

ISSN 2312-3680

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ВИНОГРАДАРСТВА И ВИНОДЕЛИЯ «МАГАРАЧ» РАН»



ВИНОГРАДАРСТВО И ВИНОДЕЛИЕ

Сборник научных трудов

Том III



Ялта 2023

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
«Всероссийский национальный научно-исследовательский
институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»

ВИНОГРАДАРСТВО И ВИНОДЕЛИЕ
СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Том LII

2023

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

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

Заместители главного редактора:

Алейникова Н.В., д-р с.-х. наук, зам. директора по научной работе ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»;

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

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

Редакционная коллегия

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

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

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

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

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

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

Гугучкина Т.И., д-р с.-х. наук, проф., 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 ВИСР (Россия)

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

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

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

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

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

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

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

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

Новелло Витторино, профессор кафедры виноградарства Туринского университета (Италия)

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

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

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

Панахов Т.М. оглы, канд. техн. наук, доцент, 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 наук, НИИ Садоводства, Виноградарства и Пищевых Технологий, Кишинёв (Республика Молдова)

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

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

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

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

Фаилла Освальдо, проф. Миланского университета (Италия)

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

Редакторы: Клепайло А.И., Зименс Е.Е.

Переводчик: Баранчук С.Л.

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

Свидетельство о регистрации СМИ: ПИ № ФС 77 - 74003 19.10.2018 выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Издаётся с 1947 г. Выходит 1 раз в год.

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

тел.: (3654) 26-21-91, 32-55-91, 23-06-08, e-mail: edi_magarach@mail.ru

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

Дата выхода в свет: 07.09.2023 г.

Формат 60 x 84 1/8. Объем 12,0 п.л. Тираж 70 экз.

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

VITICULTURE AND WINEMAKING

Collection of Scientific Papers

Volume LII

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

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

Deputy Chief Editors:

Aleinikova N.V., Dr. Agric. Sci., Deputy Director for Science, FSBSI Magarach;

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

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

E d i t o r i a l B o a r d :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**Материалы Международной научно-практической конференции
«СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ НАУКИ, ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ВИНОГРАДАРСТВЕ И ВИНОДЕЛИИ»
MTSITVW2023, 4-8 сентября 2023, Ялта**

Конференция посвящена 195-летию Института «Магарач»

СО Д Е Р Ж А Н И Е

В И Н О Г Р А Д А Р С Т В О

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>8 Алейникова Н.В., Диденко П.А., Галкина Е.С., Радионовская Я. Э., Белаш С.Ю., Диденко Л.В.
Повышение урожайности винограда при использовании современного кремниевого минерального удобрения в условиях Крыма</p> <p>11 Буйвал Р. А., Бейбулатов М.Р., Тихомирова Н.А., Урденко Н.А.
Изучение закономерностей формирования продукционного и сырьевого потенциала автохтонных сортов винограда в условиях Крыма</p> <p>15 Водолажский Д.И., Крюков Л.А.
Изменения относительной копийности хлоропластной и митохондриальной ДНК в листьях <i>Vitis vinifera</i> L. после высокотемпературного воздействия</p> <p>18 Водолажский Д.И., Крюков Л.А.
Влияние цефтриаксона на показатели относительной копийности митохондриальной и хлоропластной ДНК в листьях винограда</p> <p>22 Волынчук Н.Н., Кабашникова Л.Ф., Доманская И.Н.
Дрожжевые грибы <i>Aureobasidium pullulans</i> в борьбе с серой гнилью винограда: от скрининга к инокуляции</p> <p>25 Галкина Е.С., Алейникова Н.В., Диденко П.А., Андреев В.В., Шапоренко В.Н., Болотянская Е.А.
Современный ассортимент фунгицидов для эффективного контроля болезней винограда в условиях Крыма</p> <p>29 Гинда Е.Ф., Хлебников В.Ф.
Влияние регуляторов роста растений и среды на компоненты продуктивности технических сортов винограда в условиях Приднестровья</p> <p>32 Жуков С.П.
О развитии виноградарства Донбасса</p> <p>36 Замета О.Г., Иванченко В.И., Райков А.В.
Оценка прививочного аффинитета абorigенных сортов винограда с районированными подвоями</p> | <p>40 Иванова М.И., Иванченко В.И., Потрахов Н.Н., Потанин Д. В.
Перспективы применения метода рентгенографии для автоматизированного определения качества привитого материала винограда</p> <p>43 Керанова Н.Т., Емурлова Ф.А., Ройчев В., Иванов А.С.
Хранение винограда столовых сортов в холодильной камере</p> <p>46 Лемещенко В.В., Гербер Ю.Б., Головченко И.В.
Инновационные методы организации высшего агротехнологического образования</p> <p>49 Мелян Г.Г., Саакян Н.А., Дангян К.С., Асатрян С.С., Мартиросян Ю.Ц., Барсегян А.А.
Клональное микроразмножение подвойного сорта Кобер 5ББ</p> <p>53 Наумова Л.Г. Ганич В.А.
Источники хозяйственно ценных признаков на Донской ампелографической коллекции</p> <p>56 Павлова И.А., Кулев О.А., Харитонов М.В., Григоренко М.И., Крюков В.Б.
Применение агрегатопонных автоматизированных осветительных вегетационных модулей АОВМ для адаптации и дорастивания растений винограда, полученных в условиях <i>in vitro</i></p> <p>59 Пасхалидис Х.Д., Папаконстантину Л.Д., Сотиропулос С.С., Таскос Д.Г., Кехая Д.П.
Ампелографическое описание четырех греческих абorigенных сортов винограда методом MOVB</p> <p>62 Студенникова Н.Л., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А., Андросова М.А.
Наследуемость некоторых хозяйственно ценных признаков у сеянцев винограда в популяции Сары пандас х Цитронный Магарача</p> <p>65 Хафизова А.А., Сартори Е.
Новые подвойные сорта винограда серии М</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

