VVMD27). Были дополнены молекулярно-генетические паспорта до 9 SSR-маркеров у крымских сортов Кок пандас и Цитронный Магарача для идентификации сортовой принадлежности.

Ключевые слова: виноград; посадочный материал; промышленные насаждения; сортовое соответствие; SSR-маркеры; генетический профиль; варибельность SSR-маркеров.

Для цитирования: Спотарь Г.Ю., Мироненко А.А., Спотарь Е.Н., Пахомова Е.П., Авидзба А.М. Результаты идентификации сортовой принадлежности винограда с использованием SSR-маркеров для хозяйств Крыма в 2024 г. // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):216-220. EDN LZFXRP.

ORIGINAL RESEARCH

The results of grapevine varietal identification using SSR markers for Crimean vineyards in 2024

Spotar G.Yu.¹✉, Mironenko A.A.¹, Spotar E.N.¹, Pakhomova E.P.¹, Avidzba A.M.²

¹All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia;

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

✉molgenet_lab@magarach-institut.ru

Abstract. Implementation of reliable varietal identification of planting material samples and industrial vineyards (*Vitis L.*) is one of the conditions for stable development of viticulture and winemaking in the Russian Federation. For Crimean farms of this industry in 2024, the studies on varietal identification of 91 submitted grape samples were carried out using a standardized method for identification grape varieties based on 9 SSR markers, developed by the Laboratory of Molecular Genetic Research. The varietal identification of 90 samples (98.9%) was established, the obtained genetic profile of one sample was absent in the genotype database. Only 18.7% of the submitted samples were represented as a seeding planting material, and the rest 81.3% were selected from industrial vineyards. It was found that 14.5% of samples did not correspond to the variety declared by the customer, indicating the necessity to accelerate the implementation and increased use of molecular genetic methods for identifying varieties in the inventory of vineyards and testing of planting material. Most of the submitted grape samples were of wine (61.1%) and multipurpose (27.8%) varieties. The proportion of table varieties was only 3.3%, rootstock varieties - 7.8%. The overwhelming majority of submitted samples were wine grape varieties of Western European origin: France - 64.5%, Italy - 13.3%. The number of samples of domestic varieties was only 4.5%, indicating insufficient usage by domestic wineries the potential of local varieties, including Crimean autochthons - only 'Kokur Belyi' and 'Kok Pandas' varieties were submitted for testing. Genotyping revealed genetic variations in one allele in the profiles of 'Pinot Meunier' (VVS2), 'Manseng Petit Blanc' (VVMD32) and 'Merlot Noir' (VVMD27) varieties. Molecular genetic passports of Crimean varieties 'Kok Pandas' and 'Tsironnyi Magarach' were completed up to 9 SSR markers for varietal identification.

Key words: grapes; planting material; industrial vineyards; varietal matching; SSR markers; genetic profile; variability of SSR markers.

For citation: Spotar G.Yu., Mironenko A.A., Spotar E.N., Pakhomova E.P., Avidzba A.M. The results of grapevine varietal identification using SSR markers for Crimean vineyards in 2024. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):216-220. EDN LZFXRP (in Russian).

Введение

Для успешного развития виноградарско-винодельческой отрасли в Республике Крым и других регионах Российской Федерации требуется точное сортовое соответствие используемого посадочного материала ви-

нограда (*Vitis L.*) и установление чистосортности промышленных насаждений виноградников. Для получения высококачественных марок вин, которые ценятся и востребованы на рынке, требуется использование строго определенных сортов винограда, считающихся потребителями элитными, с которыми традиционно связывают качество получаемой продукции, так как

виноделие является классической отраслью. В связи с этим значимость достоверной и доступной идентификации сортов винограда в виноградарско-винодельческой отрасли трудно переоценить.

У виноградарско-винодельческих хозяйств и организаций возникает необходимость в определении сортовой принадлежности при закупке партии саженцев для подтверждения сортового соответствия; при инвентаризации существующих промышленных виноградников для выявления примесей; в работе питомниководческих центров при производстве и продаже саженцев; при отгрузке винограда или виноматериала для подтверждения качества потребителю; для установления агротехнических условий выращивания насаждений и в других случаях.

Надежным методом идентификации сортов растений является генотипирование с помощью ДНК-маркеров, что позволяет достоверно и сравнительно быстро определить сортовую принадлежность образцов. Среди ДНК-маркеров микросателлитные маркеры (SSR-маркеры) являются наиболее полезными при идентификации сортов винограда. Европейскими научными учреждениями в проектах «GenRes 081» и «GrapeGen06» была разработана и принята система точной идентификации сортов винограда на основе стандартизированного набора из 9 ядерных полиморфных SSR-маркеров, которая получила международное признание. Каждый из 9 SSR-маркеров был включен в качестве дескриптора винограда в «OIV Descriptor list of grape vine varieties and Vitis species» (3rd edition) [1–3].

С начала 2000-х гг. на основе SSR-маркеров в европейских странах интенсивно шел процесс идентификации сортового разнообразия и установления происхождения сортов европейского генофонда винограда и в последующем генофонда стран восточной Европы, Кавказа и Азии. Полученные знания о генотипах сортов были обработаны и собраны в базах европейских стран, таких как Международный каталог сортов винограда «Vitis International Variety Catalogue» (VIVC), находящийся в открытом доступе. В VIVC представлены генетические профили сортов по 9-ти стандартным ядерным SSR-локусам и их хлоротип. Однако в базе VIVC отсутствуют профили некоторых отечественных, а также восточноевропейских и среднеазиатских сортов [4–8].

Лабораторией молекулярно-генетических исследований в 2024 г. на основе предложенного стандартизированного набора из 9 SSR-маркеров была разработана «Методика определения сортовой принадлежности генотипов винограда с помощью микросателлитных маркеров (SSR-маркеров)», прошедшая метрологическую экспертизу в ФГБУ «Всероссийский государственный Центр качества и стандартизации лекарственных средств для животных и кормов» (ФГБУ «ВГНКИ»). Разработанная методика содержит описание всего комплекса работ по пробоподготовке, выделению качественной ДНК винограда, амплификации, генотипированию с помощью фрагментного анализа и интерпретации результатов для точной идентификации сортовой принадлежности образцов

винограда. Кроме этого, лабораторией ведется работа по получению генетических профилей ранее не исследованных сортов при паспортизации образцов Ампелогографической коллекции «Магарач» с последующим составлением баз генотипов для их использования при идентификации сортов. Работы по идентификации сортовой принадлежности образцов хозяйств Крыма лабораторией ведутся с 2021 г. Для проведения исследований был выполнен анализ эффективности идентификации с помощью SSR-маркеров сортов и клонов винограда западно-европейского происхождения, в связи с обнаруженной вариабельностью SSR-маркера и сложностью в дифференциации сортов и клонов в сортогруппах Пино, Мерло, Темпранильо [9].

В 2024 г. для многих виноградарско-винодельческих хозяйств Крыма, от ведущих до малых, включая КФХ, а также для поставщиков посадочного материала винограда, лабораторией молекулярно-генетических исследований была проведена идентификация сортовой принадлежности у представленных 91 образцов. Образцы отбирались заказчиком из партий саженцев либо в промышленных насаждениях винограда.

Практическая ценность работы заключается в рассмотрении положительного опыта внедрения в широкую практику виноградарско-винодельческой отрасли Крыма идентификации сортов винограда с помощью SSR-маркеров.

Научной новизной в данном исследовании является анализ обнаруженной вариабельности SSR-маркеров в генетических профилях 3-х сортов на большом количестве исследуемых образцов и дополнение молекулярно-генетических паспортов по 9 SSR-маркерам крымских сортов.

Цель исследования – показать практическую реализацию метода по определению сортовой принадлежности винограда для хозяйств Крыма на основе 9 SSR-маркеров и провести анализ состава поступивших образцов, выявленного несоответствия заявленным сортам и обнаруженной вариабельности в генетических профилях отдельных сортов.

Материалы и методы исследования

Из предоставленных заказчиком образцов в виде молодых листьев винограда либо саженцев и черенков выделение ДНК осуществляли из листьев, либо камбия модифицированным методом на основе СТАВ (2 % cetyltrimethylammonium bromide) с добавлением меркаптоэтанола и поливинилпирролидона [10]. Количество и чистоту выделенной ДНК измеряли на спектрофотометре BioPhotometer plus (Eppendorf, США). Значения коэффициентов, характеризующих чистоту ДНК: $A_{260}/A_{280} > 1,6$; $A_{260}/A_{230} > 1,4$ обеспечивали необходимое качество генотипирования. Для генотипирования сортов использовали стандартный набор из 9 ядерных (nSSR) маркеров: VVS2, VVMD5, VVMD7, VVMD25, VVMD27, VVMD28, VVMD32, VrZAG62 и VrZAG79 [1, 11].

Полимеразную цепную реакцию (ПЦР) проводили на амплификаторе T100 (BIO-RAD, США) при следующих условиях: 1) денатурация при 95 °С – 5 мин; 2) 35 циклов: при 95 °С – 30 с (денатурация); 58 °С – 30 с (отжиг); 72 °С – 45 с (элонгация); 3) при 72 °С – 15 мин

(окончательная элонгация). Каждый прямой праймер был помечен на 5'-конце флуоресцентной меткой (6-FAM, 6-TAMRA или 5-R6G). Использовалась мультиплексная ПЦР с внесением в реакционный объем 2–3 пары праймеров от 0,5 до 3 пикомоль каждого праймера. Амплификация была проведена в общем реакционном объеме 15 мкл с использованием 2,5-кратной реакционной смеси (ООО «Синтол»), в реакционный объем вносили 20 нг ДНК.

Разделение продуктов амплификации выполняли методом капиллярного электрофореза на генетическом анализаторе ABI 3130 (Applied Biosystems, США). Определение длин аллелей проводили в программном приложении GeneMapper (Version 4.0) с использованием размерного стандарта СД-450 (ООО «Синтол»). Стандартизация размеров аллелей была выполнена с применением распространенных референсных сортов согласно рекомендациям VIVC [4].

Исследования проводились согласно «Методике определения сортовой принадлежности генотипов винограда с помощью микросателлитных маркеров (SSR-маркеров)», прошедшей метрологическую экспертизу ФГБУ «ВГНКИ» (экспертного заключения от 17.07.24г. №МЭ 1/0102), в двух повторностях по каждому предоставленному заказчиком образцу.

Результаты и их обсуждение

Из 91 образца винограда, представленного для исследования виноградарско-винодельческими хозяйствами в 2024 г., была идентифицирована сортовая принадлежность у 90 образцов (98,9 %). Один образец как сортовая примесь на промышленном винограднике не был идентифицирован в связи с отсутствием генетического профиля образца либо близкого к нему в базе каталога VIVC. В настоящее время база каталога содержит 6347 генетических профилей сортов и форм, что позволяет за редким исключением идентифицировать сортовую принадлежность всех поступающих образцов винограда [4].

Из поданных образцов только 18,7 % представляли посадочный материал винограда (рис. 1А). Остальные образцы – 81,3 % были отобраны заказчиком из насаждений винограда. Можно отметить, что у виноградарско-винодельческих хозяйств Крыма, а также у поставщиков посадочного материала винограда пока не вошло в системную практику использование современных методов тестирования закупаемого посадочного материала на сортовое соответствие и наличие фитопатогенов, что приводит к последующим для них экономическим издержкам.

При идентификации сортовой принадлежности представленных образцов (91 шт.) было определено, что 14,3 % образцов как посадочного материала, так и промышленных насаждений, не соответствуют заявленному сорту (рис. 1В). В связи с тем, что предоставленные образцы отбирает непосредственно заказчик, сортовое несоответствие может быть больше указанной величины, что говорит о необходимости более широкого применения молекулярно-генетических методов определения сортов при инвентаризации ви-

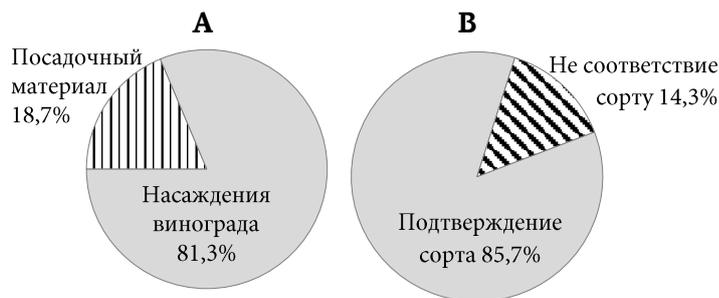


Рис. 1. Характеристика принадлежности образцов и результатов их сортовой идентификации: А – доля в исследуемых образцах посадочного материала и виноградных насаждений; В – доля образцов, подтвердивших сортовое соответствие

Fig. 1. Characteristics of belonging samples and results of their varietal identification: А – proportion of planting material and grape plantings in the studied samples; В – proportion of samples with confirmed varietal matching

ноградных насаждений и тестировании посадочного материала.

Большинство идентифицированных сортов (90 шт.) составляют технические (61,1 %) и универсальные сорта (27,8 %) согласно классификации каталога VIVC, но указанные универсальные сорта чаще используются для производства винопродукции. Доля представленных столовых сортов составляет лишь 3,3 %, доля подвойных сортов – 7,8 % (рис. 2А).

Основная масса образцов винограда, предоставленных на испытания, была западноевропейского происхождения: Франция – 64,5 %, Италия – 13,3 %, Германия 4,5 % (рис. 2В).

Таким образом, подавляющее большинство сортов винограда, которые виноградарско-винодельческие хозяйства представили для исследований – это технические сорта западноевропейского происхождения. Всего за 2024 г. из сортов крымского происхождения на исследования поступило только 3 сорта: Кокур белый, Кок пандас и Цитронный Магарача. Доля этих образцов составила всего 4,5 % от общего количества идентифицированных образцов, что показывает недостаточность использования потенциала местных сортов, в том числе крымских автохтонов.

При проведении генотипирования 90 образцов была выявлена вариабельность генетических профилей у отдельных сортов винограда. Результаты испытаний показали, что генетический профиль по 9 SSR-маркерам образца №1 «Пино меньше» принадлежит к семейству сортов Пино и наиболее близкий профиль из базы генотипов имеют сорта Пино меньше ('Pinot Meunier', VIVC №9278) и его соматическая мутация (сорт 'Meunier Court Maille', VIVC №174) за исключением одного аллеля в локусе маркера VVS2 (таблица, выделен жирным шрифтом). Также приведен профиль родоначальника сортогруппы Пино – сорт Пино черный ('Pinot Noir' №9279), в котором наблюдается различие в одном аллеле локуса маркера VVS2. Отклонение между размерами аллелей генетического профиля опытного образца и профилем референсного сорта можно объяснить вариабельностью SSR-маркеров. Необходимо отметить, что генотипирование с помощью 9 SSR-маркеров в большинстве случаев не позволяет

разделить сорта и формы, произошедшие в результате соматических мутаций из-за наличия у них одинакового генетического профиля, за редким исключением, когда возникают случайные мутации в SSR-маркерах из-за их вариабельности, как у сорта Пино менье, произошедшего от сорта Пино черный [9].

Полученный профиль образца №2 «Пети Мансен» соответствует профилю сорта Пети Мансен ('Manseng Petit Blanc', VIVC №7339) за исключением одного аллеля локуса маркера VVMD32 (табл.).

Профиль образца №3 «Мерло» соответствует профилю сорта Мерло ('Merlot Noir', VIVC №7657) за исключением одного аллеля локуса маркера VVMD27, что ранее было отмечено для этого сорта в исследованиях 2021 г. [9] и объясняется вариабельностью SSR-маркеров. Также был встречен у другого исследуемого образца (№4, табл.) вариант генотипа с размером аллеля 190 пар нуклеотидов (п.н.) маркера VVMD27 как у референсного профиля сорта Мерло из базы VIVC (таблица). Следовательно, в Крыму встречаются образцы сорта Мерло с двумя вариантами аллеля локуса маркера VVMD27.

Таким образом, у 90 идентифицированных образцов (40 сортов) в генетическом профиле, состоящем из 9 SSR-маркеров, у 3-х сортов найдены соматические мутации по одному аллелю, что говорит о довольно редком, но возможном отклонении от референсных генетических профилей, представленных в базах генотипов, в связи с вариабельностью SSR-маркеров (0,74%

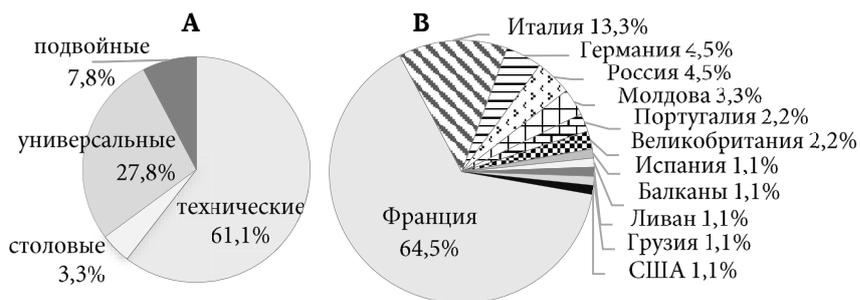


Рис. 2. Характеристика состава идентифицированных сортов поступивших образцов винограда: А – по назначению; В – по происхождению

Fig. 2. Composition characteristics of identified varieties of submitted grape samples: A – by purpose; B – by origin

отклонений от общего количества аллелей).

Для подтверждения сортовой принадлежности образца к автохтонному сорту Крыма Кок пандас был установлен генетический профиль сорта по 9 SSR-маркерам. Используемая для идентификации база генотипов VIVC содержала профиль сорта только по 6 маркерам. Также был дополнен генетический профиль сорта селекции Института «Магарач» – Цитронный Магарача. Профили сортов по 9 SSR-маркерам приводятся в п.н. со стандартизированным размером аллелей согласно рекомендациям VIVC (табл.).

Выводы

Используемая разработанная и стандартизированная методика на основе SSR-маркеров показала эффективность на анонимных образцах и практичность при выполнении массовых испытаний для производственных целей виноградарско-винодельческой

Таблица. Обнаруженная вариабельность и дополнение генетических профилей у исследованных образцов винограда в п.н.

Table. Detected variability and supplementation of genetic profiles in the studied grape samples in bp

№ и наименование образцов и соответствующих им сортов из базы VIVC	VVS2		VVMD5		VVMD7		VVMD25		VVMD27		VVMD28		VVMD32		VrZAG62		VrZAG79	
	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2	A1	A2
Обнаруженная вариабельность генетических профилей сортов винограда																		
№1 «Пино менье»	129	137	230	240	239	243	239	249	186	190	218	236	240	272	188	194	239	245
Пино менье ('Pinot Meunier' №9278)	129	151	230	240	239	243	239	249	186	190	218	236	240	272	188	194	239	245
'Meunier Court Maille' №17489	129	151	230	240	239	243	239	249	186	190	218	236	240	272	188	194	239	245
Пино черный ('Pinot Noir' №9279)	137	151	230	240	239	243	239	249	186	190	218	236	240	272	188	194	239	245
№2 «Пети Мансен»	151	155	234	240	239	257	239	249	190	190	234	234	240	276	194	204	247	251
Пети Мансен ('Manseng Petit Blanc' №7339)	151	155	234	240	239	257	239	249	190	190	234	234	240	272	194	204	247	251
№3 «Мерло»	139	151	228	238	239	247	239	249	188	192	228	234	240	240	194	194	259	259
№4 «Мерло»	139	151	228	238	239	247	239	249	190	192	228	234	240	240	194	194	259	259
Мерло ('Merlot Noir' №7657)	139	151	228	238	239	247	239	249	190	192	228	234	240	240	194	194	259	259
Дополнение молекулярно-генетических паспортов сортов Крыма																		
Кок пандас ('Kok Pandas' VIVC №6362)	143	149	230	250	249	249	-	-	182	188	236	258	250	272	-	-	-	-
Кок пандас база института «Магарач»	143	149	230	250	249	249	245	249	182	188	236	258	250	272	192	202	251	259
Цитронный Магарача ('Tsitronnyi Magaracha' VIVC №16982)	133	135	230	246	239	247	241	255	180	195	-	-	256	272	188	204	251	255
Цитронный Магарача база Института «Магарач»	133	135	230	246	239	247	241	255	180	195	218	260	256	272	188	204	251	255

отрасли.

Обнаруженное несоответствие заявленному сорту у 14,3 % испытуемых образцов свидетельствует о необходимости более широкого применения эффективного метода на основе SSR-маркеров в практике идентификации сортов винограда хозяйств Крыма для улучшения ситуации.

Подавляющее большинство исследованных образцов винограда, предоставленных хозяйствами Крыма, относятся к техническим сортам западноевропейского происхождения (Франция – 64,5 %) при доле отечественных сортов, включая автохтонные сорта Крыма – 4,5 %, что показывает недостаточность использования местных сортов винограда.

При генотипировании выявлены довольно редкие, но возможные случаи варибельности генетического профиля образцов по сравнению с профилем из базы генотипов по одному аллелю у образцов сортов Пино менье (VVS2), Пети Мансен (VVM32) и Мерло (VVM27) в связи с варибельностью SSR-маркеров, что необходимо учитывать при идентификации сортов.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0008.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0008.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. This P., Jung A., Boccacci P., Borrego J., Botta R., Costantini L., Crespan M., Dangl G.S., Eisenheld C., Ferreira-Monteiro F., Grando S., Ibáñez J., Lacombe T., Laucou V., Magalhães R., Meredith C. P., Milani N., Peterlunger E., Regner F., Zulini L., Maul E. Development of a standard set of microsatellite reference alleles for identification of grape cultivar. *Theoretical and Applied Genetics*. 2004;109(7):1448-1458. DOI 10.1007/s00122-004-1760-3.
2. Bacilieri R., Maghradze D., Grando S., Pejic I., Maul E., Munoz G., Eiras-Dias J., Schneider A., Boselli M., This P. Conservation, characterisation and management of grapevine genetic resources: the European project GrapeGen06. 2010:1-13.
3. International Organisation of Vine and Wine (OIV). Publication of the 3rd edition of "OIV descriptor list of grapevine varieties and Vitis species". 2023. Access mode: <https://www.oiv.int/node/3028> (date of access: 10.08.2025).
4. Vitis International Variety Catalogue VIVC. Julius KuhnInstitut. Access mode: <http://www.vivc.de/index.php> (date of access: 15.08.2025).
5. Maul E., Töpfer R., Carka F., Cornea V., Crespan M., Dallakyan M., de Andrés Domínguez T., de Lorenzis G., Dejeu L., Goryslavets S., Grando M.S., Hovannisyan N., Hudcovicova M., Hvarleva T., Ibáñez J., Kiss E., Kocsis L., Lacombe T., Laucou V., Maghradze D., Maletić E., Melyan G., Mihaljević M.Z., Muñoz Organero G., Musayev M., Nebish A., Popescu C.F., Regner F., Risovanna V., Ruisa S., Salimov V., Savin G., Schneider G., Stajner N., Ujmajuridze L., Failla O. Identification and characterization of grapevine genetic resources maintained in Eastern European Collections. *Vitis*. 2015;54:5-12.
6. Maul E., Töpfer R. Vitis International Variety Catalogue (VIVC): A cultivar database referenced by genetic profiles and morphology. *BIO Web of Conferences*. EDP Sciences. 2015;5:01009.
7. Gismondi A., Impei S., Di Marco G., Crespan M., Leonardi D., Canini A. Detection of new genetic profiles and allelic variants in improperly classified grapevine accessions. *Genome*. 2014;57(2):111-118.
8. Ильницкая Е.Т., Токмаков С.В., Супрун И.И. Микросателлитное генотипирование донских аборигенных сортов винограда (*Vitis vinifera* L.). *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2015;18(3):523-529.
9. Илнитская Е.Т., Токмаков С.В., Супрун И.И. Микросателлитное генотипирование донских аборигенных сортов винограда (*Vitis Vinifera* L.) varieties. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2015;18(3):523-529 (*in Russian*).
9. Спотарь Г.Ю., Блинова С.А., Шварцев А.А., Алексеев Я.И., Гориславец С.М. Особенности идентификации сортов и клонов винограда западно-европейского происхождения. «Магарач». *Виноградарство и виноделие*. 2021;23(2):125-133. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.004.
- Spotar G.Yu., Blinova S.A., Shvartsev A.A., Alekseyev Ya.I., Gorislavets S.M. Features of identification grape varieties and clones of Western European origin. *Magarach. Viticulture and Winemaking*, 2021;23(2):125-133. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.004 (*in Russian*).
10. Rogers S.O., Bendich A.J. Extraction of DNA from milligram amounts of fresh, herbarium and mummified plant tissues. *Plant Molecular Biology*. 1985;5(2):69-76. DOI 10.1007/BF00020088.
11. Bowers J.E., Dangl G.S., Meredith C.P. Development and characterization of additional microsatellite DNA markers for grape. *American Journal for Enology and Viticulture*. 1999;50:243-246. DOI 10.5344/ajev.1999.50.3.243.

Информация об авторах

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

Анна Алексеевна Мироненко, вед. инженер лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: annushka.shikhova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-2947-6462>;

Елена Николаевна Спотарь, мл. науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: elen_persic@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3050-8505>;

Евгения Павловна Пахомова, вед. инженер лаборатории молекулярно-генетических исследований; e-мэйл: dublinstar@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-6085-0780>;

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

Information about the authors

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

Anna A. Mironenko, Leading Engineer, Laboratory of Molecular Genetic Research; e-mail: annushka.shikhova@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0001-2947-6462>;

Elena N. Spotar, Junior Staff Scientist, Laboratory of Molecular Genetic Research; e-mail: elen_persic@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3050-8505>;

Evgeniya P. Pakhomova, Leading Engineer, Laboratory of Molecular Genetic Research; e-mail: dublinstar@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0009-6085-0780>;

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

Статья поступила в редакцию 18.08.2025, одобрена после рецензии 20.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Эколого-экономические аспекты применения препаратов гуминовой природы в ампелоценозе

Красильников А.А.✉

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, г. Краснодар, Россия

✉akrasilnikov@yandex.ru

Аннотация. В статье представлен краткий обзор экологических аспектов использования гуминовых препаратов в агроценозах, рассмотрены механизмы действия гуминовых веществ на растения, возможность интеграции гуминовых удобрений в технологическую схему ухода за растениями винограда. На основании результатов изучения российскими и зарубежными исследователями эффективности гуматов в агроценозах, изложенных в литературных источниках, обоснована актуальность выявления эффектов действия препаратов в условиях монокультуры винограда. С целью выявления закономерностей взаимодействия компонентов системы «удобрение-растение» с использованием гуминовых удобрений серии Теллура, были заложены полевые опыты в условиях плодоносящих насаждений винограда сорта Красностоп анапский в анапской подзоне Анапо-Таманской зоны Краснодарского края на дерново-карбонатной почве региона. В опыте применяли удобрение марки Теллура М (номер государственной регистрации 0438-06-210-144-0-0-0-1) внекорневым способом в дозе 4 л/га. Водные растворы удобрений вносили механизировано с помощью ОПВ SLV-2000 CR трехкратно: 1 – в фазе роста побегов (май); 2 – в период активного роста ягод; 3 – в начале созревания ягод. Обработывали здоровые интенсивно развивающиеся растения винограда и поврежденные весенними заморозками (1-2 балла повреждения). В результате проведения трехлетних исследований определено, что прием внекорневой подкормки винограда способствовал дополнительному образованию плодородных побегов, соцветий (на 5,9 и 10,1 % соответственно), листьев на один побег, площади листовой поверхности (на 11,1 %). Обработки винограда питательным раствором стимулировали репарационные процессы у растений, поврежденных весенними заморозками. Урожайность в среднем за три года превысила показатель контрольного варианта на 11,9 %. Рентабельность произведенной продукции, как обобщающий показатель эффективности приема внекорневой подкормки, превысила значения показателя в контрольном варианте на 12,4–15,7 %.

Ключевые слова: гуминовые удобрения; ампелоценоз; биологизация; внекорневые подкормки; эффективность.

Для цитирования: Красильников А.А. Эколого-экономические аспекты применения препаратов гуминовой природы в ампелоценозе // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):221-226. EDN MOCGVI.

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

Ecological and economic aspects of the use of humic preparations in ampelocenos

Krasilnikov A.A.✉

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russia

✉akrasilnikov@yandex.ru

Abstract. The article provides a brief overview of ecological aspects of the use of humic preparations in agroecosystems, discusses the mechanisms of action of humic substances on plants, the possibility of integrating humic fertilizers into the technological scheme of grape plants management. Based on the study results of Russian and foreign researchers described in literary sources on the effectiveness of humates in agroecosystems, the relevance of identifying the effects of preparations in the conditions of grape monoculture is substantiated. In order to identify patterns of interaction between the components of fertilizer-plant system using humic fertilizers of Tellura series, field experiments were conducted in the conditions of fruit-bearing plantings of 'Krasnostop Anapskiy' grape cultivar in the Anapa subzone of the Anapa-Taman zone of the Krasnodar Territory on humus-carbonate soil of the region. The fertilizer Tellura M (state registration number 0438-06-210-144-0-0-0-1) was used in the experiment by the method of foliar top dressing at a dosage of 4 liters/ha. Aqueous fertilizer solutions were applied mechanically using spraying device SLV-2000 CR three times: 1 - during shoot growth phase (May); 2 - during the period of active berry growth; 3 - at the beginning of berry ripening. Healthy, actively growing grape plants and those damaged by spring frosts (1-2 points of damage) were treated. As a result of 3 year study, it was determined that using foliar top dressing on grape plants contributed to the increase in the formation of fruit-bearing shoots, inflorescences (by 5.9 and 10.1%, respectively), leaves per shoot, and leaf area (by 11.1%). Grape treatment with cultural solution stimulated repair processes in plants damaged by spring frosts. The average cropping capacity for three years exceeded the control variant parameter by 11.9%. Production profitability, as a summarizing indicator of foliar top dressing effectiveness, exceeded the values in the control by 12.4-15.7%.

Key words: humic fertilizers; ampelocenos; biologization; foliar top dressing; efficiency.

For citations: Krasilnikov A.A. Ecological and economic aspects of the use of humic preparations in ampelocenos. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):221-226. EDN MOCGVI (in Russian).

Введение

Процесс поэтапной биологизации технологической системы ухода за культурой винограда предполагает минимизацию обработок почвы и снижение уровня химической нагрузки на почву и растения [1–3]. Актуальность сокращения объемов агрохимикатов и пестицидов промышленного производства основана на результатах мониторинга со-

стояния почв и растений в условиях интенсивного земледелия, сопровождающегося снижением «здоровья» и плодородия почв, качественных характеристик урожая [4–6]. В этой связи отраслевой наукой разрабатываются прогрессивные технологические схемы системного комплексного использования агрохимикатов в сочетании с биопрепаратами, частичная (до 30 % и более) замена химических средств защиты растений и минеральных удобрений на эффективные биологические, органоминеральные, органические, микробиальные комплек-

сы, поддерживающие одновременно экономически обоснованный уровень урожайности винограда и экологическое равновесие агроэкосистемы [7].

Специальные комплексы полифункционального действия, состоящие из природных компонентов, таких как торф, отходы животноводства, биогумус, не являющиеся агрохимикатами, представлены гуминовыми удобрениями серии Теллура различных модификаций российского производства. Технологический процесс получения рассматриваемых удобрений исключает жесткую химическую обработку сырья, осуществляется при нормальной температуре и давлении, что позволяет сохранить биологическую активность компонентов удобрения.

Ценность удобрений заключается преимущественно в содержании гуминовых веществ (массовая доля калия/натрия не менее 8 г/л) – уникальных природных соединений, аккумулирующих в процессе образования комплекса макро- и микроэлементов (N – не менее 12 г/л; P – не менее 5 г/л; калий – не менее 3 г/л; Ca, Mg, S, B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn), а также обладающих транспортной, физиологической, регуляторной, протекторной функцией в растениях благодаря высокому содержанию гуминовых кислот. Поверхностно-активные свойства гуминовых кислот, снижающих поверхностное натяжение водных растворов и увеличивающих проницаемость клеточных мембран, позволяют предположить высокую эффективность препаратов при использовании внекорневым способом. Оптимизация пропускной способности транспортной системы растений обеспечивает активацию передвижения биогенных элементов, способствуя ускорению метаболизма энергии, интенсивности ассимиляционных процессов [8]. Препараты получили высокую оценку при их использовании в посевах однолетних зерновых культур [9, 10]. При этом немногочисленными являются публикации исследователей об эффективности гуминовых удобрений серии Теллура в промышленных насаждениях винограда [11].

В этой связи актуальным является получение новых знаний о характере биологического действия базовых, серийно производимых в виде жидкого концентрата гуминовых удобрений серии Теллура на растения винограда в условиях плодоносящих насаждений. Основной целью научного биологического исследования стало выявление закономерностей взаимодействия в системе «удобрение-растение», анализ и обобщение результатов научно-исследовательской работы (НИР), в том числе экономические аспекты интеграции гуминовых удобрений в агроэкосистему.

Материалы и методы исследования

Основной базой экспериментальных исследований в течение 2017–2019 гг. были плодоносящие насаждения технического сорта винограда Красностоп анапский, полученного методом клоновой селекции на Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия в условиях дерново-карбонатных почв анапской подзоны Анапо-Таманской

зоны Краснодарского края. Для планирования эксперимента, закладки и проведения полевых опытов использовали актуальную методику Б.А.Доспехова [12]. При проведении агробиологических учетов руководствовались методическими указаниями, рекомендованными К.А.Серпуховитиной [13]. Экономическая эффективность применения гуминовых удобрений рассчитана в соответствии с методикой, рекомендуемой лабораторией экономики Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия [14]. Математические расчеты и преобразования данных в таблицы выполнены с помощью программы MS Office Excel 2019.

Объектом биологических исследований были растения винограда сорта Красностоп анапский. Схема размещения растений – 3,5 × 2,0 м. Агротехника ухода за насаждениями общепринятая, все работы выполнялись в оптимальные сроки.

Полевой опыт был заложен на равнинных участках насаждений. По данным наших исследований перед закладкой опытов почвы участков характеризуются среднесуглинистым механическим составом и сложением по профилю от рыхлого и рыхловатого до плотноватого. В основной корнеобитаемой зоне винограда объемная масса почвы составляет преимущественно 1,30–1,40 г/см³. В междурядьях насаждений имеет место переуплотнение в слое почвы 25–30 см с образованием «плужной подошвы». Актуальная кислотность почвы корнеобитаемого слоя составляет 7,43–8,05. Почвы участков не засолены. В слое почвы 0–50 см содержится 32–45 мг/кг подвижного фосфора и 82–91 мг/кг обменного калия. Содержание гумуса в слое Ап в среднем составляет 2,5–3,0 %.

Водный 4 %-ный раствор удобрений (регистрационное наименование Теллура М, номер государственной регистрации 0438-06-210-144-0-0-0-1) вносили механизировано с помощью ОПВ SLV•2000 CR с покрытием рабочим раствором фронтальной и тыльной стороны листовой поверхности не менее 50–70 капель на см² (в соответствии с техническими характеристиками машины на основе тестирования, осуществленного производителем) трехкратно: 1 – в фазе роста побегов (май); 2 – в период активного роста ягод; 3 – в начале созревания ягод. Повторность в опыте трехкратная, в повторности 30 растений. Внекорневой обработке питательным раствором удобрений подвергали две группы растений винограда: 1 – здоровые, без признаков повреждения, нормально вегетирующие растения; 2 – ослабленные в результате повреждения весенними заморозками (в пределах 1–2 баллов) кусты винограда. Схема опыта: 1 – контроль, без обработок гуминовым удобрением (обработка растений водой); 2 – трехкратная внекорневая подкормка растений винограда питательным раствором гуминового удобрения.

В соответствии с программой агробиологических учетов ежегодно фиксировали изменение площади листовой поверхности и количество листьев на побег, количество плодоносных побегов, со-

цветий, урожайность, массу грозди, рассчитывали коэффициенты плодоношения и плодоносности. В лабораторных условиях определяли массовую концентрацию сахаров и титруемых кислот в ягодах по ГОСТ 27198-87 «Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров» и ГОСТ 14252-73 «Вина и виноматериалы, соки плодово-ягодные спиртованные. Методы определения титруемых кислот».

Результаты и их обсуждение

Умеренно-континентальный климат региона является благоприятным для роста и развития растений винограда, формирования урожая. При этом регион характеризуется недостаточным увлажнением и жарким летом (максимальная температура воздуха – 36 °С и выше). По данным анапской метеорологической станции в позднезимний и ранневесенний периоды наблюдаются значительные перепады температуры воздуха. Так, перед закладкой опыта после повышения температуры воздуха в третьей декаде февраля и во второй декаде марта соответственно до +13 и +18 °С, уже в конце марта температура воздуха опускалась до –2 и до –3 °С. На этапе закладки опыта наблюдалось снижение температуры воздуха во второй и третьей декадах февраля до минимальных значений –2–12 °С после продолжительной оттепели при максимальной температуре воздуха 12,5–16,4 °С. В первой и третьей декадах марта максимальные значения температуры воздуха 13 и 15 °С сменялись понижением температуры до –0,2...–5,1 °С. Значительные перепады температуры воздуха в ранневесенний период вызвали подмерзание растений винограда на нескольких участках виноградника. На отдельных кустах, помимо единичных бурых пятен было выявлено побурение до 6–7 % площади поверхности лоз без серьезных повреждений проводящих тканей. Наблюдалось снижение ростовой активности, количества соцветий и плодоносных побегов. В этих условиях программой НИР было предусмотрено проведение экспериментальных исследований на двух участках с контрастными по состоянию кустами винограда при соблюдении одинаковой схемы полевого опыта для оценки влияния гуминового препарата на репарационные процессы растений в постстрессовый период.

Результаты ежегодно проводимых агробиологических учетов выявили закономерное влияние теллура М на формирование и развитие репродуктивных органов винограда сорта Красностоп анапский (табл. 1). Установлена активация репродуктивной функции растений винограда под действием внекорневых подкормок у здоровых и ослабленных в результате подмерзания растений.

Судя по данным статистического анализа трехлетних данных, различия между вариантами по количеству плодоносных побегов на один куст винограда на участках с поврежденными заморозками растениями были не существенны. Однако в течение всего периода проведения эксперимента коли-

чество плодоносных побегов на один куст на фоне внекорневых подкормок растений превышало показатель в контрольном варианте на 2,0–8,2 %, что характеризует прием использования гуминового удобрения как способ восстановления растений, пострадавших от заморозков, и фактор стабилизации их функционального состояния. Это, вероятно, достигается благодаря стимулирующему эффекту действия гуминовых веществ на процесс потребления растениями биогенных элементов, отмеченному исследователями ранее [15, 16].

Исследование облиственности побегов и кустов винограда, площади листа были проведены в связи с сопряженностью массы и площади ассимиляционной поверхности растений с их продуктивностью, выявленной исследователями [17, 18], взаимосвязи ростовой активности винограда, урожайности и площади листьев [19, 20], а также представлениями о листе как наиболее чувствительном органе растений, стремительно реагирующем на внешние изменения состояния окружающей среды. Проведенные нами в течение двух лет агробиологические учеты выявили значительное увеличение площади поверхности листа в варианте с применением внекорневых подкормок растений гуминовым удобрением Теллура М (табл. 2). Эффект более интенсивного развития ассимиляционной поверхности под действием гуминового удобрения был установлен для здоровых растений винограда и подверженных влиянию весенний заморозков.

На фоне применения внекорневых обработок винограда водными растворами удобрения Теллура М в течение трех лет наблюдался более интенсивный рост побегов и развитие пасынков, в пазухах которых проходила лучшая закладка генеративных

Таблица 1. Показатели продуктивности растений винограда сорта Красностоп анапский (средние данные за 2017–2019 гг.)

Table 1. Productivity indicators of 'Krasnostop Anapskiy' grape plants (average data for 2017–2019)

Вариант	Количество плодоносных побегов на один куст, шт.	% к общему количеству развившихся побегов	Количество соцветий на один куст, шт.	Коэффициент плодоношения, K_1	Коэффициент плодоносности, K_2
Контроль, без внекорневых подкормок	51	86,4	79	1,34	1,55
Внекорневые подкормки растений гуминовым удобрением	54	88,5	87	1,43	1,61
$HCP_{0,05}$	2,54	-	5,01	-	-
Растения, поврежденные весенними заморозками					
Контроль, без внекорневых подкормок	50	92,6	76	1,41	1,52
Внекорневые подкормки растений гуминовым удобрением	52	94,5	83	1,51	1,60
$HCP_{0,05}$	4,09	-	3,40	-	-

Таблица 2. Параметры площади листовой поверхности винограда сорта Красностоп анапский в связи с применением гуминового удобрения (средние данные за 2018–2019 гг.)

Table 2. The parameters of leaf area duration of 'Krasnostop Anapskiy' grape variety in connection with the use of humic fertilizer (average data for 2018–2019)

Вариант	Количество побегов на один куст, шт.	Среднее количество листьев на один побег, шт.	Средняя площадь		
			листа, см ²	листьев одного побега, м ²	листьев одного куста, м ²
Контроль, без внекорневых подкормок	59	29	63	0,18	10,6
Внекорневые подкормки растений гуминовым удобрением	61	38	70	0,27	16,5
НСР _{0,05}	-	3,38	4,40	0,04	1,57
Растения, поврежденные весенними заморозками					
Контроль, без внекорневых подкормок	54	28	64	0,18	9,7
Внекорневые подкормки растений гуминовым удобрением	55	32	72	0,23	12,6
НСР _{0,05}	-	3,11	1,02	0,03	0,81

Таблица 3. Хозяйственная продуктивность и качественные показатели винограда на фоне внекорневых обработок гуминовым удобрением Теллура М (средние данные за 2017–2019 гг.)

Table 3. Economic productivity and quality indicators of grapes on the background of foliar top dressing with humic fertilizer Tellura M (average data for 2017–2019)

Вариант	Урожайность, т/га	Массовая концентрация		Масса грозди, г
		сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³	
Контроль, без внекорневых подкормок	13,4	18,1	8,0	183
Внекорневые подкормки растений гуминовым удобрением	15,0	18,9	7,8	194
НСР _{0,05}	-	0,41	0,31	8,57
Растения, поврежденные весенними заморозками				
Контроль, без внекорневых подкормок	13,2	17,9	7,9	184
Внекорневые подкормки растений гуминовым удобрением	14,1	18,5	7,6	189
НСР _{0,05}	-	0,51	0,60	2,54

образования под урожай будущего года. Активация физиологических процессов роста и формирования генеративных органов у винограда сорта Красностоп анапский под действием внекорневых подкормок сопровождалась существенным увеличением хозяйственной урожайности (табл. 3), при этом в

результате расчетов было установлено, что площадь листовой поверхности, приходящаяся на 1 кг урожая значительно выше, чем в контрольных вариантах. Показатели коррелируют с коэффициентом $r=0,72$. Эмбриональная плодоносность глазков ежегодно превышала показатели контрольного варианта и составляла в среднем 94 % у здоровых растений и 85 % у растений, поврежденных весенними заморозками. Неповрежденные заморозками растения винограда имели наибольшее количество глазков с двумя соцветиями – 45 % и наибольшую зону плодоношения по длине лозы. В зоне 1–3 глазков под влиянием гуминового удобрения плодоносность сорта составляла 93 %, с двумя соцветиями – 36 %. В контрольном варианте глазки с двумя соцветиями в зоне 1–3 глазков отсутствовали.