В И Н О Д Е Л И Е

- 69 Бурыкина М.С., Кузнецова Л.И., Нутчина М.А.
Исследование взаимосвязи количества белка в ржаной и пшеничной муке с ее технологическими свойствами
- 72 Дроздова Т.А., Агеева Н.М.
Изменение типичных свойств игристых вин при применении термических обработок тиражной смеси
- 75 Крутиков Е.С., Мизин В.И., Михайлов А.А., Яновский Т.С., Загоруйко В.А., Яланецкий А.Я.
Функциональные продукты питания с высоким содержанием ресвератрола в медицинской реабилитации после перенесенной инфекции COVID-19
- 78 Кузнецова Л.И., Локачук М.Н., Парахина О.И., Павловская Е.Н., Савкина О.А.
Исследование факторов, влияющих на развитие патогенной микрофлоры на поверхности термофильной закваски в первой фазе разводочного цикла и разработка способов ее ингибирования
- 81 Олейникова В.А., Романов А.В., Лабинский В.А.
Обоснование почвенно-климатических показателей и методов их контроля для развития цифровых технологий в виноградарстве
- 84 Савкина О.А., Локачук М.Н.
Исследование микробного сообщества заквасок спонтанного брожения методом высокопроизводительного секвенирования
- 87 Семенова К.А., Танащук Т.Н., Шаламитский М.Ю.
Исследование дрожжевой микрофлоры виноградного суслу на стадии брожения методом ПЦР - ПДРФ анализа
- 90 Феодосиди К.Ф., Сильвестров А.В., Загоруйко В.А.
Оценка энергосберегающих технологий осветления виноградного суслу
- 94 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

**Materials of the International Scientific and Practical Conference
«MODERN TRENDS OF SCIENCE, INNOVATIVE TECHNOLOGIES
IN VITICULTURE AND WINEMAKING»
MTSITVW2023, September 4-8, 2023, Yalta**

The Conference is dedicated to the 195th anniversary of the Institute Magarach

C O N T E N T

V I T I C U L T U R E

- | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>8 Aleinikova N.V., Didenko P.A., Galkina Ye.S., Radionovskaya Ya.E., Belash S.Yu., Didenko L.V.
Increasing the cropping capacity of grapes when using modern silicon mineral fertilizer in Crimea</p> | <p>40 Ivanova M.I., Ivanchenko V.I., Potrakhov N.N., Potanin D.V.
Prospects of applying the X-ray method for automated determining the quality of grafted grape material</p> |
| <p>11 Buival R. A., Beibulatov M. R., Tikhomirova N. A., Urdenko N. A.
Studying the patterns to form the production and raw material potential of autochthonous grape varieties in the conditions of Crimea</p> | <p>43 Keranova N.T., Emurlova F.A., Roychev V., Ivanov A.S.
Storage of grapes of dessert grape varieties in the refrigerator</p> |
| <p>15 Vodolazhsky D.I., Kryukov L.A.
Changes in the relative copy numbers of chloroplast and mitochondrial DNA in the leaves of <i>Vitis vinifera</i> L. after high-temperature treatment</p> | <p>46 Lemeshchenko V.V., Gerber Yu.B., Golovchenko I.V.
Innovative methods of organizing higher agrotechnological education</p> |
| <p>18 Vodolazhsky D.I., Kryukov L.A.
The impact of ceftriaxone on relative copy numbers of mitochondrial and chloroplast DNA in grapevine leaves</p> | <p>49 Melyan G.H., Sahakyan N.A., Dangyan K.S., Asatryan S.S., Martirosyan Yu.T., Barsegyan A.H.
Clonal micropropagation of the grape rootstock cultivar Kober 5BB</p> |
| <p>22 Volynchuk N.N., Kabashnikova L.F., Domanskaya I.N.
Yeast fungi <i>Aureobasidium pullulans</i> in the fight against gray rot of grapes: from screening to inoculation</p> | <p>53 Naumova L.G., Ganich V.A.
Sources of economically valuable traits at the Don Ampelographic Collection</p> |
| <p>25 Galkina Ye.S., Aleinikova N.V., Didenko P.A., Andreiev V.V., Shaporenko V. N., Bolotianskaia E. A.
A modern assortment of fungicides for the effective control of grape diseases in Crimea</p> | <p>56 Pavlova I.A., Kulev O.A., Kharitonov M.V., Grigorenko M.I., Kryukov V.B.
Application of aggregatoponic automated lighting vegetation modules ALVM to adapt and complete growing of grape plants obtained in the conditions <i>in vitro</i></p> |
| <p>29 Ghinda E.F., Khlebnikov V.F.
The effect of plant growth regulators and environment on productivity components of wine grape varieties in the conditions of Pridnestrovie</p> | <p>59 Paschalidis C.D., Papakonstantinou L.D., Sotiropoulos S.S., Taskos D.G., Kechagia D.P.
Ampelographic description of four aboriginal grape varieties in Greece by the OIV method</p> |
| <p>32 Zhukov S.P.
On the development of viticulture in Donbass</p> | <p>62 Studennikova N.L., Kotolovets Z.V., Rybachenko N.A., Androsova M.A.
Heredity of some economically valuable traits in grape seedlings in the population 'Sary Pandas' x 'Tsitronnyi Magaracha'</p> |
| <p>36 Zameta O.G., Ivanchenko V.I., Raikov A.V.
Evaluation of grafting affinity of native grape varieties with regional rootstocks</p> | <p>65 Khafizova A.A., Sartori E.
New grapevine rootstock varieties of M series</p> |

W I N E M A K I N G

- 69 Burykina M.S., Kuznetsova L.I., Nutchina M.A.
Verification of the relationship in the amount of protein in wheat and rye flour with its technological properties
- 72 Drozdova T.A., Ageeva N.M.
Changes in physicochemical composition of sparkling wines when using heat treatment of tirage mixture
- 75 Krutikov E.S., Mizin V.I., Mikhailov A.A., Yanovsky T.S., Zagorouiko V.A., Yalanetsky A.Ya.
Functional food products with a high content of resveratrol in medical rehabilitation after a COVID-19 infection
- 78 Kuznetsova L.I., Lokachuk M.N., Parakhina O.I., Pavlovskaya E.N., Savkina O.A.
Investigation of factors causing the development of pathogenic microflora on the surface of thermophilic sourdough in the first phase of back-slopping and development of methods for its inhibition
- 81 Oleinikova V.A., Romanov A.V., Labinskii V.A.
Substantiation of soil and climatic indicators and methods of their control for the development of digital technologies in viticulture
- 84 Savkina O.A., Lokachuk M.N.
The study of microbial community of spontaneous fermentation sourdoughs by high-throughput sequencing
- 87 Semenova K.A., Tanashchuk T.N., Shalamitskiy M. Yu.
The research of yeast microflora of fermenting grape must using method of PCR-RFLP analysis
- 90 Feodosidi K.F., Silvestrov A.V., Zagorouiko V.A.
Evaluation of energy-saving technologies for grape must clarification
- 94 Chernousova I.V., Zaitsev G., Zhilyakova T.A., Soloviyova L.M., Grishin Yu.V., Mosolkova V.E.
Grape processing products with a regulated amount of polyphenols: properties, biological efficiency