По итогам химических анализов также выявлено существенное увеличение массовой концентрации сахаров в ягодах винограда под действием гуминового удобрения, которое также коррелировало с ростом площади листовой поверхности с коэффициентом $r=0,99$.

Использование системы натуральных стоимостных показателей, соответствующих существенному росту урожайности, позволило установить экономическую эффективность приема внекорневой подкормки растений винограда гуминовым удобрением Теллура М (табл. 4).

Рост рентабельности произведенной продукции при снижении ее себестоимости на фоне внекорневых подкормок гуминовым удобрением, установленным нами в течение трех лет проведения эксперимента, соответствовал результатам поисковых исследований ученых, применявших гуматы на различных культурах [21–23]. Анализируя данные таблицы, можно констатировать более эффективное использование ресурсов и более высокую прибыль от производства продукции в варианте с применением внекорневых подкормок растений винограда сорта Красностоп анапский концентрированным жидким комплексным гуминовым удобрением, предполагая перспективу его использования в биологизированной системе возделывания монокультуры винограда.

Выводы

Проведенное в течение трех лет экспериментальное исследование эффективности экологически безопасного комплексного гуминового удобрения марки Теллура М в насаждениях винограда сорта Красностоп анапский в условиях Анапо-Таманской зоны Краснодарского края выявило активацию физиологических процессов роста и формирования репродуктивных органов у растений под действием препарата, применяемого внекорневым способом. Под влиянием водных питательных растворов удобрения наблюдалось увеличение количества плодоносных побегов (на 5,9 %) и соцветий (на 10,1 %), количества листьев на один побег и площади листовой поверхности (на 11,1 %) в сравнении с данными контрольного варианта. Обработки винограда пи-

Таблица 4. Экономическая эффективность применения гуминового удобрения Теллур М в насаждениях растений винограда сорта Красностоп анапский, не поврежденных весенними заморозками (средняя цена реализации винограда – 48,3 руб./кг, средние данные за 2017–2019 гг.)

Table 4. Economic efficiency of humic fertilizer Tellura M in the plantings of 'Krasnostop Anapskiy' grape cultivar, not damaged by spring frosts (the average selling price of grapes is 48.3 RUB/kg, average data for 2017–2019)

Вариант	Урожайность, т/га	Затраты на производство, тыс. руб./га		Себестоимость производства, руб./кг	Выручка от продаж, тыс. руб./га	Прибыль от продаж	Экономическая эффективность (рентабельность продукции), %
		всего	из них стоимость обработки				
Первый год проведения эксперимента							
Контроль	12,3	400,2		32,5	593,7	193,6	48,4
Внескорневые подкормки растений	13,8	427,0	1,5	30,9	665,1	239,1	56,0
Второй год проведения эксперимента							
Контроль	14,2	432,3		30,4	685,4	253,1	58,6
Внескорневые подкормки растений	15,9	462,5	1,5	29,1	767,5	305,0	65,9
Третий год проведения эксперимента							
Контроль	13,7	432,8		30,9	661,3	237,5	56,0
Внескорневые подкормки растений	15,4	454,1	1,5	29,5	743,4	289,3	63,7

тательным раствором стимулировали репарационные процессы у растений, поврежденных весенними заморозками. Хозяйственная продуктивность винограда стабильно превышала показатели на «контроле», обеспечив рост рентабельности производства продукции до 15,7 % при снижении себестоимости на 4,3–4,9 %.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания НИР № 221040700125-8.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. 221040700125-8.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Egorov E., Shadrina Zh., Yurchenko E., Kochyan G. The role of biologization of processes in increasing the technological and economic efficiency of viticulture. BIO Web of Conferences. 2024;108:25011. DOI 10.1051/bioconf/202410825011 (in Russian).
- Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Petrov V.S., Kochyan G.A. Механизм управления устойчивостью агроэкосистемы по критериям эколого-экономической эффективности // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;73(1):1-13. DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-1-13.
Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Petrov V.S., Kochyan G.A. The mechanism of managing the sustainability of the agroecosystem according to the criteria of ecological and economic efficiency. Fruit Growing and Viticulture of South Russia. 2022;73(1):1-

13. DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-1-13 (in Russian).

3. Клименко О.Е., Балькина Е.Б., Степовенко В.В., Якушева Н.Н., Струченко А.В. Биологизация ампелоценозов юго-западного Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):266-272.

Klimenko O.E., Balykina E.B., Stepovenko V.V., Yakusheva N.N., Struchenko A.V. Biologization of ampeloceneses of the South-Western Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):266-272 (in Russian).

4. Соколов М.С., Семенов А.М., Спиридонов Ю.Я., Торопова Е.Ю., Глинушкин А.П. Здоровая почва – условие устойчивости и развития агро- и социосфер (проблемно-аналитический обзор) // Известия РАН. Серия биологическая. 2020;1:12-21. DOI 10.31857/S0002332920010142.

Sokolov M.S., Semenov A.M., Spiridonov Yu.Ya., Toropova E.Yu., Glinushkin A.P. Healthy soil – condition of stability and development of the argo- and sociospheres (problem and analytical review). Proceedings of the RAS. Biological Series. 2020;1:12-21. DOI 10.31857/S0002332920010142 (in Russian).

5. Zhao F., Jiang Y., He X., Liu H., Yu K. Increasing organic fertilizer and decreasing drip chemical fertilizer for two consecutive years improved the fruit quality of 'summer black' grapes in arid areas. HortScience. 2020;55(2):196-203. DOI 10.21273/HORTSCI14488-19.

6. Hajiyeva S.R., Gadirova E.M., Yolchuyeva E.A. Analysis of pesticides in the composition of grapes. Advances in Biology & Earth Sciences. 2022;7(1):50-58.

7. Егоров Е.А., Юрченко Е.Г., Шадрин Ж.А., Кочьян Г.А. Экологизация интенсификационных процессов в виноградарстве // Виноделие и виноградарство. 2012;4:7-9.

Egorov E.A., Yurchenko E.G., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Ecologization of intensification processes in wine-growing. Winemaking and Viticulture. 2012;4:7-9 (in Russian).

8. Tiwari J., Ramanathan A.L., Baudh K., Korstad J. Humic substances: structure, function and benefits for agroecosystems: a review. Pedosphere. 2023;33(2):237-249. DOI 10.1016/j.pedsph.2022.07.008.

9. Стрещенко И.М. Влияние препарата "Нанокремний" и "Теллур-Био" на урожайность сельскохозяйственных культур в условиях учебного хозяйства Тальменского технологического техникума // Аграрная наука - сельскому хозяйству. 2019:252-254.

Streshchenko I.M. The effect of "Nanosilicon" and "Tellura-Bio" preparations on crop yields in the conditions of the educational farming of the Talmen Technological College. Agrarian Science for Agriculture. 2019:252-254 (in Russian).

10. Косачев И.А., Чернышков В.Н. Изучение эффективности применения биологически активных удобрений на яровой пшенице в условиях производства // Аграрная наука - сельскому хозяйству. 2022:247-250.

Kosachev I.A., Chernyshkov V.N. Study of the effectiveness of using biologically active fertilizers on spring wheat at production conditions. Agrarian Science for Agriculture. 2022:247-250 (in Russian).

11. Макарова Г.А. Применение гуминовых и кремниевых удобрений на винограде // *Аграрная наука - сельскому хозяйству*. 2020:263-264.
Makarova G.A. Application of humic and silicon fertilizers on grapes. *Agrarian science for Agriculture*. 2020:263-264 (in Russian).
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
Dospikhov B.A. Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).
13. Серпуховитина К.А., Аджиев А.М., Худавердов Э.Н., Петров В.С., Зармаев А.А., Гусейнов Ш.Н., Красильников А.А., Гугучкина Т.И., Шелудько О.Н., Ажогина В.А., Гонtareва Е.Н., Руденко А.Г., Гапоненко Ю.В., Ногниченко Л.Э., Кушнерева Е.В., Сенькина Е.В., Агеева Н.М., Глоба Е.Г., Алейникова Г.Ю., Белякова Е.А., Прах А.В., Редька В.М., Марковский М.Г., Антоненко М.В., Читаов М.Р., Талаш А.И., Юрченко Е.Г., Воробьева Т.Н., Волкова А.А., Егоров Е.А., Шадрин Ж.А., Кочьян Г.А. Методическое и аналитическое обеспечение организации и проведения исследований по технологии производства винограда. Краснодар: СКЗНИИСиВ. 2010:1-179.
Serpukhovitina K.A., Adzhiev A.M., Khudaverdov E.N., Petrov V.S., Zarmaev A.A., Huseynov Sh.N., Krasilnikov A.A., Guguchkina T.I., Sheludko O.N., Azhagina V.A., Gontareva E.N., Rudenko A.G., Gaponenko Yu.V., Nognichenko L.E., Kushnerova E.V., Senkina E.V., Ageeva N.M., Globa E.G., Aleynikova G.Yu., Belyakova E.A., Prakh A.V., Radka V.M., Markovsky M.G., Antonenko M.V., Chitaov M.R., Talash A.I., Yurchenko E.G., Vorobyeva T.N., Volkova A.A., Egorov E.A., Shadrina Zh.A., Kochyan G.A. Methodological and analytical support for the organization and conduct of research on grape production technology. Krasnodar: NCZSRIN&V. 2010:1-179 (in Russian).
14. Боев В.Р., Шутьков А.А., Серков А.Ф., Конкин Ю.А., Эрнст Л.К., Зинченко А.П., Гатаулин А.М., Ключах В.А., Комаров В.И., Прокопьев С.Г., Оглоблин Е.С., Свободин В.А., Алтухов А.И., Вермель Д.Ф., Лысенко К.П., Миринова Н.Н., Гончаров В.Д., Драгайцев В.И., Лычко К.П., Арашуков В.П., Лысюк А.И., Свободина С.М. Методы экономических исследований в агропромышленном производстве. М.: Типография Россельхозакадемии, 1999:1-260.
Bojev V.R., Shutkov A.A., Serkov A.F., Konkin Yu.A., Ernst L.K., Zinchenko A.P., Gataulin A.M., Klyukach V.A., Komarov V.I., Prokopyev S.G., Ogloblin E.S., Svobodin V.A., Altukhov A.I., Vermel D.F., Lysenko K.P., Mironova N.N., Goncharov V.D., Dragaitsev V.I., Lychko K.P., Arashukov V.P., Lysyuk A.I., Svobodina S.M. Methods of economic research in agro-industrial production. M.: Printing House of the Russian Agricultural Academy. 1999:1-260 (in Russian).
15. Maffia A., Oliva M., Marra F., Mallamaci C., Nardi S. Humic substances: bridging ecology and agriculture for a greener future. *Agronomy*. 2025;15(2):410. DOI 10.3390/agronomy15020410.
16. de Moura O.V.T., Berbara R.L.L. Humic foliar application as sustainable technology for improving the growth, yield, and abiotic stress protection of agricultural crops. A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 2023;22(8):493-513. DOI 10.1016/j.jssas.2023.05.001.
17. Howell G.S. Sustainable grape productivity and the growth-yield relationship: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2001;52(3):165-174. DOI 10.5344/ajev.2001.52.3.165
18. Bhat Z.A., Rashid R., Bhat J.A. Effect of plant growth regulators on leaf number, leaf area and leaf dry matter in grapes. *Notulae Scientia Biologicae*. 2011;3(1):87-90.
19. Алейникова Г.Ю., Себет О.Л., Цику Д.М., Разживина Ю.А. Ростовые процессы растений винограда в зависимости от схемы посадки и нагрузки кустов побегами // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2020;65(5):222-237. DOI 10.30679/2219-5335-2020-5-65-222-237.
Aleynikova G.Yu., Seget O.L., Tsiku D.M., Razzhivina Yu.A. Growth processes of grape plants depending on the plantation scheme and the load of bushes with shoots. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2020;65(5):222-237. DOI 10.30679/2219-5335-2020-5-65-222-237 (in Russian).
20. Hamza D., Sefan R. Effekt of potassium humate on growth, yield and berries quality of 'Red Roumi' grapevines. *Journal of Plant Production*. 2020;11(11):1129-1134. DOI 10.21608/jpp.2020.127230.
21. Смирнова Е.Б., Решетникова В.Н., Гребешкова Т.М. Экономическая эффективность возделывания подсолнечника с использованием гуминовых удобрений в правобережье Саратовской области // *Экологические проблемы развития агроландшафтов и способы повышения их продуктивности*. 2018:78-80.
Smirnova E.B., Reshetnikova V.N., Grebeshkova T.M. Economic efficiency of sunflower emission with the use of humin fertilizers in the right bank of the Saratov region. *Environmental Problems of the Development of Agricultural Landscapes and Ways to Increase Their Productivity*. 2018:78-80 (in Russian).
22. Матыш Н.С. Эколого-экономические аспекты применения гуминового удобрения GumiGold и микроудобрения Наногрин при выращивании ярового ячменя // *Актуальные проблемы экологии в сельскохозяйственных ландшафтах и урбанизированных территориях*. 2017:82-86.
Matyash N.S. Ecological and economic aspects of application of humic fertilizers GumiGold and microfertilizer Nanogreen when growing spring barley. *Actual Problems of Ecology in Agricultural Landscapes and Urbanized Territories*. 2017:82-86 (in Russian).
23. Попова В.И., Чалая А.О. Экономическая эффективность применения гуминовых удобрений при возделывании гибридов кукурузы // *Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ*. 2020;3(22):3.
Popova V.I., Chalaya A.O. Economic efficiency of application of humic fertilizers in the cultivation of maize hybrids. *Electronic Scientific and Methodological Journal of Omsk State Agrarian University*. 2020;3(22):3 (in Russian).

Информация об авторе

Александр Андреевич Красильников, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории управления воспроизводством в ампелоценозах и экосистемах; e-мэйл: akrasilnikov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4545-7448>.

Information about the author

Alexander A. Krasilnikov, Cand. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Laboratory of Reproduction Management in Ampelocenos and Ecosystems; e-mail: akrasilnikov@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4545-7448>.

Статья поступила в редакцию 23.04.2025, одобрена после рецензии 17.06.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Влияние семенного материала на качество табачной рассады

Каргина Л.Н.[✉], Илюхина В.В.

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач»
Национального исследовательского центра «Курчатowski институт», г. Ялта, Россия

[✉]tabakselect@gmail.com

Аннотация. В работе представлены данные испытания посевных качеств семян различного размера перспективных сортов табака селекции НИЦ «Курчатowski институт» - «Магарач» за 2023–2025 гг. Работа велась на опытном участке лаборатории селекции табака в с. Табачное Бахчисарайского района Республики Крым. Семена каждого испытуемого сорта в зависимости от их размера были разделены на три фракции: 0,45–0,50 мм, 0,50–0,55 мм и 0,60–0,65 мм. В процессе работы проводилась оценка посевных качеств семян и качественных характеристик табачной рассады. В статье приведены основные показатели качества табачной рассады. Важным фактором повышения урожайности в табаководстве является качественный семенной материал с высокими сортовыми и семенными признаками. Только при высоком качестве семян могут быть реализованы потенциальные возможности сорта, и наоборот, самый высокопродуктивный сорт даст низкий урожай при посеве некачественными семенами. В статье представлен экспериментальный материал оценки влияния качества семян различных сортов табака на рост и развитие растений в рассадный и полевой периоды. В процессе работы определяли энергию прорастания и всхожесть семян, оценивали качество рассады по биометрическим показателям: длина растения, количество листьев, толщина стебля, а также приживаемость и укоренение рассады после высадки в поле. Целью данной работы являлось изучение влияния семенного материала на качество табачной рассады и изучение биологических особенностей ряда новых сортов в рассадный период. Актуальность проблемы обусловлена необходимостью получения качественной табачной рассады, от которой зависит качество будущей продукции в целом. По результатам исследований можно сделать следующее заключение: выявлена зависимость качественных и количественных характеристик рассады от размера фракций семян и определены некоторые сортовые различия при выращивании рассады. Установлена высокая всхожесть и энергия роста (ускоренный срок выгонки) у сортов табака Американ Ароматный и Вирджиния на Берлей.

Ключевые слова: табак; рассада; сорт; энергия прорастания; всхожесть; качественные признаки.

Для цитирования: Каргина Л.Н., Илюхина В.В. Влияние семенного материала на качество табачной рассады // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):227-231. EDN NLTANF.

ORIGINAL RESEARCH

The effect of seed material on the quality of tobacco seedlings

Kargina L.N.[✉], Ilyukhina V.V.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking “Magarach” of the National Research Centre
“Kurchatov Institute”, Yalta, Russia

[✉]tabakselect@gmail.com

Abstract. This paper presents the data on testing the sowing quality of seeds of various sizes of promising tobacco varieties bred at the NRC “Kurchatov Institute” – “Magarach” in 2023-2025. The work was carried out in the experimental plot of the Laboratory of Tobacco Breeding in the village Tabachnoye, Bakhchisarai District, Republic of Crimea. The seeds of each tested variety were grouped in three fractions depending on their size: 0.45-0.50 mm, 0.50-0.55 mm and 0.60-0.65 mm. In the process of work, sowing quality of seeds and quality characteristics of tobacco seedlings were assessed. The article presents basic quality indicators of tobacco seedlings. An important factor of increasing cropping capacity in tobacco growing is a high-quality seed material with good varietal and seed characteristics. Performance potential of varieties can be fulfilled only having a high seed quality, and vice versa, the most highly productive variety will give low yield when sowing seeds of poor quality. The article presents experimental material for assessing the effect of seed quality of various tobacco varieties on plant growth and development during seedling and field periods. In the process of work, germination energy and germinating capacity were determined. The quality of seedlings was assessed by biometric indicators: plant length, number of leaves, stem thickness, as well as survival rate and rooting of seedlings after planting in the field. The goal of this work was to study the effect of seeds on the quality of tobacco seedlings, and to study biological characteristics of a number of new varieties during the seedling period. The urgency of such problem is due to the necessity for high-quality tobacco seedlings the quality of future products depends on. Based on the research results, the following conclusion can be made: dependence of the quality and quantity characteristics of seedlings on the size of seed fractions was revealed, and some varietal differences in growing seedlings were determined. High germinating capacity and growth energy (accelerated forcing period) were established for ‘American Aromatny’ and ‘Virginia na Berley’ tobacco varieties.

Key words: tobacco; seedlings; variety; germination energy; germinating capacity; quality characteristics.

For citation: Kargina L.N., Ilyukhina V.V. The effect of seed material on the quality of tobacco seedlings. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):227-231. EDN NLTANF (in Russian).

Введение

Важнейшей проблемой экономического развития табачной отрасли России в условиях интеграции в мировые хозяйственные связи, включая созданный в 2014 г. Таможенный Евразийский экономический союз, является рост эффективности и кон-

курентоспособности табачной продукции, что позволит стране быть полноправным и независимым участником мирового рынка. Одним из основных направлений создания устойчивой и эффективной экономики является расширение инновационного производства в возделывании сортов табака [1].

Поэтому выращивание табака имеет большие перспективы для экономического развития, как одно из важных направлений для создания новых

рабочих мест и увеличения доходов населения. Главным критерием для получения качественного табачного сырья является отобранный сорт [2].

Использование новых улучшенных сортов приводит к повышению урожайности и адаптивности растений к неблагоприятным условиям среды, устойчивости к вредителям и болезням, улучшению качества продукции, расширению возможности механизации посева, ухода за возделываемыми культурами и уборки урожая [3].

Одним из основных направлений создания устойчивой и эффективной экономики является расширение инновационного производства в возделывании сортов табака. Основой для получения стабильных и высоких урожаев качественного сырья является подбор соответствующих сортов табака для различных агроэкономических условий. Главным критерием для получения качественного табачного сырья является отобранный сорт [1, 2, 4].

Развитие эффективной табачной отрасли в Крыму зависит от рационального использования природных условий полуострова, имеющих огромное значение для формирования урожая табака, качества табачного сырья и создания из него высококачественных табачных изделий отечественного производства. Мониторинговые исследования с исторической позиции выявляют, что табаководство в этом регионе существует более 2-х столетий. За весь период возделывания табака его культура занимала важное значение в сельском хозяйстве, опираясь на рациональное использование природных условий – климата и почв [5].

По морфологическим признакам и курительным свойствам табачного сырья сорта в Крыму в ретроспективе разделялись на пять сортоотличий: Остролист, Трапезонд, Дюбек, Самсун и Американ. Первые два сортоотличия дают продукцию скелетной категории, Дюбек и Самсун – ароматичной и Американ – промежуточного характера и скелетной категории. Размещение сортоотличий табака в основном соответствовало природно-экономическим условиям, определились также ареалы их локального выращивания. Однако в прошлые годы не везде получали высокую урожайность табака в соответствии с благоприятными природными условиями. Поэтому при совершенствовании размещения производства табака необходимо всегда учитывать влияние природных факторов на продуктивность и качество сырьевых ресурсов. Одновременно, принимая во внимание уникальные почвенно-климатические условия Крыма и роль в создании производства отечественного ароматичного табачного сырья для промышленности, на Крымской опытной станции табаководства в свое время совместно с Всероссийским научно-исследовательским институтом табака, махорки и табачных изделий (ВНИИТТИ) был создан генофонд табака, который широко использовался в селекции новых сортов табака. В связи с этим в Крыму необходимо обязательно восстановить и продолжить работу по селекции и семеноводству со-

ртов табака сортоотличий Американ и Дюбек, а также в перспективе сортоотличия Вирджиния [6].

Чтобы получить гарантированно высокие урожаи сельскохозяйственных культур, необходимы семена с высоким качеством. Стоимость сырья, как и семян высококачественного табака, достаточно высока как в России, так и за рубежом [7, 8].

Табак – это исключительно рассадная культура, и технология её выгонки является одной из составляющих в получении высоких урожаев качественного табачного сырья. Рост растений является одной из важных характеристик их жизнедеятельности. Молодые растения, выращенные специально для высадки в открытый грунт или в теплицы, называют рассадой [9–12].

На основании многолетних опытов ВНИИТТИ установлен так называемый «продолжительный эффект качественной рассады», когда за счет получения крепких и здоровых растений в дальнейшем обеспечивается формирование хорошего урожая табака без дополнительного внесения традиционных удобрений в полевой период.

Выращивание рассады – важная часть технологии возделывания табака, так как получение качественного посадочного материала в достаточном количестве в оптимальные агротехнические сроки является залогом успешного производства культуры. Рассаду табака выращивают в рассадниках различных типов: теплицах, парниках и грунтовых грядах. В условиях рыночной экономики, в связи с ростом цен на топливно-энергетические ресурсы, выращивание рассады табака в парниках без технического обогрева является наиболее экономичным способом [13].

Табачное сырье высокого качества невозможно получить без выращенной в срок качественной здоровой рассады табака, для возделывания которой отводится примерно 1/3 всего вегетационного периода. В технологической схеме возделывания табака выращивание рассады служит основой успешного производства качественного табачного сырья [14]. Этому технологическому приему всегда уделяется особое внимание [15].

Качественная рассада – залог получения высокой урожайности сельскохозяйственных культур [16]. Для культуры табака формирование сырья высокого качества начинается с момента выращивания рассады [17]. Неоднократно отмечено, что именно крепкая, стандартная рассада с хорошо развитой стержневой корневой системой, полученная к оптимальному сроку высадки в поле, является залогом оптимального конечного продукта. Поэтому данному периоду отводится в технологической схеме наибольшее внимание [18].

Целью данной работы являлось изучение влияния семенного материала на качество табачной рассады и изучение биологических особенностей ряда новых сортов в рассадный период, а также получение качественной рассады перспективных сортов табака.

Объекты и методы исследования

Исследования по селекции табака проводились в лабораторных и полевых условиях.

Рассаду табака выращивали в парниках без обогрева в Предгорной зоне Крыма, с. Табачное Бахчисарайского р-на, на опытном участке отдела табаководства НИЦ «Курчатовский институт» – «Магарач». Оценивали крымские сорта табака Американ 307, Вирджиния на Берлей, Дюбек Предгорный и Американ Ароматный. Опыты закладывали согласно «Методическому руководству по проведению полевых агротехнических опытов с табаком» [19]. Посев проводили пророщенными семенами, учеты – согласно методикам [19, 20]. Рассаду табака выращивали в соответствии с рекомендациями [20, 21], показатели качества готовой к посадке рассады определяли по ОСТ 10-113-88 Рассада табака. Технические условия. Сев проводили в третьей декаде марта предварительно пророщенными семенами, норма высева семян 0,6 г/м². Уход за рассадой (полив, присыпки и прочее) проводили в соответствии с рекомендациями по выращиванию здоровой табачной рассады [22]. Для присыпки использовали смесь из трех частей лесного перегноя и одной части песка. Семена каждого испытуемого сорта в зависимости от их размера были разделены на три фракции 0,45–0,50 мм, 0,50–0,60 мм и 0,60–0,65 мм. Энергию прорастания определяли на 6-й день после замачивания табачных семян, всхожесть – на 12 й день.

Результаты и их обсуждение

Энергия прорастания и всхожесть семян являются важными показателями качества семян, влияющими на урожайность культуры табака. Всхожесть семян – основной показатель их качества. У семян, имеющих пониженную всхожесть, резко снижаются урожайные свойства, и довольно часто никаким увеличением нормы высева нельзя добиться высокого урожая. Энергия прорастания – важный показатель, связанный с урожайностью. Научно и практикой доказано, что семена, прорастающие в первые дни, дают на 30 % выше урожай, чем все семена в целом.

При определении всхожести определенной закономерности между размерами семян и их всхожестью не выявлено. Однако более крупные семена имели лучшую энергию прорастания. Среди испытуемых сортов Американ Ароматный имел лучшие посевные качества независимо от размера семян (табл. 1).

Учеты показали, что качественные характеристики рассады напрямую зависели от размера семени табака. Рассада, выращенная из более крупных семян, в дальнейшем имела длинный, утолщенный, с хорошо развитыми листьями стебель. Из наиболее крупных семян перспективных сортов Вирджиния на Берлей и Американ Ароматный сформировалась наиболее высокорослая рассада – 16,0–17,0 см, с толстым, упругим стеблем – 6,5–7,1 см (табл. 2).

Наибольшее количество развитых рассадных листьев сформировали семена разных фракций со-

Таблица 1. Посевные качества семян сортов табака, 2023–2025 гг.

Table 1. Sowing quality of seeds of tobacco varieties, 2023–2025

Сорт	Фракция, мм	Энергия прорастания, %	Всхожесть, %
Американ 307	0,45–0,50	50,0	60,0
	0,50–0,60	60,0	70,0
	0,60–0,65	70,0	80,0
Вирджиния на Берлей	0,45–0,50	40,0	100,0
	0,50–0,60	40,0	70,0
	0,60–0,65	60,0	70,0
Дюбек Предгорный	0,45–0,50	50,0	70,0
	0,50–0,60	50,0	80,0
	0,60–0,65	90,0	90,0
Американ Ароматный	0,45–0,50	70,0	90,0
	0,50–0,60	70,0	90,0
	0,60–0,65	80,0	90,0
НСР ₀₅		9,9	7,7

Таблица 2. Качественные характеристики рассады сортов табака, 2023–2025 гг.

Table 2. Quality characteristics of seedlings of tobacco varieties, 2023–2025

Сорт	Фракция, мм	Длина стебля, см	Толщина стебля, мм	Число листьев, шт.
Американ 307	0,45–0,50	5,6	2,8	3,0
	0,50–0,60	6,0	3,0	3,0
	0,60–0,65	11,0	4,9	4,0
Вирджиния на Берлей	0,45–0,50	6,0	4,0	3,0
	0,50–0,60	7,2	5,5	3,0
	0,60–0,65	16,1	6,5	5,0
Дюбек Предгорный	0,45–0,50	5,8	4,0	3,0
	0,50–0,60	6,3	4,5	4,0
	0,60–0,65	14,0	4,8	5,0
Американ Ароматный	0,45–0,50	6,0	4,0	4,0
	0,50–0,60	6,3	4,9	4,0
	0,60–0,65	16,0	7,1	5,0
НСР ₀₅		2,7	0,8	0,5

рта Американ Ароматный. При этом семена крупных фракций большинства изучаемых сортов сформировали рассаду, имевшую по 5 хорошо развитых настоящих листьев.

Хозяйственная и экономическая эффективность выращивания рассады в значительной мере определяется выходом стандартной рассады с единицы площади. Темпы роста и развития рассады оцениваемых сортов табака определили выход с единицы площади стандартных, годных к посадке растений, а также приживаемость и укоренение рассады после высадки в поле (табл. 3).

Выход стандартной рассады, приживаемость и продолжительность периода укоренения в поле также напрямую зависели от размера семени табака. Рассада, выращенная из более крупных семян, в дальнейшем имела лучшую приживаемость и бы-

Таблица 3. Выход стандартной рассады, приживаемость и продолжительность периода укоренения в поле, 2023–2025 гг.

Table 3. Yielding capacity of standard seedling, survival rate and duration of rooting period in the field, 2023–2025

Сорт	Фракция, мм	Выход стандартной рассады, шт./м ²	Приживаемость, %	Укоренение, дней
Американ 307	0,45–0,50	1324,0	70,0	15,0
	0,50–0,60	1370,0	73,0	15,0
Вирджиния на Берлей	0,60–0,65	1500,0	80,0	14,0
	0,45–0,50	1480,0	88,0	14,0
Дюбек Предгорный	0,50–0,60	1500,0	90,0	14,0
	0,60–0,65	1580,0	90,0	13,0
Американ Ароматный	0,45–0,50	1500,0	79,0	15,0
	0,50–0,60	1560,0	82,0	15,0
НСР ₀₅	0,60–0,65	1590,0	88,0	14,0
	0,45–0,50	1590,0	84,0	13,0
	0,50–0,60	1620,0	86,0	13,0
	0,60–0,65	1750,0	95,0	12,0
НСР ₀₅		71,8	4,7	0,6

стрее укоренялась в поле (табл. 3).

За все годы наблюдений наиболее высокий выход стандартной рассады наблюдался у сорта Американ Ароматный – 1750 шт. Кроме того, у данного сорта отмечена высокая приживаемость (95 %) и более быстрое укоренение рассады в поле (12 дней).

Выводы

В целом выявлена зависимость качественных и количественных характеристик рассады от размера фракций семян и определены некоторые сортовые различия при выращивании рассады табака. Установлена более высокая энергия прорастания семян и больший выход стандартной рассады у сорта Американ Ароматный. Однако выход стандартной рассады у остальных изучаемых сортов был также достаточно высок.

Таким образом, комплексная оценка крымских сортов табака показала, что погодные условия Крыма позволяют выращивать полноценную рассаду в парниках без обогрева к рекомендуемым агротехническим срокам посадки. Исследуемые сорта, характеризующиеся интенсивными темпами роста и развития, оптимальной продолжительностью рассадного периода, обеспечивают достаточный выход стандартной рассады, что позволяет сокращать затраты труда и материально-технических средств на выращивание.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0008.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0008.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

- Саввин А.А., Шульга В.Ф. Повышение эффективности агропроизводства сортов табака // Сб. научн. трудов Всероссийского научно-исследовательского института овцеводства и козоводства. 2016;1(9):185-188. Savvin A.A., Shulga V.F. Improving the efficiency of tobacco varieties in agricultural production. Collection of Scientific Papers of the All-Russian Research Institute of Sheep and Goat Breeding. 2016;1(9):185-188 (in Russian).
- Казимов Г.А., Рустамова П.Г. Влияние различных способов возделывания на урожайность и качественные показатели табака // Бюллетень науки и практики. 2022;8(11):185-195. DOI 10.33619/2414-2948/84/24. Kazimov G.A., Rustamova P.G. The effect of various cultivation methods on the yield and quality indicators of *Nicotiana tabacum*. Bulletin of Science and Practice. 2022;8(11):185-195. DOI 10.33619/2414-2948/84/24 (in Russian).
- Вахрушева К.А. Сорт как основа повышения урожайности и качества продукции растениеводства // Научные труды студентов Ижевской ГСХА. 2021;1(12):20-23. Vakhrusheva K.A. Variety as a basis for increasing crop yields and quality. Scientific Papers of Students of the Izhevsk State Agricultural Academy. 2021;1(12):20-23 (in Russian).
- Магамедова С.Т. Создание высокоурожайных, качественных, устойчивых к болезням и вредителям сортов табака в Закатальском районе Азербайджана // Бюллетень науки и практики. 2022;8(10):141-144. DOI 10.33619/2414-2948/83/17. Magamedova S.T. Creation of high-yielding, high-quality, resistant to diseases and pests varieties of *Nicotiana tabacum* in the Zakatala district (Azerbaijan). Bulletin of Science and Practice. 2022;8(10):141-144. DOI 10.33619/2414-2948/83/17 (in Russian).
- Ларькина Н.И., Романова Н.К. Перспективные почвенно-климатические зоны выращивания табака в Крыму // Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции. 2019:329-334. Larkina N.I., Romanova N.K. Promising soil and climate zones for growing tobacco in the Crimea. Innovative Research and Development for Scientific Support of the Production and Storage of Environmentally Safe Agricultural and Food Products. Collection of Materials of the III International Scientific and Practical Conference. Krasnodar. 2019:329-334 (in Russian).
- Исаева Л.А., Саввин А.А. Об укреплении экономики и возрождении производства ароматического табачного сырья в России // Эпомен. 2018;23:168-179. Isayeva L.A., Savvin A.A. On strengthening the economy and reviving the production of aromatic tobacco raw materials in Russia. Epomen. 2018;23:168-179 (in Russian).
- Маркин В.Д., Агаурова О.Н., Маркин П.В., Шуваев М.А. Посевные качества семян сортов и линий яровой пшеницы // Наука и образование. 2023;6(4)6:45-53. Markin V.D., Agaurova O.N., Markin P.V., Shuvaev M.A. Field germination of varieties and lines of spring wheat, depending on the sowing qualities of seeds. Science and Education. 2023;6(4)6:45-53 (in Russian).
- Куркиев К.У., Гасанбекова Ф.А., Абулхамидова С.В., Мукайлов М.Д., Муслимов М.Г., Селимова У.А., Гаджимогомедова М.Х. Основные проблемы качества семян овощных культур // Проблемы развития АПК региона. 2020;1(41):54-60. DOI 10.15217/issn2079-0996.2020.1.54.

- Kurkiev K.U., Gasanbekova F.A., Abulkhamidova S.V., Mukailov M.D., Muslimov M.G., Selimova U.A., Gadzhimagomedova M.Kh. Main problems of the quality of vegetable seeds. Development Problems of Regional Agro-Industrial Complex. 2020;1(41):54-60. DOI 10.15217/issn2079-0996.2020.1.54 (in Russian).
9. Сидорова Н.В., Плотникова Т.В., Егорова Е.В. Роль современных органических удобрений в технологии выращивания рассады табака на деградированном питательном субстрате // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019;56:58-64. DOI 10.24411/2078-1318-2019-13058.
Sidorova N.V., Plotnikova T.V., Egorova E.V. The role of modern organic fertilizers in the technology of growing tobacco seedlings on a degraded nutrient substrate. Izvestiya of the St. Petersburg State Agrarian University. 2019;56:58-64. DOI 10.24411/2078-1318-2019-13058 (in Russian).
10. Анисимова Т.Ю., Касатиков В.А., Раскатов В.А. Питательные грунты на основе торфа и торфяной золы для выращивания рассады томата // Плодородие. 2016;4(91):29-31.
Anisimova T.Yu., Kasatikov V.A., Raskatov V.A. Peat and peat-ash nutritive substrates for growing tomato seedlings. Plodorodiye. 2016;4(91):29-31 (in Russian).
11. Varfolomeyeva N.I., Blagorodova E.N., Nepshekueva T.S., Zvyagina A.S. Plant growth regulators effect on Antirrhinum growth and development. International Journal of Professional Science. 2020;12:28-35.
12. Деневищук Д.Д., Исакова А.А., Адиева А.А. Факторы, оказывающие влияние на рост и развитие растений // Современные вопросы взаимодействия образования, науки и общества. 2024:113-117.
Denevishchuk D.D., Isakova A.A., Adieva A.A. Factors influencing plant growth and development. Modern Issues of Interaction between Education, Science, and Society. 2024:113-117 (in Russian).
13. Каргина Л. Н., Илюхина В.В., Гончаренко Н.П. Оценка крымских сортов табака в рассадный период // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;4(106):36-37.
Kargina L.N., Ilyukhina V.V., Goncharenko N.P. Assessment of Crimean tobacco varieties in the seedling phase. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;4(106):36-37 (in Russian).
14. Плотникова Т.В., Сидорова Н.В., Егорова Е.В. Применение современных органоминеральных удобрений и агрохимикатов при производстве табака в условиях Краснодарского края // Агрехимический вестник. 2020;5:45-51. DOI 10.24411/1029-2551-2020-10068.
Plotnikova T.V., Sidorova N.V., Egorova E.V. Application of modern organic and mineral fertilizers for tobacco manufacturing in central zone of the Krasnodar region. Agrochemical Herald. 2020;5:45-51. DOI 10.24411/1029-2551-2020-10068 (in Russian).
15. Плотникова Т.В., Алехин С.Н., Соболева Л.М., Сидорова Н.В., Тютюнникова Е.М., Егорова Е.В. Современная технология выращивания табака с использованием биораци-
- ональных средств и методов // Агротехнический метод защиты растений от вредных организмов. 2017:322-327.
Plotnikova T.V., Alekhin S.N., Soboleva L.M., Sidorova N.V., Tyutyunnikova E.M., Egorova E.V. Modern technology of tobacco cultivation with the use of biorational means and methods. Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar. 2017:322-327 (in Russian).
16. Гузина Л.Е. Выращивание рассады пасленовых культур на различных почвогрунтах // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. 2022:500-503.
Guzina L.E. Growing solanaceous crop seedlings on various soil types. Scientific Support for the Agro-Industrial Complex. 2022:500-503 (in Russian).
17. Егорова Е.В. Влияние природных субстратов на содержание подвижных форм питательных элементов в рассаднике табака // Научное обеспечение агропромышленного комплекса. 2016:82-83.
Egorova E.V. Influence of natural substrates on the content of mobile forms of nutrients in tobacco seedbeds. Scientific Support for the Agro-Industrial Complex. 2016:82-83 (in Russian).
18. Плотникова Т.В., Сидорова Н.В., Егорова Е.В. Роль органических удобрений в восстановлении деградированного питательного субстрата при выращивании рассады (на примере табака) // Scientific achievements of the third millennium. 2018;64-70. DOI 10.18411/scc-09-2018-10.
Plotnikova T.V., Sidorova N.V., Egorova E.V. The role of organic fertilizers in restoring the degraded nutrient substrate during seedling cultivation (on example of tobacco). Scientific achievements of the third millennium. 2018; 64-70. DOI 10.18411/scc-09-2018-10 (in Russian).
19. Методическое руководство по проведению полевых агротехнических опытов с табаком (*Nicotiana tabacum* L.). Краснодар: ВНИИТТИ. 2011:1-42.
Methodical guidelines for conducting field agrotechnical experiments with tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Krasnodar: ASRITTP. 2011:1-42 (in Russian).
20. Методическое руководство по проведению агротехнических опытов с табаком в рассадниках. Краснодар: ВНИИТТИ. 2013:1-28.
Methodical guidelines for conducting agrotechnical experiments with tobacco in nurseries. Krasnodar: ARSRITTP. 2013:1-28 (in Russian).
21. Лысенко А.Е., Дьячкин И.И., Алехин С.Н. Ресурсосберегающая технология производства табака. Краснодар: ВНИИТТИ. 1999:1-20.
Lysenko A.E., Dyachkin I.I., Alyokhin S.N. Resource-saving technology for tobacco production. Krasnodar: ARSRITTP. 1999:1-20 (in Russian).
22. Оказов П.Н., Чененко Л.Д., Федосеева А.Ф. Выращивание рассады табака на несменяемой питательной смеси в механизированных парниках // Табак. 1987;1:9-11.
Okazov P.N., Chenenko L.D., Fedoseeva A.F. Growing tobacco seedlings on a non-replaceable nutrient mixture in mechanized greenhouses. Tabak. 1987;1:9-11 (in Russian).

Информация об авторах

Лидия Николаевна Каргина, ст. науч. сотр. лаборатории селекции табака; e-мэйл: tabakselect@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0504-9041>;

Вера Владимировна Илюхина, науч. сотр. лаборатории селекции табака; e-мэйл: vviluhina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1171-7264>.

Information about the authors

Lidia N. Kargina, Senior Staff Scientist, Laboratory of Tobacco Breeding; e-mail: tabakselect@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-0504-9041>;

Vera V. Ilyukhina, Staff Scientist, Laboratory of Tobacco Breeding; e-mail: vviluhina@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0002-1171-7264>.

Статья поступила в редакцию 15.08.2025, одобрена после рецензии 20.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

УДК 634.11:631.561:631.563
EDN OCMZKY

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Показатели съемной зрелости и лежкости плодов в зависимости от схем посадки яблони в Предгорной зоне Крыма

Кириченко В.С.[✉], Смыков А.В.

Институт садоводства Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН, г. Ялта, Республика Крым, Россия

[✉]loginova_v_koss@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований (2019–2020 гг.) влияния различных схем посадки на качественные показатели и лежкость плодов трех перспективных сортов яблони: Бреберн, Дюльбер и Ренет Симиренко. Исследования проводились в условиях интенсивного сада с использованием четырех вариантов размещения деревьев: 4 × 1 м (контроль), 4 × 1,25 м, 4 × 0,75 м и 4 × 0,5 м. Особое внимание уделялось изучению взаимосвязи между плотностью посадки и основными параметрами качества плодов, определяющими их товарные свойства и сохранность при длительном хранении. Для оценки использовались современные методы: определение плотности мякоти пенетрометром, содержание сухих веществ – рефрактометрией, степень зрелости – йодкрахмальная проба, мониторинг массы при хранении в регулируемой газовой среде, а также анализ пораженности заболеваниями. Органолептическая оценка проводилась дегустационной комиссией по стандартной шкале. Результаты показали, что плотность мякоти зависит от схемы посадки; максимальную плотность демонстрировали: Бреберн – при 4 × 0,75 м (7,8 кг/см²), Дюльбер – при 4 × 0,5 м (7,5 кг/см²), Ренет Симиренко – в контрольных условиях (8,2 кг/см²). Максимальное содержание сухих веществ (14,2–16,5 %) отмечено при традиционной схеме 4 × 1 м. Наименьшие потери при хранении зафиксированы: у Бреберн – 2,8 % (4 × 1,25 м), Дюльбер – 3,1 % (4 × 0,5 м), Ренет Симиренко – 2,5 % (4 × 1,25 м). На основе комплексного анализа разработаны рекомендации по оптимальным схемам посадки для каждого сорта, позволяющие максимально реализовать их потенциал качества и лежкости. Результаты исследования важны для совершенствования технологий закладки интенсивных садов и выбора сортов в конкретных почвенно-климатических условиях.

Ключевые слова: яблоня; средняя масса; товарное качество; плотность мякоти; гидролиз крахмала плодов.