УДК 634.85/86.047:631.811.98:632.4

Алейникова Наталья Васильевна, д-р с.-х. наук, зам. директора по научной работе, гл. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: aleynikova@magarach-institut.ru;

Диденко Павел Александрович, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией защиты растений, науч. сотр.; e-мэйл: pavel-liana@mail.ru;

Галкина Евгения Спиридоновна, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: galkinavine@mail.ru;

Радиононская Яна Эдуардовна, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: vovkayalta@mail.ru;

Белаш Сергей Юрьевич, мл. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: asp@magarach-institut.ru;

Диденко Лиана Владимировна, мл. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: pavel-liana@mail.ru

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

Повышение урожайности винограда при использовании современного кремниевого минерального удобрения в условиях Крыма

В статье приводятся результаты двухлетних (2021–2022 гг.) исследований по изучению влияния минерального удобрения БриС Фито-А на урожайность и качество урожая технического винограда сорта Каберне Совиньон в почвенно-климатических условиях Южного берега Крыма. Экспериментально установлено, что корневая подкормка в начале вегетации виноградных растений изучаемым кремниевым удобрением в нормах применения 100 кг/га, 150 кг/га и 200 кг/га способствовала увеличению средней массы грозди в среднем по вариантам опыта на 21,4 г (16,4%), повышению урожайности на 16,7 ц/га (20,4%) в сравнении с контролем. Наибольшая прибавка урожайности винограда отмечалась на опытном варианте с максимальной нормой применения агрохимиката БриС Фито-А (200 кг/га) – 29,3% (24 ц/га) при самом низком уровне концентрации сахара (212 г/дм³) в соке ягод винограда. Существенное увеличение данного показателя наблюдалось в опытном варианте с минимальной нормой расхода агрохимиката, разница составила 5,2% (11 г/дм³) в сравнении с контролем.

Ключевые слова: виноград; кремниевое минеральное удобрение; продуктивность; качество урожая.

Aleinkova Natalia Vasilievna, Didenko Pavel Aleksandrovich, Galkina Yevgenia Spiridonovna, Radionovskaya Yana Eduardovna, Belash Sergey Yurievich, Didenko Liana Vladimirovna

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

Increasing the cropping capacity of grapes when using modern silicon mineral fertilizer in Crimea

The article presents the results of a two-year (2021–2022) study on the effect of BriS Phyto-A mineral fertilizer on the cropping capacity and quality of wine grape variety 'Cabernet Sauvignon' in the soil and climatic conditions of the South Coast of Crimea. It is experimentally established that root top dressing at the beginning of grape growing season with the studied silicon fertilizer at the application rates of 100 kg/ha, 150 kg/ha and 200 kg/ha contributes to an increase in the average bunch weight in the mean for experimental variants by 21.4 g (16.4%), in cropping capacity - by 16.7 c/ha (20.4%) in comparison with the control. The highest increase in the cropping capacity was observed in experimental variant with the maximum application rate of BriS Phyto-A agrochemical preparation (200 kg/ha) - 29.3% (24 c/ha) at the lowest level of sugar content (212 g/dm³) in the juice of grape berries. A significant increase in this indicator was observed in the experimental variant with the minimum application rate of agrochemical preparation. The difference was 5.2% (11 g/dm³) in comparison with the control.

Key words: grapes; silicon mineral fertilizer; productivity; crop quality.

Введение

Важным элементом совершенствуемой технологической агросистемы является оптимизация питания виноградных насаждений, дифференцированный характер которой соответствует биологии культуры. Значение уровня сбалансированности режима питания винограда тесно связано с вовлечением минеральных элементов в важнейшие биохимические реакции синтеза и обмена веществ, процессы регенерации, дыхания и метаболизма в условиях сезонной изменчивости абиотических и биотических факторов определенного региона возделывания [1].

В мировой литературе в последнее время появились многочисленные работы, указывающие на возможность снижения негативного воздействия абиогенных и биогенных стрессоров на растения при внесении препаратов на основе кремния [2–4]. Кремний в оптимальных нормах способствует лучшему обмену в тканях виноградных растений азота и фосфора, повышает потребление бора и ряда других элементов; обеспечивает снижение токсичности избыточных количеств тяжелых металлов. Оптимизация кремниевого питания растений приводит к увеличению площади листьев и создает благоприятные условия для биосинтеза пластидных пигментов. В таких условиях у растений формируются более прочные клеточные стенки, в результате чего снижается интенсивность

поражения их болезнями и вредителями [5].

В результате многолетних исследований доказано, что внесение кремниевых удобрений и участие кремния в питании виноградных растений вносит значительные изменения в обмен веществ (набор и уровень концентрации сахаров, накопление дубильных и пластических веществ), строение растений (придает тканям механическую твердость, упругость, эластичность, ведет к усиленному образованию раневой перидермы, коллагеновой ткани, суберина, лигнина) сдерживает гниение корней, способствует усиленному нарастанию и обновлению корней, росту продуктивных органов, усиливает фотосинтез, поднимает зимостойкость и водообеспеченность растений, что в целом приводит к повышению продуктивности виноградной лозы [6, 7].

Таким образом, для устойчивого развития виноградарства в Крыму, где почвенно-климатические условия очень разнообразны, важно определить влияние корневой подкормки кремниевым минеральным удобрением на продуктивность виноградных растений с помощью производственной проверки его эффективности.

Цель исследований заключалась в оценке влияния кремниевого минерального удобрения БриС Фито-А на урожайность и качество урожая винограда при его корневой подкормке в условиях Крыма.