Для цитирования: Кириченко В.С., Смыков А.В. Показатели съемной зрелости и лежкости плодов в зависимости от схем посадки яблони в Предгорной зоне Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):232-238. EDN OCMZKY.

ORIGINAL RESEARCH

Indicators of picking maturity and keeping quality of fruits depending on the planting patterns of apple trees in the Piedmont zone of Crimea

Kirichenko V.S.[✉], Smykov A.V.

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

[✉]loginova_v_koss@mail.ru

Abstract. This article presents the results of study (2019–2020) on the influence of different planting patterns on quality parameters and storage potential of fruits from three promising apple cultivars: 'Brebern', 'Dul'ber', and 'Renet Simirenko'. The research was conducted in an intensive orchard system with four tree planting patterns: 4×1 m (control), 4×1.25 m, 4×0.75 m, and 4×0.5 m. Particular attention was paid to the relationship between planting density and key fruit quality parameters affecting marketability and long-term storage performance. A comprehensive evaluation was performed using modern research methods: determination of flesh firmness using penetrometer, measurement of soluble solids content by refractometry, assessment of maturity stage through iodine-starch test, regular monitoring of natural weight loss during controlled atmosphere storage, and detailed analysis of fruit susceptibility to major postharvest diseases. Sensory evaluation was conducted by a qualified tasting panel using a standard 5-point scale. The results revealed significant dependence of flesh firmness on planting pattern. The highest flesh firmness was demonstrated by: 'Brebern' at 4×0.75 m pattern (7.8 kg/cm²), 'Dul'ber' at 4×0.5 m (7.5 kg/cm²), and 'Renet Simirenko' in the control conditions (8.2 kg/cm²). Maximum content of soluble solids (14.2–16.5%) was observed in the traditional 4×1 m planting pattern for all studied cultivars. The lowest natural weight loss during storage was recorded for: 'Brebern' - 2.8% (4×1.25 m), 'Dul'ber' - 3.1% (4×0.5 m), and 'Renet Simirenko' - 2.5% (4×1.25 m). Based on the comprehensive analysis, practical recommendations were developed for optimal planting patterns for each cultivar in order to maximize their quality potential and keeping performance. The research findings are of significant importance for improving intensive orchard establishment technologies, and can be applied when selecting cultivars for specific soil and climatic conditions.

Key words: apple tree; average weight; commercial quality; flesh firmness; fruit starch hydrolysis.

For citations: Kirichenko V.S., Smykov A.V. Indicators of picking maturity and keeping quality of fruits depending on the planting patterns of apple trees in the Piedmont zone of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):232-238. EDN OCMZKY (in Russian).

Введение

Яблоня отличается не только вкусными и сочными плодами, но и высоким содержанием в них различных биологически ценных веществ: сахаров,

витаминов, пектинов и минеральных веществ, что делает их важной частью здорового питания [1–3].

Плоды имеют низкий гликемический индекс (примерно 36–40), поэтому они не вызывают резкого подъема уровня сахара в крови [4, 5]. Плоды яблони способствуют снижению уровня холестерина и уменьшают риск сердечно-сосудистых заболеваний

[6, 7]. Клетчатка, а также антоцианы и флавоноиды помогают улучшить состояние сердечно-сосудистой системы [8, 9], а витамин С оптимизирует окислительно-восстановительные процессы в организме человека и повышает иммунитет [10]. Антиоксиданты кверцетин и эпикатехин помогают бороться с воспалением и окислительным стрессом, что благоприятно влияет на общее состояние здоровья и замедляет процессы старения [11].

В Крыму сбор яблок начинается в июле с летних сортов и продолжается до октября. Благодаря современным технологиям хранения свежие яблоки доступны потребителям круглый год [12, 13]. Особое значение при этом имеют позднезимние сорта, плоды которых отличаются повышенной лежкостью. Эти сорта способны длительное время сохранять свои товарные и потребительские качества: привлекательный внешний вид, отличные вкусовые характеристики и высокое содержание полезных веществ [14]. Кроме того, они проявляют устойчивость к физиологическим нарушениям при хранении и к распространенным грибным заболеваниям [15]. Эти свойства имеют важное экономическое значение, так как позволяют продлить срок реализации продукции и получать стабильный доход в межсезонный период, когда спрос на свежие яблоки особенно высок [16].

Показатель лежкости определяет длительность хранения плодов без заметного ухудшения их качества. На лежкость плодов влияют многие факторы: уровень агротехнического ухода [17, 18], сорт яблок и срок сбора, так как при сборе в период съемной зрелости они хранятся дольше, чем перезревшие или недозревшие плоды [19].

Съемная зрелость плодов яблони – это стадия, на которой плоды достигают максимально возможной зрелости для последующего сбора, но еще не достигли полного созревания [20]. Это важный момент в агрономии и садоводстве, так как оставление плодов на дереве после достижения съемной зрелости может привести к снижению их качества, увеличению потерь и ухудшению условий хранения [21, 22]. Одним из признаков съемной зрелости является изменение окраски плодов (появляется характерный для сорта окрас), плоды легче отделяются от ветки, что также является признаком готовности к сбору [23]. Наблюдается увеличение в них содержания сахаров и снижение уровня кислотности.

Естественные потери при хранении плодов яблони могут зависеть как от сорта, так и от схемы посадки, и это влияние можно рассмотреть через несколько ключевых факторов [24].

Сорта яблони имеют разные уровни содержания воды, сахаров и кислот в плодах, а также различную плотность мякоти. Сорта с высокой плотностью мякоти, как правило, лучше сохраняются, так как меньше подвержены таким болезням, как гнили [25].

Сорта с разной скоростью созревания имеют различные характеристики хранения. Ранние сорта бо-

лее подвержены механическим повреждениям и заболеваниям, чем сорта позднего срока созревания [26].

Разные схемы посадки (загущенная или более разреженная) могут влиять на проветривание плодов и, соответственно, на уровень влажности. Плохая вентиляция может привести к повышенному уровню влажности, что способствует образованию гнилей и других заболеваний [27].

Исследования проводились с целью оценить влияние различных схем посадки деревьев на оптимальные сроки съема и сохранность плодов яблони в период хранения.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в период с 2019 по 2022 гг. на отделении «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН» в интенсивном саду 2013 г. посадки на слаборослом подвое М-9.

Объектом исследований являлись три сорта яблони Ренет Симиренко, Бреберн и Дюльбер при различных схемах посадки: 4 × 1 м (контроль), 4 × 1,25 м, 4 × 0,75 м и 4 × 0,5 м. Форма кроны – стройное веретено.

Почвы опытного участка лугово-аллювиального и делювиального происхождения. По механическому составу почва среднесуглинистая с содержанием глинистых частиц. Обеспеченность подвижными формами азота 1,5–1,9 мг и фосфора 2,8–6,5 мг на 100 г абсолютной сухой почвы средняя, а обменным калием высокая – 44–58 мг. В саду функционирует капельное орошение. Защиту растений от вредителей и болезней проводили в соответствии с рекомендациями для южной зоны выращивания.

Учеты и наблюдения проводили по программам и методикам сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [28], а статистическую обработку данных по методике Доспехова Б.А. с использованием программы Excel 2013 [29, 30].

Отбор на хранение проведен в соответствии с действующими стандартами.

Сорта позднего срока созревания сортировали на четыре сорта: высший (по наибольшему поперечному диаметру более 65 мм), первый (60 мм), второй (50 мм), третий (40 мм) согласно ГОСТ 21122-75 Яблоки свежие поздних сроков созревания. Технические условия.

Перед закладкой на хранение в плодах определяли показатели съемной зрелости: плотность мякоти, йодкрахмальную пробу, вкусовые качества и сухие растворимые вещества. Хранение плодов осуществлялось в экспериментальной холодильной камере со свободным доступом воздуха при температуре +1,0 °С и относительной влажности воздуха 85–90 %. Плоды снимали в стадии съемной зрелости, а их товарность соответствовала ГОСТ 21122-75. Плотность мякоти плодов определяли перед закладкой и в конце хранения.

После хранения была проведена дегустационная

оценка, определены потери и наличие физиологических заболеваний и болезней во всех вариантах опыта. Естественную убыль массы плодов устанавливали взвешиванием фиксированных проб.

Результаты и их обсуждение

В табл. 1 представлены показатели зрелости плодов яблони перед закладкой на хранение в зависимости от схемы посадки. Основные показатели зрелости плодов включают: плотность мякоти (кг/см²) – показатель, характеризующий твердость плодов; сухие растворимые вещества (%) – показатель, отражающий содержание сахаров и других растворимых веществ; степень гидролиза крахмала (балл) – показатель, характеризующий степень зрелости плодов на основе преобразования крахмала в сахара.

Плотность мякоти сорта Бреберн находилась в диапазоне от 10,3 до 11,4 кг/см². При схемах посадки 4 × 1,25 м и 4 × 0,75 м существенных различий с контролем по этому признаку не отмечали. При загущенной схеме посадки 4 × 0,5 м плотность мякоти заметно снизилась (10,3 кг/см²) по сравнению с контролем (11,4 кг/см²).

Содержание сухих растворимых веществ варьировало от 12 до 13 %. Во всех вариантах опыта наблюдали существенное снижение их концентрации в плодах – 10,2–11,0 %, в контроле – 13,0 %.

Степень гидролиза крахмала возросла только при загущенной схеме посадки 4 × 0,5 м (4,0 балла). В остальных вариантах опыта показатели от контроля не отличались.

Значения плотности мякоти Дюльбера варьировали от 7,6 до 8,5 кг/см². Значительное увеличение плотности мякоти до 8,5 кг/см² произошло в варианте 4 × 0,5 м, в контроле – 7,8 кг/см². В остальных вариантах существенных различий с контролем не отмечали.

Наибольшее содержание сухих растворимых веществ до 13,0 % определили у сорта Дюльбер при контрольной схеме посадки 4 × 1 м. Однако при других схемах показатели были значительно ниже контрольного.

Степень гидролиза крахмала заметно возросла только при загущенной схеме посадки 4 × 0,5 м (5,0 баллов), что соответствует наибольшей степени зрелости плодов.

Показатели плотности мякоти яблок сорта Ренета Симиренко варьировали от 10,8 до 11,6 кг/см². Уменьшение плотности мякоти отмечали при схеме посадки 4 × 1,25 м до 10,8 кг/см², в контроле – 11,4 кг/см². В остальных вариантах различий с контролем не было.

Наибольший процент сухих растворимых веществ (13,2 %) в плодах наблюдали при контрольной схеме размещения. В остальных вариантах опыта их содержание было ниже (11,1–11,8%), чем в контроле.

Во всех вариантах степень гидролиза крахмала составила 5 баллов, что свидетельствует об отсутствии влияния схем посадки на этот показатель.

Таблица 1. Показатели зрелости плодов яблони перед закладкой на хранение в зависимости от схемы посадки (форма кроны – стройное веретено; 2019–2020 гг.)

Table 1. Indicators of apple fruit maturity before placing for storage depending on the planting pattern (crown training - slender spindle; 2019–2020)

Схемы посадки	Плотность мякоти, кг/см ²	Сухие растворимые вещества, %	Степень гидролиза крахмала, балл
Бреберн			
4 × 1 м (контроль)	11,4±0,2	13,0±0,2	3,0±0,2
4 × 1,25 м	11,1±0,2	12,2±0,2*	3,0±0,2
4 × 0,75 м	11,3±0,2	12,0±0,2*	3,0±0,2
4 × 0,5 м	10,3±0,2*	12,2±0,2*	4,0±0,2*
НСР ₀₅	0,7	0,6	0,7
Дюльбер			
4 × 1 м (контроль)	7,8±0,2	13,0±0,6	4,0±0,2
4 × 1,25 м	7,7±0,2	11,0±0,6*	4,0±0,2
4 × 0,75 м	7,6±0,2	10,2±0,6*	4,0±0,2
4 × 0,5 м	8,5±0,2*	11,0±0,6*	5,0*±0,2
НСР ₀₅	0,6	1,7	0,7
Ренет Симиренко			
4 × 1 м (контроль)	11,4±0,2	13,2±0,5	5,0
4 × 1,25 м	10,8±0,2*	11,2±0,5*	5,0
4 × 0,75 м	11,6±0,2	11,8±0,5*	5,0
4 × 0,5 м	11,0±0,2	11,1±0,5*	5,0
НСР ₀₅	0,5	1,3	-

Примечание. * - Существенные различия с контролем при P=0,95

Схемы посадки, которые обеспечивают лучший доступ света к плодам, могут способствовать повышенному качеству плодов, что, в свою очередь, может уменьшить количество естественных потерь при хранении (табл. 2).

У сорта Бреберн перед закладкой на хранение значения средней массы плода варьировали от 151,3 до 188,2 г. Наиболее крупные плоды наблюдали в вариантах 4 × 1,25 м – 188,2 г и 4 × 0,5 м – 181,7 г. В конце хранения масса плодов снизилась незначительно (от 153,8 до 156,7 г). Во всех вариантах отмечали существенно меньшее снижение естественных потерь (0,3–1,1 %), чем в контроле (1,85 %). Наименьшие естественные потери наблюдали при схеме посадки 4 × 1,25 м – 0,3 %.

У сорта Дюльбер перед закладкой на хранение средняя масса плода находилась на уровне от 368,6 до 452,8 г. Самые крупные плоды отмечали во всех вариантах схем посадки по сравнению с контролем. Существенные естественные потери отмечены при схемах посадки 4 × 1,25 м – 7,8 % и 4 × 0,75 м – 8,25 %, в контроле – 6,7 %. При схеме 4 × 0,5 м естественные потери были на уровне контроля – 5,96 %.

Перед закладкой на хранение средняя масса пло-

Таблица 2. Влияние сорта и схем посадки на естественные потери при хранении плодов яблони (форма кроны – стройное веретено)**Table 2.** The effect of cultivars and planting patterns on the natural postharvest weight loss in apple fruits (crown training - slender spindle)

Схемы посадки	Средняя масса плода, г		Естественные потери в конце хранения, %
	перед закладкой на хранение	в конце хранения	
Бреберн			
4 × 1 м (контроль)	156,7±5,13	153,8±1,85	1,85±0,18
4 × 1,25 м	188,2±5,13*	187,6±1,85*	0,30±0,18*
4 × 0,75 м	151,3±5,13	150,2±1,85	0,72±0,18*
4 × 0,5 м	181,7±5,13*	179,7±1,85*	1,10±0,19*
НСР ₀₅	14,5	14,8	0,52
Дюльбер			
4 × 1 м (контроль)	368,6±10,39	343,9±10,04	6,70±0,28
4 × 1,25 м	404,9±10,39*	373,2±10,04*	7,80±0,28*
4 × 0,75 м	434,9±10,39*	399,0±10,04*	8,25±0,28*
4 × 0,5 м	452,8±10,39*	425,9±10,04*	5,96±0,28
НСР ₀₅	29,4	28,4	0,8
Ренет Симиренко			
4 × 1 м (контроль)	125,5±5,34	123,2±5,30	1,83±0,11
4 × 1,25 м	140,5±5,34	139,0±5,30*	1,06±0,11*
4 × 0,75 м	158,6±5,34*	156,8±5,30*	1,13±0,11*
4 × 0,5 м	168,0±5,34*	165,3±5,30*	1,60±0,11
НСР ₀₅	15,1	15,0	0,3

Примечание. * - Существенные различия с контролем при P=0,95

дов сорта Ренет Симиренко находилась в пределах от 125,5 до 168,0 г. В конце хранения масса плодов снизилась незначительно. Наименьшие естественные потери наблюдали при схемах посадки 4 × 1,25 м – 1,06 % и 4 × 0,75 м – 1,13 %, в контроле – 1,83 %. В варианте 4 × 0,5 м заметных различий с контролем по естественным потерям не наблюдали (1,6 %).

Таким образом, проявились сортовые различия: у сорта Бреберн при всех схемах посадки отмечали существенное снижение естественных потерь по сравнению с контролем (4 × 1 м); у сорта Дюльбер в вариантах посадки 4 × 1,25 м и 4 × 0,75 м наблюдали значительное увеличение естественных потерь; у сорта Ренет Симиренко при этих же схемах – уменьшение естественных потерь в конце срока хранения. У сортов Дюльбер и Ренет Симиренко в варианте 4 × 0,5 м естественная убыль была на уровне контроля.

Среди всех показателей наибольшее значение имеет товарное качество плодов в конце срока хранения (табл. 3).

У сорта Бреберн наиболее высокая плотность мякоти была отмечена при схеме посадки 4 × 0,75 м – 7,4 кг/см². В остальных вариантах плотность мякоти плодов была на уровне контроля. В отличие от Бреберна у сорта Дюльбер при схеме 4 × 0,75 м опре-

Таблица 3. Показатели качества плодов яблони в конце срока хранения**Table 3.** Quality indicators of apple fruits at the end of storage period

Схемы посадки	Плотность мякоти, кг/см ²	Оценка вкуса (балл)	Поражаемость заболеваниями, %	
			грибные гнили	горькая ямчатость
Бреберн				
4 × 1 м (контроль)	6,7±0,3	4,5±0,1	0	0
4 × 1,25 м	6,4±0,3	4,9±0,1*	0	0
4 × 0,75 м	7,4±0,3*	4,3±0,1*	1,0	1,0
4 × 0,5 м	6,4±0,3	4,8±0,1*	2,0	0
НСР ₀₅	0,4	0,2	1,8	0,8
Дюльбер				
4 × 1 м (контроль)	4,1±0,4	3,7±0,2	3,5	0
4 × 1,25 м	4,5±0,4	3,6±0,2	4,0	0
4 × 0,75 м	3,4±0,4*	4,0±0,2*	3,0	2,0
4 × 0,5 м	5,2±0,4*	3,2±0,2*	4,0	1,0
НСР ₀₅	0,6	0,3	0,7	1,8
Ренет Симиренко				
4 × 1 м (контроль)	6,1±0,2	5,0±0,1	3,0	0
4 × 1,25 м	5,8±0,2*	5,0±0,1	2,0	0
4 × 0,75 м	5,7±0,2*	5,0±0,1	5,0	0
4 × 0,5 м	5,1±0,2*	4,5±0,1*	5,0	0
НСР ₀₅	0,3	0,1	1,1	-

Примечание. * - Существенные различия с контролем при P=0,95

делена самая низкая плотность мякоти – 3,4 кг/см², а при схеме посадки 4 × 0,5 м – наиболее высокая – 5,2 кг/см² по сравнению с контролем 4,1 кг/см².

Плотность мякоти яблок сорта Ренета Симиренко во всех вариантах была ниже, чем в контроле.

Высокие оценки вкуса (4,8–4,9 балла) сорта Бреберн наблюдали в вариантах при схемах посадки 4 × 1,25 м и 4 × 0,5 м. При схеме 4 × 0,75 м оценка вкуса плодов снизилась до 4,3 балла.

У сорта Дюльбер при схеме посадки 4 × 0,75 м отмечали высокие вкусовые качества плодов до 4,0 баллов, а при схеме 4 × 0,5 м – снижение вкуса до 3,2 балла.

Высокие оценки вкуса плодов Ренета Симиренко (5,0 балл) проявились во всех вариантах опыта за исключением самой плотной схемы посадки 4 × 0,5 м, при которой вкус плодов снизился до 4,5 балла.

Небольшие поражения плодов грибными гнилями (1,0–2,0 балла) определили у сорта Бреберн при плотных схемах посадки 4 × 0,75 м и 4 × 0,5 м, в контроле – без поражений. Поражаемость горькой ямчатостью (1,0 балл) также отмечали при схеме – 4 × 0,75 м, в контроле – 0 баллов.

У сорта Дюльбер во всех вариантах опыта поражение плодов грибными гнилями (3,0–4,0 балла) было на уровне контроля (3,5 балла), а поражаемость

плодов горькой ямчатостью (1,0–2,0 балла) проявилось при схемах посадки 4 × 0,75 м и 4 × 0,5 м, в контроле – без поражений.

У сорта Ренет Симиренко при уплотненных схемах посадки 4 × 0,75 м и 4 × 0,5 м наблюдали более сильное поражение плодов грибной гнилью (5 баллов), чем при более разреженных схемах посадки – 4 × 1 м и 4 × 1,25 м. Во всех вариантах опыта поражения плодов горькой ямчатостью не отмечали.

Выводы

Исследования показали, что схема посадки существенно влияет на качество плодов яблони перед закладкой на хранение. У сорта Бреберн при схемах 4 × 1,25 м и 4 × 0,75 м плотность мякоти оставалась на уровне контроля, тогда как при уплотненной посадке 4 × 0,5 м этот показатель снижался до 10,3 кг/см². Содержание сухих веществ у данного сорта во всех вариантах было ниже контрольных значений (10,2–11,0 %).

Сорт Дюльбер при схеме 4 × 0,5 м показал увеличение плотности мякоти до 8,5 кг/см², однако максимальное содержание сухих веществ (13,0%) наблюдалось только в контроле. У Ренета Симиренко наилучшие результаты по плотности мякоти и содержанию сухих веществ также отмечены при традиционной схеме посадки 4 × 1 м.

В ходе хранения выявлены сортовые различия в естественной убыли массы. Бреберн демонстрировал снижение потерь при всех схемах посадки, тогда как у Дюльбера в вариантах 4 × 1,25 м и 4 × 0,75 м потери увеличивались. Ренет Симиренко, напротив, показал уменьшение убыли массы при этих же схемах.

Органолептическая оценка выявила, что вкусовые качества плодов варьировали в зависимости от сорта и схемы посадки. Наивысшие оценки получил Ренет Симиренко (5,0 баллов), за исключением варианта 4 × 0,5 м (4,5 балла). Устойчивость к заболеваниям также зависела от сортовых особенностей и плотности посадки.

Полученные данные позволяют рекомендовать индивидуальный подбор схем посадки для каждого сорта с учетом его биологических особенностей и целевых показателей качества продукции. Результаты исследования имеют практическое значение для садоводов при закладке интенсивных садов.

Источник финансирования

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

Financing sources

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Бабинцева Н.А., Кириченко В.С., Горб Н.Н. Влияние формы кроны на качественные показатели съемной зрелости и лежкость плодов яблони в условиях Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(4):366-371. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.010. Babintseva N.A., Kirichenko V.S., Gorb N.N. The effect of the crown shape on qualitative indicators of picking maturity and keeping capacity of apple fruits in the conditions of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(4):366-371. DOI 10.35547/IM.2021.23.4.010 (in Russian).
2. Горб Н.Н., Унтилова А.Е., Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В., Бабинцева Н.А., Литченко Н.А., Попов А.И., Хоружий П.Г., Арифова З.И., Гришанева Л.Ю. Хранение плодов семечковых и других плодово-ягодных культур в условиях Крыма. Симферополь: Антиква. 2016:1-105. Gorb N.N., Untilova A.E., Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V., Babintseva N.A., Litchenko N.A., Popov A.I., Khoruzhiy P.G., Arifova Z.I., Grishaneva L.Yu. Storage of pome and other fruit crops in Crimea conditions. Simferopol: Antikva. 2016:1-105 (in Russian).
3. Егоров В.Н., Савин И.Ю. Биохимия растений. Москва: Колос, 2010. 416 с. ISBN 978-5-9532-0744-5. Egorov V.N., Savin I.Yu. Plant Biochemistry. Moscow: Kolos, 2010. 416 p. ISBN 978-5-9532-0744-5 (in Russian).
4. Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б., Балакирев А.Е., Гучева Р.Б. Высокоточные технологии хранения плодов яблони – основа обеспечения их качества (достижения, задачи на перспективу) // Достижения науки и техники АПК. 2019;33(2):61-67. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10215. Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Yu.B., Balakirev A.E., Gucheva R.B. High-precision technologies of storage of apple fruits is the basis for ensuring their quality: achievements, challenges for the future. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2019;33(2):61-67. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10215 (in Russian).
5. Гулидова В.А., Захаров В.Л. Сравнительный биохимический состав и товарные качества плодов яблонь разных сортов, выращиваемых в интенсивных садах в условиях ЦЧР // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2023;2(77):59-70. DOI 10.53914/issn2071-2243_2023_2_59. Gulidova V.A., Zakharov V.L. Comparative biochemical composition and commercial qualities of fruits of different varieties of apple trees cultivated in intensive orchards in the conditions of the central chernozem region. Vestnik of Voronezh State Agrarian University. 2023;2(77):59-70. DOI 10.53914/issn2071-2243_2023_2_59 (in Russian).
6. Ткачева Н. Яблоки – польза и вред, доказанные диетологами // Журнал здорового питания и диетологии. 2021;17:84-88. DOI 10.59316/.vi17.130. Tkacheva N. Apples - benefits and harms proven by nutritionists. Journal of Healthy Nutrition and Dietetics. 2021;17:84-88. DOI 10.59316/.vi17.130 (in Russian).
7. Гудковский В.А., Кожина Л.В., Сутормина А.В., Назаров Ю.Б. Достижения, проблемы длительного хранения плодов яблони и новые возможности их решения (обзор) // Современное состояние садоводства

- Российской Федерации, проблемы отрасли и пути их решения. 2020:126-140.
- Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Sutormina A.V., Nazarov Yu.B. Achievements, problems of long-term storage of apple fruits and new opportunities for their solution (review). Current State of Horticulture in the Russian Federation. 2020:126-140 (*in Russian*).
8. Плугатарь Ю.В., Смыков А.В. Перспективы развития садоводства в Крыму // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2015;140:5-18.
- Plugar Yu.V., Smykov A.V. Prospects for the development of horticulture in Crimea. Collection of Scientific Works of the SNBG. 2015;140:5-18 (*in Russian*).
9. Медеяева А.Ю., Данилин С.И., Трунов Ю.В., Брюхина С.А. Оценка антиоксидантной, витаминной и минеральной ценности яблок // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК - продукты здорового питания. 2024;2:52-57. DOI 10.24412/2311-6447-2024-2-52-57.
- Medelyaeva A.Yu., Danilin S.I., Trunov Yu.V., Bryukhina S.A. Assessment of antioxidant, vitamin and mineral value of apples. Technologies of the food and processing industry of the agro-industrial complex - healthy food products. 2024;2:52-57. DOI 10.24412/2311-6447-2024-2-52-57 (*in Russian*).
10. Вавилина А.Е. Определение содержания аскорбиновой кислоты в яблоках с различным сроком хранения // Научные исследования как основа инновационного развития общества. 2019;2:18-20.
- Vavilina A.E. Determination of ascorbic acid content in apples with different storage periods. Science-Intensive Research as Basis for Innovative Society Development. 2019;2:18-20 (*in Russian*).
11. Фещенко Е.М. Влияние содержания биологически активных фенольных соединений в плодах *Malus Mill.* на показатели их качества // Плодоводство и ягодоводство России. 2023;73:32-42. DOI 10.31676/2073-4948-2023-73-32-42.
- Feshchenko E.M. Influence of the content of biologically active phenolic compounds in the fruits of *Malus Mill.* on their quality indicators. Pomiculture and Small Fruits Culture in Russia. 2023;73:32-42. DOI 10.31676/2073-4948-2023-73-32-42 (*in Russian*).
12. Гучева Р.Б., Хоконова М.Б. Современные способы хранения плодов яблони. Нальчик: Принт Центр. 2023:1-119.
- Gucheva R.B., Khokonova M.B. Modern methods of apple fruit storage. Nalchik: Print Center. 2023:1-119 (*in Russian*).
13. Причко Т.Г., Смелик Т.Л. Изменение химического состава яблок при хранении в регулируемой атмосфере // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. 2018;14:190-194. DOI 10.30679/2587-9847-2018-14-190-194.
- Prichko T.G., Smelik T.L. Change in the chemical composition of apples during storage in a controlled atmosphere. Scientific Publications of FSBSI NCFSCHEVW. 2018;14:190-194. DOI 10.30679/2587-9847-2018-14-190-194 (*in Russian*).
14. Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б., Балакирев А.Е., Гучева Р.Б. Высокоточные технологии хранения плодов яблони - основа обеспечения их качества (достижения, задачи на перспективу) // Достижения науки и техники АПК. 2019;33(2):61-67. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10215.
- Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Yu.B., Balakirev A.E., Gocheva R.B. High-precision technologies of storage of apple fruits is the basis for ensuring their quality: achievements, challenges for the future. Achievements of Science and Technology in Agro-Industrial Complex. 2019;33(2):61-67. DOI 10.24411/0235-2451-2019-10215 (*in Russian*).
15. Тищенко Т.Н. Экономическая эффективность хранения плодов // Наука и инновации в сельском хозяйстве. 2011;2:263-266.
- Tishchenko T.N. Economic efficiency of fruit storage. Science and Innovations in Agriculture. 2011;2:263-266 (*in Russian*).
16. Денисова О.А. Влияние сроков съема плодов яблони на лежкость и товарные качества при хранении // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):259-265. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.006.
- Denisova O.A. The effect of timing for harvesting apple fruits on keeping and commercial qualities during storage. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):259-265. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.006 (*in Russian*).
17. Карпов С.Б., Ильинский А.С., Пугачев В.Ю. Современные тенденции в определении оптимального срока съема плодов для хранения // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2011;2-2:78-83.
- Karpov S.B., Ilyinskiy A.S., Pugachyov V.Yu. Modern trends in determination of optimum harvest time of apples for long term storage. The Bulletin of Michurinsk State Agrarian University. 2011;2-2:78-83 (*in Russian*).
19. Першакова Т.В., Купин Г.А. Технология подготовки к хранению плодов яблони и груши для защиты от фитопатогенных микроорганизмов // Биотехнологии в управлении производственными процессами в садоводстве, виноградарстве, виноделии. 2022:93-94.
- Pershakova T.V., Kupin G.A. Technology of pre-storage treatment of apple and pear fruits for protection against phytopathogenic microorganisms. Biotechnology in Management of Production Processes in Horticulture, Viticulture and Winemaking. 2022:93-94 (*in Russian*).
20. Целуйко Н.А. Определение срока съема плодов семечковых культур. М.: Колос. 1969:1-72.
- Tseluiko N.A. Determination of harvest maturity for pome fruits. M.: Kolos. 1969:1-72 (*in Russian*).
21. Корниенко Н.Я. Адаптивность сортов яблони к основным заболеваниям при хранении в изменяющихся условиях регулируемой среды // Известия Оренбургского ГАУ. 2015;5(55):181-183.
- Kornienko N.Ya. Adaptability of apple tree varieties to the main diseases when stored under changing conditions of regulated environment. News of Orenburg SAU. 2015;5(55):181-183 (*in Russian*).
22. Берзегова А.А. Влияние биохимического состава плодов яблони разного срока созревания на технологические свойства // Аграрная Россия. 2012;8:22-26.
- Berzegova A.A. Influence of biochemical composition of apple fruits with different ripening periods on technological properties. Agrarian Russia. 2012;8:22-26 (*in Russian*).
23. Хамурзаев С.М., Мадаев А.А., Анасов И.М. Особенности и значение современных интенсивных садов яблони с высокой плотностью посадки насажде-

- ний // Горное сельское хозяйство. 2019;1:49-53. DOI 10.25691/GSH.2019.1.011.
- Намурзаев С.М., Мадаяев А.А., Анасов И.М. Features and value of modern intensive orchards of apple trees with high density of planting. Hill Agriculture. 2019;1:49-53. DOI 10.25691/GSH.2019.1.011 (in Russian).
24. Бабинцева Н.А., Горб Н.Н. Влияние садовых конструкций на длительность хранения плодов яблони (*Malus domestica* Borkh.) в предгорной зоне Крыма // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2017;144-2:9-15. Babintseva N.A., Gorb N.N. The influence of garden designs on the duration of storage of apple fruits (*Malus domestica* Borkh.) in the foothill zone of the Crimea. Collection of Scientific Works of the SNBG. 2017;144-2:9-15 (in Russian).
25. Халилов Э.С., Смыков А.В., Челебиев Э.Ф., Усков М.К. Товарно-потребительские качества и химический состав плодов перспективных селекционных форм яблони для Крыма // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2021;139:91-99. DOI 10.36305/0513-1634-2021-139-91-99. Khalilov E.S., Smykov A.V., Chelebiyev E.F., Uskov M.K. Commodity and consumer qualities and chemical composition of fruits of promising breeding forms of apple for the Crimea. Bulletin of the SNBG. 2021;139:91-99. DOI 10.36305/0513-1634-2021-139-91-99 (in Russian).
26. Pesis E., Ebeler S.E., de Freitas S.T., Padda M., Mitcham E.J. Short anaerobiosis period prior to cold storage alleviates bitter pit and superficial scald in Granny Smith apples. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2010;90(12):2114-2123. DOI 10.1002/jsfa.4060.
27. Куличихин И.В. Влияние плодовой нагрузки на урожайность и качество плодов яблони в интенсивных садах ЦЧР. Мичуринск: Мичуринский государственный аграрный университет. 2024:1-179. Kulichikhin I.V. The influence of fruit load on yield and fruit quality of apple trees in intensive orchards of the Central Chernozem Region. Michurinsk SAU. 2024:1-179 (in Russian).
28. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Г.А. Лобанова. Мичуринск: ВНИИС. 1973:1-496. Program and methodology of cultivar studies for fruit, berry and nut crops. Edited by Lobanov G.A.. Michurinsk: VNIIS. 1973:1-496 (in Russian).
29. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур // Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606. Program and methodology of breeding fruit, berry and nut crops. Edited by Sedov E.N., Ogoltsova T.G. Orel: VNIISPK. 1999:1-606 (in Russian).
30. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352. Dospikhov B.A. Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (in Russian).

Информация об авторах

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

Анатолий Владимирович Смыков, д-р с.-х. наук, ст. науч. сотр., гл. науч. сотр. лаборатории южных плодовых и орехоплодных культур; e-мейл: selectfruit@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0931-7955>.

Information about the authors

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

Anatoly V. Smykov, Dr. Agric. Sci., Senior Staff Scientist, Chief Staff Scientist, Laboratory of Southern Fruit and Nut Crops; e-mail: selectfruit@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-0931-7955>.

Статья поступила в редакцию 06.05.2025, одобрена после рецензии 30.06.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Вредоносные бактериальные болезни риса в современных условиях

Брагина О.А.[✉], Гаркуша С.В., Лыско И.А.

Федеральный научный центр риса, г. Краснодар, Краснодарский край, Россия

[✉]olesya.bragina.1984@mail.ru

Аннотация. Рис является одной из важнейших продовольственных зерновых культур для половины населения земного шара. Крупнейшими мировыми производителями риса являются страны Азии, где сосредоточено 87 % мирового объема производства. Стабильное производство риса имеет ключевую роль в решении стратегической проблемы обеспечения продовольственной безопасности. Возделываемый рис подвергается множеству биотических и абиотических стрессов, которые приводят к серьезному снижению урожайности и безопасности пищевых продуктов и, как следствие, резкому усугублению проблемы продовольственной безопасности. Наиболее разрушительными являются бактериальные болезни, вызывающие потери урожая до 70 %. Разработка эффективных методов контроля распространения патогенов затруднена недостаточной изученностью бактериальных возбудителей. Данный обзор призван восполнить пробел в информации о вредоносных бактериальных болезнях риса. В статье приведена информация об основных бактериальных заболеваниях риса по следующим аспектам: возбудители и симптомы, круг хозяев, физиологическое воздействие, факторы вирулентности, экология возбудителей, эпидемиология и воздействие, ареал и зона вредоносности, а также методы борьбы. Наиболее эффективным способом борьбы с распространением заболеваний является использование устойчивых сортов риса совместно с оптимальным комплексом агротехнических мероприятий. В России и странах Европейского союза бактериальные болезни не являются эндемичными, включены в список карантинных объектов. В связи с этим необходимо пристально следить за фитосанитарным состоянием генетических ресурсов риса при обмене с другими странами, осуществлять регулярные обследования посевов в течение всего вегетационного периода, а также профилактические мероприятия, предупреждающие распространение вредных организмов.

Ключевые слова: рис; бактериальные болезни; вредоносность; урожайность; меры борьбы; продовольственная безопасность.

Для цитирования: Брагина О.А., Гаркуша С.В., Лыско И.А. Вредоносные бактериальные болезни риса в современных условиях. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):239-246. EDN PFSZUU.

ANALYTICAL REVIEW

Harmful bacterial diseases of rice in present-day conditions

Bragina O.A.[✉], Garkusha S.V., Lysko I.A.

Federal Scientific Center of Rice, Krasnodar, Krasnodar Territory, Russia

[✉]olesya.bragina.1984@mail.ru

Abstract. Rice is one of the most important food grain crops for half of the world population. The largest global rice producers are Asian countries, where 87% of global production is concentrated. Sustainable rice production plays a key role in solving the strategic problem of ensuring food security. Cultivated rice is subject to many biotic and abiotic stresses followed by a serious decrease in cropping capacity and food safety, and, as a consequence, a sharp aggravation of the problem of acute food insecurity. The most destructive are bacterial diseases causing yield losses of up to 70%. The development of effective methods for controlling the spread of pathogens is hampered by insufficient knowledge of bacterial agents. This review aims at filling the gap in the information on harmful bacterial diseases of rice. The article provides information on the main bacterial diseases of rice in the following aspects: pathogens and symptoms, host range, physiological effects, virulence factors, ecology of pathogens, epidemiology and effects, range and zone of harmfulness, as well as control methods. The most effective way to combat the spread of diseases is the use of resistant rice varieties together with an optimal set of agrotechnical practices. In Russia and in the EU countries, bacterial diseases are not endemic, but are included in the list of quarantine objects. In this regard, it is necessary to closely monitor the phytosanitary condition of rice germplasm when exchanging with other countries, to carry out regular surveys of crops throughout the growing season, as well as preventive measures from the spread of harmful organisms.

Key words: rice; bacterial diseases; harmfulness; cropping capacity; control measures; food security.

For citation: Bragina O.A., Garkusha S.V., Lysko I.A. Harmful bacterial diseases of rice in present-day conditions. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):239-246. EDN PFSZUU (in Russian).

Введение

Рис (*Oryza sativa* L.) – одна из важнейших сельскохозяйственных зерновых культур, обеспечивающая продовольственную безопасность более половины населения мира. Спрос на рис ежегодно возрастает, и по прогнозу ФАО к 2030 г. он составит 790 млн. т, превысив на 2–3 % спрос на пшеницу. Основным районом рисосеяния является Азия (87 % мирового объема производства). В целом на рис приходится почти 30 % калорий, потребляемых

более чем 3 млрд жителей Азии [1].

По данным ФАОСТАТ в 2024 г. посевы риса размещены в 118 странах на площади 167 млн га, годовое производство его зерна – более 780 млн т [1, 2].

Стабильное производство риса играет ключевую роль в обеспечении продовольственной безопасности, улучшении качества питания и поддержании хорошего здоровья людей, а также содействии глобальной продовольственной и пищевой безопасности.

Однако посевы риса зачастую подвергаются множеству биотических и абиотических стрессов, которые приводят к серьезному снижению урожайности и безопасности пищевых продуктов [3, 4]. У

риса зарегистрировано более 80 болезней, вызываемых грибами, бактериями и вирусами. Наряду с пирикулярриозом риса наиболее разрушительными являются и бактериальные инфекции, которые приводят к потере до 50 % урожая в зависимости от сорта, стадии роста, географического положения и условий окружающей среды [5].

Значительный экономический ущерб рису наносят бактериальные болезни в Южной Азии и Африке, где рис является основным продуктом питания. Наиболее распространенными бактериозами посевов риса на разных стадиях роста являются бактериальное заболевание всходов (*Burkholderia (Pseudomonas) plantarii*), бактериальная коричневая полосатость (*Pseudomonas avenae*), бактериальная пятнистость или бактериальный ожог (*Xanthomonas oryzae pv. oryzae (Xoo)*), бактериальная полосатость листьев (*Xanthomonas oryzae pv. oryzicola*), корневая гниль (*Erwinia chrysanthemi*), бактериальная гниль зерна (*Burkholderia glumae*), бурая гниль оболочки (*Pseudomonas fuscovaginae*) [4, 6, 7]. При благоприятных условиях бактериальные болезни, такие как бактериальный ожог и бактериальная полосатость листьев, становятся очень опасными для восприимчивых сортов риса и приводят к потере до 70 % урожая [8–10]. Эти бактериозы вызывают внезапные вспышки и ведут к резкому усугублению проблемы продовольственной безопасности, достигающей кризисного уровня.

Цель данной работы – аналитический обзор наиболее вредоносных бактериальных болезней риса, а именно: бактериальной пятнистости или бактериального ожога, бактериальной полосатости листьев, бактериальной гнили зерна, бурой гнили оболочки риса; изучение вирулентности возбудителей, методов контроля распространения патогенов для решения проблем продовольственной безопасности.

Объекты и методы исследования

Основные материалы для проведения аналитического обзора основных бактериальных болезней риса были взяты из материалов статей в научной электронной библиотеке eLibrary.ru (РИНЦ), а также в международных базах данных научного цитирования Web of Science (WoS), Scopus, Science Direct и др. Источники статистических данных – международные платформы и базы данных о сельском хозяйстве и продовольствии (CABI, EFSA, FAOSTAT) [1, 4].

Результаты и их обсуждение

Согласно Единому перечню карантинных объектов Евразийского экономического союза одним из наиболее опасных бактериальных заболеваний является бактериальная пятнистость (бактериальный ожог) [6].

Возбудитель бактериального ожога *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* был впервые зарегистрирован в 1884 г. в Японии. Болезнь широко распространена в странах Юго-Восточной Азии, Африки, Австралии и Северной Америки (штаты Луизиана и Техас), а

также из Центральной и Южной Америки [4, 11, 12].

Бактериальный ожог листьев встречается как в умеренных, так и в тропических климатических зонах, где выращивают рис, при температуре от 25 до 34 °C и относительной влажности более 70%. Наиболее благоприятными для развития бактериоза являются районы с кислой почвой, высоким уровнем грунтовых вод. При этом отмечается снижение всхожести семян, гибель всходов и изреживание посевов. Недобор урожая зерна в случае сильного развития болезни составляет 20–30 %, а в отдельные годы достигает 50 % [10, 13].

Основным хозяином *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* является культурный рис *Oryza sativa*. Бактерии поражают также семейство злаковых, как дикорастущие, так и культивируемые виды, а также однолетние и многолетние травы [4, 14–16].

Возбудителем бактериального ожога листьев риса является бактерия *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* (Ishiyama) Swings et al. Бактерия классифицируется в пределах царства бактерий, типа *Proteobacteria*, класса *Gammaproteobacteria*, отряда *Lysobacterales*, семейства *Lysobacteraceae*, рода *Xanthomonas*, вида *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* [17].

Бактерии подвижные, палочковидные, с закругленными краями, размером 0,5–0,8 × 1,0–2,0 мкм, имеют 1-2 полярных жгутика, неспороносные, аэробы, грамотрицательные. Клетки расположены одиночно и парами, иногда короткими цепочками, клетка заключена в капсулу. На агаре образуют восковидно-желтые круглые, гладкие, выпуклые блестящие колонии размером 1–2 мм. Оптимальная температура развития бактерий 25–30 °C, минимальная 5–10 °C, максимальная 40 °C. Погибают они при 53 °C [18–20].

Бактерия *Xanthomonas oryzae pv. oryzae* проникает в растение через водяные поры (гидатоды) на кончиках и краях листьев, а также через устьица и повреждения на листьях, стеблях или корнях. При заражении гидатоды бактерии размножаются в паренхимных клетках, а затем перемещаются в сосуды ксилемы, вызывая типичные симптомы бактериальной пятнистости на листьях риса [12]. После размножения бактерии могут выделяться в виде капель слизи и снова проникать в растение через гидатоды. Внутри сосудистой системы бактерии размножаются и перемещаются в обоих направлениях [21, 22].

Бактериальный ожог риса встречается в трех формах: листовой ожог, «крзек» (увядание) и пожелтение.

При поражении листьев риса бактериальным ожогом на концах и по краям листьев, а также вдоль центральной жилки растений риса через 3–4 недели после высадки появляются палево-зеленые или серо-зеленые водянистые штрихи, сливающиеся в желтоватобелые полосы, при этом край листа становится волнистым. При сильном поражении растений появляется пустозерность метелок риса. На пораженных листьях могут выступать капли экссудата

желтого цвета [11, 23–26].

Наиболее вредоносно заболевание для растений риса в возрасте от 1 до 6 недель эти растения увядают из-за закупорки сосудов бактериальной массой. Больные стебли нередко ломаются, при сильном заражении могут полегать целые плантации. Выжившие растения выглядят низкорослыми и желтоватыми. Этот тип поражения называют «крзек» [19, 27].

Форма пожелтения отмечается при позднем заражении на листьях созревающих растений, причем заболевание поражает только молодые листья. Бактерии, как правило, обнаруживаются в междоузлиях и в верхних частях пораженных стеблей, но не в самих листьях [11, 26].

Отличительным признаком бактериального ожога от физиологического нарушения, сопровождающегося пожелтением листьев, является выделение вязкой жидкости желтого цвета при срезе пораженного листа или растения.

Источниками инфекции являются зараженный посадочный материал (в том числе зараженные семена), самосевные растения риса, поливная вода, солома, стерня или мякина, а также сорные растения [28].

Заболевание может переноситься насекомыми или клопами, такими как *Leptocoris acuta* Thun, обнаруженными в посевах риса в Индии [29].

Наиболее быстро болезнь распространяется на плохо осушенных землях, вдоль рек и озер. Развитие болезни усиливается при избытке в почве азота, кремния и магния, а также дефиците фосфора и калия [30, 31].

Основным средством борьбы с бактериальным ожогом риса является выведение устойчивых сортов.

Одним из самых разрушительных бактериальных заболеваний во всем мире, как в тропических, так и в умеренных регионах, является бактериальная полосатость риса. Потери урожая составляют 5–30 % и более [19, 32].

Бактериальная полосатость листьев впервые была обнаружена на Филиппинах в 1918 г. Болезнь широко распространена в тропической и субтропической Азии, включая Китай, Малайзию, Индию, Индонезию, а также в Северной Австралии и в Западной и Восточной Африке, включая Мадагаскар [33].

Основным растением-хозяином является рис *Oriza sativa*. Бактерии поражают также семейство злаковых, как дикорастущие, так и культивируемые, однолетние и многолетние виды [4, 16].

Возбудителем бактериальной полосатости листьев риса является бактерия *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* (Fang et. al.) Swings et al. Бактерия классифицируется в пределах царства бактерий, типа *Proteobacteria*, класса *Gamma*proteobacteria, отряда *Lysobacterales*, семейства *Lysobacteraceae*, рода *Xanthomonas*, вида *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* [17].

Бактерии представляют собой короткие палочки с закругленными концами размером 1,2–1,4 × 0,3–0,5 мкм, подвижные, с одним полярным жгутиком,

грамотрицательные, не образующие спор, аэробы. Капсул и спор не имеет [19, 34]. На питательной среде колонии *X. oryzae* pv. *oryzicola* имеют круглую, цельную, гладкую, выпуклую, непрозрачную форму, цвет от бледно-соломенно-желтого до соломенно-желтого, размер – 1–2 мм. Благоприятными условиями развития для бактерии являются температура 25–30 °С и высокая влажность воздуха 80–90 % [20].

X. oryzae pv. *oryzicola* обычно проникает в растение-хозяина через устьица или повреждения листьев, вызванные насекомыми, сильным дождем или ветром. Бактерия размножается в апопласте мезофильных клеток паренхимы и активно распространяется в межклеточных пространствах. *X. oryzae* pv. *oryzicola* обладает высокой активностью в отношении разрушения клеточных стенок (целлюлозы) [22, 35]. Патоген вызывает появление линейных водянистых некротических пятен на листьях, не проникая в сосудистые ткани. Постепенно полосы увеличиваются параллельно жилкам листа, достигая иногда 15–17 мм в длину и 0,5–2 мм в ширину, повреждения расширяются, становятся от оранжево-желтых до коричневых, листья отмирают. На поверхности листьев может выступать экссудат. У восприимчивых сортов вокруг пятен иногда появляется желтый ореол.

Отличительная особенность бактериальной полосатости от бактериального ожога состоит в том, что при полосатости поражаются в основном паренхимные ткани, но никогда не поражаются листовые влагалища и сосудистая система растений. Кроме того, при бактериальном ожоге края листьев бывают волнистыми, в отличие от прямых краев при бактериальной полосатости [24].

Главным источником инфекции являются зараженные семена. Патоген сохраняется в семенах до 5 месяцев при хранении при температуре 15–30 °С. Бактерия выживает в воде до 90 дней при температуре 15–20 °С и до 60 дней при температуре 25–45 °С. Загрязненная поливная вода может переносить бактерию на соседние поля [36].

Перенос возбудителя возможен самосевом риса, остатками пораженных растений. Распространение происходит ветром, дождем, но преимущественно водой для орошения и при наводнениях.

Важное значение имеют соблюдение профилактических и агротехнических мероприятий, но главным образом выращивание устойчивых сортов. Необходимо строго соблюдать карантинные мероприятия, препятствующие завозу инфекции с семенами и другим материалом.

Из всех бактериальных болезней наиболее опасными и вредоносными являются бактериозы, вызывающие бесплодие цветков и типичные некротические поражения зерна. К ним относят бактериальную гниль зерна риса и бурая гниль оболочки риса.

Впервые бактериальная гниль зерна риса обнаружена и описана в 1956 г. в Японии. В настоящее время заболевание зарегистрировано в странах

Южной Африки, Юго-Восточной Азии, Южной и Центральной Америки [37–40].

Рис является основным растением-хозяином. Бактерии поражают также семейство Пасленовые, однолетние и многолетние виды трав [7, 41, 42].

Возбудителем бактериальной гнили зерна риса является бактерия *Burkholderia glumae* Kurato et Tabei. Бактерия классифицируется в пределах царства бактерий, типа *Pseudomonadota*, класса *Betaproteobacteria*, отряда *Burkholderiales*, семейства *Burkholderiaceae*, рода *Burkholderia*, вида *Burkholderia glumae* [17].

Burkholderia glumae Kurato et Tabei. – это палочки с закругленными концами, размером 0,5–0,7 × 1,5–2,5 мкм, подвижные, с 2–4 полярными жгутиками, граммотрицательные, беспоровые. Температура роста бактерий варьирует от 11 до 40 °С. Оптимальная температура роста 30–35 °С. Бактерии гибнут при температуре 70 °С. На среде образуют колонии желтого цвета [7, 43].

Благоприятными условиями развития для бактерий являются дневные температуры выше 32 °С, ночные температуры более 25 °С и высокая относительная влажность воздуха [38]. При массовом поражении растений бактериальной гнилью потери урожая достигают 75 % урожая [9].

Бактериальная гниль зерна риса проявляется в фазе колошения в виде зеленовато-белых пятен на поверхности цветковых и колосковых чешуй. Постепенно пятна увеличиваются и темнеют, что обычно наблюдается в фазе молочной спелости зерна. Типичные симптомы заболевания – загнивание проростков, изменение цвета зерна, гниение зерна и побурение листовых влагалищ, а также бесплодие цветков и уменьшение массы зерна. В пораженных метелках наблюдается до 50 % пустых колосков, а созревшие семена щуплые, темно-желтые или коричневые [44, 45].

Основным источником инфекции являются зараженные семена. Распространение этих патогенов через семена может способствовать их широкому распространению [46, 47].

Бурая гниль оболочки риса – это заболевание, вызванное бактериальным патогеном *Pseudomonas fuscovaginae*. Впервые он был обнаружен и оценен как наиболее важное бактериальное заболевание риса на Хоккайдо в Японии [48]. В настоящее время болезнь зарегистрирована в 31 стране: бывшей Югославии, Российской Федерации, Китае, Индонезии, Японии, Непале, Филиппинах, Бурунди, Конго, Мадагаскаре, Руанде, Танзании, Коста-Рике, Кубе, Доминиканской Республике, Сальвадоре, Гватемале, Ямайке, Никарагуа, Панаме, Тринидаде и Тобаго, Мексике, Аргентине, Боливии, Бразилии, Чили, Колумбии, Эквадоре, Перу, Суринаме и Уругвае [4]. Из-за высокой распространенности бактерии потери урожая риса составляют 50–70 %, в отдельные годы до 100 % [8, 49].

Бактерии *Pseudomonas fuscovaginae* поражают дикорастущие и культивируемые злаковые [48, 50]. Па-

тоген обнаружен на растениях кукурузы (*Zea mays*), сорго (*Sorghum bicolor*) и пшеницы (*Triticum aestivum*) с типичными симптомами бурой гнили влагалища листа [51].

Возбудителем бурой гнили оболочки риса является бактерия *Pseudomonas fuscovaginae* [48]. Бактерия классифицируется в пределах царства бактерий, типа *Proteobacteria*, класса *Gamma proteobacteria*, отряда *Pseudomonadales*, семейства *Pseudomonadaceae*, рода *Pseudomonas*, вида *Pseudomonas fuscovaginae* [17]. Бактерия является граммотрицательной, не образующей спор, аэроб, клетки имеют форму палочек с закругленными концами, размером 0,5–0,8 × 2,0–3,5 мкм. Клетки располагаются поодиночке или парами, подвижны, двигательная способность обуславливается наличием от одного до четырех полярных жгутиков. На питательном агаре образует белые или светло-коричневые полупрозрачные гладкие блестящие приподнятые колонии с ровным краем, диаметр которых на 4–5-е сутки культивирования составляет 3–5 мм [52].

Бурая гниль оболочки риса характеризуется типичными некротическими поражениями рисовой пленки, обесцвечиванием зерна и бесплодием. Симптомы заболевания можно было обнаружить уже на стадии проростков, и обычно зараженные проростки погибают. На более поздних стадиях роста поле зараженных растений риса становится желтоватым. Нижние части листовой оболочки обычно становятся светло- или темно-коричневыми. Зерна, полученные от зараженных метелок, деформируются и становятся пустыми.

P. fuscovaginae способна колонизировать все растение как эндофит. Если проросток выживает, *P. fuscovaginae* находится в эпифитном состоянии до стадии выхода в трубку. На этой стадии происходит заражение колоса, что впоследствии приводит к образованию зараженных семян или стерильных колосков.

Основным способом распространения *P. fuscovaginae* являются инфицированные семена [53].

Распространение *P. fuscovaginae* может вызывать серьезные экономические потери в растениеводстве из-за ухудшения качества продукции и снижения урожайности культуры. Воздействие *P. fuscovaginae* на урожайность сельскохозяйственных культур связано с тем, что вызывает стерильность зерна и влияет на его качество. Это выражено в пустозерности зерна и пятнистости. Все вышеперечисленное оказывает негативное влияние на последующее использование зерна в качестве семенного материала [46].

В настоящее время не существует 100 % эффективного способа уничтожения фитопатогенных бактерий. Меры борьбы с бактериальными патогенами риса включают комплекс агротехнических мероприятий, организационно-хозяйственных, профилактических приемов с учетом применения химических и биологических препаратов для снижения или подавления возбудителя болезни. Эта система меро-

приятый направлена на создание для растений оптимальных условий возделывания, что усиливает их защитные реакции к болезням, а также снижает распространенность и развитие бактериальных заболеваний. Она включает в себя целый перечень приемов, необходимых для проведения перед посевом и во время вегетации, уборки и хранения урожая.

Агротехнические методы борьбы включают соблюдение севооборота, очистку семенного фонда от щуплых, поврежденных и больных семян, дезинфекцию их перед посевом, тщательное уничтожение растительных остатков и других потенциальных источников инфекции. На стадии выращивания риса на рисовых полях рекомендуется рациональное внесение удобрений и правильное расстояние между растениями [54, 55]. При внесении удобрений следует избегать избытка азота, так как он стимулирует быстрый вегетативный рост растений, что способствует развитию болезней. Необходимо вносить удобрения, богатые калием и фосфором, на стадиях максимального ветвления и бутонизации [54–56].

Химические меры борьбы заключаются в применении антибиотиков или бактерицидов – соединений меди или других тяжелых металлов, которые могут быть объединены с фунгицидами или другими химикатами [7].

Биологический контроль считается экологически безопасной и экономически выгодной альтернативой химическому контролю. В настоящее время созданы препараты на основе бактерий антагонистов фитопатогенным бактериям родов *Xanthomonas* и *Pseudomonas*. Однако биологические агенты не получили широкого распространения в борьбе с бактериальными патогенами [57].

Выведение и внедрение устойчивых сортов, несущих основные гены устойчивости (*R*), стало наиболее эффективным подходом к борьбе с бактериозами. Так на сегодняшний день выявлено более 50 генов устойчивости (*R*) к бактериальной пятнистости риса, происходящих в основном от сортов *O. sativa* подвид *indica*, а также от некоторых подвидов *japonica* [58]. Большинство генов (*R*) являются доминантными, но некоторые из них рецессивны (например, *xa5*, *xa13*), а некоторые проявляют полудоминантность (например, *Хa27*). Среди нескольких клонированных генов наблюдается значительное структурное разнообразие. Большинство генов (*R*), устойчивых к бактериальной пятнистости, были интрогрессированы в восприимчивый к *indica* сорт IR24 для получения набора почти изогенных линий, а некоторые из них были скомбинированы либо с помощью классической селекции и маркер-опосредованной селекции, либо с помощью генной инженерии для получения новых типов растений и изогенных линий [59, 60]. С помощью пирамидальных линий можно проводить количественный анализ влияния каждого гена и их взаимодействия, но самое главное – максимально повышать эффективность и устойчивость генетической резистентности.

Бактериальные болезни распространены повсеместно как в тропических, так и в умеренных зонах возделывания риса. В России и странах Европейского союза, где выращивают рис, бактериальная пятнистость или бактериальный ожог (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Xoo*)) объявлена карантинным объектом. В СССР впервые бактериальная пятнистость риса была зарегистрирована в 1938 г. В 80-х гг. бактериоз был выявлен в Краснодарском и Приморском краях, Республике Дагестан, Казахстане и Узбекистане [56]. В эти же годы была начата работа по скринингу сортов на устойчивость к данному заболеванию, но вскоре прекращена ввиду отсутствия необходимости, так как не наблюдалось интенсивного развития болезни в регионах рисосеяния. В связи с изменением климата увеличивается риск появления заболеваний нетипичных для данного региона возделывания риса. Таким образом, очень важно следить за фитосанитарным состоянием генетических ресурсов риса при обмене с другими странами, особенно в отношении карантинных объектов, с целью предупреждения распространения вредных организмов.

Выводы

Рис является стратегически значимой сельскохозяйственной культурой для обеспечения продовольственной безопасности. Рисовая крупа представляет собой источник макро- и микроэлементов, витаминов и питательных веществ для значительной части населения планеты. Примерно четверть всех потребляемых в мире калорий приходится на рис. Потери урожая могут нанести ощутимый социальный вред, так как для многих рис является одним из основных продуктов питания. Самыми разрушительными являются бактериальные болезни, вызывающие значительное снижение урожайности и ухудшения качества зерна и, как следствие, резкое усугубление проблемы продовольственной безопасности. Однако различные методы борьбы с бактериозами не всегда эффективны. Ключевым фактором сдерживания распространения бактериальных болезней является создание генетически однородных линий и ротацию генов устойчивости (*R*), которые позволяют снизить адаптивное давление на патогены за счет присутствия нескольких генов (*R*), чередования различных генов устойчивости в севообороте, введение сортов, обладающих естественной устойчивостью. Применение мультилиний с различными генами (*R*) также является эффективным подходом для достижения широкой и долгосрочной защиты от бактериальных болезней.

Разнообразие имеющейся в мире зародышевой плазмы чрезвычайно ценно. Для России и стран Европейского союза бактериальные заболевания не являются эндемичными, объявлены карантинными объектами. В связи с этим необходимо пристально следить за фитосанитарным состоянием генетических ресурсов риса для проведения совместных селекционных работ при обмене с другими странами,

осуществлять регулярные обследования посевов в течение всего вегетационного периода, а также проводить профилактические мероприятия, предупреждающие распространение вредных организмов.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FGRG-2022-0010.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FGRG-2022-0010.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Assess mode: <http://www.fao.org> (date of access: 26.06.2025).
2. Mohidem N.A., Hashim N., Shamsudin R., Che Man H. Rice for food security: revisiting its production, diversity, rice milling process and nutrient content. *Agriculture*. 2022;12(6):741. DOI 10.3390/agriculture12060741.
3. Oerke E.C. Crop losses to pests. *Journal of Agricultural Science*. 2006;144(1):31-43. DOI 10.1017/S0021859605005708.
4. CABI *Xanthomonas Oryzae* pv. *oryzicola* (bacterial leaf streak of rice). Assess mode: <https://www.cabi.org/isc/datasheet/56977> (date of access: 26.06.2025).
5. Степанов К.М. Грибные эпифитотии. М.: Сельхозиздат. 1961:1-471.
Stepanov K.M. Fungal epiphytities. M.: Selkhozizdat. 1961:1-471 (in Russian).
6. Решение Совета Евразийской экономической комиссии от 30.11.2016 №158 «Об утверждении единого перечня карантинных объектов Евразийского экономического союза». Assess mode: <http://www.fsvps.gov.ru> (date of access: 20.06.2025).
7. Lee H.-H., Park J., Kim J., Park I., Seo Y.-S. Understanding the direction of evolution in *Burkholderia glumae* through comparative genomics. *Current Genetics*. 2016;62(1):115-123. DOI 10.1007/s00294-015-0523-9.
8. Razak A.A., Zainudin N.A.I.M., Sidiq S.N.M., Ismail N.A., Mohamad N.M.I.N., Salleh B. Sheath brown rot disease of rice caused by *Pseudomonas fuscovaginae* in the Peninsular Malaysia. *Journal of Plant Protection Research*. 2009;49(3):244-249.
9. Ham H., Sreelatha A., Orth K. Manipulation of host membranes by bacterial effectors. *Nature Reviews Microbiology*. 2011;9(9):635-646. DOI 10.1038/nrmicro2602.
10. Prasad D., Singh R., Deep S. *In-vitro* and *in-vivo* efficacy of antibacterial compounds against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*, a cause of bacterial leaf blight of rice. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2018;7(5):2960-2969. DOI 10.20546/ijcmas.2018.705.344.
11. Sharma P., Bora L.C., Puzaril K.C., Baruah A.M., Baruah R., Talukdar K., Katakly L., Phukan A. Review on bacterial blight of rice caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*: different management approaches and role of *Pseudomonas fluorescens* as a potential biocontrol agent. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017;6:982-1005. DOI 10.20546/ijcmas.2017.603.117.
12. Mouria A., Hmouni A., Mouria B., Touhami A.O., Benkirane R., Semaoui K., Douira A. Efficiency of selected fungicides on blast and blight of rice leaves. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*. 2017;1(1):1-9. DOI 10.9734/AJAAR/2017/33787.
13. Swati Kumar A., Roy S.P., Kumari P. Studies on efficacy of different chemicals treatments against bacterial leaf blight of rice in Bihar. *An International Quarterly Journal of Life Sciences*. 2015;2(1, 2):56-61.
14. Noda T., Yamamoto T. Reaction of *Leersia* grasses to *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* collected from Japan and Asian countries. *Journal of General Plant Pathology*. 2008;74:395-401. DOI 10.1007/s10327-008-0118-0.
15. Lang J.M., Pérez-Quintero A.L., Koebnik R., Du Charme E., Sarra S., Doucoure H., Keita I., Ziegler J., Jacobs J.M., Oliva R., Koita O., Szurek B., Verdier V., Leach J.E. A pathovar of *Xanthomonas oryzae* infecting wild grasses provides insight into the evolution of pathogenicity in rice agroecosystems. *Frontiers in Plant Science*. 2019;10(507):15. DOI 10.3389/fpls.2019.00507.
16. Jeger M., Candresse T., Chatzivassiliou E., Dehnen-Schmutz K., Gilioli G., Gregoire J.-C., Jaques Miret J.A., MacLeod A., Navajas Navarro M., Niere B., Parnell S., Potting R., Rafoss T., Rossi V., Urek G., Van Bruggen A., Van der Werf W., West J., Winter S., Bragard C., Szurek B., Hollo G., Caffier D. Pest categorization of *Xanthomonas oryzae* pathovars *oryzae* and *oryzicola*. *EFSA Journal*. 2018;16(5109):25. DOI 10.2903/j.efsa.2018.5109.
17. EPPO diagnostic standard *Xanthomonas oryzae*. EPPO Bulletin. 2007;37:543-553.
18. Sakthivel N., Mortensen C., Mathur S. Detection of *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* in artificially inoculated and naturally infected rice seeds and plants by molecular techniques. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 2001;56(4):435-441. DOI 10.1007/s002530100641.
19. Niño-Liu D.O., Ronald P.C., Bogdanove A.J. *Xanthomonas oryzae* pathovars: model pathogens of a model crop. *Molecular Plant Pathology*. 2006;7(5):303-324. DOI 10.1111/J.1364-3703.2006.00344.X.
20. Каримова Е.В., Шнейдер Ю. А., Заец В.Г., Смирнова И.П. Микроорганизмы, вызывающие карантинные для Российской Федерации бактериальные болезни растений // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2013;2:27-37. DOI 10.22363/2312-797X-2013-2-27-37.
Karimova E.V., Shneyder Yu.A., Zaets V.G., Smirnova I.P. Microorganisms causing plant quarantine bacterial diseases in Russia. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*. 2013;2:27-37. DOI 10.22363/2312-797X-2013-2-27-37 (in Russian).
21. Noda T., Kaku H. Growth of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* in plants and in guttation fluid of rice. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*. 1999;65:9-14. DOI 10.3186/jjphytopath.65.9
22. Cao J., Chu C., Zhang M., He L., Qin L., Li X., Yuan M. Different cell wall-degradation ability leads to tissue-specificity between *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*. *Pathogens*. 2020;9:187. DOI 10.3390/pathogens9030187.
23. Данкверт С.А., Маслов М.И., Магомедов У.Ш., Мордкович Я.Б. Вредные организмы, имеющие ка-

- рантинное фитосанитарное значение для Российской Федерации. Воронеж: Научная книга. 2009:1-464.
- Dankvert S.A., Maslov M.I., Magomedov U.Sh., Mordkovich Ya.B. Harmful organisms of quarantine phytosanitary significance for the Russian Federation. Voronezh: Nauchnaya Kniga. 2009:1-464 (in Russian).
24. Khan M., Rafi A., Abbas A., Ali T., Hassan A. Assessment of yield losses caused by bacterial blight of rice in upper Khyber Pakhtunkhwa province. *Asian Journal Agricultural Biology*. 2015;3(2):74-78.
25. Bala A., Rai B., Priya S., Kumar R. In vitro evaluation of various fungicides and plant extracts against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* isolated from rice (*Oryza sativa* L.). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2017;6(5):421-427. DOI 10.20546/ijcmas.2017.605.048.
26. Qudsia H., Akhter M., Riaz A., Haider Z., Mahmood A. Comparative efficacy of different chemical treatments for paddy blast, brown leaf spot and bacterial leaf blight diseases in rice (*Oryza sativa* L.). *Applied Microbiology Open Access*. 2017;3:138. DOI 10.4172/2471-9315.1000138.
27. Kumar M., Parate R.L., Ninawe B.N. Effect of botanicals, bioagents and some chemicals against *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Journal of Plant Disease Science*. 2009;4(1):60-63.
28. Gnanamanickam S.S., Priyadarisini V.B., Narayanan N.N., Vasudevan P., Kavitha S. An overview of bacterial blight disease of rice and strategies for its management. *Current Science*. 1999;77:1435-1443.
29. Mohiuddin M.S., Rao Y.P., Mohan S.K., Verma J.P. Role of *Leptocorisa acuta* Thun. in the spread of bacterial blight of rice. *Current Science*. 1976;45:426-427.
30. Mandal D., Pal R., Mohanty A.K. Management of bacterial leaf blight of rice in an integrated way. *Journal of Mycopathological Research*. 2017;54(4):539-541.
31. Parthasarathy R., Indira J., Appu, Manikandan A., Karthikeyan A. To study the antagonistic organism and new chemicals against the bacterial blight pathogen (*Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*) of rice. *International Journal of Research in Biotechnology and Biochemistry*. 2014,4:6-11.
32. Mew T. Current status and future prospects of research on bacterial blight of rice. *Annual Review of Phytopathology*. 1987;25:359-382. DOI 10.1146/annurev.py.25.090187.002043.
33. Ou S.H. Rice diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, United Kingdom. 1985:61-96.
34. Bradbury J.F. Guide to plant pathogenic bacteria. Farnham Royal, Slough, UK: CAB International. 1986:1-332.
35. Tsuno K., Wakimoto S. Ultrastructural investigations on the host parasite interactions in the rice leaf parenchymatous tissue infiltrated with bacterial leaf blight and leaf streak pathogens. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*. 1983;49:659-669.
36. Devadath S., Raychaudhuri S.P., Verma J.P. Bacterial leaf streak of rice. *Review of Tropical Plant Pathology*. 1984;1:155-179.
37. Nandakumar R., Shahjahan A.K.M., Yuan X.L., Dickstein E.R., Groth D.E., Clark C.A., Cartwright R.D., Rush M.C. *Burkholderia glumae* and *B. gladioli* cause bacterial panicle blight in rice in the southern United States. *Plant Disease*. 2009;93(9):896-905. DOI 10.1094/PDIS-93-9-0896.
38. Cui Z-Q., Zhu B., Xie G-L., Li B., Huang S-W. Research status and prospect of *Burkholderia glumae*, the pathogen causing bacterial panicle blight. *Rice Science*. 2016;23(3):111-118. DOI 10.1016/j.rsci.2016.01.007.
39. Zhou X.G. Sustainable strategies for managing bacterial panicle blight in rice. Protecting rice grains in the post-genomic era. London: IntechOpen. 2019:67-86. DOI 10.5772/intechopen.84882.
40. Islam M.R., Jannat R., Protic I.A., Happy M.N., Samin S.I., Mita M.M., Bashir S., Masud M.M., Islam M.H., Uddin M.N., Akter M.A. First report of bacterial panicle blight in rice caused by *Burkholderia gladioli* in Bangladesh. *Plant Disease*. 2023;107(9):2837. DOI 10.1094/PDIS-02-23-0229-PDN.
41. Magbanua Z.V., Arick M., Buza T., Hsu C-Y., Showmaker K-C., Chouvarine P., Deng P., Peterson D.G., Lu S. Transcriptomic dissection of the rice-*Burkholderia glumae* interaction. *BMC Genomics*. 2014;15:755. DOI 10.1186/1471-2164-15-755.
42. Sharma S., Hirabuchi A., Yoshida K., Fujisaki K., Ito K., Uemura A., Terauchi R., Kamoun S., Sohn K.H., Jones J.D.G., Saitoh H. Deployment of the *Burkholderia glumae* type III secretion system as an efficient tool for translocating pathogen effectors to monocot cells. *The Plant Journal*. 2013;74(4):701-712. DOI 10.1111/tpj.12148.
43. Jeong Y., Kim J., Kim S., Kang Y., Nagamatsu T., Hwang I. Toxoflavin produced by *Burkholderia glumae* causing rice grain rot is responsible for inducing bacterial wilt in many field crops. *Plant Disease*. 2003;87(8):890-895. DOI 10.1094/PDIS.2003.87.8.890.
44. Hikichi J. Relationship between population dynamics of *Pseudomonas glumae* on rice plants and disease severity of bacterial grain rot of rice. *Journal of Pesticide Science*. 1993;18(4):319-324. DOI 10.1584/jpestics.18.4_319.
45. Cottyn B., Cerez M.T., Van Outryve M.F., Barroga J., Swings J., Mew T.W. Bacterial diseases of rice. I. Pathogenic bacteria associated with sheath rot complex and grain discoloration of rice in the Philippines. *Plant Disease*. 1996;80(4):429-437. DOI 10.1094/PD-80-0429.
46. Cottyn B., Debode J., Regalado E., Mew T.W., Swings J. Phenotypic and genetic diversity of rice seed-associated bacteria and their role in pathogenicity and biological control. *Journal of Applied Microbiology*. 2009;107:885-897. DOI 10.1111/j.1365-2672.2009.04268.x.
47. Monira U.S., Rashid M.O., Parvin R., Doha S. Bacterial panicle blight: a new challenge of rice. *Bangladesh Journal of Plant Pathology*. 2020;36(1,2):61-68.
48. Tani A., Miyajima K., Akita T. The sheath brown rot disease of rice plant and its causal bacterium, *Pseudomonas fuscovaginae*. *Annals of the Phytopathological Society of Japan*. 1976;42:540-548. DOI 10.3186/jjphytopath.42.540.
49. Jaunet T., Notteghem J., Rapilly F. Pathogenicity process of *Pseudomonas fuscovaginae*, the causal agent of sheath brown rot of rice. *Journal of Phytopathology*. 1996;144(9-10):425-430. DOI 10.3186/jjphytopath.42.540.
50. Miyajima K., Tani A., Akita T. *Pseudomonas fuscovaginae* sp. nov., nom. rev. *International Journal of Systematic Bacteriology*. 1983;33:656-657. DOI 10.1099/00207713-33-3-656.
51. Patel H.K., Da Silva D.P., Devescovi G., Maraite H., Paszkiewicz K., Studholme D.J., Venturi V. Draft genome

- sequence of *Pseudomonas fuscovaginae*, a broad-host-range pathogen of plants. Journal of Bacteriology. 2012;194:2765-2766. DOI 10.1128/JB.00341-12.
52. González D., Corzo-Lopez M., Márquez O.P., Cruz A., Martínez B., Martínez Y. Characterization and diagnosis of *Pseudomonas fuscovaginae* Miyajima, Tanii and Akita, causal agent of the Brown Sheath Rot in rice. Biotecnología Aplicada. 2017;34:2101-2108.
53. Tambong J. Bacterial pathogens of wheat: symptoms, distribution, identification and Taxonomy. Wheat - Recent Advances. 2022:1-25. DOI 10.5772/intechopen.102855.
54. Goto M. Fundamentals of bacterial plant pathology. San Diego: Academic Press. 1992:1-342.
55. Mizukami T., Wakimoto S. Epidemiology and control of bacterial leaf blight of rice. Annual Review of Phytopathology. 1969;7:51-72. DOI 10.1146/annurev.py.07.090169.000411.
56. Матвеева Е.В., Вартапетов С.Г., Мепарашвили Г.В. Бактериозы риса // Защита растений от вредителей и болезней. 1987:49-53.
- Matveeva E.V., Vartapetov S.G., Meparashvili G.V. Bacterioses of rice. Plant Protection from Pests and Diseases. 1987:49-53 (in Russian).
57. Kornienko N., Kharina A., Zrelavs N., Jindřichová B., Moravec T., Budzanivska I., Burketová L., Kalachova T. Isolation and characterization of two lytic phages efficient against phytopathogenic bacteria from *Pseudomonas* and *Xanthomonas*. Frontiers in Microbiology. 2022;13:853593. DOI 10.3389/fmicb.2022.853593.
58. Yogesh V., Dharminder B. Genetics and genomics of bacterial blight resistance in rice. Advances in International Rice Research. 2017:67361. DOI 10.5772/67361.
59. Hutin M., Sabot F., Ghesquière A., Koebnik R., Szurek B. A knowledge-based molecular screen uncovers a broad-spectrum OsSWEET14 resistance allele to bacterial blight from wild rice. The Plant Journal. 2015;84:694-703. DOI 10.1111/tbj.13042.
60. Jiang N., Yan J., Liang Y., Shi Y., He Z., Wu Y., Zeng Q., Liu X., Peng J. Resistance genes and their interactions with bacterial blight/leaf streak pathogens (*Xanthomonas oryzae*) in rice (*Oryza sativa* L.). An updated review. Rice. 2020;13(3). DOI 10.1186/s12284-019-0358-y.

Информация об авторах

Олеся Анатольевна Брагина, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории иммунитета и защиты растений; e-мейл: olesya.bragina.1984@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4120-6836>;

Сергей Валентинович Гаркуша, д-р с.-х. наук, чл.-корр. РАН, директор; e-мейл: arrri_kub@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3974-9153>;

Ирина Анатольевна Лыско, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории иммунитета и защиты растений; e-мейл: ilysko@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0003-1006-688X>.

Information about the authors

Olesya A. Bragina, Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Immunity and Plant Protection; e-mail: olesya.bragina.1984@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4120-6836>;

Sergey V. Garkusha, Dr. Agric. Sci., Corresponding Member of the RAS, Director; e-mail: arrri_kub@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3974-9153>;

Irina A. Lysko, Cand. Biol. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Immunity and Plant Protection; e-mail: ilysko@mail.ru; <https://orcid.org/0009-0003-1006-688X>.

Статья поступила в редакцию 23.07.2025, одобрена после рецензии 07.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

УДК 634.11:631.563.632
EDN PHJSJA

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 погодных условий периода вегетации на лежкоспособность хранения плодов яблони сортов Никитского ботанического сада

Денисова О.А.[✉], Челебиев Э.Ф., Усков М.К., Горб Н.Н., Сотник А.И.

Институт садоводства Крыма Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН, г. Ялта, Россия

[✉]leya-denisova-1990@bk.ru

Аннотация. В статье представлены данные по исследованию влияния погодных условий на формирование лежкоспособных показателей плодов яблони. Рассматриваются такие параметры, как размер, химический состав (содержание сахаров, кислот, витаминов), а также устойчивость к заболеваниям и лежкость плодов в зависимости от факторов окружающей среды: количества осадков, температуры, суммы эффективных температур и других метеорологических условий. На основе многолетних данных выявлены закономерности, влияющие на способность плодов сохранять качественные показатели в период хранения в холодильной камере. Отмечено общее снижение показателей химического состава в результате хранения плодов. Обнаружено, что существуют сорта, хранение плодов которых более или менее подвержено влиянию внешних климатических факторов среды. Значительно и достоверно метеорологические факторы влияли на сорта Скифия и Крымское Золотистое. Важно отметить сорт Медея, на формирование сохраняемости которого практически не влияют погодные факторы. Данный факт свидетельствует о высокой стабильности данного признака. В меньшей степени биотические факторы среды влияли на сорт Хайтарма. В результате нашего исследования мы пришли к выводу, что коэффициенты корреляции между метеорологическими факторами и лежкоспособностью плодов яблони – особенность помологического сорта. Погодные условия вегетационного периода влияют на формирование, биохимический состав, хранение плодов яблони с разной интенсивностью в зависимости от генотипа. Поиск лучших сортов яблони с целью длительного хранения их плодов – актуальная проблема садоводства. Результаты исследования будут рекомендованы для внедрения в промышленных производствах с целью оптимизации агротехнических мероприятий и в условиях меняющегося климата Крыма.

Ключевые слова: яблоня; качество плодов; погодные условия; агрометеорология; урожайность; химический состав; корреляционные связи.

Для цитирования: Денисова О.А., Челебиев Э.Ф., Усков М.К., Горб Н.Н., Сотник А.И. Влияние погодных условий периода вегетации на лежкоспособность хранения плодов яблони сортов Никитского ботанического сада // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):247-252. EDN PHJSJA.

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

The effect of weather conditions during the growing season on keeping quality of apple varieties bred at the Nikitsky Botanical Garden

Denisova O.A.[✉], Chelebiev E.F., Uskov M.K., Gorb N.N., Sotnik A.I.

Institute of Horticulture of Crimea, Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Center of the RAS, Yalta, Russia

[✉]leya-denisova-1990@bk.ru

Abstract. The article presents data on the study of the effect of weather conditions on the formation of keeping quality indicators of apple fruits. Such parameters as size, chemical composition (content of sugars, acids, vitamins), as well as disease resistance and shelf life of fruits depending on environmental factors (precipitation, temperature, the sum of effective temperatures and other meteorological conditions) are considered. Based on long-term data, patterns affecting the ability of fruits to maintain quality during storage in the refrigerator were identified. A general decrease in chemical composition indicators was observed as a result of fruit storage. It should be pointed out that there are varieties the fruit storage of which is more or less influenced by external climatic factors. Meteorological factors significantly and reliably influenced the varieties 'Skifiya' and 'Krymskoye Zolotistoye'. It is important to note 'Medea' variety, keeping quality of which is practically unaffected by weather factors. This fact indicates high stability of this feature. The variety 'Khahtarma' is the least affected by external environmental factors. As a result of our research, we may conclude that correlation coefficients between meteorological factors and keeping quality of apple fruits are a feature of pomological variety. Weather conditions of the growing season influence the formation, biochemical composition, and storage of apple fruits at a different extent depending on the genotype. Searching for the best apple varieties for long-term storage of their fruits is an urgent problem for horticulture. The results of the study will be recommended to be applied in industrial production for optimizing agrotechnical operations, and in the conditions of climate change in Crimea.

Key words: apple tree; fruit quality; weather conditions; agrometeorology; cropping capacity; chemical composition, correlations.

For citation: Denisova O.A., Chelebiev E.F., Uskov M.K., Gorb N.N., Sotnik A.I. The effect of weather conditions during the growing season on keeping quality of apple varieties bred at the Nikitsky Botanical Garden. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):247-252. EDN PHJSJA (in Russian).

Введение

Яблоня (*Malus domestica* Borkh.) – одна из наиболее распространенных и экономически рентабель-

ных плодовых культур в мире и отличается высокой адаптивностью к условиям произрастания. Качество плодов яблони обусловлено как генетически, так и в значительной мере влиянием условий выращивания. Ценность плодов яблони определяется совокупностью биохимических, физических и органолепти-

ческих показателей, таких как размер, окраска, содержание сахаров, органических кислот, витаминов и фенольных соединений. Кроме того, яблоня ценна как источник сырья для пищевой промышленности в течение круглого года [1].

Погодные условия периода вегетации оказывают прямое воздействие на физиологические процессы в плодах, влияя на урожайность, товарные качества плодов и длительность хранения. К метеорологическим факторам относятся: температура, осадки, солнечная радиация и влажность воздуха [2]. Например, недостаток влаги может привести к мельчанию плодов и недобору массы, а избыточные осадки в период созревания – к их растрескиванию и снижению лежкости. Температурные стрессы, особенно во время цветения и налива плодов, способны нарушить баланс сахаронакопления и кислотности, что отражается на вкусовых свойствах [3].

На основании мировых наблюдений за 2000–2019 гг. определено, что ущерб составил не менее 2,8 трлн долларов в результате усиления штормов, наводнений и аномальной жары. Глобально экстремальные погодные явления за последние 20 лет обходятся миру в 16 млн долларов в час [4]. В среднем затраты, которые принес с собой климатический кризис, составили 140 млрд долларов в год. При этом цифры значительно варьируются от года к году. Последние данные показывают, что в 2022 г. затраты составили уже 280 млрд долларов [5].

Изучение влияния погодных условий на формирование качественных показателей плодов яблони представляет особый интерес для садоводства, так как позволяет прогнозировать урожайность, оптимизировать агротехнику и подбирать сорта, режимы хранения.

Цель исследования – выявить ключевые метеорологические факторы и определить их роль в формировании качества и лежкоспособности плодов яблони сортов Никитского ботанического сада – Национального научного центра РАН (НБС-ННЦ).

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются плоды яблони зимних и позднезимних сортов селекции НБС-ННЦ: Крымское Золотистое, Киммерия, Крымское, Скифия, Хайтарма, Медея, Таврия, произрастающие на опытных участках Института садоводства Крыма НБС-ННЦ в с. Маленькое Симферопольского района. Каждый сорт представлен в количестве от 8 до 10 деревьев. Сад 2013 г. посадки, формирование – стройное веретено, густота стояния растений – 1906 шт./га.

Хранение плодов проводилось в обычной газовой среде при +2 °С. Для анализа использованы данные метеопоста НБС-ННЦ (с. Маленькое). Исследования выполнены по общепринятым и апробированным методикам [6]. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли по Доспехову [7] с помощью корреляционного анализа

и встроенных функций компьютерной программы «Microsoft Excel 2008» и «STATISTICA 10».

Оценка качества плодов по содержанию абсолютно сухих и растворимых сухих веществ, сахаров, титруемых кислот, аскорбиновой кислоты осуществлялась в соответствии с «Методическими указаниями по определению химических веществ для оценки качества урожая овощных и плодовых культур» [8]; по данным Н.А. Целуйко [9] определяли степень зрелости и срок съема плодов семечковых по совокупности признаков, среди которых основными являются наличие и особенно локализация крахмала в тканях плодов.

Результаты и их обсуждение

Лежкоспособность яблок, то есть их способность сохранять потребительские свойства в течение длительного времени, зависит от множества факторов, среди которых особое место занимают метеорологические условия в период вегетации и созревания. Растения находятся в многосторонней и тесной связи с окружающей средой. Погодными условиями вегетационного периода оказывают значительное влияние на формирование товарных качеств, сроки созревания плодов, лежкоспособность и могут варьировать в зависимости от года выращивания на 2-3 недели [10, 11].

При физиологической зрелости у плодов прекращаются любые накопительные и биосинтетические процессы, многие вещества начинают распадаться, полностью отсутствует крахмал, мякоть становится мягкой и сухой, теряется вкус. До такого состояния плоды доводят в том случае, когда хотят получить хорошо вызревшие семена [12]. Кроме того, качество и продолжительность хранения плодов в большей мере зависят от сроков уборки и условий года. В плодах, снятых в оптимальный срок, физиологические процессы идут более замедленно, по сравнению с убранными преждевременно или поздно [13].

Установление оптимальных сроков съема плодов оказывает влияние на подбор сортимента для промышленного сада, что позволяет обеспечивать бесперебойное снабжение населения свежими плодами этой ценной плодовой культуры [14].

Для каждого сорта яблони существует оптимальный срок съема, в течение которого он имеет наивысшие товарные качества и обладает полными характерными помологическими признаками.

Сроки съема каждого сорта определяются ежегодно и корректируются с учетом влияния агро- и метеоусловий вегетационного периода и величины урожая.

Наступление съемной зрелости в группе зимних сортов проходило с 13.09±7 по 22.09±3 (табл. 1). Для формирования урожая необходимо от 159±2 до 168±2 дней с конца цветения. Сумма эффективных температур при этом составила 1474,1±88,2 – 1568,2±41,8 °С. Созревание плодов в группе позднезимних сортов приходится на 01.10±7 – 15.10±5.

Сумма накопленных температур выше 10 °С при этом составляет 1609,7±34,4 – 1701,9±25,3.