Объекты и методы исследований

Полевые исследования проводились 2021–2022 гг. в условиях Южнобережного Крыма на промышленных виноградниках технического сорта Каберне Совиньон.

Тип почвы на опытном участке – коричневая горная некарбонатная, механический состав – суглинистый, содержание гумуса – 1,48 %, pH почвы – 6,9. Год посадки – 2001, подвой Берландиери х Рипариа Кобер 5ББ, схема посадки – 3х1,5 м, формировка – двуплечий кордон на среднем штамбе. Культура неукрывная, неорошаемая.

Исследования проводились по следующей схеме:

1. *Контроль*: система защиты растений (СЗР) пред-
приятия от вредных организмов.

2. *Опыт 1*: корневая подкормка удобрением БриС Фито-А в норме применения 100 кг/га + СЗР.

3. *Опыт 2*: корневая подкормка удобрением БриС Фито-А в норме применения 150 кг/га + СЗР.

4. *Опыт 3*: корневая подкормка удобрением БриС Фито-А в норме применения 200 кг/га + СЗР.

Исследуемое минеральное удобрение вносилось в почву однократно при возобновлении вегетации виноградных растений в фенологическую фазу («начало распускания почек» – 07).

БриС Фито-А – отечественное кремневое минеральное удобрение (изготовитель ООО «ТОВЕСОРБ»), предназначенное для корневых подкормок винограда, содержащее кремния (Si) – 42 %, сульфатной серы – 0,1–3 %, кальция (CaO) – 0,5 %, железа (Fe) – 0,5 %.

Исследования проводились по общепринятым методикам: «Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований» [8] и «Руководство по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве» [9].

Обсуждение результатов

Для проведения исследований был подобран промышленный участок технического винограда с равными по продуктивности растениями. Нагрузка кустов гроздьями в начале вегетации винограда на опытных вариантах и контроле зафиксирована на одном уровне – 33,1–33,5 шт. (в среднем за два года), следовательно, возможная прибавка урожая зависела только от средней массы грозди винограда.

В 2021–2022 г. наблюдение за прохождением фенологических фаз на протяжении вегетации культуры показали, что разницы в наступлении, а

также продолжительность между фазами развития виноградных растений на опытных вариантах и контроле, в связи с применением агрохимиката не отмечено.

В результате применения изучаемого кремниевого удобрения БриС Фито-А на опытных участках в годы проведения исследований наблюдалось увеличение количества собранного урожая винограда. Как показали полученные данные рост урожайности произошел за счет увеличения массы гроздей на 21,4 г (до 16,4 %, таблица), при этом прибавка урожайности в среднем по опытам составила 20,4 % (16,7 ц/га). Максимальная прибавка урожая винограда с куста и урожайности (ц/га) отмечена в опытном варианте с нормой расхода изучаемого минерального удобрения 200 кг/га – 1,2 кг/куст и 24 ц/га соответственно.

В процессе агробиологических наблюдений визуаль-
но определено, что прирост массы грозди обеспечивается преимущественно за счет лучшего налива ягоды, и соответственно, гроздей, которые по внешнему виду и средней массе соответствовали требованиям ГОСТ во всех опытных вариантах (рис.).

Т а б л и ц а. Влияние агрохимиката БриС Фито-А на количественные и качественные показатели урожая винограда (АО «ПАО «Массандра», филиал «Ливадия», сорт Каберне Совиньон, 2021–2022 гг.)

Вариант	Средняя масса грозди, г	Количество гроздей, шт./куст	Урожай, кг/куст	Урожайность, ц/га	Концентрация в соке ягод винограда, г/дм ³	
					сахаров	титруемых кислот
Контроль	130,6	31,4	4,1	82	210	6,4
Опыт 1	141,1	31,9	4,5	90	221	6,2
Опыт 2	153,4	32,6	5,0	100	214	6,4
Опыт 3	161,6	32,8	5,3	106	212	6,7
НСР ₀₅	11,8	1,4	0,4	-	1,5	0,9



1. Контроль



2. Опыт 3

Рис. Влияние корневой подкормки минеральным удобрением БриС Фито-А на гроздь винограда: 1. Контроль (без применения минерального питания); 2. Опыт 3 (применение изучаемого агрохимиката в норме применения 200 кг/га)

На опытном варианте с использованием изучаемого агрохимиката в минимальной норме применения (100 кг/га) отмечалось существенное увеличение содержания сахара в соке ягод до 5,2 % (11 г/дм³, таблица) в сравнении с контролем (210 г/дм³) и другими вариантами исследований.

Анализ концентрации уровня титруемых кислот в соке ягод винограда показал, что по данному показателю – урожай контрольного варианта в момент сбора находился на одном уровне с опытными 6,2–6,7 г/дм³, полученные качественные показатели урожая указывают на соответствие винограда требованиям ГОСТа 31782.

Выводы

Таким образом, результаты исследований по изучению влияния кремниевого минерального удобрения БриС Фито-А на техническом сорте Каберне Совиньон в условиях Южного берега Крыма подтвердили повышение продуктивности винограда при использовании агрохимиката в фенологическую фазу «начало распускания почек». Технологические показатели качества урожая на фоне применения корневой подкормки обеспечивались существенным увеличением массы грозди и содержанием сахара в соке ягод. Применение данного минерального удобрения во всех изучаемых нормах применения позволило получить хороший (4,5–5,3 кг/куст) кондиционный (212–221 г/дм³) урожай винограда, который в среднем по вариантам опыта на 16,7 ц/га или 20,4 % превышал контроль (82 ц/га), за счет существенного увеличения показателя средней массы грозди (на 21,4 г). Следовательно, использование изучаемого удобрения позволило получать высокие и кондиционные урожаи винограда