В таблице 1 указаны сроки хранения плодов, соответствующие концу хранения по каждому сорту: от 150 (Крымское) до 170 (Киммерия), 190 (Медея, Хайтарма), 210 дней (Крымское Золотистое, Скифия, Таврия).

На основании представленных данных выявлено, что сроки съема зимних сортов яблони приходятся на II-III декаду сентября. В зависимости от условий вегетационного периода, дата уборки может варьировать в пределах от 3 до 7 суток. Продолжительность хранения варьировала от 170±13 до 210±14 суток.

В группе позднезимних сортов отмечен в I-II декаде октября с вариацией в 5-7 суток. Длительность хранения плодов каждого образца так же значительно варьировала в пределах от 150±22 до 210±31 суток.

Конец хранения по каждому сорту определяем по комплексу показателей, среди которых органолептическая и биохимическая оценка, развитие функциональных заболеваний и др.

Современные технологии выращивания плодов направлены на повышение продуктивности многолетних насаждений. Но вместе с ростом продуктивности отмечается тенденция к снижению лежкости плодов. Правильный подбор генотипов для закладки на хранения – один из наиболее эффективных способов сокращения потерь в период хранения.

Определение лежкоспособности яблок проводили по таким показателям, как длительность хранения (на протяжении этого периода плоды максимально сохраняют товарные и вкусовые качества, не поражаются или поражаются минимально функциональными заболеваниями), выход стандартных плодов, естественная убыль массы плодов. Изучение лежкоспособности проводилось в обычной газовой среде при температуре +2 °С (табл. 2).

В результате изучения лежкоспособности плодов сортов яблони установлено, что выход стандартных плодов значительно варьировало в зависимости от генотипа. Для зимних сортов данный показатель варьировал от 80,0 до 96,0 %. Отмечено, что у сортов Крымское Золотистое и Скифия данный признак наиболее стабильный за период наблюдения. Использование данных сортов позволяет уменьшить потери при хранении, что оказывает влияние на рентабельность производства плодов. Среди позднезимних сортов выделяется сорт Таврия – 92,5 %. Решающее значение на степень лежкоспособности плодов в годы исследований оказали погодные условия за месяц до съема их с дерева. Чередование относительно теплых дней и холодных ночей благоприятно сказалось на качестве плодов, повысило интенсивность их окраски и снизило степень поражения «загаром» при хранении.

Естественная убыль массы плодов изучаемых образцов изменялась от 3,2±1,3 (сорт Медея) до

Таблица 1. Сроки наступления съемной зрелости сортов яблони, 2020–2024 гг.

Table 1. Harvest maturity timing of apple varieties, 2020–2024

Сорт	Средняя сумма эффективных температур выше +10 °С на момент съема	Средние сроки съема	Длительность хранения, сутки
Зимние сорта			
Киммерия	1474,1 ± 88,2	13.09 ± 7	170±13
Крымское Золотистое	1508,4 ± 79,5	16.09 ± 6	210±14
Медея	1555,6±45,5	21.09 ± 4	190±12
Скифия	1568,2± 41,8	22.09 ± 3	210±11
Позднезимние сорта			
Крымское	1609,7 ± 34,4	01.10 ± 7	150±22
Хайтарма	1701 ± 25,3	01.10 ± 7	190±22
Таврия	1701,9±25,3	15.10 ± 5	210±31

Таблица 2. Результаты изучения лежкоспособности плодов сортов яблони

Table 2. Study results of keeping quality of fruits of apple varieties

Сорт, селекционная форма	Выход стандартных плодов, %	Естественная убыль массы, %	Основные заболевания
Зимние сорта			
Киммерия	85,3±11,0	4,2±1,4	растрескивание
Крымское Золотистое	95,0±3,0	4,7±1,1	увядание
Медея	80,0±13,0	3,2±1,3	подкожная пятнистость
Скифия	96,0±3,0	3,8±1,1	гнили
Позднезимние сорта			
Крымское	89,3±10,0	4,3±1,3	подкожная пятнистость
Хайтарма	90,0±8,0	4,8±0,9	гнили
Таврия	92,5±6,0	3,6±1,5	подкожная пятнистость

4,8±0,9 (сорт Хайтарма) за весь период хранения. В группе зимних сортов наименьшая естественная убыль плодов отмечена у сортов Медея и Скифия 3,2–3,8 %. Среди позднезимних сортов наилучший результат получен у сорта Таврия. Данный образец выгодно отличается сочетанием степени выхода стандартных плодов и наименьшей степенью убыли массы плодов.

Содержание в плодах основных органических веществ – стойкий помологический признак. Его варьирование отмечается только у отдельных сортов при достаточно резких изменениях погодно-климатических условий периода роста. Результаты изучения химического состава во время съемной зрелости и после хранения представлены в табл. 3.

Биохимический состав плодов яблони существенно изменяется в процессе хранения и зависит

от сорта как в обычной, так и в регулируемой газовой среде. Максимальные изменения наблюдаются по содержанию аскорбиновой кислоты, которая используется в процессе дыхания и переходит в окисленную форму. У зимних сортов максимальное значение аскорбиновой кислоты на момент съема отмечено у сорта Киммерия – 8,8 мг/%. Зафиксировано снижение данного показателя на 3,1 мг/%. Аналогичная тенденция прослеживается и у остальных сортов. В группе позднезимних сортов отличается сорт Крымское с потерей в составе аскорбиновой кислоты 1,6 мг/%.

Анализ содержания титруемых кислот на момент съема варьировал от 0,82 (у сортов Крымское Золотистое и Киммерия) до 0,47 (у сортов Скифия и Медея). Отмечена тенденция по снижению данного показателя в результате хранения. У всех изучаемых образцов отмечено снижение данного признака от 0,06-0,17 балла.

Из изучаемых генотипов максимальным содержанием сахаров в плодах отличался сорт Таврия с показателем 16,6 %. В результате хранения отмечено снижение данного признака на 2,6 %. Аналогичные данные получены и по другим образцам в опыте. При снижении содержания сахаров в плодах, соответственно, падает и уровень сухих веществ.

Одним из наиболее важных показателей для потребителя являются вкусовые достоинства. Данный признак так же значительно изменяется в результате хранения. На момент снятия с хранения десертным вкусом (4,5 и выше балла) обладали следующие сорта: Крымское Золотистое, Крымское, Хайтарма.

По результатам проведенного корреляционного анализа можно сделать вывод, что метеорологические факторы в вегетационный период в значительной мере влияют на формирование пригодности урожая к хранению. Данные факторы индивидуальны для каждого сорта, некоторые имеют значения для нескольких образцов (табл. 4). В таблице приведены только наиболее значимые коэффициенты корреляции, полученные при математическом расчете.

Значительно и достоверно метеорологические факторы влияли на сорта Киммерия (средняя температура в августе, °С – 0,698; минимальная температура августа, °С – 0,661; минимальная температура октября, °С – 0,634 и Крымское Золотистое (осадки в августе, мм – 0,674; макси-

Таблица 3. Биохимический состав плодов яблони в зависимости от сорта
Table 3. Biochemical composition of apple fruits depending on the variety

Сорт	Дата анализа	Аскорбиновая кислота, мг %	Титруемая кислотность, %	Общий сахар, %	Абсолютно сухие вещества, %	Оценка вкуса, балл
Зимние сорта						
Киммерия	съемная зрелость	8,8	0,82	10,4	13,2	4,5
	конец хранения	5,7	0,65	7,8	11,1	4,0
Крымское Золотистое	съемная зрелость	7,2	0,82	12,9	15,3	4,7
	конец хранения	6,7	0,67	12,0	13,9	4,5
Медея	съемная зрелость	5,8	0,47	12,3	13,8	4,5
	конец хранения	5,2	0,41	10,5	10,3	4,0
Скифия	съемная зрелость	5,6	0,59	12,3	13,8	4,5
	конец хранения	5,1	0,47	10,4	12,2	4,0
Позднезимние сорта						
Крымское	съемная зрелость	9,6	0,72	14,8	16,9	5,0
	конец хранения	8,0	0,60	13,3	15,1	4,7
Хайтарма	съемная зрелость	8,5	0,67	15,8	17,5	4,8
	конец хранения	7,8	0,51	13,3	16,0	4,5
Таврия	съемная зрелость	7,2	0,52	16,6	18,4	4,5
	конец хранения	5,9	0,40	14,0	16,8	4,2

Таблица 4. Корреляция длительности хранения плодов сортов яблони с метеорологическими показателями вегетационного периода (r ≥ 0,632; n = 10)

Table 4. Correlation of storage duration of apple varieties with meteorological indicators of the growing season (r ≥ 0,632; n = 10)

Сорт	Показатель (коэффициент корреляции)
Киммерия	Средняя температура в августе, °С (0,698)
	Минимальная температура августа, °С (0,661)
	Минимальная температура октября, °С (0,634)
	Осадки в апреле, мм (0,588)
	Среднемесячная влажность воздуха в апреле, % (0,583)
Крымское Золотистое	Осадки в августе, мм (0,674)
	Максимальная температура в мае, °С (0,653)
	Осадки сентября, мм (0,463)
Медея	Максимальная температура в июле (0,461), °С
	Максимальная температура мая, °С (0,411)
	Максимальная температура июля, °С (0,113)
	Осадки августа, мм (0,226)
Скифия	Осадки сентября, мм (-0,221)
	Осадки в августе, мм (0,694)
	Максимальная температура мая, °С (0,623)
	Осадки в сентябре, мм (0,498)
	Максимальная температура июля, °С (0,446)
Крымское	Минимальная температура октября, °С (0,445)
	Максимальная температура июля, °С (0,588)
	Осадки августа, мм (0,543)
	Осадки сентября, мм (0,532)
Хайтарма	Среднемесячная влажность воздуха сентября, % (0,498)
	Средняя температура июня, °С (0,468)
	Максимальная температура сентября, °С (0,547)
Таврия	Максимальная температура июля, °С (0,132)
	Осадки августа, мм (0,205)
	Максимальная температура сентября, °С (0,640)
Таврия	Максимальная температура июля, °С (0,494)
	Осадки в августе, мм (0,491)

мальная температура в мае, °С – 0,653).

Важно отметить сорт Медея, на степень сохранности которого при хранении практически не влияют погодные факторы. Наиболее значимое влияние оказывает на него в данном аспекте такой показатель, как максимальная температура мая – 0,411. Такие погодные факторы, как максимальная температура воздуха в июле и осадки в августе и сентябре (период активного роста, созревания и съемной зрелости) существенного влияния не оказали. Данный факт свидетельствует о высокой стабильности данного признака независимо от колебаний погодных условий.

Для нового сорта яблони Скифия наиболее существенным оказалось влияние осадков в августе (период активного роста и развития плодов) – 0,694.

Для сорта Крымское отмечено наиболее существенное влияние уровня выпадения осадков в августе и сентябре, что отражается в способности плодов достичь своих pomological размеров, а также накопить оптимальное содержание аскорбиновой кислоты, сахаров, абсолютно сухих веществ. Такое же влияние оказывает максимальная температура воздуха в июле (пиковые значения признака в течение года).

Для сортов Хайтарма и Таврия отмечено существенное влияние факторов: максимальная температура воздуха в сентябре – 0,547 и 0,640 соответственно.

Выводы

В ходе исследований выявлено, что для зимних сортов съемная зрелость наступала при сумме эффективных температур выше 10 °С 1474,1±88,2 – 1568,2±41,8 °С; для позднезимних – 1609,7±34,4 – 1701,9±25,3. Продолжительность хранения плодов в зависимости от сорта варьировала в пределах 150±22 до 210±31 суток.

Высоким выходом стандартных плодов на момент съема с хранения в группе зимних сортов отличались Крымское Золотистое и Скифское, позднезимних – Таврия. Образцы Скифия и Таврия сочетают в себе признаки высокого выхода стандартных плодов и наименьшую естественную убыль массы плодов, что делает их более привлекательными для хранения. У всех изучаемых сортов отмечена тенденция к уменьшению показателей химического состава за период хранения, обусловленных процессом дыхания. На момент снятия с хранения десертным вкусом (4,5 и выше балла) обладали следующие сорта: Крымское Золотистое, Крымское, Хайтарма.

Коэффициенты корреляции между метеорологическими факторами и лежкоспособностью плодов яблони являются особенностью pomological сорта. Существуют сорта, хранение плодов которых более или менее подвержено влиянию внешних климатических факторов среды. Меньше всего внешние факторы среды влияли на сорта Медея и Хайтарма. Остальные сорта показали сопоставимый результат.

Отмечена тенденция влияния средней температуры воздуха в августе для сортов Крымское Золотистое и Крымское – 0,674–0,543. В этот период идет процесс активного роста и формирования химического состава плодов. Для всех образцов, за исключением сорта Медея, на лежкоспособность оказывало влияние количества осадков в сентябре – 0,463–0,547. В современных рыночных условиях актуальным является поиск путей повышения рентабельности производства и хранения плодов. Таким образом, поиск лучших сортов яблони для выращивания в условиях предгорного Крыма с целью длительного хранения является актуальной проблемой садоводства.

Источник финансирования

Исследования выполнены в рамках государственного задания № FNNS-2025-005.

Financing source

The research was conducted under public assignment No. FNNS-2025-005.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Седов Е.Н., Макаркина М.А., Серова З.М., Янчук Т.В. Результаты селекции яблони на улучшение биохимического состава плодов // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2019;3:42-47. DOI 10.30850/vrsn/2019/3/42-47.
Sedov E.N., Makarkina M.A., Serova Z.M., Yanchuk T.V. Results of apple-tree breeding for fruits biochemical composition improvement. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2019;3:42-47. DOI 10.30850/vrsn/2019/3/42-47 (in Russian).
2. Никитин А.Л., Макаркина М.А. Влияние метеорологических условий на лежкость плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони // Техника и технология пищевых производств. 2019;4:545-554. DOI 10.21603/2074-9414-2019-4-545-554.
Nikitin A.L., Makarkina M.A. Effect of meteorological conditions on storability of the scab-immune columnar apple varieties. Food Processing: Techniques and Technology. 2019;4:545-554. DOI 10.21603/2074-9414-2019-4-545-554 (in Russian).
3. Никитин А.Л., Макаркина М.А. Влияние метеорологических условий вегетационного периода, степени зрелости и температурных режимов хранения на лежкость и качество плодов новых сортов яблони селекции ВНИИСПК // Хранение и переработка сельхозсырья. 2023;4:145-164. DOI 10.36107/spfp.2023.4.449.
Nikitin A.L., Makarkina M.A. Influence of the weather conditions of the growing season, degree of maturity and temperature regimes of storage on the keeping quality and fruit quality of new apple cultivars bred by VNIISP. Storage and Processing of Farm Products. 2023;4:145-164. DOI 10.36107/spfp.2023.4.449 (in Russian).
4. Smith S.L., O'Neill H.B., Isaksen K., Noetzli J., Romanovsky V.E. The changing thermal state of permafrost. Nature Reviews Earth & Environment. 2022;3(1):10-23. DOI 10.1038/s43017-021-00240-1.

5. Кислов А.В., Суркова Г.В. Климатология. М.: ИНФРА-М. 2020:1-324. DOI 10.12737/1027255.
Kislov A.V., Surkova G.V. Climatology. M.: INFRA-M. 2020:1-324. DOI 10.12737/1027255 (*in Russian*).
6. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е.Н. Седова, Т.Г. Огольцовой. Орел: ВНИИСПК. 1999:1-606.
Program and methodology of sorting fruit, berry and nut crops. Under the general editorship of E.N. Sedov, T.G. Ogoltsova. Orel: VNIISPК. 1999:1-606 (*in Russian*).
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
Dospikhov B.A. Methodology of field experience with the basics of statistical processing of research results. M.: Alliance. 2014:1-352 (*in Russian*).
8. Методические указания по определению химических веществ для оценки качества урожая овощных и плодовых культур. Ленинград: ВИР. 1979:1-101.
Guidelines for determining chemical compounds in assessing the quality of vegetable and pome crops. Leningrad: VIR. 1979:1-101 (*in Russian*).
9. Целуйко Н.А. Определение срока съема плодов семечковых культур. М.: Колос. 1969:1-72.
Tseluyko N.A. Determination of the pome fruits harvest date. M.: Kolos. 1969:1-72 (*in Russian*).
10. Шоферистов Е.П., Халилов Э.С., Челебиев Э.Ф., Усков М.К., Усейнов Д.Р., Чакалова Е.А. Влияние метеорологических факторов на продуктивность яблони в условиях Предгорной зоны Крыма // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(2):153-158. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.008.
Shoferistov E.P., Khalilov E.S., Chelebiyev E.F., Uskov M.K., Useynov D.R., Chakalova E.A. The effect of meteorological factors on apple tree productivity in the Piedmont zone of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021;23(2):153-158. DOI 10.35547/IM.2021.23.2.008 (*in Russian*).
11. Седов Е.Н., Янчук Т.В., Корнеева С.А., Дутова Л.И., Ульяновская Е.В. Результаты сотрудничества селекционеров разных учреждений в создании сортов яблони нового поколения // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020;4:46-49. DOI 10.30850/vrsn/2020/4/46-49.
Sedov E.N., Yanchuk T.V., Korneeva S.A., Dutova L.I., Ulianovskaya E.V. Results of cooperation between breeders of different institutions in creation of new generation apple tree. Vestnik of the Russian Agricultural Science. 2020;4:46-49. DOI 10.30850/vrsn/2020/4/46-49 (*in Russian*).
12. Причко Т.Г., Тхамокова И.Х., Смелик Т.Л. Методы управления скоростью протекания биохимических процессов при хранении яблок // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2022;5(389):79-82. DOI 10.26297/0579-3009.2022.5.17.
Prichko T.G., Thamokova I.Kh, Smelik T.L. Methods for controlling the speed of leakage of biochemical processes when storing apples. Izvestiya Vuzov. Food Technology. 2022;5(389):79-82. DOI 10.26297/0579-3009.2022.5.17 (*in Russian*).
13. Гудковский В.А., Кожина Л.В., Назаров Ю.Б. Новые возможности круглогодичного хранения плодов яблони // Садоводы-за здоровье сбережение нации! 2023:9-28.
Gudkovsky V.A., Kozhina L.V., Nazarov Yu.B. New opportunities for year-round storage of apple fruits. Gardeners for the Nation's Health! 2023:9-28 (*in Russian*).
14. Горб Н. Н., Денисова О.А. Результаты многолетних исследований Крымской опытной станции садоводства в вопросах хранения и переработки плодово-ягодной продукции // Биология растений и садоводство: теория, инновации. 2023;3(168):35-48. DOI 10.25684/2712-7788-2023-3-168-35-48.
Gorb N.N., Denisova O.A. Results of long-term research of the Crimean Experimental Horticulture Station on storage and processing of fruit and berry products. Plant Biology and Horticulture: Theory, Innovation. 2023;3(168):35-48. DOI 10.25684/2712-7788-2023-3-168-35-48 (*in Russian*).

Информация об авторах

Ольга Александровна Денисова, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мэйл: lelya-denisova-1990@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6436-0203>;

Эдем Фахриевич Челебиев, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мэйл: edem_chelebiev@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4627-9652>;

Максим Константинович Усков, мл. науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; e-мэйл: m0992497215@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0001-6228-4094>;

Надежда Никаноровна Горб, науч. сотр. лаборатории селекции и сортоизучения; <https://orcid.org/0000-0003-1441-2009>;

Александр Иванович Сотник, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории питомниководства; e-мэйл: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8405-5321>.

Information about the authors

Olga A. Denisova, Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study; e-mail: lelya-denisova-1990@bk.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6436-0203>;

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

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

Nadezhda N. Gorb, Staff Scientist, Laboratory of Breeding and Varietal Study; <https://orcid.org/0000-0003-1441-2009>;

Alexander I. Sotnik, Dr. Agric. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Nursery Management; e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8405-5321>.

Статья поступила в редакцию 26.06.2025, одобрена после рецензии 15.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Современные подходы к мониторингу и оптимизации состава вин

Тимофеев Р.Г. [✉]

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», г. Ялта, Россия

[✉]Russ1970@mail.ru

Аннотация. В работе рассмотрены современные подходы к моделированию и мониторингу состава винодельческой продукции на основе математических методов и неразрушающих физических измерений. Показано, что параметры, такие как плотность, показатель преломления и оптическая плотность обладают аддитивной природой и позволяют построить модели, обеспечивающие восстановление компонентного состава продукта и прогноз целевых характеристик с использованием систем линейных уравнений. Обоснована применимость рефрактоденсиметрического и спектрофотометрического подходов в качестве основы для систем мониторинга и управления качеством на различных этапах технологического цикла. Предложена концепция создания единой информационно-аналитической платформы, объединяющей задачи проектирования состава методом купажа и онлайн-контроля продукции на основе дешёвых сенсорных датчиков и централизованной обработки данных. Представлены примеры математических формализаций, позволяющих учитывать материальные и показательные балансы, аддитивность свойств и буферные свойства компонентов при моделировании и проектировании состава купажа. Полученные результаты подтверждают потенциальную эффективность интеграции математических моделей с методами цифрового мониторинга для повышения производственной гибкости и технологической устойчивости винодельческих процессов.

Ключевые слова: виноделие; неразрушающий контроль; хемотретрия; математическое моделирование; купажирование вин; оптимизация состава; управление составом и качеством.

Для цитирования: Тимофеев Р.Г. Современные подходы к мониторингу и оптимизации состава вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):253-260. EDN RRRDQL.

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

Modern approaches to monitoring and optimization of wine composition

Timofeev R.G. [✉]

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia

[✉] Russ1970@mail.ru

Abstract. This study presents modern approaches to the modeling and monitoring of wine composition based on mathematical techniques and non-destructive physical measurements. It is shown that such parameters as density, refractive index and optical density possess additive properties, enabling the development of models for reconstructing the component composition of products, and predicting target characteristics using the systems of linear equations. The applicability of refractodensimetric and spectrophotometric approaches is substantiated as a foundation for quality control and monitoring systems throughout various stages of technological cycle. A conceptual framework for a unified information-analytical platform that integrates blend formulation and real-time monitoring of the products based on low-cost sensor devices and centralized data processing is proposed. Mathematical formalizations are presented to account for mass and analytical balances, additive property behavior, and buffer capacity of the components in modeling and designing blend compositions. The findings support the potential effectiveness of integrating mathematical models with digital monitoring tools in order to improve production flexibility and enhance technological resilience of winemaking processes.

Key words: winemaking; non-destructive analysis; chemometrics; mathematical modeling; wine blending; composition optimization; composition and quality management.

For citation: Timofeev R.G. Modern approaches to monitoring and optimization of wine composition. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):253-260. EDN RRRDQL (in Russian).

Введение

Основной задачей винодельческих предприятий, как и отрасли в целом, является обеспечение объемов выпуска высококачественной продукции, соответствующей нормативной документации, с соблюдением принципов рационального использования доступных ресурсов. Одним из инструментов управления составом и свойствами винопродукции, а также ее распределения по направлениям использования является купаж [1-3]. Этот прием предоставляет определенные возможности для коррекции состава и качества винопродукции, особенно важно в условиях неоднородности и неопределенности ис-

ходного сырья, обусловленной природными и экономическими ограничениями [4, 5], и может применяться на любой стадии производственного процесса. На практике любому производственному купажу предшествуют расчётные операции, которые на современном этапе развития информационных технологий можно классифицировать как задачи проектирования и моделирования состава и свойств винопродукции методом купажа [5]. Эти задачи включают также оптимизацию использования имеющихся производственных резервов с учётом требований к готовому продукту и планом по выпуску продукции [4]. Другим аспектом эффективного управления любой технологической системой является ее мониторинг, в т.ч. мониторинг состава продукции в процес-

се ее производства с целью получения информации для выработки управленческих решений, а также выполнения требований системы ЕГАИС к обеспечению прозрачности учета спиртосодержащей продукции в процессе ее производства и оборота [6]. Современные достижения в области математического моделирования и информационных технологий совместно с бурным развитием датчиков и устройств, в т.ч. оптоэлектронных ячеек открывают новые горизонты для автоматизации и повышения точности этих процессов в виноделии [7]. Методологические подходы, связанные с моделированием химического состава и свойств вин и напитков, важны для оптимизации их химического состава и потребительских свойств [2, 4, 5], а также для выяснения связи химических и органолептических показателей винопродукции с физическими свойствами, поддающимися измерению неразрушающими методами исследования в условиях производства [6, 8, 9]. Если исходить из постулата, что состав винопродукции (физико-химический, сортовой) однозначно определяет ее физические и потребительские свойства, то возникает вопрос о возможности прогнозирования свойств напитков, исходя из их химического и сортового состава и возможности использования физических неразрушающих методов исследования для мониторинга состава. С другой стороны, регулируя физико-химический состав методом купажа, можно корректировать физико-химические (цветовые характеристики, pH, буферную емкость и др.) свойства и органолептические показатели продуктов виноделия для оптимизации технологического процесса и качества готовой продукции – вина. Важным аспектом проблем моделирования и проектирования, а также проблем мониторинга состава в режиме реального времени является формализация задачи с целью создания математических моделей удобных для работы в рамках стандартных и специальных методов обработки данных.

Целью данной работы является разработка и обобщение методологических подходов к моделированию состава винодельческой продукции в контексте мониторинга ее состава неразрушающими методами, а также решения задач по проектированию и оптимизации состава вина методом купажа.

Материалы и методы исследований

Объектами исследований являлись математические модели напитка и купажа, методы постановки и решения задач по составлению и оптимизации состава купажа, методы аналитической химии, основанные на измерении физических свойств (показателя преломления, массы вещества, плотности, оптической плотности на различных длинах волн). Методологическая основа исследования опирается на комплексный междисциплинарный подход, направленный на систематизацию, интерпретацию и сравнительный анализ современных научных, патентных и технических данных, посвященных применению физического неразрушающего контроля состава винодельческой продукции и методов оптимизации состава вин методом купажа.

Результаты и их обсуждение

Классическим подходом к моделированию связи физических свойств напитка с его составом является применение аддитивных моделей и методов линейной алгебры [10]. Применяя концепцию аддитивности физических свойств, можно описать физические параметры напитка, как линейную комбинацию вкладов компонентов. Предположим, что мы измеряем несколько физических свойств y_i для смеси с несколькими компонентами x_j . В соответствии с принципом аддитивности, для каждого y_i можно записать линейное уравнение:

$$y_i = a_{i1}x_1 + a_{i2}x_2 + \dots + a_{in}x_n, \quad (1)$$

где y_i – измеренное значение физического свойства (например, плотность, показатель преломления, оптическая плотность, скорость звука и др.); x_j – концентрация компонента j (например, сахаров, этанола, кислот); a_{ij} – коэффициенты, определяющие вклад каждого j -го компонента в i -е физическое свойство.

Если эти уравнения объединить в систему, то эта система уравнений может быть представлена в матричном виде:

$$Y = A \cdot X, \quad (2)$$

где Y – вектор-столбец измеренных значений физических свойств; A – матрица коэффициентов, зависящих от вклада каждого компонента; X – вектор-столбец концентраций компонентов состава, который мы хотим определить.

Таким образом, определение химического состава смеси сводится к решению системы линейных уравнений относительно X .

На основе известных образцов с заранее определенными концентрациями каждого компонента можно определить матрицу A , то есть вклад каждого компонента в физические свойства смеси, на чем собственно и основан один из подходов хемометрии, которая использует «обучающие» образцы с известным составом для нахождения матрицы A , а также тестовые образцы, для проверки корректности модели [11]. Данный процесс в хемометрии называется калибровкой, задачей которой является установление функциональной зависимости между набором данных измерения и составом исследуемого объекта и реализуется разными способами в зависимости от специфики объекта исследования или мониторинга и требуемой точности и надежности получения результата. Здесь будет уместно добавить следующую ремарку: коэффициенты a_{ij} уравнения (1), строго говоря, могут зависеть от концентраций отдельных компонентов, однако в диапазоне концентраций, используемом при калибровке, их можно считать постоянными или аппроксимировать полиномами степени не выше второй [11].

Существует множество подходов к решению этой проблемы, простейшим из которых является нахождение коэффициентов уравнений множественной регрессии для физических свойств на основе данных измерений физической величины и массива данных по химическому составу компонентов калибровочных образцов. Наиболее разработанные ме-

тоды калибровки включают [11, 12] одноканальную калибровку (UVR), калибровку методом Фирордта (Vierordt) [13], непрямую калибровку (Indirect), множественную линейную регрессию (MLR), калибровку пошаговой регрессией (SWR), регрессию на главные компоненты (PCR), а также методы проекции на латентные переменные первого (PLS1) и второго (PLS2) порядка. Таким образом, с точки зрения мониторинга состава неразрушающими методами, важным является установление жесткой (детерминированной) связи между измеряемыми физическими свойствами и химическим (компонентным) составом продукта, а также обоснованный выбор набора измеряемых физических параметров, однозначно определяющий химический (компонентный) состав объекта контроля.

Рассмотрим основные физико-химические показатели винопродукции, отражающие ее химический состав в контексте создания моделей связи состава и свойств напитков, подающихся измерению методами неразрушающего анализа.

Плотность. Плотность отражает количество (массу) вещества в единице объема при стандартной температуре измерения. Ввиду несжимаемости жидкостей физико-химический состав винопродукции жестко детерминирован ее плотностью, что используется для оценки концентрации сахаров суслу согласно ГОСТ 27198, экстракта виноматериалов и готовой продукции по ГОСТ 32000. Для растворимых сухих веществ суслу и вина, которые в чистом виде представляют собой твердую фазу, таких как сахара, органические кислоты, минеральные вещества, единица массы этих веществ в растворе занимает определенный постоянный объем, что дает возможность прогнозировать значение плотности винопродукции, исходя из ее химического состава [14]. Простейшее математическое описание данной зависимости можно выразить в виде регрессионного уравнения типа (1), где соответствующий коэффициент a_j есть суть объем занимаемый единицей массы данного вещества в системе, но для более полного описания будет уместно привести следующую выкладку.

Пусть a_j – объем, занимаемый единицей массы j -го растворенного вещества в растворе, ρ_j – плотность растворенного вещества в его гидратированном виде. Если добавить массу растворенного вещества m_j в растворитель, объем растворителя в единице объема продукта уменьшится на величину $a_j = m_j / \rho_j$, так как растворенное вещество вытесняет растворитель пропорционально своему объему, занимаемому в растворе. Это приводит к изменению плотности раствора. На основе анализа зависимости плотности раствора от его концентрации можно вычислить объем, занимаемый единицей массы вещества (удельный объем), а также величину ему обратную – плотность растворенного вещества в гидратированном виде.

Например, для сахарозы вычисленная плотность сахарозы в растворе составляет от 1590 кг/м³ в концентрированных растворах до 1629 кг/м³ в сильно

разбавленных, что соответствует объему 0,628 см³ и 0,612 см³, занимаемому 1 г сахарозы в растворе, соответственно. Как ранее нами было показано, для всех видов винопродукции значение вытесняемого объема единицей массы сахарозы, а также растворимых сухих веществ в пересчете на сахарозу составляет величину порядка 0,614±0,01 см³/г [15], что очень удобный факт, с точки зрения линейной модели зависимости плотности от концентрации. Оценка удельного объема для любого растворимого вещества, присущего для продуктов виноделия, например органических кислот, фенольных веществ и др., что позволит моделировать плотность винопродукции в зависимости от компонентного состава. В случае же, если компонентами состава являются такие вещества, как глицерин или этиловый спирт, то зависимость плотности от концентрации имеет более сложный характер и требует отдельного рассмотрения, но также поддается математическому описанию с целью моделирования [15]. В продуктах виноделия с объемной долей этилового спирта от 0,5 % об. до 35 % об. хорошим компромиссом при моделировании будет допущение, что этанол занимает 92 % от объема безводного спирта, содержащегося в системе.

Показатель преломления. Вторым физическим свойством, легко поддающимся измерению и традиционно используемом для оценки состава однородных жидких сред, на котором хотелось бы остановиться, является показатель преломления n . Показатель преломления показывает, во сколько раз скорость света на определенной длине волны (чаще всего используют D линию натрия $\lambda=589,3$ нм) в материале меньше скорости света в воздухе. Существует понятие абсолютного показателя преломления вещества, когда скорость света в материале сравнивают со скоростью света в вакууме, но в справочной литературе по умолчанию приводят значения относительного показателя преломления (относительно воздуха). Существует также связь между значением показателя преломления и относительной диэлектрической проницаемостью вещества $n = \sqrt{\epsilon}$, что отражает свойство электронной поляризуемости вещества в оптическом диапазоне длин волн, вызванное смещением электронов в атоме во внешнем электрическом поле, а также возникновением дипольного момента и, как следствие, изменением скорости электромагнитного взаимодействия [16].

Сам показатель преломления n имеет близкую к линейной зависимость от концентрации раствора, подобно плотности, но в рамках использования линейных моделей в количественном анализе лучше пользоваться величиной удельной рефракции вещества, которую вычисляют по формуле Лоренц-Лоренца [17]:

$$r = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{\rho}, \quad (3)$$

где r – удельная рефракция на единицу массы вещества; n – показатель преломления вещества; ρ – плотность вещества.

Удельная рефракция определяется путем прямых

измерений показателя преломления и плотности вещества по формуле (3). При невозможности определить показатель преломления и плотность чистого вещества измеряют показатель преломления и плотность растворителя, например воды, и раствора с известной массовой долей вещества, а удельную рефракцию растворенных веществ можно определить по формуле

$$r_x = r_{cm} \cdot \frac{100}{m_x} - r_b \cdot \frac{(100 - m_x)}{m_x}, \quad (4)$$

где r_x – искомая удельная рефракция растворенного вещества; r_{cm} – удельная рефракция раствора; m_x – массовая доля растворенного вещества; r_b – удельная рефракция растворителя, вычисленная по формуле (3).

Ввиду аддитивности удельной рефракции для удельной рефракции смеси веществ можно записать линейное уравнения вида:

$$r_{cm} \cdot 100 = r_1 m_1 + r_2 m_2 + \dots + r_n m_n, \quad (5)$$

где r_{cm} , r_1 , r_2 и r_n – удельная рефракция вина и компонентов его составляющих, а концентрация компонентов выражена в массовых долях, соответственно.

Выражения типа (5) в совокупности с использованием линейных уравнений, выражающих плотность смеси через ее состав, составляют основу рефрактоденсиметрического метода неразрушающего анализа многокомпонентных смесей с детерминированным составом по данным измерения плотности и показателя преломления, в т. ч. применительно к жидким продуктам винодельческой отрасли [15, 17-19]. В данных публикациях рассматриваются методологические подходы к рефрактоденсиметрическому анализу трехкомпонентных растворов, что позволяет на основании измерения показателя преломления и плотности оценить содержание этилового спирта и общего экстракта. Если проводить измерение показателя преломления на нескольких длинах волн и при этом знать удельную рефракцию компонентов смеси на различных длинах волн, то возможно получение более детальной информации о составе продукта.

Оптическая плотность. Продолжая разговор о показателе преломления, следует отметить его связь с оптической плотностью вещества, характеризующей поглощение электромагнитной энергии. Показатель преломления (n) и оптическая плотность (D) описывают разные аспекты взаимодействия света с веществом: n связан с поляризуемостью молекул, а значит, с их структурой и количеством. D отражает поглощение света веществом, зависящее от электронных переходов, отвечающих за цвет и химический состав. Связь между ними описывается через комплексный показатель преломления n_c : $n_c = n + i\varepsilon$, где ε – коэффициент экстинкции, связанный с D через выражение $D = \varepsilon c l$ отражающий закон Бугера – Ламберта – Бера, где, в свою очередь, c – концентрация компонента, l – длина оптического пути [20-22].

Закон Бугера-Ламберта-Бера для многокомпонентного раствора выражается как обобщение классической формы для случая, когда раствор содержит несколько светопоглощающих компонентов. Он

описывает связь между оптической плотностью смеси (D) и концентрациями всех присутствующих поглощающих веществ. Оптическая плотность в этом случае на заданной длине волны λ представляется в виде суммы вкладов всех компонентов:

$$D(\lambda) = \lg\left(\frac{I_0}{I}\right) = \sum_i \varepsilon_i(\lambda) c_i l, \quad (6)$$

где $D(\lambda)$ – общая оптическая плотность раствора при длине волны λ ; ε_i – коэффициент поглощения i -го компонента при длине волны λ , зависящий от природы вещества и длины волны света; c_i – концентрация i -го компонента; l – длина оптического пути; I_0 и I – интенсивности падающего и прошедшего излучения. Каждый компонент вносит свой вклад в общую оптическую плотность пропорционально его концентрации и коэффициенту удельного поглощения. Ввиду того, что спектр поглощения вещества является уникальным для конкретного вещества, то суммарный спектр поглощения можно рассматривать как суперпозицию спектров поглощения отдельных компонентов состава, что дает предпосылки для определения состава смеси с детерминированным составом путем измерения оптической плотности на нескольких длинах волн. Данный подход для анализа состава многокомпонентных смесей впервые применил Карл Фирордт (Karl von Vierordt) в 1873 г. [22], и который является первым разработанным подходом в хемометрии сложных смесей оптическими методами. В этом методе используют столько же длин волн (каналов измерения) сколько в системе присутствует веществ, концентрацию которых требуется определить. Основной принцип, заложенный в методе Фирордта, заключается в аддитивности оптической плотности, которая справедлива при отсутствии взаимодействий между компонентами, изменяющих их поглощательные свойства. Это позволяет разложить общий спектр смеси на отдельные спектры поглощения компонентов. Если для многокомпонентного раствора оптическую плотность измеряют на нескольких длинах волн ($\lambda_1, \lambda_2, \dots$), формула приобретает матричную форму: $D = EC/l$, где $D = [D(\lambda_1), D(\lambda_1), \dots, D(\lambda_m)]^T$ – вектор-столбец оптических плотностей на различных длинах волн; $E = [\varepsilon_{i,j}]$ – матрица коэффициентов поглощения, $\varepsilon_{i,j}$ – коэффициент поглощения i -го компонента при длине волны λ_j ; $C = [c_1, c_2, \dots, c_n]^T$ – вектор концентраций компонентов в растворе; l – длина оптического пути. Спектрометрия расширяет аналитические возможности за счёт измерения спектров поглощения или отражения в различных диапазонах. Перспективной для виноделия являются УФ-видимая спектрометрия (200–700 нм) – используется для анализа фенольных соединений, красящих веществ (антоцианов), сернистых соединений и других веществ, поглощающих в этом диапазоне. В ближней (200–280 нм) и дальней (280–400 нм) ультрафиолетовой областях спектра фиксируется интенсивное поглощение излучения, индуцируемое фенольными соединениями винограда. Высокая степень абсорбции в данном диапазоне существенно осложняет проведение спектрофотометриче-

ских измерений, поскольку требует минимизации оптического пути для предотвращения насыщения сигнала. Указанные особенности спектрального поведения фенольных компонентов создают дополнительные трудности при разработке и практической реализации промышленных оптических датчиков для анализа винограда и продуктов его переработки, что требует поиска новых подходов к реализации данных подходов.

Инфракрасная спектроскопия (NIR) и ее разновидности инфракрасная Фурье-спектроскопия (FTIR), особенно в ближнем ИК-диапазоне (700–2500 нм) позволяет анализировать такие параметры, как содержание этанола, сахаров и органических кислот, основываясь на характерных колебательных частотах молекул [23–25]. Следует отметить, что в настоящее время это наиболее бурно развивающаяся ветвь спектроскопии ввиду доступности средств и методов обработки спектральных данных, в том числе с применением нейросетевых технологий [26–28].

Для обеспечения гибкости мониторинга и снижения совокупных затрат (капитальных и эксплуатационных) в винодельческом производстве приоритет следует отдавать низкочувствительным системам на основе распределенных датчиков, осуществляющих измерения физических параметров (например, плотности, температуры, показателя преломления для определения содержания этанола и экстрактивных веществ) и передающих данные по защищенным каналам связи на центральные серверы. Такой подход позволяет отказаться от дорогостоящих систем локальной индикации и обработки информации в каждой точке контроля, снижая стоимость единичного измерительного блока. Агрегация и централизованная обработка данных с применением стандартизированных калибровок и алгоритмов позволяет формировать интегральное представление о состоянии производственного процесса и оперативно поддерживать состав продукции на заданном уровне. Эта концепция успешно реализуется в ряде современных исследований. Например, Willa [29] описывает систему мониторинга содержания сахаров и этанола на основе беспроводных сенсоров с передачей данных на центральный узел, где происходит оценка параметров по данным измерений показателя преломления и последующая аналитическая обработка.

При проектировании состава винодельческой продукции методом купажа предполагается, что при смешивании купажных материалов химические превращения не происходят. В этом случае так же применима линейная модель, которая позволяет установить строгую детерминированную связь между химическим составом купажных материалов и свойствами итогового продукта. Классической моделью при составлении купажей является подход, основанный на использовании систем уравнений материального и показательного балансов, которые по структуре очень напоминают выражение (1).

Например, уравнение материального баланса можно записать в следующем виде:

$$\sum_{i=1}^n x_i = M, \quad (7)$$

где x_i – масса или объём i -го компонента в купаже; %, n – количество компонентов; M – общая масса или объём конечного продукта.

И показательного баланса, который учитывает концентрации или свойства компонентов:

$$\sum_{i=1}^n x_i p_i = P \cdot M, \quad (8)$$

где p_i – показатель (например, содержание сахара, спирта или кислотность) i -го компонента, P – целевое значение показателя в купаже.

В более общем виде задача моделирования состава напитка методом купажа с учётом нескольких свойств (например, содержания спирта, сахаров, титруемых кислот и т.д.) может быть описана матричным уравнением: $A \cdot X = B$, где A – матрица показателей компонентов ($m \times n$), при этом m – количество свойств, например, содержание сахара, спирта и др.), а n – количество компонентов входящих в купажи; X – вектор-столбец долей компонентов ($n \times 1$); B – вектор-столбец целевых значений свойств ($m \times 1$). Добавив систему уравнений в выражение для учета материального баланса (7), мы получим математическую модель купажа, удобную для решения задач моделирования и проектирования напитков путем смешивания купажных материалов.

Касаясь вопросов моделирования состава и свойств методом купажа в рамках линейных моделей, будет уместно коснуться двух вопросов: 1 – перечня показателей и свойств продукции виноделия, поддающегося моделированию и проектированию в рамках линейных моделей состав-свойство; 2 – учета изменения объема купажа вследствие смешивания компонентов с разной объемной долей этилового спирта.

Если допустить, что при смешивании купажных материалов не происходит химических превращений, то в рамках линейных моделей существует жесткая детерминация между химическим составом и свойствами купажных компонентов и купажа по следующим показателям: концентрации технологически важных веществ (этиловый спирт, сахара, органические кислоты, фенольные соединения, красящие вещества). Так как оптическая плотность пропорциональна концентрации светопоглощающих веществ, а, с другой стороны, цветовые характеристики продукции определяются нашим восприятием, то это дает возможность прогнозировать и моделировать состав в рамках линейных моделей оптических свойств и концентраций компонентов купажа и купажных материалов. Некоторые параметры, такие как активная кислотность (рН), не обладают линейной зависимостью от количества внесенного компонента из-за буферной емкости компонентов, составляющей купажи, что делает классическую линейную модель неприменимой. Однако произведение $pH \cdot A$, где A — буферная емкость продукта, уже обладает свойством аддитивности пропорционально количеству внесенного компонента при смешивании.

вании, что можно записать в виде выражения:

$$pH \cdot A \cdot M = \sum_{i=1}^n pH_i \cdot A_i \cdot x_i. \quad (9)$$

Для учета изменения объема купажа вследствие смешивания компонентов с разной объемной долей этилового спирта можно использовать тот же подход, который был описан выше при моделировании плотности спиртосодержащего продукта из допущения, что этиловый спирт занимает в напитке 92% объема безводного спирта, содержащегося в продукте. Этот факт можно учесть путем составления соответствующего уравнения материального баланса.

Можно выделить три категории задач, к суперпозиции которых сводятся все возможные основные технологические расчеты в виноделии.

Прямая задача – расчет объема и состава купажа при заданных соотношениях исходных компонентов. Это позволяет определить параметры конечного продукта, исходя из состава виноматериалов составляющих купаж.

Обратная задача – определение необходимого соотношения компонентов купажа для получения продукции с заданными свойствами. Это позволяет создать купаж с точным составом, соответствующим требуемым характеристикам.

Задача оптимизации, которая заключается в корректировке состава купажа с какой-либо целью. Например, такая задача, как получение купажа заданных кондиций с наименьшей возможной себестоимостью; получение купажа с оптимальным содержанием какого-либо компонента или группы веществ, полезных с технологической точки зрения, который возможно сформировать из имеющихся в наличии купажных материалов.

При этом обратную задачу по составлению купажа, с точки зрения постановки задачи и методов ее решения, можно рассматривать как задачу оптимизации для получения купажа, максимально приближенного по составу к требуемому составу продукта, который возможно получить из имеющихся в наличии купажных материалов. Наиболее полное исследование посвященное данному вопросу можно увидеть в работе Vismara P., Coletta R. и др. [4], которая посвящена классической методологии оптимизации купаживания базовых вин для создания вин целевого качества. Также представляют интерес пионерская работа Ferrier J.G. и др. [30], связанная с использованием искусственных нейронных сетей для оптимизации состава купажа.

Современные методы обработки информации, посвященные неразрушающему анализу химического состава винопродукции и подходы к математическому моделированию купажей, основаны на едином принципе решения обратных задач: либо восстановления состава по измеренным физико-химическим параметрам среды, либо подбора смеси компонентов, обеспечивающей заданные свойства продукта. С концептуальной точки зрения, задача купаживания может быть формализована анало-

гично процедуре реконструкции состава по данным неразрушающего анализа, если рассматривать компоненты купажа как чистые или репрезентативные вещества с известными характеристиками. Это методологическое сходство открывает возможности для интеграции обеих задач в единую информационно-аналитическую систему, предназначенную для мониторинга и управления качеством винопродукции на всех этапах технологического цикла.

Ключевым этапом моделирования состава напитков для оптимизации купажа математическими методами, а также для анализа продуктов с применением хемометрических подходов, является предварительная обработка данных. Этот процесс включает трансформацию исходных значений для повышения надежности моделирования и стабильности численных алгоритмов. Основные методы обработки включают: **центрирование** — сдвиг данных таким образом, чтобы их среднее значение равнялось нулю. Это устраняет систематические смещения и обеспечивает корректное представление переменных; **нормирование** — приведение значений переменных к сопоставимым масштабам, что позволяет уравновесить вклад каждой переменной в модель. Подобные приемы стабилизируют численные алгоритмы и снижают влияние различий в масштабах переменных. Это позволяет минимизировать влияние шума и фона, а также компенсировать сдвиги базовой линии, возникающие при измерении концентраций компонентов; улучшить точность и устойчивость моделей при оценке состава напитков в рамках калибровочных процедур, а также стабилизировать работу алгоритмов оптимизации состава купажа.

В настоящее время существует огромное количество концепций мониторинга состава винопродукции неразрушающими методами [31-33], однако, на наш взгляд, наиболее доступными и готовыми для ос-

Таблица. Перспективные параметры процесса и методы измерений в рамках мониторинга и управления технологическим процессом виноделия

Table. Promising process parameters and measurement methods in the framework of monitoring and control of the winemaking technological process

Параметр	Метод измерения	Физическое свойство	Роль в модели
Концентрация этанола, экстракта	денсиметрия, рефрактометрия	плотность, показатель преломления	оценка объемной доли этилового спирта, экстракта, сахаров, материальный учет продукции
Содержание сахаров	спектрофотометрия, БИК-спектрофотометрия	оптическая плотность	оценка содержания сахаров, прогнозирование вкуса
Концентрация органических кислот, катионов	потенциометрия	pH, буферная емкость	прогнозирование кислотности, вкуса и стабильности
Фенольные соединения	УФ-спектрофотометрия + спектрофотометрия в видимой области	оптическая плотность	моделирование вкусовых и цветовых характеристик
Красящие вещества	спектрофотометрия	оптическая плотность	прогнозирование цвета и восприятия напитка

воения в отрасли для решения задач мониторинга состава винодельческой продукции и ее учета являются следующие параметры процесса и методы измерений.

Как видно из представленной таблицы, прослеживается принцип взаимного дополнения физических измерений (плотность, показатель преломления, оптическая плотность, pH) и их функционального значения в моделировании состава напитка. Например, рефрактометрия и денсиметрия обеспечивают быстрый расчёт объемной доли этанола и экстракта, что важно для учёта материального баланса спирта на производстве. Для концентрации фенольных соединений, красящих веществ и сахаров основным источником информации выступает оптическая плотность, измеряемая с помощью спектрофотометрии.

Вместе с тем в ультрафиолетовой области спектра (200–400 нм) наблюдается высокая абсорбция, индуцируемая фенольными соединениями, что существенно ограничивает возможности спектрофотометрии: при онлайн-мониторинге состав винопродукции осложняется не только насыщением сигнала и необходимостью уменьшения оптического пути, но и наличием взвесей, характерных для полупродуктов виноделия. Эти факторы затрудняют создание промышленных оптических датчиков и накладывают ограничения на их применение. В то время как большинство спектрофотометрических подходов эффективно работает для истинных растворов (очищенных проб), в случае реальных технологических сред требуется поиск альтернативных методов. Наиболее перспективными направлениями здесь являются ИК-спектроскопия, отражательная спектроскопия и родственные подходы, позволяющие получать достоверную информацию без предварительного осветления образцов.

Таким образом, выявляется значимость мульти-спектральных подходов, формирующих основу для хемометрического анализа вин, а также возможность моделирования цветовых и вкусовых характеристик купажа исходя из его состава. Потенциометрические измерения позволяют контролировать pH и буферную ёмкость, что напрямую связано со стабильностью вина, его окислительной стойкостью и восприятием вкуса. Каждая группа параметров в таблице не рассматривается изолированно, а встроена в функциональную модель, где одно измерение (например, показатель преломления) может быть использовано для оценки нескольких веществ одновременно — сахаров, экстракта, спирта. Это подтверждает аддитивную природу свойств и целесообразность использования математических моделей линейного типа.

Выводы

Установлено методологическое и математическое сходство постановки задач проектирования состава вин методом купаживания и задач анализа состава винодельческой продукции по данным неразрушающих физических измерений в рамках методов хемометрии и линейной алгебры. Показано, что такие физико-химические характеристики, как плотность, показатель преломления и оптическая

плотность, обладают аддитивной природой и могут быть использованы для количественной оценки компонентного состава винопродукции. Обоснована целесообразность перехода к архитектурам распределённого мониторинга с использованием дешёвых сенсорных узлов и централизованной аналитики. Это позволяет реализовать экономически эффективные системы контроля с возможностью масштабирования и адаптации к условиям конкретного предприятия. Уточнены ограничения методов спектрофотометрии в УФ-области, обусловленные высокой абсорбцией фенольных соединений и наличием взвесей в полупродуктах виноделия; обоснована перспектива использования альтернативных спектроскопических подходов (ИК, отражательная спектроскопия и др.) для задач онлайн-контроля.

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. 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.
2. Koak J.H., Kang B.S., Hahm Y.T., Park C.S., Baik M.Y., Kim B.Y. Blending of different domestic grape wines using mixture design and optimization technique. *Food Sci. Biotechnol.* 2010;19(4):1011–1018. DOI 10.1007/s10068-010-0142-7.
3. Nandorfy D.E., Likos D., Lewin S., Barter S., Kassara S., Wang S., Kulcsar A., Williamson P., Bindon K., Bekker M., Gledhill J., Siebert T., Shellie R.A., Keast R., Francis L. Enhancing the sensory properties and consumer acceptance of warm climate red wine through blending. *OENO One*. 2023;57(4):1–18. DOI 10.20870/oeno-one.2023.57.3.7651.
4. Vismara P., Coletta R., Trombettoni G. Constrained global optimization for wine blending. *Constraints*. 2016;21:597–615. DOI 10.1007/s10601-015-9235-5.
5. 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. EDN: JITYRK.
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. DOI 10.35547/IM.2022.20.77.014. EDN: JITYRK (*in Russian*).
6. Тимофеев Р.Г., Еременко С.А. Системный подход к учету и мониторингу состава и количества винопродукции. *Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»*. 2024;53:70–72. EDN: DYEAKX.
Timofeev R.G., Eremenko S.A. System approach to accounting and monitoring the composition and quality of wine products. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach*. 2024;53:70–72. EDN: DYEAKX (*in Russian*).

7. Wang X., Feng Y., Wang Y., Zhu H., Song D., Shen C., Luo Y. Enhancing optical non-destructive methods for food quality and safety assessments with machine learning techniques: A survey. *J. Agric. Food Res.* 2025;19:101734. DOI 10.1016/j.jafr.2025.101734.
8. Littarru E., Modesti M., Alfieri G., Pettinelli S., Florida G., Bellincontro A., Sanmartin C., Brizzolara S. Optimizing the winemaking process: NIR spectroscopy and e-nose analysis for the online monitoring of fermentation. *J. Sci. Food Agric.* 2025;105:1465–1475. DOI 10.1002/jsfa.13336.
9. Basalekou M. Using IR spectroscopy as a holistic monitoring approach in winemaking: A review. *OENO One.* 2025;59(3). DOI 10.20870/oenone.2025.59.3.7824.
10. Varivoda A.A., Temerbaeva M.V., Uryumtseva T.I., Gerashchenko L.A., Svirina A.G. Mathematical modeling of multicomponent beverages with a balanced composition of nutrients. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021;677(2):022104. DOI 10.1088/1755-1315/677/2/022104.
11. Pomerantsev A.L. *Chemometrics in Excel*. Hoboken: John Wiley & Sons; 2014:1–336. DOI 10.1002/9781118873212.
12. Родионова О.Е. Хемометрический подход к исследованию больших массивов химических данных. *Российский химический журнал.* 2006;50(2):128–144. EDN HTUUSZ.
Rodionova O.E. Chemometric approach to the study of large arrays of chemical data. *Russian Chemical Journal.* 2006;50(2):128–144. EDN HTUUSZ (in Russian).
13. Vyas A.J., Jha S.A., Patel A.B., Patel A.I., Shah S.R., Sheth D.B. Review on simultaneous equation method (Vierordt's Method). *Asian J. Pharm. Anal.* 2022;12(2):149–156. DOI 10.52711/2231-5675.2022.00026.
14. Kunkee R.E., Eschnauer H.R. Wine, 2. Chemical and physical composition. *Comprehensive Food Fermentation Biotechnology*. Elsevier. 2017:427–452. DOI 10.1002/14356007.u28_u01.
15. Тимофеев Р.Г. Разработка рефрактоденсиметрического метода определения содержания этилового спирта и общего экстракта вин на ЭВМ. *Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств.* 2020;4:3–11. DOI 10.17586/2310-1164-2020-10-4-3-11.
Timofeev R.G. Development of a refractodensimetric method for determining the content of ethyl alcohol and total wine extract by a computer. *Scientific Journal. Processes and Food Production Equipment.* 2020;4:3–11. DOI 10.17586/2310-1164-2020-10-4-3-11 (in Russian).
16. Moldover M.R., Marsh K.N., Barthel J., Buchner R. Relative permittivity and refractive index. *Exp. Thermodyn.* 2003;6:433–473. DOI 10.1016/S1874-5644(03)80012-7.
17. Иоффе Б.В. Рефрактометрические методы химии. *Л.: Химия*, 1983:1–352.
Ioffe B.V. *Refractometric methods in chemistry*. Leningrad: Khimiya. 1983:1–352 (in Russian).
18. Вечер А.С. К применению прецизионной рефрактометрии в виноделии. *Труды Краснодарского института пищевой промышленности.* 1958;18:176–196.
Vecher A.S. On the application of precision refractometry in winemaking. *Proceedings of the Krasnodar Institute of Food Industry.* 1958;18:176–196 (in Russian).
19. Фоменко Н.К., Баранов А.И. Ускоренный рефрактометрический метод определения спирта и экстракта в коньяке. *Виноделие и виноградарство СССР.* 1961;4:12–17.
Fomenko N.K., Baranov A.I. Accelerated refractometric method for determining alcohol and extract in cognac. *Winemaking and Viticulture of the USSR.* 1961;4:12–17 (in Russian).
20. Skoog D.A., Holler F.J., Crouch S.R. *Principles of instrumental analysis*. 7th ed. Boston: Cengage Learning. 2017:167–171.
21. Sánchez H.R. Seven derivations of the Beer-Lambert law. *Spectroscopy Letters.* 2021;54(2):133–139. DOI 10.1080/00387010.2021.1873149.
22. Vierordt K. *Die anwendung des spectralapparates zur photometrie der absorptionsspectren*. Tübingen: H. Laupp. 1873:1–199 (in German).
23. Patel D., Bhise S., Kapdi S.S., Bhatt T. Non-destructive hyperspectral imaging technology to assess the quality and safety of food: a review. *Food Prod. Process. Nutr.* 2024;6:69. DOI 10.1186/s43014-024-00246-4.
24. Feng Y.Z., Sun D.W. Application of hyperspectral imaging in food safety inspection and control: a review. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2012;52(11):1039–1058. DOI 10.1080/10408398.2011.651542.
25. Basalekou M. Using IR spectroscopy as a holistic monitoring approach in winemaking: A review. *OENO One.* 2025;59(3). DOI 10.20870/oenone.2025.59.3.7824.
26. Chen J., Liao S., Yao L., Pan T. Rapid and simultaneous analysis of multiple wine quality indicators through near-infrared spectroscopy with twice optimization for wavelength model. *Front. Optoelectron.* 2021;14:329–340. DOI 10.1007/s12200-020-1005-3.
27. Teklemariam T.A., Chou F., Kumaravel P., Van Buskrik J. ATR-FTIR spectroscopy and machine/deep learning models for detecting adulteration in coconut water with sugars, sugar alcohols, and artificial sweeteners. *Spectrochim. Acta A.* 2024;322:124771. DOI 10.1016/j.saa.2024.124771.
28. Jiang H., Deng J., Chen Q. Monitoring of simultaneous saccharification and fermentation of ethanol by multi-source data deep fusion strategy based on near-infrared spectra and electronic nose signals. *Eng. Appl. Artif. Intell.* 2024;127:107299. DOI 10.1016/j.engappai.2023.107299.
29. Willa V. Brix and alcohol content monitoring using wireless sensor network. *MSc Thesis. NM-AIST*; 2023:1–72. DOI 10.58694/20.500.12479/2571.
30. Ferrier J.G., Block D.E. Neural-network-assisted optimization of wine blending based on sensory analysis. *Am. J. Enol. Vitic.* 2001;52:386–395. DOI 10.5344/ajev.2001.52.4.386.
31. Ferrer-Gallego R., Rodriguez-Pulido F.J. Phenolic composition, quality and authenticity of grapes and wines by vibrational spectroscopy. *Food Rev. Int.* 2022;38(1):1–20. DOI 10.1080/87559129.2020.1752231.
32. Chen Q., Lin H., Zhao J. *Advanced nondestructive detection technologies in food*. Singapore: Springer Nature. 2021:1–347.
33. Segura-Borrego M.P., Azcarate S.M., Amigo J.M., Morales M.L., Callejón R.M., Ríos-Reina R. Analysis of beverages. Non-invasive and non-destructive methods for food integrity. *Cham: Springer.* 2024:359–388. DOI 10.1007/978-3-031-76465-3_1.

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 the author

Ruslan G. Timofeev, Cand. Techn. Sci., Associate Professor, Head of the Laboratory of Still Wines; e-mail: Russ1970@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-6105-944X>.

Статья поступила в редакцию 29.07.2025, одобрена после рецензии 20.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Массовая концентрация метоксипиразинов в красном винограде как маркер технологической зрелости

Редька В.М.[✉], Прах А.В., Агеева Н.М.

Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия, г. Краснодар, Российская Федерация

[✉]redkavitali@yandex.ru

Аннотация. Исследование посвящено изучению метоксипиразинов (МП), в частности 2-изобутил-4-метоксипиразина (ИБМП) в качестве биохимических маркеров для определения оптимальных сроков сбора красных технических сортов винограда Курчанский и Гранатовый в условиях Краснодарского края (2022–2023 гг.). Методом газожидкостной хроматографии проанализирована динамика МП в ягодах и виноматериалах на разных стадиях зрелости. Установлено доминирование ИБМП (72–80 % от общего пула МП), концентрация которого достигает максимума до начала созревания и снижается по мере накопления сахаров. У сорта Курчанский снижение ИБМП составило 43 % (2022 г.) и 54 % (2023 г.) с августа по октябрь, оптимальный срок сбора – третья декада сентября (0,005–0,007 мкг/дм³ ИБМП). Сорт Гранатовый характеризовался более поздней деградацией МП с оптимумом в первой декаде октября (0,005–0,008 мкг/дм³ ИБМП). Аномально высокая температура в 2023 г. (+30...+34 °С) ускорила снижение МП на 14–20 дней. Органолептическая оценка вин (по 10-балльной шкале) выявила максимальные баллы (7,8 у Курчанского, 8,2 у Гранатового) при минимальных концентрациях ИБМП (<0,015 мкг/дм³), исключающих появление нежелательных «зеленых» тонов. Перезревание приводило к горечи, несмотря на дальнейшее снижение МП. Концентрации второстепенных МП (ИПМП-2-изопропил-3-метоксипиразин, СБМП-2-sec-бутил-3-метоксипиразин и ЭМП-2-этил-3-метоксипиразин) оставались стабильно низкими (<0,005 мкг/дм³). ИБМП подтвержден как надежный маркер фенольной зрелости, а установленные сортоспецифичные сроки сбора критичны для баланса сенсорного профиля вина.

Ключевые слова: газожидкостная хроматография; фенольная зрелость; сроки сбора урожая; дегустационная оценка.

Для цитирования: Редька В.М., Прах А.В., Агеева Н.М. Массовая концентрация метоксипиразинов в красном винограде как маркер технологической зрелости // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):261-265. EDN VBODVQ.

ORIGINAL RESEARCH

Mass concentration of methoxypyrazines in red grapes as a marker of technological ripeness

Redka V.M.[✉], Prakh A.V., Ageeva N.M.

North Caucasian Federal Scientific Center of Horticulture, Viticulture, Winemaking, Krasnodar, Russian Federation

[✉]redkavitali@yandex.ru

Abstract. This study investigates methoxypyrazines (MPs), particularly 2-isobutyl-4-methoxypyrazine (IBMP), as biochemical markers for optimizing harvest timing in red grape varieties 'Kurchansky' and 'Granatovy' in the conditions of Krasnodar Territory (2022–2023). The dynamics of MPs was analyzed using gas-liquid chromatography in grapes and wines across different ripening stages. Results revealed IBMP as the dominant MP (72–80% of total MPs), peaking pre-*véraison* and declining as grapes ripened and sugars accumulated. In 'Kurchansky' variety, IBMP was decreasing by 43% (2022) and 54% (2023) from August to October, with optimal harvest time in late September (0.005–0.007 µg/dm³ IBMP). The variety 'Granatovy' exhibited delayed MP degradation, with optimal harvest time in early October (0.005–0.008 µg/dm³ IBMP). Anomalous heat in 2023 (+30–34°C) accelerated MP degradation by 14–20 days. Wine sensory analysis (10-point scale) correlated peak scores (7.8 for 'Kurchansky', 8.2 for 'Granatovy') with minimized IBMP levels (<0.015 µg/dm³), avoiding undesirable "green" notes. Over ripening was increasing bitterness despite further MP reduction. Secondary MPs (IPMP, SBMP, EMP) were remaining consistently low (<0.005 µg/dm³). The study establishes IBMP as a reliable phenolic ripeness marker, with variety-specific harvest windows critical for balancing sensory profile of wine.

Key words: gas-liquid chromatography; phenolic ripeness; harvest timing; tasting assessment.

For citation: Redka V.M., Prakh A.V., Ageeva N.M. Mass concentration of methoxypyrazines in red grapes as a marker of technological ripeness. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3): 261-265. EDN VBODVQ (in Russian).

Введение

Техническая зрелость винограда рассматривается виноделами как один из самых важных показателей начала уборки винограда для производства вина. Помимо технической существует понятие «фенольная зрелость», при которой большинство ягод на кусте имеют необходимую окраску, прозрачность кожицы, упругость мякоти и гармоничный вкус. Время полной зрелости винограда колеблется в зависимости от погодных-климатических условий года урожая, но порядок созревания сортов остается неизменным [1]. Это подтверждает тот факт, что сроки вызревания являются биологической особенностью сорта.

Последние десятилетия виноделы и виноградари начали сосредотачиваться на концепции достижения «фенольной зрелости» красных сортов винограда, описываемой как более полная зрелость танинов и других фенольных соединений в винограде, которые вносят вклад в цвет, вкус и аромат вина [2, 3]. При этом большинство ароматических соединений образуется в ягодах в виде вторичных метаболитов, которые появляются в конце созревания и в процессе накопления сахаров [4]. Поэтому зрелый виноград, содержащий достаточное количество сахара и кислоты, может оставаться незрелым в отношении выработки танинов, ароматов и привкуса, которые характерны для сложных и качественных вин [5, 6].

В связи с этим большой интерес представляют пиперазины- азотсодержащие гетероциклы, обладаю-

щие сильным и характерным ароматом, обнаруженные в широком диапазоне в сырой и переработанной пище. Природные пиразины, в основном производные метоксилатов, встречаются у многих растений и характеризуются очень низкими порогами восприятия, а также их важный вклад для сенсорных профилей.

Важность метоксипиразинов в аромате вина широко изучалась с момента первого сообщения о 3-изобутил-2-метоксипиразине в винограде Каберне Совиньон в 1975 г. Доказано, что различные сорта винограда содержат различное количество этих веществ, что позволяет предположить, что эти соединения могут способствовать их сортовому различию [7].

При концентрациях 0,01–0,015 мкг/дм³ ИБМП (2-изобутил-4-метоксипиразин) придает вину тона, именуемые как «зеленый стручковый перец» и «травянистый» аромат, которые считаются желательными при сбалансированном содержании, но при более высоких концентрациях он может придать вину подавляющие «травянистые» и «растительные» ароматы [8]. В ягодах винограда ИБМП быстро накапливается, достигая максимума за 2-3 недели до начала созревания, но затем заметно снижается по мере созревания винограда и до сбора урожая [9, 10].

Метоксипиразины особенно чувствительны к свету и температуре. Чем больше ягоды подвергаются воздействию солнечного света, тем ниже конечный уровень пиразина. Что касается температуры, то стоит отметить такую же тенденцию – с ростом дней с высокой температурой содержание пиразинов уменьшается [11].

По литературным источникам известно, что эти вещества имеют следующие диапазоны обнаружения: до 0,005 мкг/дм³ для ИПМП, 0,003 мкг/дм³ для СБМП, 0,1 мкг/дм³ для ИБМП и 0,008 мкг/дм³ для ЭМП [12].

Таким образом, определение и управление содержанием пиразинов (особенно ИБМП) для конкретных сортов винограда является ключевым фактором целенаправленного формирования стилистики вина, что требует учёта как при выборе участка, так и при реализации агроприёмов на нём. [14–19].

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований в нашей работе использовался виноград двух красных сортов винограда – Курчанский и Гранатовый разной степени зрелости, произрастающие в центральной зоне виноградарства Краснодарского края.

Экспериментальная часть работы проводилась авторами в лаборатории научного центра «Виноделие», цехе микровиноделия и ЦКП «Приборно-аналитический» ФГБНУ СКФНЦСВВ. Отбор проб

винограда происходил на протяжении всего процесса созревания, чтобы собрать данные для мониторинга изменений содержания пиразинов и провести соответствующий анализ [13, 14].

В процессе исследований отбирались образцы свежего винограда исследуемых сортов в разные периоды созревания и в дальнейшем перерабатывались по классической технологии красных сухих вин – сбор винограда в сроки определенной фенольной зрелости, удаление гребней и дробление ягод с получением мезги, проведение брожения мезги при 25–28°C с использованием дрожжей IOC PRESTIGE и добавлением SO₂ в течение 7 сут., прессование и снятие с дрожжевого осадка.

Полученные виноматериалы подвергались лабораторному и органолептическому анализу.

Концентрацию метоксипиразинов определяли методом газожидкостной хроматографии («Кристалл 2000М») по методике Fontana A., Bottini R., 2016 г., модифицированной автором [17–20].

В работе определялись следующие метоксипиразины: 2-изопропил-3-метоксипиразин (ИПМП); 2-этил-3-метоксипиразин (ЭМП); 2-sec-бутил-3-метоксипиразин (СБМП); 2-изобутил-4-метоксипиразин (ИБМП).

Органолептическую оценку виноматериалов проводила дегустационная комиссия ФГБНУ СКФНЦСВВ РАСХН по 10-балльной шкале в соответствии с ГОСТ 32051-2013.

Результаты и их обсуждение

Анализ содержания метоксипиразинов в винограде сорта Курчанский (рис. 1) выявил выраженную зависимость от года исследования. В 2022 г. концентрация ИБМП достигла максимума в конце августа (0,0123 мкг/дм³), после чего демонстрировала выраженные колебания в сентябре с локальным пиком 0,011 мкг/дм³ к середине месяца. К октябрю уровень снизился на 43 % (до 0,007 мкг/дм³). ИПМП

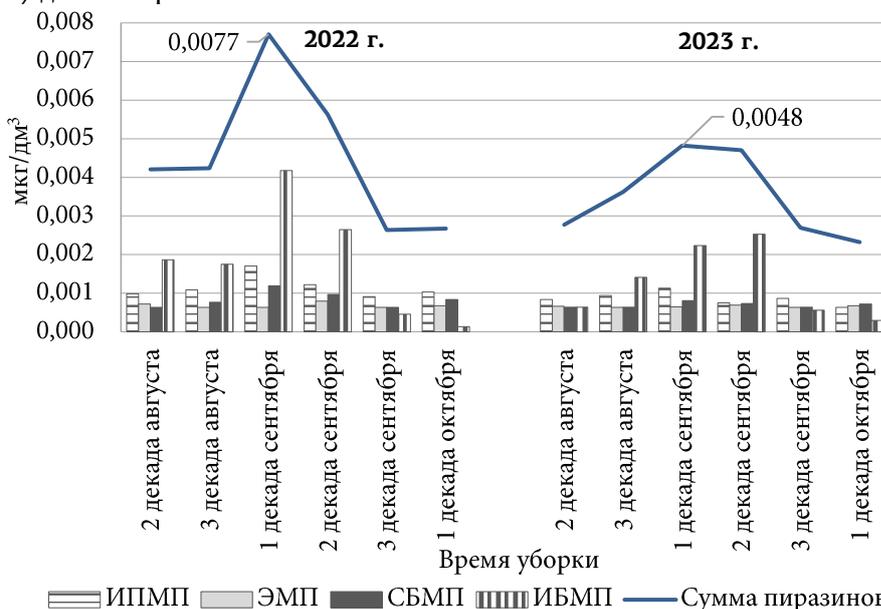


Рис. 1. Содержание метоксипиразинов в винограде сорта Курчанский, г. Краснодар, 2022–2023 гг.

Fig. 1. Methoxypyrazine content in 'Kurchansky' grapes, Krasnodar, 2022–2023

демонстрировал эту же тенденцию с запаздыванием на 7–10 дней, снизившись с 0,0086 мкг/дм³ (начало сентября) до 0,005 мкг/дм³. В 2023 г. под влиянием аномально высоких температур (+30...+34 °С в августе) динамика ИБМП изменилась: плавное снижение с 0,0123 мкг/дм³ (начало сентября) до 0,0056 мкг/дм³ к концу октября (–54 %). Аналогично деградировал ИПМП (с 0,0086 до 0,0045 мкг/дм³, –48 %). Концентрации второстепенных метоксипиразинов (ЭМП, СБМП) оставались стабильно низкими (<0,005 мкг/дм³) в оба сезона.

Аналогичная тенденция изменения метоксипиразинов была выявлена у сорта Гранатовый с той разницей, что снижение происходило в более поздний период – с третьей декады сентября. Так, в 2022 г. ИБМП сохранял высокие значения (0,010–0,012 мкг/дм³) до третьей декады сентября, после чего резко снизился на 58 % (до 0,005 мкг/дм³). ИПМП проявлял аномальную нестабильность: отсутствие в пробах от 30 августа, скачок до 0,007 мкг/дм³ в середине сентября и последующее падение на 70 %. В 2023 г. жара подавила синтез соединений: ИБМП снизился с 0,008 мкг/дм³ (сентябрь) до 0,003 мкг/дм³ (–62 %), а ИПМП деградировал на 14 дней раньше, чем в предыдущем сезоне, достигнув следовых значений (<0,001 мкг/дм³). Доля ИБМП в общем наборе метоксипиразинов оставалась доминирующей (72–80 %), подтверждая его роль ключевого ароматического маркера (рис. 2).

Следует отметить, что виноград сорта Гранатовый демонстрировал более позднее начало снижения метоксипиразинов по сравнению с сортом Курчанский в одинаковых условиях выращивания.

ИБМП является доминирующим метоксипиразином, его концентрация наиболее чувствительна к стадии зрелости и условиям года. Концентрация ИБМП в нашей работе варьировала от 0,0001 до 0,034 мкг/дм³, что превышает порог сенсорного обнаружения (0,002 мкг/дм³) для этого компонента в молодых красных виноматериалах. Что касается ИПМП, то можно также предположить влияние погодных условий на его накопление, судя по схожей с ИБМП активностью накопления.

Для виноматериалов сорта Курчанский (рис. 3) выявлена выраженная взаимосвязь между дегустационной оценкой и динамикой метоксипиразинов. В 2022 г. максимальная дегустационная оценка (7,8 баллов) соответствовала сроку уборки в 3-й декаде сентября, когда концентрация доминирующего ИБМП снизилась до 0,007 мкг/дм³. При этом в конце августа уровень ИБМП достигал 0,0123 мкг/дм³, что могло придавать вину нежелательные травянистые тона. В сентябре наблю-

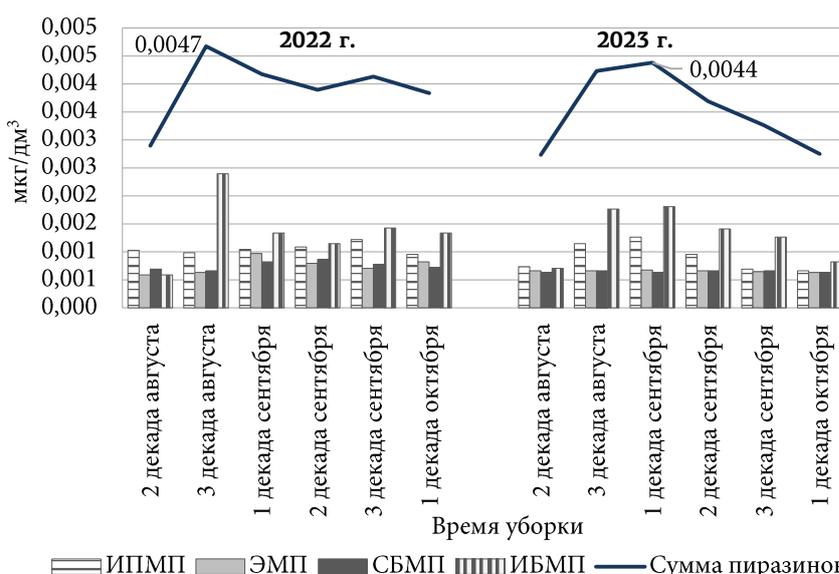


Рис. 2. Содержание метоксипиразинов в винограде сорта Гранатовый, г. Краснодар, 2022–2023 гг.

Fig. 2. Methoxypyrazine content in 'Granatovyy' grapes, Krasnodar, 2022–2023

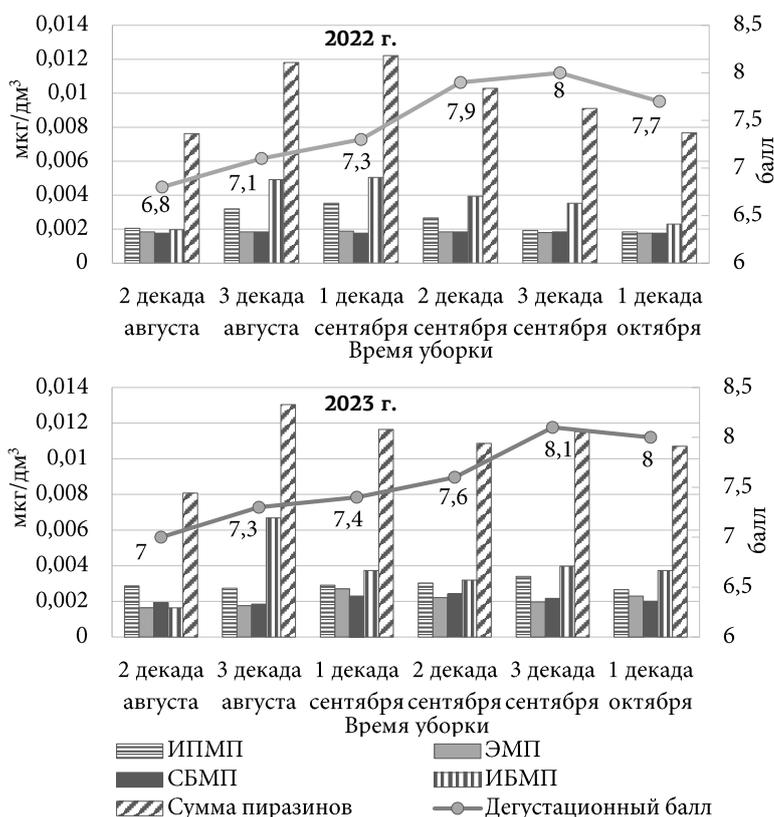


Рис. 3. Дегустационная оценка и содержание метоксипиразинов в виноматериале сорта Курчанский, г. Краснодар, 2022–2023 гг.

Fig. 3. Tasting assessment and methoxypyrazine content in 'Kurchansky' wine, Krasnodar, 2022–2023

дались резкие колебания ИБМП с локальным пиком 0,011 мкг/дм³ к середине месяца.

Концентрации второстепенных метоксипиразинов (ИПМП, ЭМП, СБМП) оставались стабильно низкими (<0,005 мкг/дм³). В 2023 г. под влиянием аномально высоких температур (+30...+34 °С) динамика ИБМП изменилась: плавное снижение с 0,0123 мкг/дм³ (начало сентября) до 0,0056 мкг/дм³ к концу ок-

тября (–54 %). Аналогичная деградация отмечена для ИПМП (с 0,0086 до 0,0045 мкг/дм³, –48 %). Перезревание урожая (октябрь) сопровождалось снижением дегустационной оценки из-за появления горечи и жесткости во вкусе, несмотря на дальнейшее уменьшение содержания пиразинов – снижение проявления в аромате овощных и травянистых оттенков.

У виноматериала сорта Гранатовый (рис. 4) пик дегустационной оценки (8,2 балла) зафиксирован при сборе в 1-й декаде октября 2022 г. К этому сроку концентрация ИБМП снизилась до 0,005 мкг/дм³ после периода стабильно высоких значений (0,010–0,012 мкг/дм³ до 3-й декады сентября). ИПМП проявлял аномальную нестабильность: отсутствовал в пробах от 30 августа, достигал 0,007 мкг/дм³ к середине сентября, затем деградировал на 70 %. В отдельных сентябрьских образцах концентрация ИБМП в виноматериалах превышала порог органолептического распознавания (0,015 мкг/дм³), потенциально придавая вину выраженные овощные ноты. В 2023 г. жара подавила синтез соединений: ИБМП снизился с 0,008 мкг/дм³ (сентябрь) до 0,003 мкг/дм³ (–62 %), а ИПМП деградировал на 14 дней раньше, достигнув следовых значений (<0,001 мкг/дм³). Доля ИБМП в общем наборе метоксипиразинов сохраняла доминирующую роль (72–80 %). Результаты исследований виноматериала сорта Гранатовый разных сроков уборки показали расположенность к поздним сборам, однако дальнейшее перезревание (3-я декада октября) приводило к появлению горечи и изменению цветовых характеристик вина.

Оптимальные сроки сбора урожая коррелируют с минимальными концентрациями ИБМП: для Курчанского – 3-я декада сентября (0,005–0,007 мкг/дм³), для Гранатового – 1-я декада октября (0,005–0,008 мкг/дм³). Аномальная жара (2023 г.) ускорила деградацию метоксипиразинов на 14–20 дней, подтверждая их чувствительность к температурному стрессу. Максимальные дегустационные оценки совпадают со сбалансированным уровнем ИБМП, не превышающим порог сенсорного обнаружения. Гранатовый проявляет более позднее снижение пиразинов и устойчивость к перезреванию по сравнению с Курчанским.

Выводы

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать ряд заключений:

- доказана целесообразность использования концентрации ИБМП (2-изобутил-4-метоксипиразин) как биохимический маркер для уточнения оптимальной зрелости красных сортов винограда Курчанский и Гранатовый в условиях Краснодарского края;
- предложены сортоспецифичные сроки сбора: для сорта Курчанский – конец сентября (при снижении ИБМП до 0,005–0,007 мкг/дм³), для сорта Гранатовый – начало октября (0,005–0,008 мкг/дм³), обеспечивающие максимальное качество органолеп-

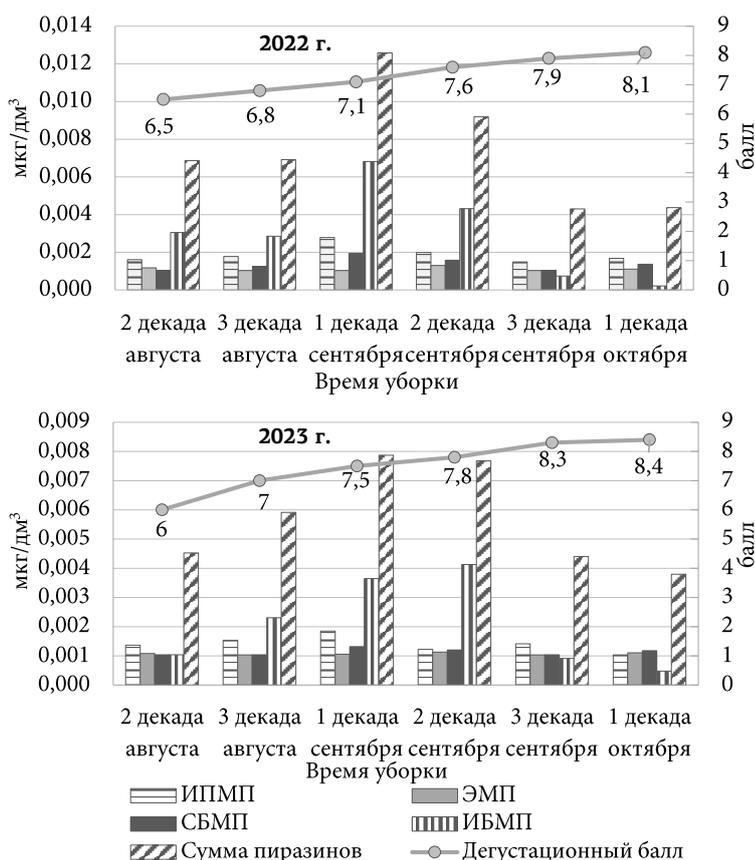


Рис. 4. Дегустационная оценка и содержание метоксипиразинов в виноматериале сорта Гранатовый, г. Краснодар, 2022–2023 гг.

Fig. 4. Tasting assessment and methoxypyrazine content in 'Granatoviy' wine, Krasnodar, 2022–2023

тических достоинств вин без формирования «зелёных» тонов;

– аномальная жара ускоряет деградацию метоксипиразинов, что подтверждается снижением характерных тонов в аромате исследуемых сортов.

Источник финансирования

Исследование выполнено при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научно-инновационного проекта № НИП-20.1/22.25.

Financing source

The study was carried out with financial support of Kuban Science Foundation in the framework of scientific and innovative project No. NIP-20.1/22.25.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А. Определение параметров зрелости винограда сорта Эким Кара для производства вин с географическим статусом // Русский виноград. 2018;7:205–216.
Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A. Determination of maturity parameters of Ekim Kara grape variety for the production of wines with geographical status. Russian Grapes. 2018;7:205–216 (in Russian).
2. Травникова Е.Э. Исследование фенольного комплекса виноматериалов из красных технических сортов винограда // Проблемы развития АПК региона. 2017;4:148–155.