при воздействии сложных абиотических и биотических факторов ампелоценозов Крыма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Руссо Д.Э., Красильников А.А. Эффективность системного применения биоминеральных препаратов некорневым способом в ампелоценозе // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2023;80(2):180-199. DOI 10.30679/2219-5335-2023-2-80-180-199.
2. Jana S., Jeong B.R. Silicon: The most under-appreciated element in horticultural crops. Trends in Horticultural Research. 2014;4(1):1-19. DOI 10.3923/thr.2014.1.19.
3. Haddad R., Kamangar A. The ameliorative effect of silicon and potassium on drought stressed grape (*Vitis vinifera* L.) leaves. Iranian Journal of Genetics and Plant Breeding. 2015;4(2):48-58.
4. Bakhat H.F., Bibia N., Zia Z., Abbas S., Hammad H.M., Fahad S. Silicon mitigates biotic stresses in crop plants: A review. Crop Protection. 2018;104:21-34. DOI 10.1016/j.cropro.2017.10.008.
5. Матыченков В.В., Бочарников Е.А., Пироговская Г.В., Ермолович И.Е. Перспективы использования кремниевых препаратов в сельском хозяйстве (обзор научной литературы) // Почвоведение и агрохимия. 2022;1:219-234. DOI 10.47612/0130-8475-2022-1(68)-219-234.
6. Cartes P., Cea M., Jara A., Violante A., Mora M.L. Description of mutual interactions between silicon and phosphorus in Andisols by mathematical and mechanistic models. Chemosphere. 2015;131:164-170. DOI 10.1016/j.chemosphere.2015.02.059.
7. Aleinikova N.V., Peskova I.V., Ostroukhova E.V., Galkina Ye.S., Didenko P.A. NanoKremny effect on the quality of grapes and wines. Foods and Raw Materials. 2021;9(2):224-233. DOI 10.21603/2308-4057-2021-2-224-233.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. М.: Альянс. 2014:1-352.
9. Сычев В.Г., Шаповал О.А., Можарова И.П. и др. Руководство по проведению регистрационных испытаний агрохимикатов в сельском хозяйстве. М.: ООО «Плодородие». 2018:1-248.

Поступила 14.08.2023

© Авторы

УДК 634.8

Буйвал Роман Алексеевич, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр., зав. лабораторией агротехнологий винограда; е-мэйл: bujval.roman@yandex.ru;

Бейбулатов Магомедсайгит Расулович, д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда; е-мэйл: agromagarach@mail.ru;

Тихомирова Надежда Александровна, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда; е-мэйл: nadegda17@bk.ru;

Урденко Наталия Александровна, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории агротехнологий винограда; е-мэйл: agromagarach@mail.ru.

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

Изучение закономерностей формирования продукционного и сырьевого потенциала автохтонных сортов винограда в условиях Крыма

На рост виноградного растения, его физиологию, урожайность, а также качественные характеристики винограда автохтонных сортов особое влияние оказывает терруар, поэтому разработка и усовершенствование основных элементов сортовой агротехники в зависимости от терруаров является актуальной. При изучении влияния терруара и технологии возделывания на развитие виноградных растений автохтонных сортов определено, что наиболее высокими показателями продуктивности сорт Кокур белый характеризуется в условиях горно-долинного приморского района (ГДПР), терруар Ускут при формировке двойной женеvский занавес на высоком штамбе с урожайностью до 20,0 т/га; а сорт Кефесия в условиях ГДПР (терруар Судак) при формировке куста многорукаvный веер на среднем штамбе с урожайностью до 12,7 т/га. Установлено, что средняя масса грозди изучаемых сортов увеличивается с распространением их возделывания от Южного берега Крыма (ЮБК) в сторону Крымского западно-приморского предгорного района (КЗППР), при этом массовая концентрация сахаров в ягодах снижается, а показатели плодоношения увеличиваются. Установлено, что формировка и высота штамба оказывают влияние на увологические показатели и показатели качества изучаемых автохтонных сортов. Максимальные значения структурных показателей грозди сорта Кокур белый отмечены в варианте с формировкой одноплечий кордон, а у сорта Кефесия – в варианте при применении формировки многорукаvный веер на среднем штамбе. Наибольший выход сусла (82 %) получен из ягод при применении формировки односторонний Гюйо на высоком штамбе.

Ключевые слова: виноград; терруар; автохтонные сорта; сортовая агротехнология; урожай винограда; качественные показатели.

Buival Roman Alekseevich, Beibulatov Magomedsaigit Rasulovich, Tikhomirova Nadezhda Aleksandrovna, Urdenko Natalia Aleksandrovna

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

Studying the patterns to form the production and raw material potential of autochthonous grape varieties in the conditions of Crimea

Terroir has a special effect on a grape plant growth, its physiology, yield, as well as the quality characteristics of autochthonous grape varieties, so the development and improvement of basic elements of varietal agrotechnology, depending on the terroir, is relevant. When studying the effect of terroir and cultivation technology on the development of grape plants of autochthonous varieties, it is determined that 'Kokur Belyi' variety is characterized by the highest productivity in the conditions of the Mountain-Valley Coastal Region (MVCR), the Uskut terroir, when forming a Geneva Double Curtain on a high trunk with cropping capacity of up to 20.0 t/ha; and the variety 'Kefesiya' under the conditions of MVCR (Sudak terroir) - with a multi-armed fan bush training on a medium trunk with cropping capacity of up to 12.7 t/ha. It is established that the average bunch weight of the studied varieties increases with their cultivation distribution from the South Coast of Crimea (SCC) towards the Crimean West Coastal Piedmont Region (CWCPR), while the mass concentration of sugars in berries decreases, and fruiting indicators increase. It is also established that the bush training and height of the trunk impact uvological and quality indicators of the studied autochthonous varieties. Maximal values of structural indicators of 'Kokur Belyi' bunch were observed in the variant with bush training of one-armed cordon, and as for the variety 'Kefesiya' - when using a multi-armed fan on a medium trunk. The highest output of the must (82%) was obtained from berries when using one-armed Guyot training on a high trunk.

Key words: grapes; terroir; autochthonous varieties; varietal agrotechnology; grape yield; quality indicators.

Введение

Благоприятные почвенно-климатические условия полуострова определяют его распространение и производство в различных виноградарских районах. Виноград, выращенный в Крыму, ценится за высокие вкусовые и пищевые качества. Качество винограда и вина во многом зависит от сорта. В настоящее время большой интерес представляют автохтонные сорта, которые являются общемировым трендом. Такие крымские сорта как Кокур белый, Кефесия, Эким кара, Джеват кара и другие первоначально появились и культивировались в восточных районах и на Южном берегу Крыма. Сейчас на полуострове насчитывается около 110 автохтонных сортов винограда, которые хорошо себя проявили в засушливых условиях горно-долинного приморского и восточно-предгорного района Крыма, где выпадает малое количество осадков.