- Travnikova E.S. Study of phenolic complex of raw wine materials produced from technical red grape varieties. *Problems of the Development of the Agro-Industrial Complex of the Region*. 2017;4:148-155 (in Russian).
- Агеева Н.М., Шелудько О.Н., Ширишова А.А., Прах А.В., Семенова М.Н. Исследование фенольного комплекса вино-материалов из сорта винограда Красностоп АЗОС // Пло-доводство и виноградарство юга России. 2025;92(2):127-137. DOI 10.30679/2219-5335-2025-2-92-127-137.
Ageeva N.M., Sheludko O.N., Shirshova A.A., Prakh A.V., Semenova M.N. Study of the phenolic complex of wine materials from the Krasnostop AZOS grape variety. *Fruit Growing and Viticulture of South Russia*. 2025;92(2):127-137. DOI 10.30679/2219-5335-2025-2-92-127-137 (in Russian).
 - Pérez-Navarro J., Izquierdo-Cañas P.M., Mena-Morales A., Martínez-Gascuña J., Chacón-Vozmediano J.L., García-Romero E., Gómez-Alonso S. Phenolic compounds profile of different berry parts from novel *Vitis vinifera* L. red grape genotypes and Tempranillo using HPLC-DAD-ESI-MS/MS: A varietal differentiation tool. *Food Chemistry*. 2019;295:350-360. DOI 10.1016/j.foodchem.2019.05.137.
 - Asproudi A., Petrozziello M., Cavalletto S., Vaudano E., Pollon M., Petrozziello M. Key norisoprenoid compounds in wines from early-harvested grapes in view of climate change. *Food Chemistry*. 2018;268:143-152. DOI 10.1016/j.foodchem.2018.06.069.
 - Allamy L., van Leeuwen C., Pons A. Impact of harvest date on aroma compound composition of Merlot and Cabernet-Sauvignon must and wine in a context of climate change: a focus on cooked fruit molecular markers. *OENO One*. 2023;57(3):167-182. DOI 10.20870/oeno-one.2023.57.3.7458.
 - Hashizume K., Umeda N. Methoxy-pyrazine content of Japanese red wines. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*. 1996;60(5):802-805. DOI 10.1271/bbb.60.802.
 - Kotseridis Y.S., Anocibar Beloqui A., Bertrand A., Doazan J.P. Quantitative analysis of 3-alkyl-2-methoxy-pyrazines in juice and wine using stable isotope labelled internal standard assay. *Journal of Chromatography A*. 2008;1190(1-2):294-301. DOI 10.1016/j.chroma.2008.02.088.
 - Sanders R.D., Boss P.K., Capone D.L., Kidman C.M., Maffei S., Jeffery D.W. Methoxy-pyrazine concentrations in the grape bunch rachis of *Vitis vinifera* L. cv Shiraz: Influence of rootstock, region and light. *Food Chemistry*. 2023;408:135234. DOI 10.1016/j.foodchem.2022.135234.
 - Lei Y., Xie S., Guan X., Xueqiang Guan X., Song C., Zhang Z., Meng J. Methoxy-pyrazines biosynthesis and metabolism in grapes: A review. *Food Chemistry*. 2018;245:1141-1147. DOI 10.1016/j.foodchem.2017.11.056.
 - Сапсай А.Н. «Вам с перцем или без?» <https://nashevino.ru/article/vam-s-pertcem-ili-bez> (дата обращения: 12.08.2025).
Sapsay A.N. "With or without pepper?" Access mode: <https://nashevino.ru/article/vam-s-pertcem-ili-bez> (date of access: 12.08.2025) (in Russian).
 - Прах А.В., Толмачева Е.Н., Редька В.М. Содержание метоксипиразинов в красных технических сортах винограда Центральной зоны виноградарства Кубани // Современные векторы развития науки: сб. ст. по матер. науч.-практ. конф. преп. Краснодар, 2024:435-437.
Prakh A.V., Tolmacheva E.N., Redka V.M. Methoxy-pyrazines content in red technical grape varieties of the Central viticulture zone of Kuban. *Modern Vectors of Science Development: Collection of articles based on materials of the scientific-practical conference of teachers*. Krasnodar, 2024:435-437 (in Russian).
 - Schmarr H.G., Ganss S., Koschinski S., Riehle C., Kinnart J., Potouridis T., Kutyrev M. Pitfalls encountered during quantitative determination of 3-alkyl-2-methoxy-pyrazines in grape must and wine using gas chromatography-mass spectrometry with stable isotope dilution analysis. *Journal of Chromatography A*. 2010;1217(43):6769-6777. DOI 10.1016/j.chroma.2010.06.049.
 - Артеменко Я.Б., Прах А.В. Биохимические показатели и органолептический анализ вина из винограда сорта Курчачанский в зависимости от сроков уборки // Современные проблемы биологии и экологии: сб. ст. X Всерос. конф. молодых ученых. Краснодар, 2017:154-162.
Artemenko Ya.B., Prakh A.V. Biochemical parameters and organoleptic analysis of wine from the grape variety Kurchansky depending on harvest time. *Modern Problems of Biology and Ecology: Collection of Articles of the X All-Russian Conference of Young Scientists*. Krasnodar. 2017:154-162 (in Russian).
 - Прах А.В., Якуба Ю.Ф., Васияров Г.Г., Титова Е.В., Дробь А.А., Староверов С.М. Влияние уходных операций на антоциановый комплекс вина из сорта винограда Каберне Совиньон // Ученые записки Крымского федерального университета им. В.И.Вернадского. Биология. Химия. 2022;8(2):154-162.
Prakh A. V., Yakuba U. F., Vasiyarov G.G., Titova E.V., Drob A.A., Staroverov S.M. The effect of nursing operations on the anthocyanin complex of wine from the cabernet sauvignon grape variety. *Scientific Notes of V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry*. 2022;8(2):154-162 (in Russian).
 - Lei Y., Xie S., Chen H., Xueqiang G., Zhenwen Z. Behavior of 3-isobutyl-2-methoxy-pyrazine biosynthesis related to proposed precursor and intermediate in wine grape. *Food Chemistry*. 2019;277:609-616. DOI 10.1016/j.foodchem.2018.10.121.
 - Tavares A., Mafra G., Carasek E., Amadeu M., Vitali L. Determination of five 3-alkyl-2-methoxy-pyrazines employing HS-SPME-GC-NPD: Application in evaluation of off-flavor of South American wines. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2022;105:104237. DOI 10.1016/j.jfca.2021.104237.
 - Le Moigne M., Maury C., Bertrand D., Jourjon F. Sensory and instrumental characterisation of Cabernet Franc grapes according to ripening stages and growing location. *Food Quality and Preference*. 2008;19(2):220-231. DOI 10.1016/j.foodqual.2007.03.004.
 - Prakh A.V., Yakuba Yu.F., Redka V.M., Reznichenko K.V., Prakh A.A. Determination of methoxy-pyrazines in dry wines. *BIO Web of Conferences*. 2024;108:25004. DOI 10.1051/bioconf/202410825004.

Информация об авторах

Виталий Михайлович Редька, мл. науч. сотр. научного центра «Виноделие»; e-мэйл: redkavitali@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3337-9435>;

Антон Владимирович Прах, канд. с.-х. наук, доц., науч. сотр. научного центра «Виноделие»; e-мэйл: aprakh@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4256-9898>;

Наталья Михайловна Агеева, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. научного центра «Виноделие»; e-мэйл: ageyeva@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>.

Information about the authors

Vitaly M. Redka, Junior Staff Scientist, Scientific Center "Winemaking"; e-mail: redkavitali@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-3337-9435>;

Anton V. Prakh, Cand. Agric. Sci., Associate Professor, Staff Scientist, Scientific Center "Winemaking"; e-mail: aprakh@yandex.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4256-9898>;

Natalia M. Ageeva, Dr. Techn. Sci., Professor, Chief Staff Scientist, Scientific Center "Winemaking"; e-mail: ageyeva@inbox.ru; <https://orcid.org/0000-0002-9165-6763>.

Статья поступила в редакцию 06.08.2025, одобрена после рецензии 20.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.

УДК 635.631.567.9
EDN WFCULM

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Технологическая оценка белых сортов винограда селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко для производства игристых вин

Ванюкова И.И.✉

Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко – филиал Федерального Ростовского аграрного научного центра (ВНИИВиВ - филиал ФГБНУ ФРАНЦ), г. Новочеркасск, Ростовская обл., Россия

✉indi.m@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрена проблема дефицита сырья для производства качественных игристых вин. Для совершенствования отечественной сырьевой базы предложено использование селекционных сортов винограда с повышенной урожайностью, устойчивых к неблагоприятным погодным условиям, болезням и вредителям. Целью исследований стало изучение возможности использования новых сортов винограда Станичный и Мускат аксайский селекции ВНИИВиВ - филиал ФГБНУ ФРАНЦ для производства качественных игристых вин. Исследования проводились в лаборатории ампелографии и технологической оценки сортов винограда в условиях микровиноделия. В качестве контроля использовался сорт Алиготе. При изготовлении опытных образцов игристых вин все технологические операции выполняли в строгой последовательности согласно технологическим регламентам, предусмотренным при производстве игристых вин бутылочным способом. Представлены результаты исследований физико-химических показателей сусла, виноматериалов и игристых вин, выработанных из исследуемых сортов винограда Станичный и Мускат аксайский. По результатам технологической оценки все образцы отвечали требованиям ГОСТ для производства игристых вин. Установлено, что в образцах игристых вин сорта Мускат аксайский содержание приведенного экстракта (19,5 г/дм³), остаточных сахаров (1,8 г/дм³), фенольных веществ (233 мг/дм³) и общего азота (313 мг/дм³) находилось на уровне контроля. Содержание аминного азота (156 мг/дм³) было ниже, чем в контрольных винах из сорта Алиготе, а содержание титруемых кислот (5,8 г/дм³) - выше. В образцах игристых вин, приготовленных из сорта Станичный, содержание приведенного экстракта (21,4 г/дм³), остаточных сахаров (2,1 г/дм³), фенольных веществ (254 мг/дм³), азота общего (333 мг/дм³) и аминного (236 мг/дм³) было выше, чем в игристых винах из контрольного сорта Алиготе, а содержание титруемых кислот (5,6 г/дм³) было сопоставимо с параметрами контроля. Также в образцах игристых вин были определены показатель pH (3,3) и окислительно-восстановительный потенциал (201-208 мВ). Органолептический анализ показал, что образец игристого вина из сорта Станичный не уступал контролю Алиготе (9,6 балла), а из сорта Мускат аксайский был оценен выше (9,7 балла). Сделан вывод о перспективности технических сортов винограда Станичный и Мускат аксайский для приготовления высококачественных игристых вин, расширения сырьевой базы и сортимента местных сортов отечественной селекции.

Ключевые слова: виноград; виноградное сусло; виноматериал; игристое вино; физико-химические показатели; дегустационная оценка.

Для цитирования: Ванюкова И.И. Технологическая оценка белых сортов винограда селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко для производства игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):266-272. EDN WFCULM.

ORIGINAL RESEARCH

Technological evaluation of white grape varieties bred at ARRIV&W named after Ya.I. Potapenko for sparkling wine production

Vanukova I.I.✉

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

✉indi.m@yandex.ru

Abstract. The article discusses the problem of raw material shortage for the production of high-quality sparkling wines. In order to improve the domestic raw material base, the use of selection grape varieties with increased cropping capacity, resistant to adverse weather conditions, diseases and pests is proposed. The aim of research was to study the possibility of using new grape varieties 'Stanichny' and 'Muscat Aksaiskiy' bred at All-Russian Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking named after Ya.I. Potapenko – branch of the Federal Rostov Agrarian Research Centre for the production of high-quality sparkling wines. The studies were carried out in the Laboratory of Ampelography and Technological Evaluation of Grape Varieties under micro-winemaking conditions. The variety 'Aligote' was used as a control. In the manufacture of experimental samples of sparkling wines, all technological operations were carried out in strict sequence according to the technological regulations, provided for bottle champagnization. The results of studies of physicochemical indicators of the must, base and sparkling wines produced from the studied grape varieties 'Stanichny' and 'Muscat Aksaiskiy' are presented. According to the results of technological assessment, all samples met State Standard requirements for producing sparkling wines. It was found that in sparkling wine samples of 'Muscat Aksaiskiy' variety, the content of reduced extract (19.5 g/dm³), residual sugars (1.8 g/dm³), phenolic substances (233 mg/dm³) and total nitrogen (313 mg/dm³) was at the control level. The content of amine nitrogen (156 mg/dm³) was lower, and the content of titratable acids (5.8 g/dm³) was higher than in the control wines from 'Aligote' variety. In the samples of sparkling wines prepared from 'Stanichny' variety, the content of reduced extract (21.4 g/dm³), residual sugars (2.1 g/dm³), phenolic substances (254 mg/dm³), total nitrogen (333 mg/dm³) and amine nitrogen (236 mg/dm³) was higher than in sparkling wines from the control variety 'Aligote', and the content of titratable acids (5.6 g/dm³) was comparable with the control parameters. Also, the pH (3.3) and oxidation-reduction potential (201-208 mV) were determined in the samples of sparkling wines. Organoleptic analysis showed that the sample of sparkling wine from 'Stanichny' variety was not inferior to the control 'Aligote' sample (9.6 points), and from the variety 'Muscat Aksaiskiy' - was rated even higher (9.7 points). The results of studies allow us to draw conclusions about the prospects of wine grape varieties 'Stanichny' and 'Muscat Aksaiskiy' for the production of high-quality sparkling wines, expanding the raw material base and the assortment of local selection varieties.

Key words: grapes; grape must; base wine; sparkling wine; physicochemical parameters; tasting assessment.

For citation: Vanukova I.I. Technological evaluation of white grape varieties bred at ARRIV&W named after Ya.I. Potapenko for sparkling wine production. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3): 266-272. EDN WFCULM (in Russian).

Введение

В настоящее время аграрная политика РФ направлена на развитие виноградно-винодельческой отрасли, в связи с чем остро встает вопрос создания собственной сырьевой базы, способной полностью обеспечить отечественную винодельческую промышленность [1]. Для производства игристых вин данная проблема особенно актуальна, так как для их приготовления традиционно используются определенные регламентируемые ГОСТом сорта винограда. Это сравнительно небольшая группа сортов, посадки которых в настоящее время в Российской Федерации ограничены, что привело к дефициту игристых виноматериалов. Еще больше дефицит сырья ощущается в северной зоне промышленного виноградарства, к которой относится Ростовская область и Ставропольский край. Это связано с тем, что природные условия здесь достаточно суровые и классические европейские сорта выращиваются только в укрывной культуре. Одним из путей выхода из сложившейся ситуации является расширение посадок эффективных сортов отечественной селекции, а также создание новых сортов, устойчивых к низким температурам, болезням и вредителям, способных давать вина стабильного качества [2-5]. В связи с чем необходимо изучение технологических характеристик новых перспективных сортов винограда с целью создания качественных конкурентоспособных игристых вин отечественного производства.

Проводимая в течение многих лет во ВНИИВиВ им. Я.И.Потапенко научно-исследовательская работа показала перспективность использования морозоустойчивых сортов винограда межвидового происхождения для производства игристых вин. Были рекомендованы такие сорта, как Выдвиженец, Платовский, Цветочный, Атлант Дона и Мускат платовский. Исследования показали, что виноматериалы и вина, изготовленные из этих сортов, получали высокую технологическую и органолептическую оценку [6-10].

Обширные исследования с целью расширения сырьевой базы для производства игристых вин проводятся во ВНИИВиВ «Магарач». Выделены перспективные сорта винограда селекции института «Магарач», из которых вырабатываются сортовые, купажные и мускатные игристые вина высокого качества – Алиготе мускатное, Цитронный Магарача, Рислинг мускатный, Рислинг Магарача, Ай-Петри, Антей магарачский, Бастардо магарачский, Рубиновый Магарача [11-17].

Аналогичные исследования проводятся на Анапской зональной опытной станции виноградарства и виноделия, в результате которых показана возможность получения высококачественных красных игристых вин из селекционных сортов винограда Каберне АЗОС и Гармония [18, 19]. Исследования в этой же области проводятся так же в Северо-Кавказском

федеральном научном центре садоводства, виноградарства, виноделия (СКФНЦСВВ) и Кубанском государственном аграрном университете [20, 21].

Исследования в данной области проводятся также в Польше [22], США [23], Бразилии [24,25] и других странах.

Целью исследований являлась технологическая оценка сортов винограда селекции ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ для приготовления игристых вин.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являются сорта винограда Станичный и Мускат аксайский селекции ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ. В качестве контроля был взят сорт Алиготе. Исследуемые образцы виноматериалов и игристых вин были приготовлены в лаборатории ампеграфии и технологической оценки сортов винограда в условиях микровиноделия по классической технологии в соответствии с ГОСТ 33311-2015 «Вина игристые. Основные правила производства». Физико-химический состав сусла, виноматериалов и игристых вин определяли с использованием ГОСТированных и общепринятых в виноделии методов анализа (ГОСТ 32030-2013 «Межгосударственный стандарт. Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технологические условия», ГОСТ 33336-2015 «Вина игристые. Общие технические условия»). Органолептический анализ осуществляли по 10-балльной системе в рабочем порядке в соответствии с ГОСТ 32051-2013 «Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа». Проходная дегустационная оценка для виноматериалов – 8,2 балла, для игристых вин – 9,2 балла. Анализ данных представлен на основании четырехлетних исследований (2020-2023 гг.). Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики (уровень достоверности $p < 0,05$) с использованием пакетных программ Microsoft excel.

Результаты и их обсуждение

Исследуемые сорта винограда поступили на переработку в состоянии технологической зрелости с массовой концентрацией сахаров 198-218 г/дм³ и титруемых кислот 6,1-7,8 г/дм³, показатель рН составил 3,3-3,4 (табл. 1). Наибольшее содержание сахаров 218 г/дм³ и наименьшее содержание ти-

Таблица 1. Показатели химического состава сусла исследуемых сортов винограда (среднее за 2020-2023 гг.)

Table 1. Chemical composition indicators of the must in the studied grape varieties (average for 2020-2023)

Наименование сорта	Массовая концентрация					Показатель рН
	сахаров, г/дм ³	титруемых кислот, г/дм ³	∑ фенольных веществ, мг/дм ³	азота аминного, мг/дм ³	азота общего, мг/дм ³	
Алиготе (контроль)	218	6,1	266	194	539	3,4
Мускат аксайский	198	7,8	412	211	564	3,4
Станичный	199	7,2	372	320	646	3,3

труемых кислот 6,1 г/дм³ наблюдалось в сусле контрольного сорта Алиготе. Массовые концентрации сахаров в сусле исследуемых сортов Мускат аксайский и Станичный были ниже, чем у контрольного сорта – 198-199 г/дм³, а титруемых кислот выше, чем у контроля – 7,2-7,8 г/дм³. Такие показатели сусле более благоприятны для получения качественных виноматериалов для производства игристых вин с оптимальной объемной долей этилового спирта и характерной свежестью во вкусе.

При изготовлении игристых вин рекомендуемое содержание фенольных веществ в сусле должно быть не более 300 мг/дм³ [26]. Данному требованию соответствовал контрольный сорт Алиготе с массовой концентрацией суммы фенольных веществ 266 мг/дм³. Содержание фенольных веществ в сусле исследуемых образцов превышало рекомендуемый предел и было выше, чем у контроля – 372 мг/дм³ у сорта Станичный и 412 мг/дм³ у сорта Мускат аксайский.

Поскольку вина, полученные из сусле с высоким содержанием азота, могут приобретать нехарактерные оттенки во вкусе и букете, особенно в присутствии повышенного количества фенольных веществ и при высоком значении рН, в сусле исследуемых сортов винограда были определены массовые концентрации азота общего и азота аминного. Наибольшим содержанием общего азота в сусле 646 мг/дм³ отличался сорт Станичный. Наименьшее содержание отмечено у контрольного сорта Алиготе – 539 мг/дм³ и сорта Мускат аксайский – 564 мг/дм³. Наибольшее содержание азота аминного обнаружено в сусле сорта Станичный – 320 мг/дм³, а наименьшее – 194 и 211 мг/дм³ в сусле сортов Алиготе и Мускат аксайский, соответственно.

По данным, представленным в табл. 2, образцы виноматериалов из исследуемых сортов имели высокую спиртуозность – 11,3 % об. у сорта Муската аксайский, 11,4 % об. у сорта Станичный и 12,6 % об. у контрольного сорта Алиготе. Наименьшая концентрация титруемых кислот 5,6 г/дм³ отмечена в виноматериалах контрольного сорта Алиготе. В виноматериалах исследуемых сортов массовая концентрация титруемых кислот была на уровне 6,5-6,6 г/дм³, что более благоприятно для формирования вкусовых характеристик игристых вин. Наибольшее содержание остаточного сахара 2,3 г/дм³ было обнаружено в виноматериалах сорта Мускат аксайский, а наименьшее – 1,2 и 1,4 г/дм³ у сорта Станичный и Алиготе соответственно. Содержание сернистой кислоты и летучих кислот во всех образцах оказалось в пределах допустимых норм.

Величина рН оказывает большое влияние на интенсивность окислительных процессов, протекающих в вине. Для производства белых игристых вин виноматериалам свойственно низкое значение рН, это повышает устойчивость вин к окислительному покоричневению [26]. Так же при значениях рН ниже 3,4 белые сухие виноматериалы более устойчивы к помутнениям и развитию болезнетворной микрофлоры. Активная кислотность исследуемых виноматериалов составила 3,2, что является положительным фактором для производства качественных игристых вин.

В производстве качественных игристых вин большое значение имеет содержание фенольных веществ, которые являются основными инициаторами прохождения окислительных процессов, что является нежелательным для шампанских виноматериалов. Фенольные вещества участвуют в формировании вкуса, букета и цвета виноматериалов и игристых вин, однако избыток фенольных веществ придает винам излишнюю терпкость и грубость, делая их не типичными для приготовления игристых вин. В настоящее время доказано, что комплексно-устойчивые сорта винограда могут накапливать фенольные вещества в больших концентрациях, чем классические сорта [27, 28].

Рекомендуется для приготовления игристых вин использовать виноматериалы с массовой концентрацией суммы фенольных веществ не более 250 мг/дм³ [26]. Данным рекомендациям соответствовали виноматериалы контрольного образца сорта Алиготе с массовой концентрацией суммы фенольных веществ 217 мг/дм³ и образца сорта Мускат аксайский с содержанием фенольных веществ 240 мг/дм³. В виноматериалах, изготовленных из сорта Станичный, массовая концентрация фенольных веществ незначительно превышала рекомендуемый предел и составляла 259 мг/дм³.

Приведены исследования содержания азотистых веществ, которые оказывают большое влияние на качество игристых вин. Большая часть аминокислот

Таблица 2. Показатели химического состава игристых виноматериалов (среднее за 2020-2023 гг.)

Table 2. Chemical composition indicators of sparkling base wines (average for 2020-2023)

Наименование сорта	Объемная доля этилового спирта, %	титруемых кислот, г/дм ³	Массовая концентрация							Показатели	
			летучих кислот, г/дм ³	суммы фенольных веществ, мг/дм ³	экстракта приваженного, г/дм ³	сахаров, г/дм ³	азота общего, мг/дм ³	азота аминного, мг/дм ³	общего диоксида серы, мг/дм ³	рН	Eh, мВ
Алиготе (контроль)	12,6	5,6	0,61	217	19,3	1,4	326	179	75,8	3,2	204
Мускат аксайский	11,3	6,6	0,62	240	17,3	2,3	329	168	74,2	3,2	211
Станичный	11,4	6,5	0,66	259	19,8	1,2	356	228	76,3	3,2	208

шампанских виноматериалов является продуктами автолиза дрожжей и способствуют пенообразованию, что приводит к улучшению игристых свойств вина. Массовая концентрация азота общего в виноматериалах сорта Мускат аксайский составила 329 мг/дм³, что находится на уровне контрольного образца сорта Алиготе с содержанием общего азота 326 мг/дм³. В виноматериалах, выработанных из сорта Станичный, массовая концентрация общего азота была выше уровня контроля и составила 356 мг/дм³. Наименьшее содержание аминного азота отмечено у сорта Мускат аксайский 168 мг/дм³ – ниже, чем в виноматериалах контрольного сорта Алиготе (179 мг/дм³). Наибольшее содержание аминного азота наблюдалось в виноматериалах сорта Станичный – 228 мг/дм³. Высокое содержание азота аминного положительно влияет на формирование ароматобразующего комплекса вина, в то же время массовая концентрация аминного азота более 200 мг/дм³ [29] может способствовать появлению тонов переокисленности, а также стать причиной появления коллоидных помутнений в виноматериалах.

В значительной степени на формирование вкусовых характеристик, а также на специфические свойства игристых вин влияет приведенный экстракт, в состав которого входят фенольные и азотистые соединения, полисахариды и другие нелетучие вещества. Наибольшая массовая концентрация приведенного экстракта 19,8 г/дм³ была отмечена у образца сорта Станичный, что несущественно превышало показатели контрольного образца – 19,3 г/дм³. Наименьшим содержанием приведенного экстракта 17,3 г/дм³ отличались виноматериалы, изготовленные из сорта Мускат аксайский.

Органолептическая оценка показала высокое качество шампанских виноматериалов из исследуемых сортов винограда Станичный и Мускат аксайский. Образцы отличались красивым бледно-соломенным цветом с легким зеленоватым оттенком, ярким сортовым ароматом, гармоничным, умеренно свежим вкусом и были оценены: на 8,7 балла – виноматериалы сорта Станичный, на 8,6 балла – виноматериалы сорта Мускат аксайский и контрольного сорта Алиготе (рис.).

На основании результатов физико-химических показателей следует отметить, что все игристые вина, приготовленные из сортов винограда селекции ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ, соответствовали требованиям ГОСТ 33336-2015 «Вина игристые. Общие технические условия».

Таблица 3. Показатели химического состава образцов игристых вин (среднее за 2020-2023 гг.)

Table 3. Chemical composition indicators of sparkling wine samples (average for 2020-2023)

Наименование сорта	Массовая концентрация										Показатели		Избыточное давление CO ₂ при 20 °С, кПа
	Объемная доля этилового спирта, %	титруемых кислот, г/дм ³	летучих кислот, г/дм ³	суммы фенольных веществ, мг/дм ³	экстракта приведенного, г/дм ³	сахаров, г/дм ³	азота общего, мг/дм ³	азота аминного, мг/дм ³	общего диоксида серы, мг/дм ³	pH	Eh, мВ		
Алиготе (контроль)	13,2	5,4	0,87	228	19,7	1,4	308	189	72,1	3,3	201	446	
Мускат аксайский	12,8	5,8	0,83	233	19,5	1,8	313	156	73,7	3,3	208	377	
Станичный	12,7	5,6	0,81	254	21,4	2,1	333	236	80,5	3,3	201	367	

По данным табл. 3 видно, что давление двуоксида углерода во всех образцах игристых вин соответствовало нормативной документации и составляло 367-446 кПа при температуре 20°С.

Объемная доля этилового спирта в контрольном образце игристых вин составила 13,2 % об. В опытных образцах игристых вин объемная доля этилового спирта находилась в пределах 12,7-12,8 % об., что положительно влияет на формирование вкуса и букета игристых вин. Массовая концентрация титруемых кислот в игристых винах контрольного сорта Алиготе составляла 5,4 г/дм³. В игристых винах исследуемых сортов винограда Станичный и Мускат аксайский содержание титруемых кислот было на уровне 5,6 и 5,8 г/дм³ соответственно, что благоприятно сказывается на формировании типичной свежести во вкусе, свойственной игристым винам. Массовая концентрация летучих кислот в образцах игристых вин наблюдалась в пределах 0,81-0,87 г/дм³. Содержание остаточных сахаров находилась в диапазоне 1,4-2,1 г/дм³ и соответствовало типу вина «экстра брют».

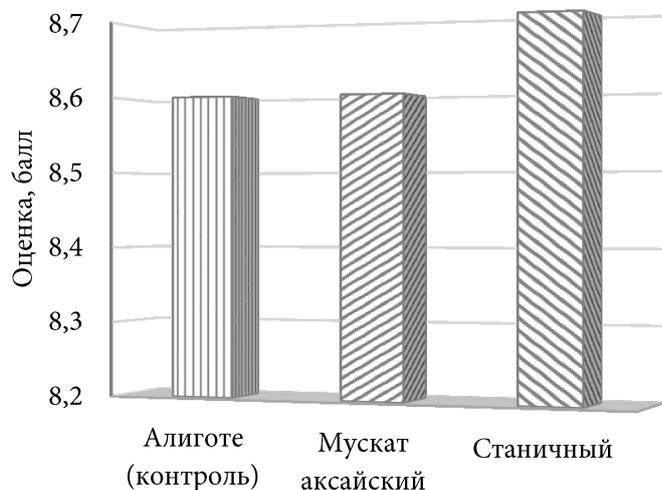


Рис. Органолептическая оценка игристых виноматериалов (средняя за 2020-2023 гг.)

Fig. Organoleptic assessment of sparkling base wines (average for 2020-2023)

Содержание приведенного экстракта в игристых винах, изготовленных из сорта Мускат аксайский, составляло 19,5 г/дм³ и было на уровне контрольных образцов (19,7 г/дм³). Более высокое содержание приведенного экстракта отмечено в винах, выработанных из сорта Станичный 21,4 г/дм³.

Массовая концентрация фенольных веществ в образцах игристых вин контрольного сорта Алиготе составила 228 мг/дм³. В игристых винах сорта Мускат аксайский содержание фенольных веществ было на уровне контроля и составляло 233 мг/дм³, а в винах сорта Станичный – 254 мг/дм³, то есть выше, чем в контрольных образцах. Активная кислотность, одинаковая для всех образцов игристых вин, составляла 3,3, что является положительным фактором, т.к. низкое значение рН способствует повышению устойчивости вин к окислению. Важным показателем качества готового игристого вина является окислительно-восстановительный потенциал (Eh), который характеризует протекающие в винах окислительно-восстановительные процессы. Показатель Eh был определен в диапазоне от 201 мВ (Алиготе, Станичный) до 208 мВ (Мускат аксайский), что говорит о низкой окисленности изготовленных образцов игристых вин.

В процессе исследования опытных образцов игристых вин проводилось измерение азотистых веществ, которые играют важную роль в формировании их органолептических, а также пенных и игристых свойств. Массовая концентрация общего азота в опытных образцах игристых вин наблюдалась в диапазоне 308-333 мг/дм³, наибольшее содержание - 333 мг/дм³ отмечалось в игристом вине из сорта Станичный. Содержание аминного азота составляла 156 мг/дм³ в игристых винах сорта Мускат аксайский, что ниже, чем в контрольных образцах сорта Алиготе (189 мг/дм³). В образцах, изготовленных из сорта Станичный, содержание аминного азота было наибольшим – 236 мг/дм³.

Органолептическая оценка показала высокое качество образцов игристых вин (табл. 4). Высокую дегустационную оценку 9,7 балла получил образец из сорта Мускат аксайский, обладающий стойкой мелкозернистой пеной, интенсивной игрой, тонким мускатно-цветочным букетом, насыщенным гармоничным вкусом с умеренной свежестью.

Игристое вино из сорта Станичный, которое было оценено на 9,6 балла, наравне с контрольным образцом, отличалось бледно-соломенным цветом, достаточно устойчивой мелкозернистой пеной и интенсивной игрой, легким букетом с тонами полевых

Таблица 4. Органолептическая характеристика опытных образцов игристых вин (средняя за 2020-2023 гг.)

Table 4. Organoleptic characteristics of experimental samples of sparkling wines (average for 2020-2023)

Образец игристого вина	Органолептическая характеристика	Оценка, балл
Алиготе (контроль)	Прозрачный, светло – соломенного цвета, с блеском. Высокая, мелкозернистая пена, достаточно устойчивая, умеренная насыщенность. Игра интенсивная, продолжительная. Букет сортовой с легкими тонами цветов и трав. Вкус гармоничный, не достаточно свежий	9,6
Мускат аксайский	Прозрачный, бледно - соломенного цвета, с зеленоватым оттенком. Пена высокая, кольцевая, мелкозернистая, среднепадающая, переходящая в устойчивый венчик, игра интенсивная. Букет тонкий, с мускатно-цветочными тонами, переходящий во вкус. Вкус полный, легкий, свежий	9,7
Станичный	Прозрачный, с блеском, бледно – соломенного цвета, пена среднеустойчивая, мелкозернистая, насыщенность во вкусе достаточная. Игра средняя. Букет чистый, легкий с тонами полевых трав и цветов. Вкус полный, гармоничный, не достаточно свежий	9,6

цветов и трав, гармоничным вкусом.

Выводы

Проведенные исследования показали, что по физико-химическим показателям игристые вина, полученные из технических сортов винограда Станичный и Мускат аксайский селекции ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ, соответствуют всем требованиям для производства качественных игристых вин.

Установлено, что в игристых винах, приготовленных из исследуемого сорта Мускат аксайский, содержание остаточных сахаров (1,8 г/дм³), приведенного экстракта (19,5 г/дм³), фенольных (233 мг/дм³) и азотистых веществ (313 мг/дм³) находилось на уровне контроля, а содержание титруемых кислот (5,8 г/дм³) было выше, чем в контрольных винах из сорта Алиготе. Игристые вина из сорта Мускат аксайский обладали тонким, мускатно-цветочным букетом, гармоничным вкусом и получили дегустационную оценку (9,7 балла) выше, чем у контроля.

Содержание остаточных сахаров (2,1 г/дм³), приведенного экстракта (21,4 г/дм³), фенольных (254 мг/дм³) и азотистых веществ (333 мг/дм³) в игристых винах, приготовленных из сорта Станичный, было выше, чем в игристых винах из контрольного сорта Алиготе, а содержание титруемых кислот (5,6 г/дм³) было сопоставимо с параметрами контроля. Игристые вина из сорта Станичный характеризовались нежным букетом с нотами полевых цветов, полным, гармоничным вкусом и были оценены на уровне контроля (9,6 балла).

Это подтверждает перспективность использования селекционных сортов винограда Станичный и Мускат аксайский для производства качественных игристых вин, что позволит расширить сырьевую базу и ассортимент местных сортов отечественной селекции.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках аспирантской программы.

Financing source

The work was carried out within the framework of the postgraduate program.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/ References

- Егоров Е.А. Селекция винограда – ключевое звено в развитии виноградовинодельческой отрасли // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021;25(4):408-413. DOI 10.18699/VJ21.045.
Egorov E.A. Grape breeding is a key link in the development of the grapes and wine-making industry. Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2021;25(4):408-413. DOI 10.18699/VJ21.045 (in Russian).
- Егоров Е.А., Петров В.С. Сортовая политика в современном виноградарстве России // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН». 2020;49:147-151.
Egorov E.A., Petrov V.S. Varietal policy in the modern viticulture of Russian. Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach. 2020;49:147-151 (in Russian).
- Казахмедов Р.Э., Агаханов А.Х. Агробиологические особенности перспективных сортов винограда селекции ДСОСВиО в изменяющихся климатических условиях юга России // Аграрная наука. 2022;359(5):98-104. DOI 10.32634/0869-8155-2022-359-5-98-104.
Kazakhmedov R.E., Agakhanov A.Kh. Agrobiological features of promising grape varieties of DSOSViO selection in the changing climatic conditions of the South of Russia. Agrarian Science. 2022;359(5):98-104. DOI 10.32634/0869-8155-2022-359-5-98-104 (in Russian).
- Майстренко А.Н., Дуран Н.А. Перспективные потомки сорта винограда Платовский // Русский виноград. 2023;25:37-45. DOI 10.32904/2712-8245-2023-25-37-45.
Maistrenko A.N., Duran N.A. Promising offsprings of Platovsky grapevine variety. Russian Grapes. 2023;25:37-45. DOI 10.32904/2712-8245-2023-25-37-45 (in Russian).
- Ильницкая Е.Т., Петров В.С., Ларькина М.Д., Никулушкина Г.Е. Совершенствование сортимента и методов селекции винограда для нестабильных климатических условий юга России // Виноделие и виноградарство. 2016;4:36-41.
Initskaya E.T., Petrov V.S., Larkina M.D., Nikulushkina G.E. Improving the assortment and selection of grapes methods for unstable climatic conditions of the South of Russia. Winemaking and Viticulture 2016;4:36-41 (in Russian).
- Майстренко А.Н. О современном сортовом составе виноградников Ростовской области // Достижения, проблемы и перспективы развития отечественной виноградо-винодельческой отрасли на современном этапе: матер. междунар. науч.-практ. конф. Новочеркасск. 2013:84-87.
Maistrenko A.N. On the modern varietal composition of the vineyards of the Rostov region. Achievements, problems and prospects for the development of the domestic viticulture and vinological industry at the present stage. Materials of International Scientific Practical Conference. Novocherkassk. 2013:84-87 (in Russian).
- Арестов В.П., Евсина Т.П. Выдвиженец для производства игристых вин // Виноград и вино. 1987;6:79-81.
Arestov V.P., Evsina T.P. Vydvizhenets for the production of sparkling wines. Grapes and Wine. 1987;6:79-81 (in Russian).
- Майстренко А.Н., Майстренко Л.А., Дуран Н.А., Матвеева Н.В., Мезенцева Л.Н. Новый районированный технический сорт винограда Мускат аксайский // Русский виноград. 2018;7:53-62.
Maistrenko A.N., Maistrenko L.A., Duran N.A., Matveeva N.V., Mezentseva L.N. New regionized wine grape variety Muscat Aksaiskiy. Russian Grapes. 2018;7:53-62 (in Russian).
- Матвеева Н.В., Бахметова М.В. Основные биохимические показатели вин из сорта винограда Атлант Дона селекции ВНИИВиВ - филиал ФГБНУ ФРАНЦ // Русский виноград. 2024;29:63-70. DOI 10.32904/2712-8245-2024-29-63-70.
Matveeva N.V., Bakhmetova M.V. Main biochemical indicators of wines from the Atlant Dona grapevine variety bred by ARRIV&W - branch of the FSBSI FRARC. Russian Grapes. 2024;29:63-70. DOI 10.32904/2712-8245-2024-29-63-70 (in Russian).
- Майстренко А.Н., Дуран Н.А., Матвеева Н.В. Мускат платовский - перспективная гибридная форма для приготовления мускатного вина различного типа // Русский виноград. 2019;10:41-48. DOI 10.32904/2412-9836-2019-10-41-48.
Maistrenko A.N., Duran N.A., Matveeva N.V. Muscat platovskiy – the perspective hybrid form of grapes for preparation of Muskat wine of different types. Russian Grapes. 2019;10:41-48. DOI 10.32904/2412-9836-2019-10-41-48 (in Russian).
- Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В. Игристые вина из селекционных сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):269-277. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.011.
Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochub G.V. Sparkling wines from selection grape varieties. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(3):269-277. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.011 (in Russian).
- Шмигельская Н.А., Макаров А.С., Сивочуб Г.В., Максимовская В.А. Технологическая оценка селекционного сорта винограда Рислинг Магарача // Актуальные вопросы развития отраслей сельского хозяйства: теория и практика: Материалы III Всероссийской науч.-практ. конференции молодых ученых АПК, 14-15 мая 2021 года. Рассвет: ООО «АзовПринт». 2021:172-176. DOI 10.34924/FRARC.2021.88.49.001.
Schmigelskaia N.A., Makarov A.S., Sivochub G.V., Maksimovskaia V.A. Technological assessment of the selection variety of grapes Riesling Magaracha. Actual issues of the development of agricultural sectors: theory and practices: Materials of the III All-Russian Scientific and Practical Conference of Young Scientists of the Agricultural Sector. May 14-15, 2021. Rassvet: LLC AzovPrint. 2021:172-176. DOI 10.34924/FRARC.2021.88.49.001 (in Russian).
- Макаров А.С. Совершенствование сырьевой базы отечественных игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;4:355-361. DOI 10.35547/IM.2020.96.35.012.
Makarov A.S. The improvement of raw materials of locally produced sparkling wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;4:355-361. DOI 10.35547/IM.2020.96.35.012 (in Russian).
- 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.

- Makarov A.S., Yalanetskiy A.Ya., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Krechetova V.V. Particularities of change 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).
15. Макаров А.С., Лутков И.П., Яланецкий А.Я., Шалимова Т.Р. Новые сорта винограда селекции НИВиВ «Магарач» для приготовления мускатных игристых вин // Инновационные технологии и тенденции в развитии современного виноградарства и виноделия: тез. докл. и сообщ. Междунар. науч.-практ. интернет-конф., посвященной 90-летию со дня рождения проф. Г.Г. Валушко. Ялта. 2014:35-38.
- Makarov A.S., Lutkov I.P., Yalanetskiy A.Ya., Shalimova T.R. New grape varieties of selection NIV&W "Magarach" for the preparation of Muscat sparkling wines. Innovative technologies and trends in the development of modern viticulture and winemaking: abstr. reports and messag. International Scientific and Practical Internet Conference on the 90th Anniversary of prof. G.G. Valuiko birth. Yalta. 2014:35-38 (in Russian).
16. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Бурдинская А.В., Шалимова Т.Р. Технологическая оценка красных сортов винограда для производства игристых виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015;1:24-26.
- Makarov A.S., Yalanetskiy A.Ya., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Burdinskaia A.V., Shalimova T.R. Technological evaluation of red grape varieties for the production of sparkling wine materials. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2015;1:24-26 (in Russian).
17. Авидзба А.М., Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Шалимова Т.Р., Максимовская В.А., Кречетова В.В. Исследование качества виноматериалов из различных сортов винограда для возможного использования их в производстве игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017;2:31-35.
- Avidzba A.M., Makarov A.S., Yalanetskiy A.Ya., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Krechetova V.V. Quality of wine materials from grapes of different varieties for their possible use in the production of sparkling wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2017;2:31-35 (in Russian).
18. Бедарев С.В., Гугучкина Т.И., Алейникова Г.Ю. Возможность производства красных игристых вин из сортов винограда селекции АЗОСВиВ // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2017;45(3):140-150.
- Bedarev S.V., Guguchkina T.I., Aleynikova G.Yu. Possibility of production of red sparkling wines from grape varieties of AZESV&W breeding. Fruit Growing and Viticulture of the South of Russia. 2017;45(3):140-150 (in Russian).
19. Алейникова Г.Ю., Бедарев С.В., Гугучкина Т.И. Сорта винограда селекции АЗОСВиВ для производства красных игристых вин // Научная жизнь. 2012;3:11-17.
- Aleynikova G.Yu., Bedarev S.V., Guguchkina T.I. Grape varieties of the AZESV&W selection for the production of red sparkling wines. Scientific Life. 2012;3:11-17 (in Russian).
20. Пята Е.Г., Ильницкая Е.Т., Прах А.В., Шелудько О.Н. Элитная форма винограда Тана 19 для игристых вин // Русский виноград. 2021;17:54-58. DOI 10.32904/2712-8245-2021-17-54-58.
- Pyata E.G., Ilnitskaya E.T., Prakh A.V., Sheludko O.N. Elite form of grapevine Tana 19 for sparkling wines. Russian Grapes. 2021;17:54-58. DOI 10.32904/2712-8245-2021-17-54-58 (in Russian).
21. Прах А.В., Трошин Л.П. Технологическая характеристика новейших селекционных сортов винограда КубГАУ // Виноделие и виноградарство. 2021;4:31-35.
- Prakh A.V., Troshin L.P. Technological characteristics of the latest selection varieties of KubSAU grapes. Winemaking and Viticulture. 2021;4:31-35 (in Russian).
22. Kapusta I., Cebulak T., Oszmiański J. Characterization of polish wines produced from the interspecific hybrid grapes grown in Southeast Poland. Eur Food Res Technol. 2018;244:441-455.
23. Jones J.E., Kerslake F.L., Close D.C., Damberg R.G. Viticulture for sparkling wine production: a review. American Journal of Enology and Viticulture. 2014;65(4):407-416.
24. Pérez-Magariño S., Ortega-Heras M., Bueno-Herrera M., Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B. Grape variety, aging on lees and aging in bottle after disgorging influence on volatile composition and foamability of sparkling wines. LWT-Food Science and Technology. 2015;61(1):47-55.
25. Caliari V., Burin V.M., Rosier J.P., Bordignon Luiz M.T. Aromatic profile of Brazilian sparkling wines produced with classical and innovative grape varieties. Food Research International. 2014;62:965-973.
26. Макаров А.С. Производство шампанского. Симферополь: Таврия. 2008:1-416.
- Makarov A.S. Production of champagne. Simferopol: Tavria. 2008:1-416 (in Russian).
27. Гугучкина Т.И., Митрофанова Е.А., Трошин Л.П. Содержание ресвератрола в винах из красных технических сортов винограда Кубани // Русский виноград. 2018;7:179-183.
- Guguchkina T.I., Mitrofanova E.A., Troshin L.P. The content of resveratrol in wines from red grapevine varieties of Kuban. Russian Grapes. 2018;7:179-183 (in Russian).
28. Ector B.J., Magee J.B., Hegwood C.P. Resveratrol concentration in Muscadine berries, juice, pomace, purees, seeds and wines et al. Am J Enol. Vitic. January. 1996;47:57-62.
29. Валушко Г.Г., Зинченко В.И., Мехузла Н.А. Стабилизация виноградных вин. Симферополь: Таврида. 1999:1-208.
- Valuyko G.G., Zinchenko V.I., Mekhuzla N.A. Stabilization of grape wines. Simferopol: Tavrida. 1999:1-208 (in Russian).