В настоящее время наблюдается распространение многих автохтонных сортов винограда и в иные виноградарско-винодельческие районы полуострова, такие как Западный приморско-степной, Центральный степной, Предгорный и другие [1, 2].

Особую роль в формировании качественных показателей винограда играет терруар региона, который в свою очередь образует микроклимат на участках виноградника, непосредственно влияющий на рост виноградного растения, физиологию, урожайность и качественные характеристики винограда. В связи с этим установление характера зависимости между климатическими условиями и показателями урожая имеет большое практическое значение. Это позволяет выбирать рациональное направление виноградарства и виноделия, открывает пути влияния на качество и сроки созревания урожая. Агротехнику

возделывания винограда определяют агроклиматические условия, биологические особенности сортов, применяемая система ведения кустов, передовые технологии, экономические условия, антропогенные факторы [3].

Несоответствие почвенно-климатических условий местности и системы ведения с комплексом агротехнических мероприятий ограничивает потенциал продуктивности винограда, который при естественном развитии очень высок [4, 5]. Поэтому для реализации потенциальных возможностей автохтонных сортов винограда в полной мере, разработка и усовершенствование для них основных элементов сортовой агротехники в зависимости от виноградовинодельческих зон (терруаров) Крыма является актуальной.

Цель работы – установление влияния различных почвенно-климатических условий виноградовинодельческих районов Крыма (терруаров) на формирование продукционного и сырьевого потенциала автохтонных сортов винограда с последующим усовершенствованием для них основных элементов сортовой агротехники.

Объекты и методы исследований

Объекты исследований: сырьевой потенциал и перспективность автохтонных сортов винограда в различных виноградовинодельческих районах Крыма.

Предмет исследований: автохтонные технические сорта винограда Кокур белый и Кефесия [6–9].

Исследования проводились по общепринятым в виноградарстве методикам [10]. Метеорологические наблюдения по данным метеостанций виноградовинодельческих районов (условно терруаров) в годы исследования и сравнение их со среднемноголетними данными [11].

Исследования проводились сотрудниками лаборатории агротехнологий винограда в течение 2021–2022 гг. в условиях ЮБК на плодоносящих виноградниках филиалов «Гурзуф» (терруар Гурзуф) и «Ливадия» (терруар Ливадия); в условиях ГДПР Филиал «Морское» (терруар Судак) и Филиал «Приветное» (терруар Ускут) АО «ПАО «Массандра», а также в условиях КЗППР в ООО «Агрофирма «Золотая Балка» (терруар Балаклава) и ООО «Инвест Плюс» (терруар Альминский) [12].

Погодные условия 2021–2022 гг. были благоприятными для проведения исследований. Среднемесячные температуры в годы исследований были близки к среднемноголетним. В то же время средняя сумма активных температур была несколько выше, а количество выпавших осадков было ниже среднемноголетних значений.

В ходе проведения исследований изучалось влияние элементов сортовой агротехники и терруара на агробиологические признаки автохтонных сортов винограда.

Установлено, что погодно-климатические и почвенные условия КЗППР (терруар Балаклава) позволяют максимально нагрузить куст винограда Кокур белый до 112,8 глазков при формировке одноплечий кордон на высоком штамбе при схеме посадки 3,5x2,15 м по сравнению с условиями ГДПР (терруар Ускут) при формировке двойной Женевский занавес на высоком штамбе при

схеме посадки 4,0x2,0 м (82,7 глазков), а также в условиях ЮБК (терруар Гурзуф) при формировке многорукавный веер на низком штамбе при схеме посадки 3,0x1,5 м (35,8 глазков). При таких нагрузках максимальный процент распускания глазков был в условиях ЮБК (терруар Гурзуф) – 92,5 %, что на 19,9 % и на 14,3 % по сравнению с другими терруарами в разрезе элементов сортовой агротехники. Доля разившихся и плодоносных побегов, как показатель, находилась в той же зависимости от терруара и элементов сортовой агротехники, что и показатель доля разившихся побегов на куст (табл. 1).

Установлено, что наивысшие значения коэффициента плодоношения (K_1) и коэффициента плодородности (K_2) у сорта винограда Кефесия отмечено в условиях ГДПР (терруар Судак), что подтверждает аборигенность сорта винограда Кефесия в данном терруаре. Применение упрощенной формировки одноплечий Гюйо на среднем штамбе в условиях КЗППР (терруар Альминский) по сравнению с кордонными формировками, значения K_1 и K_2 не снижаются, что подтверждается значениями дисперсионного анализа (табл. 2).

Таким образом, наиболее высокими показателями плодоношения характеризовался сорт Кефесия в условиях ГДПР при формировке куста многорукавный веер на низком штамбе, что на 0,66 и 0,62 единиц больше, чем в условиях КЗППР при формировке одноплечий Гюйо на среднем штамбе.

В ходе исследований отмечено, что сорт Кокур белый выделялся по урожайности даже в засушливых условиях

Т а б л и ц а 1. Агробиологические показатели сорта винограда Кокур белый

Показатели	ГДПР (терруар Ускут)	ЮБК (терруар Гурзуф)	КЗППР (терруар Балаклава)	НСР ₀₅
	двойной Женевский занавес на высоком штамбе	многоручавный веер на низком штамбе	одноплечий кордон на высоком штамбе	
Нагрузка куста, гл.	82,7	35,8	112,8	5,3
Развилось побегов на куст, %	72,6	92,5	78,2	-
Плодоносные побеги, %	75,0	69,1	71,6	-
Коэффициент плодоношения (K_1)	0,93	0,88	1,04	0,15
Коэффициент плодородности (K_2)	1,24	1,28	1,45	0,18

Т а б л и ц а 2. Агробиологические показатели сорта винограда Кефесия

Показатели	ГДПР (терруар Судак)	ЮБК (терруар Ливадия)	КЗППР (терруар Альминский)	НСР ₀₅
	многоручавный веер на среднем штамбе	двусторонний кордон на среднем штамбе	одноплечий Гюйо на высоком штамбе	
Нагрузка куста, гл.	17,2	27,8	13,1	3,8
Развилось побегов на куст, %	87,2	73,0	89,3	-
Плодоносные побеги, %	81,3	46,8	53,8	-
Коэффициент плодоношения (K_1)	1,04	0,54	0,58	0,55
Коэффициент плодородности (K_2)	1,31	1,16	1,08	0,3

ГДПР (терруар Ускут) со значениями 20,0 т/га при использовании формировки двойной Женевский занавес на высоком штамбе по сравнению с условиями КЗППР (терруар Балаклава) при одноплечем кордоне на среднем штамбе и спаренных кустах. Это свидетельствует о том, что почвенно-климатические условия данного района соответствуют биологии автохтонного сорта винограда Кокур белый.

Качественные характеристики сорта винограда Кокур белый (урожай 2022 г.) отличались в зависимости от района его возделывания. Так, в условиях ЮБК (терруар Гурзуф) показатель массовой концентрации сахаров имел высшее значение – 22,6 г/100 см³, при этом показатель титруемая кислотность в соке ягод превышал данные значения, полученные в условиях ГДПР (терруар Ускут) и КЗППР (терруар Балаклава), урожай которых был снят на 5–7 дней позже. Погодные условия 2022 г. были благоприятными для обеспечения стабильных качественных характеристик сорта винограда Кефесия, независимо от терруаров его возделывания, элементов технологий, что доказывается значениями дисперсионного анализа (табл. 3).

Определено, что качественные характеристики винограда зависят от почвенно-климатических условий виноградовинодельческих районов (терруаров) и агротехники их возделывания. При повышении высоты штамба значения массовой концентрации сахаров снижаются у сорта винограда Кокур белый на 4,4 г/100 см³, а у сорта винограда Кефесия – на 2,0 г/100 см³ [13, 14].

Для характеристики увологических показателей исследуемых сортов винограда проводился механический анализ гроздей [15]. Максимальные значения структурных показателей грозди сорта Кокур белый отмечены в варианте одноплечий кордон в условиях КЗППР (терруар Балаклава), которые превосходили значения показателей в вариантах формировок кустов двойной Женевский занавес и многорукавный веер на низком штамбе ГДПР (терруар Ускут) и ЮБК (терруар Гурзуф). Разница по показателям: средняя масса грозди составила 48,5 и 27,9 %, средняя масса 100 ягод – 16,5 и 22,2 %. Выход сусла составил 81,0–83,6 %. Разница в значениях между вариантами по данному показателю была незначительна.

Максимальные значения структурных показателей грозди и ягод сорта винограда Кефесия отмечены в варианте при применении формировки многорукавный веер на среднем штамбе в условиях ГДПР (терруар Судак), которые превосходили показатели вариантов у кустов с формировками двуплечий кордон на среднем штамбе и односторонний Гюйо на высоком штамбе. Разница по средней массе грозди составила 54,3 и 25,4 %, по показателю средняя масса 100 ягод – 34,1 и 14,4 % соответственно. Наибольший выход сусла получен из ягод при применении формировки односторонний Гюйо на высоком штамбе, значения данного показателя составили 82,0 %.

Таким образом установлено, что средняя масса грозди

Т а б л и ц а 3. Урожай и качество автохтонных сортов винограда, 2022 г.

Вариант опыта/ (терруар)	Формировка, высота штамба	ПП, г	Урожай- ность, т/га	Массовая концентрация		Дата сбора урожая
				сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³	
<i>Кокур белый</i>						
ГДПР (терруар Ускут)	двойной Женевский за- навес на высоком штамбе	272,0	20,0	18,2	6,0	22.09
ЮБК (терруар Гурзуф)	многорукавный веер на низком штамбе	221,8	13,4	22,6	9,5	15.09
КЗППР (терруар Балаклава)	одноплечий кордон на среднем штамбе	389,2	14,7	18,6	5,8	20.09
НСР ₀₅	-	14,8	2,1	1,5	1,3	-
<i>Кефесия</i>						
ГДПР (терруар Судак)	многорукавный веер на среднем штамбе	572,3	12,7	19,9	4,1	28.09
ЮБК (терруар Ливадия)	двуплечий кордон на среднем штамбе	166,9	6,7	18,8	4,1	29.09
КЗППР (терруар Альминский)	односторонний Гюйо на высоком штамбе	220,5	8,3	17,9	4,3	20.09
НСР ₀₅	-	17,1	1,1	1,0	0,3	-

винограда независимо от сорта изменяется от почвенно-климатических условий местности их возделывания, климата, рельефа (терруара), а также применяемой сортовой агротехники.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что выбор технологии возделывания винограда автохтонных сортов винограда из различных виноградовинодельческих терруаров обусловлен рельефом, экспозицией, почвенно-климатическими условиями виноградовинодельческого района, агробиологическими особенностями сорта (сила роста побегов и куста), направлением использования урожая.

Определено, что коэффициент плодоношения (K_1) у изучаемых автохтонных сортов снижаются с удалением их терруара возделывания от места их происхождения. Более высокими значениями K_1 из изучаемых автохтонных сортов винограда характеризовался сорт Кефесия со значениями $K_1=1,2$ в горно-долинном приморском районе Крыма при формировке многорукавный веер на низком штамбе.

Установлено, что сорт винограда Кокур белый в условиях ГДПР при формировке двойной Женевский занавес на высоком штамбе при нагрузке 82,7 глазков дает наибольшую урожайность – 20,0 т/га; в условиях ЮБК при маломощных формировках куста – 13,4 т/га, а в условиях КЗППР на мощных формировках – 14,7 т/га.

Определено, что автохтонный сорт Кефесия обладает более высокими количественными показателями (урожайность и продуктивность побега) в условиях традиционных районов их возделывания по сравнению с новыми районами их распространения.

Уставлено, что качественные характеристики изучаемых автохтонных сортов варьируют в большей степени от почвенно-климатических условий, а также от применяемых элементов сортовой технологии.