Информация об авторе

Инна Ивановна Ванюкова, аспирант, мл. науч. сотр. лаборатории ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-mail: indi.m@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0008-7752-1513>.

Information about the author

Inna I. Vanukova, Postgraduate, Junior Staff Scientist, Laboratory of Ampelography and Technological Evaluation of Grape Varieties; e-mail: indi.m@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0008-7752-1513>.

Статья поступила в редакцию 02.04.2025, одобрена после рецензии 30.05.2025, принята к публикации 20.08.2025.

Биологически активные вещества масла из семян винограда

Черноусова И.В.[✉], Зайцев Г.П.

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

[✉]Cherninnal@mail.ru

Аннотация. Впервые предложен способ получения масла из семян сброженной выжимки красных сортов винограда Каберне Совиньон, Мерло экстракционным методом с использованием в качестве экстрагента тетрафторэтана. Для сравнения использовали опытные образцы масла из семян сладкой выжимки белых и красных сортов винограда. Физико-химические показатели исследуемых образцов масла определяли в соответствии с ГОСТ, принятыми для масложировой промышленности РФ. Жирно-кислотный состав (насыщенные, моно- и полиненасыщенные жирные кислоты), вещества неомыляемой фракции (стеролы, сквален, токоферолы) образцов масла идентифицированы газохроматографическим методом. Антиоксидантную способность *in vitro* определяли методом фотохимической люминесценции. Установлено, что исследуемые образцы масла из семян сладкой и сброженной выжимки соответствуют по органолептическим и физико-химическим показателям высокому растительному пищевому маслу. Жирно-кислотный состав образцов масла идентичен, содержание линолевой кислоты – полиненасыщенной жирной кислоты, относящейся к группе омега-6, достигает 70 %. Выявлены отличия в образцах масла из семян сладкой и сброженной выжимки. Показатель антиоксидантной способности (АС) в образцах масла из семян сброженной выжимки снижен в среднем на 4-6 % по сравнению с данным показателем в образцах масла из семян сладкой выжимки красных сортов винограда. Значение антиоксидантной активности сохраняется на высоком уровне и составляет 79-80 мг/100 г в пересчете на стандартный антиоксидант тролокс, 135-137 мг/100 г в пересчете на α -токоферол. Семена винограда, полученные из сброженной выжимки, являются перспективным сырьем для получения качественного пищевого масла.

Ключевые слова: виноградная выжимка; семена винограда; экстракция; масло; жирно-кислотный состав; биологически активные вещества; антиоксидантная способность.

Для цитирования: Черноусова И.В., Зайцев Г.П. Биологически активные вещества масла из семян винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(3):273-280. EDN YIHMNK.

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

Biologically active substances of grape seed oil

Chernousova I.V.[✉], Zaitsev G.P.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the National Research Centre "Kurchatov Institute", Yalta, Russia

[✉]Cherninnal@mail.ru

Abstract. For the first time, a method for obtaining oil from seeds of fermented pomace of red grape varieties 'Cabernet Sauvignon' and 'Merlot' using the extraction method with tetrafluoroethane as an extractant was proposed. Experimental samples of oil from sweet pressed seeds of white and red grape varieties were used as a comparison. Physicochemical parameters of the studied oil samples were determined in accordance with GOST (State Standard) adopted for the fat-and-oil industry of the Russian Federation. The fatty acid composition (saturated, mono- and poly-unsaturated fatty acids), substances of unsaponifiable fraction (sterols, squalene, tocopherols) of oil samples were identified by gas chromatography. Antioxidant capacity *in vitro* was determined by photochemical luminescence. It is established that the studied samples of oil from sweet and fermented pomace seeds correspond to high-quality edible oil in terms of organoleptic and physicochemical indicators. The fatty acid composition of oil samples is identical, and the content of linoleic acid (omega-6) reaches 70 %. Differences in samples of oil from seeds of sweet and fermented pomace were found. The antioxidant capacity (AC) index in the samples of oil from seeds of fermented pomace is reduced by an average of 4-6 % compared to this index in the samples of oil from seeds of sweet pomace of red grape varieties. The value of antioxidant activity remains at a high level and amounts to 79-80 mg/100 g in terms of the standard antioxidant trolox, 135-137 mg/100 g in terms of α -tocopherol. Grape seeds obtained from fermented pomace are a promising raw material for producing high-quality edible oil.

Key words: grape pomace; grape seeds; extraction; oil; fatty acid composition; biologically active substances; antioxidant capacity.

For citation: Chernousova I.V., Zaitsev G.P. Biologically active substances of grape seed oil. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(3):273-280. EDN YIHMNK (in Russian).

Введение

По данным Министерства сельского хозяйства РФ, площадь виноградников составила в 2025 г. 110 тыс. га, что на 5 тыс. га больше по сравнению с 2024 г. Годовой валовый сбор винограда в 2024 г. составил 726 тыс. т [1]. При промышленной переработке винограда образуются отходы виноделия – вторичные ресурсы, составляющие 20 % от объема переработанного винограда. Из этого количества винограда будет произведено 51,4 млн декалитров вино-

материалов, получено сладкой и сброженной виноградной выжимки (без гребней) около 123,4 тыс. т с содержанием в ней семян свыше 22,0 тыс. т. Комплексная переработка вторичных ресурсов виноделия предполагает получение из сладкой выжимки пищевой продукции с нормируемым количеством полифенолов [2] и виноградных семян как источника получения виноградного масла. Исследования, проведенные на большом числе сортов винограда, показывают, что масличность семян из сладкой выжимки составляет 11-14 % [3]. Для извлечения масла из семян винограда используют прессовый и

экстракционный способ. Способом прессования удается получить 5-9 % масла, которому требуется дополнительная очистка путем отстаивания и фильтрации для достижения требований, предъявляемых к качественному пищевому растительному маслу [4]. Как было показано в наших работах, экстракционный метод получения масла из семян сладкой выжимки с использованием в качестве экстрагента – тетрафторэтана позволил увеличить выход масла до 13 % и получить качественное пищевое масло [5, 6] с показателями, соответствующими ГОСТ 18848. Указанные сжиженные газы, находящиеся под давлением, представляют собой бесцветные легкоподвижные жидкости. Вязкость сжиженных газов значительно меньше вязкости обычных растворителей, что характеризует их как экстрагентов с наилучшими диффузионными свойствами. В процессе экстракции проницаемость и растворимость материала значительно улучшаются, что облегчает экстракцию соединений [7]. В химическом отношении они являются инертными веществами, проявляющими химическую индифферентность по отношению к извлекаемым из перерабатываемого сырья веществам. Они не токсичны, не образуют взрывоопасных смесей с воздухом, пожаро- и взрывобезопасны (исключение составляет пропан, бутан).

Известны и другие методы экстракции. Так, в работе А.Ш. Рамазанова, К.Ш. Шахбанова [8] определены оптимальные условия для получения высококачественного нерафинированного виноградного масла для пищевой и фармацевтической промышленности из косточек винограда сорта Ркацителли CO_2 -экстракцией: температура 30 °С, давление диоксида углерода 350 атм., время 60 мин. В этих оптимальных условиях выход масла составил 13,5%. Показано, что в условиях CO_2 -экстракции получено масло из косточек винограда сорта Ркацителли с высоким содержанием незаменимых ненасыщенных жирных кислот – более 88%, токоферолов (витамина Е) 292 мг%, каротиноидов (витамина А) 4,4 мг%, хлорофилла 5,9 мг %.

Показано, что масло виноградных семян содержит комплекс биологически активных веществ, среди которых ведущее место занимают ненасыщенные жирные кислоты – линолевая, линоленовая и арахионовая кислоты, известные как витамин F, суточная потребность которого составляет 5 мг [5, 9]. Витамин F необходим для нормального роста и регенерации кожного эпителия, снижения уровня холестерина в крови [10, 11]. Кроме того, масло из семян винограда содержит также витамин Е (токоферол), который является синергистом витаминов Р-группы и оказывает модифицирующее действие на фосфолипиды мембран, ингибирует окисление полиненасыщенных жирных кислот. Растительный пигмент хлорофилл, определяющий зеленый цвет масла, оказывает тонизирующее действие, повышает основной обмен, стимулирует грануляцию и эпителизацию пораженных тканей [12]. Благодаря на-

личию комплекса биологически активных веществ (полиненасыщенные жирные кислоты, токоферолы, стеролы) масло из семян винограда воспринимается как один из природных антиоксидантов, занимая достойное место в производстве фармацевтических препаратов, косметических средств [13].

Целью наших исследований явилось обоснование расширения сырьевой базы вторичных ресурсов виноделия на основе свойств масла из семян, полученных экстракционным методом из сладкой и сброженной виноградной выжимки.

Материалы и методы

Материалами исследований служили семена, полученные из сладкой выжимки технических сортов винограда Рислинг рейнский, Ркацителли, Алиготе, Каберне Совиньон, Мерло, сброженной выжимки технических сортов винограда Каберне Совиньон, Мерло, полученные в период переработки винограда в обособленном подразделении ГУП г. Севастополя «Агропромышленное объединение «Севастопольский винодельческий завод» (г. Севастополь, с. Орловка).

Предварительно семена винограда подсушивали при температуре 40-45 °С до влажности не менее 10%, измельчали до размера частиц не менее 1 мм. Масло из исследуемых образцов получали на установке для экстракции натуральных веществ из растительного сырья с использованием в качестве экстрагента тетрафторэтана (R134a) при давлении газа 0,9-1,0 МПа, температуре экстракции не более 25°С, и времени экстрагирования с учетом насыщения газом 3 ч. Жидкий экстрагент под давлением 5 кгс/см³ и температурой 25 °С подавался в экстрактор. Соотношение твердой фазы и экстрагента составляло 1:2,5. После окончания экстракции жирорастворимые вещества вместе с экстрагентом поступали в испаритель. В испарителе давление снижали до атмосферного, повышали температуру до 40 °С, экстрагент испаряли и направляли в конденсатор и далее в хранилище для вторичного использования. Экстракт, содержащий следы жиросодержащего комплекса и фреона, из испарителя направляли на дегазацию. Полное удаление фреона из экстракта производилось под вакуумом в дегазаторе в течение 2 ч при температуре 50 °С и давлении вакуума 5 кПа. Способ экстракции масла из семян винограда с использованием в качестве экстрагента тетрафторэтана описаны в работе [5].

Определение физико-химических показателей. Определение основных параметров масел проводили в соответствии с нормативной документацией: определение запаха, цвета и прозрачности – по ГОСТ 5472; определение кислотного числа – по ГОСТ 31933; определение массовой доли неомыляемых веществ – по ГОСТ 5479; определение массовой доли влаги и летучих веществ – по ГОСТ 11812; определение перекисного числа – по ГОСТ 26593; определение йодного числа – по ГОСТ 5475.

Определение жирно-кислотного состава. Приготовление образцов. Для анализа жирных кислот с помощью ГХ-МС необходимо было приготовить их аналоги метиловых эфиров (МЭЖК). Образцы масел объемом 10 мкл растворяли в 200 мкл н-гексана, переносили в другой стеклянный флакон и смешивали с 50 мкл толуола, а затем добавляли 100 мкл BCl_3 в метаноле (Sigma-Aldrich; Supelco 33033; трихлорид бора в метаноле 12%). Смесь нагревали на водяной бане при температуре 80 °С в течение 60 мин. После охлаждения добавляли 200 мкл дистиллированной воды. Затем органическую и водную фазы разделяли и 100 мкл верхней органической фазы, содержащей сложные эфиры жирных кислот, использовали для дальнейшего анализа ГХ-МС.

ГХ-МС анализ жирнокислотного состава. Для анализа жирных кислот использовали газовый хроматограф (Agilent 6890N), оснащенный детектором МС (масс-спектрометрия, Agilent 5973N). Для анализа МЭЖК МС работал в режиме положительной электронной ионизации (EI); диапазон сканирования 33–420 а. е. м. (относительные единицы массы) и скорость сканирования – 2 скан/с. Колонку Agilent J&W HP-5ms длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки с 0,25 мкм использовали с гелием 1 мл/мин в качестве газа-носителя. Градиент температуры начинался с 50 °С, затем увеличивался со скоростью 4 °С/мин. до 150 °С, затем от 150 °С до 280 °С со скоростью 8 °С/мин., что дало общее время работы 41,25 мин. Инъекцию 1 мкл осуществляли с делением потока 1:80 и температурой на входе испарителя 220 °С. Стандарт смеси 37-компонентных МЭЖК Supelco (Supelco, Беллефонте, Пенсильвания, США) использовали для идентификации МЭЖК в маслах виноградных семян. МЭЖК в образцах определяли по времени их удерживания и сравнению спектров с библиотекой масс-спектров NIST 2020. Количество жирных кислот выражали в относительных процентах по отношению к общему содержанию жирных кислот.

Определение в образцах масла фитостерина, токоферолов и летучих соединений. Приготовление образцов. Для изучения состава стерина, токоферолов и летучих соединений, полученных из липидного комплекса, был использован метод определения состава неомыляемых веществ растительных масел Черноусова, Королесова [14]. Перед процессом омыления в липидный комплекс вводили раствор внутреннего стандарта тридекана ($\text{C}_{13}\text{H}_{28}$) в количестве 1 мг/г. Отобранные образцы липидного комплекса (5 г) омыляли 2N спиртовым раствором гидроксида калия в колбе с водяной баней, снабженной обратным холодильником. К охлажденному раствору добавляли дистиллированную воду и количественно переносили в делительную воронку. Неомыляемые вещества экстрагировали несколькими порциями петролейного эфира. Объединенный экстракт промывали водой до нейтральной реакции и удаляли остаточную влагу безводным сульфатом натрия.

Растворитель отгоняли, а неомыляемые вещества растворяли в 5 мл петролейного эфира. Содержание фитостеролов, токоферолов и летучих соединений определяли методом ГЖХ-МС.

ГХ-МС анализ. Для анализа фитостерина, токоферолов и летучих соединений использовали газовый хроматограф (Agilent 6890N), оснащенный детектором МС (масс-спектрометрия, Agilent 5973N), который работал в режиме положительной электронной ионизации (EI); диапазон сканирования 33–420 m/z и скорость сканирования два сканирования/с. Колонку Agilent J&W HP-5ms длиной 30 м, внутренним диаметром 0,25 мм, толщиной пленки с 0,25 мкм использовали с гелием 1,2 мл/мин. в качестве газа-носителя. Температурный градиент начинался при 50 °С, затем увеличивался со скоростью 4 °С/мин. до 120 °С, затем от 120 °С до 280 °С со скоростью 8 °С/мин. и выдерживался в течение 10 мин., в результате чего общее время работы составило 47,5 мин. Ввод 1 мкл осуществлялся без деления пробы при температуре на входе испарителя 220 °С. Соединения в образцах определялись путем сравнения их спектров с библиотекой масс-спектров NIST 2021. Количество соединений выражали относительно по содержанию внутреннего стандарта – тридекана ($\text{C}_{13}\text{H}_{28}$).

Определение антиоксидантной способности масла из семян винограда. Антиоксидантную способность жирорастворимых антиоксидантов определяли с использованием прибора Photochem (Analytik Jena AG). Метод основан на фотохимической люминесценции. Супероксидные анионные радикалы образуются при облучении светочувствительного вещества люминола УФ-излучением, что приводит к ускорению окислительных реакций. Радикалы, образующиеся в измерительной ячейке, частично ингибируются за счет реакции с антиоксидантами, присутствующими в определяемой пробе, при этом снижается люминесценция светочувствительного вещества. Подавление реакции люминесценции позволяет определить общую антиоксидантную способность образца. Подавление реакции люминесценции позволяет определить суммарное содержание антиоксидантов в образце. Индикатором люминесценции является фотомножительная камера. Источником подавления люминесценции является ртутная паровая лампа с фосфористым покрытием. При определении антиоксидантной способности определяемого образца наблюдается подавление реакции люминесценции в присутствии антиоксидантов образца, что отражается сигнальной кривой определяемой пробы. Антиоксидантная способность рассчитывается в сравнении со стандартом (на основе калибровочной кривой тролокс) и выражается в эквивалентных единицах стандарта, нмоль. Расчет параметров измерений проводится на основе вычисления разницы между площадью сигнальной кривой контрольной пробы и площадью сигнальной кривой определяемого образца:

– определяется интеграл между сигнальными кривыми. Вычисляется разница между интегральными значениями сигнала контрольного образца (В) и сигнальной кривой определяемого образца (S). Расчет производится автоматически системой PCLsoft прибора Photochem. В качестве калибровочных стандартов использовали тролокс и α -токоферол.

Результаты и их обсуждение

Экстракционным методом с использованием в качестве экстрагента – тетрафторэтана (R134a) получено масло из семян сладкой выжимки винограда сорта Рислинг рейнский, Ркацителли, Алиготе, Каберне Совиньон, Мерло и сброженной выжимки красных сортов винограда Каберне Совиньон, Мерло. Результаты исследования органолептических и физико-химических показателей масла из семян винограда приведены в таблице 1.

По результатам, приведенным в табл. 1, получены опытные образцы виноградного масла с низким значением кислотного числа, (показатель скорости и глубины гидролиза масла), перекисного числа (показатель окисленности масла). Кислотное число составляет от 0,4 до 1,33 мг NaOH/г в образцах масла из семян сладкой выжимки белых и красных сортов винограда и 1,0-1,2 мг NaOH/г в масле из семян сброженной выжимки. Значение показателя перекисного числа для образцов масла из семян сброженной выжимки составляет от 3,5 до 3,9 ммоль O₂/кг, что превышает данный показатель в 2,7 раза в сравнении с данным показателем в масле из семян сладкой выжимки красных сортов винограда. Йодное число как показатель чистоты, натуральности и содержания в масле непредельных жирных кислот, находится для виноградного масла в пределах 127-145 гJ₂/100 [5, 6], в нашем случае значение йодного числа составило 127-129

гJ₂/100. Массовая доля влаги и летучих веществ (%) в образцах масла из семян винограда не превышает допустимую норму для нерафинированных растительных масел (0,15-0,20 %) по ГОСТ 1129, что гарантирует отсутствие в полученных образцах масла следов экстрагента. В табл.2 представлен жирно-кислотный состав масла из семян винограда. Основными насыщенными кислотами в масле являются пальмитиновая и стеариновая, суммарное содержание насыщенных кислот в масле из семян винограда незначительное и не превышает 16 %. Идентифицировано две мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК): олеиновая и транс-олеиновая, содержание олеиновой кислоты составляет не менее 14 %. Олеиновая кислота относится к омега-9 жирным

Таблица 1. Органолептические и физико-химические показатели масла из семян винограда

Table 1. Organoleptic and physicochemical properties of grape seed oil

Наименование показателей	Содержание компонентов в масле из семян						
	сладкой выжимки винограда сорта					сброженной выжимки винограда сорта	
	Рислинг рейнский	Алиготе	Ркацителли	Каберне Совиньон	Мерло	Каберне Совиньон	Мерло
Цвет	желтый с зеленым оттенком					зеленовато-желтый	
Вкус	свойственный маслу из семян винограда, мягкость во вкусе						
Кислотное число, мг NaOH/г	0,40±0,05	0,83±0,05	0,79±0,05	0,80±0,05	1,33±0,05	1,2±0,05	1,0±0,05
Перекисное число, ммоль O ₂ /кг	2,7±0,04	0,80±0,04	1,80±0,04	1,78±0,04	1,00±0,04	3,9±0,04	3,5±0,04
Йодное число, гJ ₂ /100 г	128,6±1,5	127,5±1,5	129,1±1,5	128,1±1,5	127,5±1,5	127,2±1,5	127,5±1,5
Влажность и летучие вещества, %	0,16±0,04	0,17±0,04	0,19±0,04	0,19±0,04	0,20±0,04	0,14±0,04	0,17±0,04

Таблица 2. Жирно-кислотный состав масла из семян винограда

Table 2. Fatty acid composition of grape seed oil

Наименование жирных кислот	Содержание жирных кислот, %						
	сладкой выжимки винограда сорта					сброженной выжимки винограда сорта	
	Рислинг рейнский	Алиготе	Ркацителли	Каберне Совиньон	Мерло	Каберне Совиньон	Мерло
Пальмитиновая кислота С 16:0	7,1	7,5	7,3	9,1	10,5	7,6	8,3
Стеариновая С 18:0	4,1	4,1	3,7	4,8	5,4	4,4	4,4
Олеиновая С 18:1 (ω – 9)	18,7	17,2	18,4	14,3	14,5	16,4	14,8
Транс-олеиновая С 18:1 (ω – 9)	0,9	0,1	0,8	-	-	0,3	0,6
Линолевая С 18:2 (ω – 6)	69,2	71,3	69,8	71,8	69,6	71,6	71,1
Сумма насыщенных жирных кислот, %	11,2	11,4	11,0	14,0	15,9	12,0	12,7
Сумма (МНЖК), %	19,6	17,3	19,2	14,3	14,5	16,7	15,4
Сумма (ПНЖК), %	69,2	71,3	69,8	71,8	69,6	71,6	71,1

кислотам, которые входят в структуру каждой клетки организма человека [15, 16]. Данная кислота служит для профилактики инфарктов мозга и сердца, регулируя уровень холестерина в крови, проявляет противовоспалительное действие [17]. Содержание полиненасыщенной линолевой кислоты в масле из виноградных семян сладкой и сброженной выжимки достигает 70 %, что согласуется с результатами исследований жирно-кислотного состава виноградного масла, приведенного в работе [5].

Полиненасыщенные кислоты (ПНЖК) представлены в масле из семян винограда линолевой кислотой, относящейся к омега-6, поэтому масло из семян винограда является источником незаменимых жирных кислот для человека, поскольку не синтезируется организмом, а поступает с пищей. В организме человека омега-6 жирные кислоты стабилизируют обменные процессы, поддерживают целостность клеточных мембран, снижают психоэмоциональное напряжение, улучшают функциональное состояние кожи [18-20]. Согласно методическим рекомендациям МР 2.3.1. 2432-08 [21], физиологическая потребность в полиненасыщенных жирных кислотах для взрослых составляет 6-10 % от калорийности суточного рациона. Растительные масла, содержащие ненасыщенные жирные кислоты, окисляются кислородом воздуха. Первыми продуктами окисления являются разнообразные по строению гидропероксиды. За показатель окисленности масел отвечает перекисное число, чем выше данный показатель, тем окисленнее растительное масло. Направление и глубина окисления масел зависит от их ацилглицеринового состава: с увеличением степени непредельности жирных кислот, входящих в состав ацилглицеридов, скорость окисления их возрастает. В ряду жирных кислот олеиновой, линолевой, линоленовой соотношение скорости окисления 1:27:77. В масле из виноградных семян количество полиненасыщенных кислот составляет свыше 70 %, по-

этому возрастает вероятность быстрого окисления. Ингибировать процессы окисления могут только те вещества, которые в своей формуле содержат систему сопряженных двойных связей. Такие вещества легко отдают электрон свободным радикалам, восстанавливая их до стабильных продуктов [22]. К таким известным соединениям относятся α -токоферол и его изомеры, сквален, стеролы. Данные соединения обнаружены в неомыляемой части масла из семян винограда [23, 24]. Как показали результаты, приведенные в табл. 3, в неомыляемой части содержится α -токоферол ацетат – один из компонентов, отвечающих за биологическую ценность и стабильность против окисления растительных масел [25]. Среди сопутствующих маслу неомыляемых веществ важное место занимают биологически активные вещества циклические спирты и их эфиры – стеролы, также ациклические насыщенные углеводороды, в частности – сквален (табл. 3). Суммарное содержа-

Таблица 3. Состав неомыляемой фракции масла из семян винограда

Table 3. Composition of unsaponifiable fraction of grape seed oil

Название соединений	Содержание компонентов, мг /100 г						
	сладкой выжимки винограда сорта					сброженной выжимки винограда сорта	
	Рислинг рейн- ский	Али- гоге	Рка- ците- ли	Каберне Сови- ньон	Мерло	Кабер- не Со- виньон	Мерло
Этиловые эфиры жирных кислот:							
этилпальмитат, этилстеарат, этилолеат, этиллинолеат	12,4	2,2	6,5	8,1	7,0	15,0	10,3
Дитерпены, тритерпены:							
фитол	7,1	0,5	5,4	7,1	2,0	11,2	9,5
амирин	10,8	н.о.	6,8	н.о.	н.о.	10,8	6,8
Гераниллиналоол	5,8	6,2	11,0	5,9	3,4	11,9	12,0
Ациклические насыщенные углеводороды:							
сквален	31,1	4,1	17,1	14,5	8,5	23,1	27,1
Гексадекан, гексакозан, пентокозан, гептокозан, эйкозан, трикозан, тетрокозан, октакозан	3,8	14,9	14,4	3,2	5,4	3,8	4,4
Стероиды:							
кампестерол	8,7	22,2	18,6	15,5	7,4	8,7	18,6
β -стигмастерол	12,3	28,2	17,0	17,9	95,1	12,3	17,0
α -ситостерол	н.о.	н.о.	21,1	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
β -ситостерол	н.о.	101,7	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
γ -ситостерол	74,3	н.о.	91,6	71,1	5,8	102,3	96,6
Смесь стеролов	н.д.	21,4	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Циклоартенол	3,8	н.о.	8,7	н.о.	н.о.	4,7	8,7
Токоферолы:							
α -токоферол	5,1	4,8	4,4	2,5	1,2	5,1	4,4
γ -токоферол	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.	3,0	2,3
Сумма стеролов, мг/100 г	131,5	157,6	170,6	121,5	118,0	154,5	164,0
Сумма неомыляемой фракции, мг/100 г	175,2	206,2	222,6	140,8	133,8	206,8	217,7

Примечание. н.о. – не обнаружено; н.д. – нет данных

ние стеролов составляет от 118 до 170 мг/100 г; дитерпеновых и тритерпеновых спиртов в количестве 13-38 мг/100 г; сквалена – от 8,5 до 27,0 мг/100 г. Суммарное содержание дитерпенов и тритерпенов в неомыляемой фракции масла из семян сброженной выжимки винограда составляет 37,0-38,6 мг %. Это в 2,5 раза выше их количества в масле из семян сладкой выжимки. Цвет виноградного масла определяет зеленый пигмент хлорофилл – сложный эфир дикарбоновой хлорофиллиновой кислоты двух спиртов, один из которых фитол [12]. Содержание фитола в неомыляемой фракции масла из семян сброженной выжимки в 3 раза выше, чем в образце масла из сладкой выжимки и составляет от 9,5-11,2 мг/100 г, что свидетельствует о кислотном гидролизе пигмента хлорофилла семян винограда в процессе спиртового брожения мезги по красному способу с образованием фитола.

Биологическую активность виноградного масла определяют не только вещества неомыляемой части, но и вещества и соединения, обладающие антиоксидантной способностью – моно и полиненасыщенные жирные кислоты [26]. В таблице 4 приведены результаты измерений антиоксидантной способности исследуемых образцов масла из семян винограда в пересчете на антиоксиданты, тролокс и α -токоферол.

На основании результатов таблицы 4 можно сделать вывод, что исследуемые образцы масла из семян сладкой и сброженной выжимки винограда обладают антиоксидантной способностью (АС), значение данного показателя составляет от 53-90 мг/100 г в пересчете тролокс и 90-146 мг/100 г в пересчете на α -токоферол. Показатель (АС) в образцах масла из семян сброженной выжимки снижен в среднем на 4-6 % по сравнению с данным показателем в образцах масла из семян сладкой выжимки красных сортов винограда.

Таким образом, получено масло из семян винограда сладкой и сброженной выжимки на экспериментальной установке с использованием в качестве экстрагента тетрафторэтана (R134a). Образцы масла из виноградных семян получены с низким значением кислотного числа до 1,3 мг NaOH/г; как показателя скорости и глубины гидролиза масла, с низким значением перекисного числа (1,8-3,9) ммоль/кг $\frac{1}{2}$ O, как показателя окисленности масла. Йодное число образцов виноградного масла находится на уровне 127-129 г₂/100 г, что соответствует натуральности масла. Суммарное содержание моно- и

Таблица 4. Антиоксидантная способность масла из семян винограда и натуральных растительных масел

Table 4. Antioxidant capacity of grape seed oil and natural vegetable oils

Наименование образца	Тролокс, моль/100 мл	В пересчете на тролокс, мг/100 г	В пересчете на α -токоферол, мг/100 г	Сумма МНЖК, %	Сумма ПНЖК, %
Масло из семян сладкой выжимки винограда сорта					
Рислинг рейнский	0,0002795	64,65	110,19	19,6	69,2
Рислинг рейнский	0,0002272	53,05	90,43	19,6	69,2
Алиготе	0,0002846	66,84	113,30	17,3	71,3
Алиготе	0,0002906	67,22	115,68	17,3	71,3
Ркацителли	0,0003926	90,80	156,26	19,2	69,8
Ркацителли	0,0003410	78,86	135,72	19,2	69,8
Ркацителли	0,0003512	83,37	143,47	19,2	69,8
Каберне Совиньон	0,0003668	84,84	146,01	14,3	71,8
Каберне Совиньон	0,0003600	83,26	143,31	14,3	71,8
Мерло	0,0003632	83,99	144,53	14,5	69,6
Масло из семян сброженной выжимки винограда сорта					
Каберне Совиньон	0,0003457	80,16	137,57	16,7	71,6
Мерло	0,000321	79,20	135,00	15,4	71,1

полиненасыщенных жирных кислот достигает в виноградном масле свыше 88 %, что определяет его биологические свойства. В исследуемых образцах масла из виноградных семян определены вещества неомыляемой части: α -токоферол и его изомеры, сквален, стеролы. Суммарное содержание неомыляемых веществ в масле составляет от 122 до 217 мг/100 г, из них содержание стеролов составляет от 100 до 120 мг/100 г дитерпеновых и тритерпеновых спиртов в количестве 13-38 мг/100 г, сквалена – от 8,5 до 27,0 мг/100 г. Суммарное содержание дитерпенов и тритерпенов в неомыляемой фракции масла из семян винограда сброженной выжимки составляет 37,0-38,6 мг/100 г, что превышает в 2,5 раза их содержание в масле из семян сладкой выжимки. Содержание фитола в неомыляемой фракции масла из семян сброженной выжимки в 3 раза выше, чем в образце масла из сладкой выжимки и составляет от 9,5-11,2 мг/100 г, что свидетельствует о кислотном гидролизе пигмента хлорофилла семян винограда в процессе спиртового брожения мезги по красному способу с образованием фитола. Высокий показатель антиоксидантной способности сохраняется в образцах масла, полученных из семян винограда сброженной выжимки, и составляет 79-80 мг/100 г в пересчете на стандартный антиоксидант тролокс, 135-137 мг/100 г в пересчете на α -токоферол.

Выводы

Впервые получено масло из семян сброженной выжимки красных сортов винограда экстракционным способом с использованием в качестве экстрагента – тетрафторэтана. Масло из семян сброженной выжимки винограда по органолептическим и физико-химическим показателям соответствует образцам масла, полученных из семян сладкой вы-

жимки. Жирно-кислотный состав образцов масла идентичен, содержание линолевой кислоты (омега-6) достигает 70 %. Значение показателя перекисного числа для образцов масла из семян сброженной выжимки составляет от 3,5 до 3,9 ммоль O_2 /кг, что превышает данный показатель в 2,7 раза в сравнении с данным показателем в масле из семян сладкой выжимки красных сортов винограда, и не превышает допустимую норму, 10 ммоль O_2 /кг для качественных нерафинированных растительных масел. Семена винограда, полученные из сброженной выжимки, являются перспективным сырьем для получения качественного пищевого масла.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FNZM-2022-0004.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FNZM-2022-0004.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Федеральная корпорация по развитию малого и среднего бизнеса [Электронный ресурс]: corpmsp.ru/about/press/news/novosti-ekonomiki/v_rf_sbor_vinograda_s_nachala_2024_goda_dostig_726_tys_tonn/ (дата обращения: 03.06.2025).
Federal corporation for the development of small and medium business. Access mode: corpmsp.ru/about/press/news/novosti-ekonomiki/v_rf_sbor_vinograda_s_nachala_2024_goda_dostig_726_tys_tonn/ (date of access: 03.06.2024) (in Russian).
2. Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Жилиякова Т.А., Соловьева Л.М., Гришин Ю.В., Мосолкова В.Е. Продукты переработки винограда с нормируемым количеством полифенолов: свойства, биологическая эффективность // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН. 2023;52:94-96.
Chernousova I.V., Zaitsev G.P., Zhilyakova T.A., Soloviyova L.M., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E. Grape processing products with a regulated amount of polyphenols: properties, biological efficiency. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach*. 2023;52:94-96 (in Russian).
3. Маджнунлу У.Х., Шюкурова В.Н., Эюбова Л.Р., Салимов В.С. Исследование морфологических, технологических и биохимических показателей семян, полученных при переработке винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(1):99-104. DOI 10.34919/IM.2024.32.51.016.
Majnunlu U.Kh., Shukurova V.N., Eyyubova L.R., Salimov V.S. The study of morphological, technological and biochemical parameters of seeds obtained during the processing of some grape varieties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2024;26(1):99-104. DOI 10.34919/IM.2024.32.51.016(in Russian).
4. Разуваев Н.И. Комплексная переработка вторичных продуктов виноделия. М.: Пищевая промышленность. 1975:1-167.
Razuvaev N.I. Complex processing of secondary products of winemaking. M.: Food Industry. 1975:1-167 (in Russian).
5. Огай Ю.А., Соловьева Л.М., Ткаченко М.Г., Черноусова И.В., Катрич Л.И., Виноградов Б.А., Асатурян Ж.М., Зайцев Г.П., Ткаченко О.В. Масло из виноградных семян // Виноградарство и виноделие. Сборник научных трудов НИВиВ «Магарач». 2009;39:92-96.
Ogay Yu.A., Soloviyova L.M., Tkachenko M.G., Chernousova I.V., Katrich L.I., Vinogradov B.A., Asaturian Zh.M., Zaitsev G.P., Tkachenko O.V. Grape seed oil. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach*. 2009;39:92-96 (in Russian).
6. Катрич Л.И., М.Г. Ткаченко, Л.М. Соловьева, И.В. Черноусова, Б.А. Виноградов, Огай Ю.А., Воронина Л.Н., Башура А.Г., Загайко А.Л. Изучение свойств виноградного масла, полученного экстракцией хладонном // Тезисы докладов. 2-ая Международная конференция «Жиры и жиродержащие продукты», 21-25 сентября, 2009. г. Алушта. 2009:27-29.
Katrich L.I., Tkachenko M.G., Soloviyova L.M., Chernousova I.V., Vinogradov B.A., Ogay Yu.A., Voronina L.N., Bashura A.G., Zagayko A.L. Study of properties of grape seed oil obtained by freon extraction. *Abstracts of Reports. 2-nd International Conference "Fats and Fat-Containing Products"*, September 21-25, 2009. Alushta. 2009:27-29 (in Russian).
7. Zhu X.L., Gan J., Liu Y.G., Sun X.H., Hu P., Hou J.J., Song X.Z. Application of subcritical extraction technology in the processing of edible oil and agricultural products. *Grain Oil and Food Technology*. 2020;4:15-19.
8. Рамазанов А.Ш., Шахбанов К.Ш. Исследование масла из косточек винограда, получаемого экстракцией сверхкритическим диоксидом углерода // Химия растительного сырья. 2018;1:75-81. DOI 10.14258/jcprm.2018012402.
Ramazanov A.Sh., Shahbanov K.Sh. The study of grape seed oil obtained by extraction by supercritical carbon dioxide. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2018;1:75-81. DOI 10.14258/jcprm.2018012402 (in Russian).
9. Черноусова И.В., Зайцев Г.П. Масло виноградных семян: технологии экстракции, состав, антиоксидантные свойства // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):202-208. EDN SFPOCI.
Chernousova I.V., Zaitsev G.P. Grape seed oil: extraction technologies, composition, antioxidant properties. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2024;26(2):202-208. EDN SFPOCI (in Russian).
10. Lachman J., Hejtmánková A., Táborský J., Kotíková Z., Pivec V., Štrálková R., Vollmannová A., Bojňanská T., Dědina M. Evaluation of oil content and fatty acid composition in the seed of grapevine varieties. *LWT Food Sci. Technol*. 2015;63(1):620-625. DOI 10.1016/j.lwt.2015.03.044.
11. Niknami E., Sajjadi S.E., Talebi A., Minaian M. Protective effect of *Vitis vinifera* (Black grape) seed extract and oil on acetic acid-induced colitis in rats. *International Journal of Preventive Medicine*. 2020;11:102. DOI 10.4103/ijpvm.IJPVM_362_19.
12. Кабашникова Л.Ф. Хлорофилл - зеленое вещество жизни // Наука и инновация. 2018;1(179):65-69.
Kabashnikova L.F. Chlorophyll - the green substance of life. *Science and Innovation*. 2018;1(179):65-69 (in Russian).

13. Бокшан Е.В., Дермограй Р.Е., Дзера В., Чолий Л.Ф., Штейн Т. Масло из косточек винограда - перспективное сырье для фармацевтической и косметической продукции // Провизор. 2000;11:15.
Bokshan E.V., Dermograi R.E., Dzera V., Choliy L.F., Shtein T. Grape seed oil is a promising raw material for pharmaceutical and cosmetic products. *Pharmacist*. 2000;11:15 (*in Russian*).
14. Chernousova I.V., Korolesova V.E. Sterols of the *Saccharomyces cerevisiae* lipid complex from a grape must fermentation. Book of Abstracts. International Symposium "Non-Conventional Yeasts in the Postgenomic Era", Ukraine, Lviv. September 11-14, 2011:63.
15. Миронова А.Н., Козлова В.Л., Волкова З.Д., Филиппова Г.И., Алюмова Т.Б., Вологодина С.П., Горшкова Е.И. Химические и биологические свойства виноградного масла // Вопросы питания. 1990;5:51-53.
Mironova A.N., Kozlova V.L., Volkova Z.D., Filippova G.I., Alyumova T.B., Vologdina S.P., Gorshkova E.I. Chemical and biological properties of grape oil. *Nutrition Issues*. 1990;5:51-53 (*in Russian*).
16. Светлова С. Омега-9: польза и вред [Электронный ресурс]: medaboutme.ru/zdorove/publikacii/stati/lechebnoe_pitanie/omega_9_polza_i_vred/ (дата обращения: 21.04.2019).
Svetlova S. Omega-9: benefits and harm. Access mode: medaboutme.ru/zdorove/publikacii/stati/lechebnoe_pitanie/omega_9_polza_i_vred/ (date of access: 21.04.2019) (*in Russian*).
17. Мирзаева М.А. Исследование масла косточек винограда // Масложировая промышленность. 2007;1:28.
Mirzaeva M.A. Study of grape seed oil. *Oil and Fat Industry*. 2007;1:28 (*in Russian*).
18. Кароматов И.Д., Абдувохидов А.Т. Лечебные свойства косточек винограда и виноградного масла (обзор литературы) // Биология и интегративная медицина. 2018;1(18):49-86.
Karomatov I.D., Abduvokhidov A.T. Medicinal properties of grape seeds and grape oil (literature review). *Biology and Integrative Medicine*. 2018;1(18):49-86 (*in Russian*).
19. Liu T., Zhao J., Ma L., Ding Y., Su D. Hepatoprotective effects of total triterpenoids and total flavonoids from *Vitis vinifera* L. against immunological liver injury in mice. *Hindawi Publishing Corporation Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2012;2012:969386. DOI 10.1155/2012/969386.
20. Valls-Belles V., Torres M.C., Muñoz P., Beltran S., MartinezAlvarez J.R., Codoñer-Franch P. De-fated milled grape seed protects adriamycin-treated hepatocytes against oxidative damage. *Eur. J. Nutr.* 2006;45(5):251-258.
21. Методические рекомендации «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 18 декабря 2008 г.) [Электронный ресурс]: www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979 (дата обращения: 21.04.2025).
Methodological recommendations "Standards of physiological needs for energy and nutrients for various groups of the population of the Russian Federation" (approved by the Chief State Sanitary Doctor of the Russian Federation on December 18, 2008) Access mode: www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979 (date of access: 21.04.2025) (*in Russian*).
22. Kapcsándi V., Lakatos E.H., Sik B., Linka L.Á., Székelyhídi R. Characterization of fatty acid, antioxidant, and polyphenol content of grape seed oil from different *Vitis vinifera* L. varieties. *OCL*. 2021;28:30. DOI 10.1051/ocl/2021017.
23. Zhao L., Yagiz Ya., Xu C., Lu J., Chung S., Marshall M. R. Muscadine grape seed oil as a novel source of tocotrienols to 520 reduce adipogenesis and adipocyte inflammation. *Food & Function*. 2015;6:2293-2302. DOI 10.1039/c5fo00261c.
24. Gónaš P., Rudzińska M., Grygier A., Lācis G. Diversity of oil yield, fatty acids, tocopherols, tocotrienols, and sterols in the seeds of 19 interspecific grapes crosses. *J. Sci. Food Agric.* 2019;99(5):2078-2087. DOI 10.1002/jsfa.9400.
25. Сизова Н.В. Снижение концентрации токоферолов в процессе окисления жирных масел // Химия растительного сырья. 2009;1:117-119.
Sizova N.V. Decrease in the concentration of tocopherols in the process of oxidation of fatty oils. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2009;1:117-119 (*in Russian*).
26. Сизова Н.В., Черноусова И.В., Огай Ю.А. Содержание антиоксиданта - токоферола в виноградных маслах, полученных методами прессования и экстракции // Виноградарство и виноделие. Сб. науч. тр. ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН. 2020;9:248-250.
Sizova N.V., Chernousova I.V., Ogay Yu.A. Content of tocopherol-antioxidant in grape-seed oils obtained by methods of pressing and extraction. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Papers of the Institute Magarach*. 2020;49:248-250 (*in Russian*).

Сведения об авторах

Инна Владимировна Черноусова, канд. тех. наук, вед. науч. сотр. лаборатории функциональных продуктов переработки винограда; e-мейл: cherninnal@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-5374-7683;

Георгий Павлович Зайцев, канд. тех. наук, зав. лабораторией аналитических исследований, инновационных и ресурсосберегающих технологий; e-мейл: gorg-83@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-6416-8417.

Information about the authors

Inna V. Chernousova, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Laboratory of Functional Grape Processing Products; e-mail: cherninnal@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-5374-7683;

Georgiy P. Zaitsev, Cand. Techn. Sci., Head of the Laboratory of Analytical Research, Innovative and Resource Saving Technologies; e-mail: gorg-83@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-6416-8417.

Статья поступила в редакцию 29.07.2025, одобрена после рецензии 05.08.2025, принята к публикации 20.08.2025.