Исследованиями установлено, что показатели плодоношения изучаемых сортов с распространением их возделывания из ГДПР, ЮБК в сторону КЗППР увеличиваются, при этом массовая концентрация сахаров снижается.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лиховской В.В., Зармаев А.А., Полулях А.А., Волынкин В.А., Гориславец С.М., Рисованная В.И., Борисенко М.Н., Сапсай А.О. Ампеология абортенных и местных сортов винограда Крыма. Симферополь: ООО «Форма». 2018:1-140.
2. Volynkin V., Polulyakh A., Levchenko S., Vasylyk I., Likhovskoi V. Autochthonous grape species, varieties and cultivars of Crimea. Acta Hort. 2019;1259:91-98. DOI 10.17660/ActaHortic.2019.1259.16.
3. Катарьян Т.Г., Потапов Н.С. Фитоклимат виноградника и созревание урожая. Симферополь: Крымиздат. 1963:1-38.
4. Urdenko N., Beibulatov M., Tikhomirova N., Buival R. Optimization of grape cultivation based on resource-saving elements of agricultural technology. E3S Web of Conferences. 2021;254(69):07001. DOI 10.1051/e3sconf/202125407001.
5. 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 исследований агроботанических и хозяйственных признаков клонов технических сортов винограда. Симферополь: ИТ «Ариал». 2022:1-60.
6. Иванов А.А. Крымские сорта винограда. Симферополь: Крымиздат. 1947:1-79.
7. Коржинский С.И. Ампеология Крыма. СПб.: Типография Главного Управления Уделов. 1904:1-201.
8. Volynkin V., Polulyakh A., Chizhova A., Roshka N. Ukraine: native varieties of grapevine. Caucasus and Northern Black Sea Region Ampelography. 2012:405-473.
9. Докучаева Е.Н., Комарова Е.С., Пилипенко Н.Н. Сорта винограда. К.: Урожай. 1986:130-132.
10. Методические рекомендации по агротехническим исследованиям в виноградарстве Украины. Ялта: ИВиВ «Магарач». 2004:1-264.
11. Погода в Крыму. <https://rp5.ru/> (дата обращения 01.01.2021-1.11.2022).
12. Федина И.А. Виноградарство и виноделие. М.: ФГБНУ «Росинформ-агротех». 2022:1-160.
13. Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Оценка потенциала абортенных 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.
14. Бейбулатов М.Р., Урденко Н.А., Тихомирова Н.А., Буйвал Р.А. Потенциал автохтонных сортов винограда и интродуцированных клонов для обеспечения конкурентоспособности виноградовинодельческой отрасли в условиях Черноморского региона // Проблемы развития АПК региона. 2019;3(39):37-43.
15. Простосердов Н.Н. Изучение винограда для определения его использования. М.: Пищепромиздат. 1963:1-79.

Поступила 31.05.2023 г.

© Авторы

УДК 58.036.1/58.089

Водолажский Дмитрий Игоревич¹, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории микрклонального размножения растений; e-мэйл: dvodolazhsky@gmail.com;

Крюков Лавр Андреевич^{1,2}, зав. лабораторией микрклонального размножения растений; e-мэйл: lavrkryukov@gmail.com

¹Крымский Федеральный Университет имени В.И. Вернадского, 297517, Республика Крым, Симферопольский р-н, с. Маленькое, ул. Студенческая, д. 1, кор. 3;

²Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

Изменения относительной копийности хлоропластной и митохондриальной ДНК в листьях *Vitis vinifera* L. после высокотемпературного воздействия

В условиях глобального потепления изучение последствий воздействия повышенной температуры на сельскохозяйственные культуры приобретает важное значение с точки зрения прогнозирования ближне- и долгосрочных последствий его влияния на продуктивность растений. В результате воздействия повышенной температуры потери урожайности в виноградарстве существенно увеличиваются. Микрорастения винограда сорта Шардоне выращивали *in vitro* на питательной среде MS и подвергали тепловому воздействию в режиме 45 °C 120 мин. Контрольная группа растений тепловому воздействию не подвергалась. В тканях листьев всех групп растений с использованием метода RT-PCR через 30 дней после теплового воздействия определяли уровни относительной копийности хлоропластной и митохондриальной ДНК. В группе растений, подвергавшихся тепловому воздействию, были обнаружены статистически значимые ($p > 0,05$) уменьшения относительной копийности митохондриальной и хлоропластной ДНК по сравнению с контрольной группой растений более чем на 30 %. Копийность хлоропластной ДНК превышала аналогичный показатель митохондриальной ДНК более, чем в 20 раз как в экспериментальной группе, так и в группе контроля. Температурная обработка микрорастений винограда в условиях *in vitro* на фоне уменьшения показателей относительной копийности как митохондриальной, так и хлоропластной ДНК приводит к более тесной корреляционной связи ($r = +0,86$) в регуляции активности между этими органеллами. Исследование продемонстрировало многообещающее использование таких показателей как относительная копийность ДНК хлоропластов и митохондрий в листьях растений для изучения их возможного физиологического ответа на неблагоприятные факторы внешней среды.

Ключевые слова: относительное количество копий (ОКК); мтДНК; хлДНК; виноград; микрорастения; температурный шок.

Vodolazhsky Dmitry Igorevich¹, **Kryukov Lavr Andreevich**^{1,2}

¹V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 1 Studencheskaya str., 297517 village Malenkoye, Simferopol district, Republic of Crimea;

²Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 23 Gagarina ave., 603022 Nizhny Novgorod

Changes in the relative copy numbers of chloroplast and mitochondrial DNA in the leaves of *Vitis vinifera* L. after high-temperature treatment

In the context of global warming, studying the consequences of increased temperature on agricultural crops becomes important for predicting its short- and long-term impacts on productivity of plants. The effect of elevated temperature on grapevine plants leads to the increased yield losses in viticulture. Micropropagated grapevine plants of 'Chardonnay' variety were grown *in vitro* on MS medium and subjected to heat treatment at 45 °C for 120 minutes. The control group of plants was not exposed to heat treatment. The levels of relative copy numbers of chloroplast and mitochondrial DNA were determined in leaf tissues of all plant groups using the RT-PCR method 30 days after heat treatment. In the group of plants subjected to heat treatment, statistically significant ($p > 0,05$) reductions in the relative copy numbers of mitochondrial and chloroplast DNA were observed compared to the control group with a decrease of over 30 %. The copy number of chloroplast DNA exceeded that of mitochondrial DNA by more than 20 times in both the experimental and control groups. Heat treatment of micropropagated grapevine plants *in vitro* resulted in a closer correlation ($r = +0,86$) in the regulation of activity between these organelles, alongside the decrease in relative copy numbers of both mitochondrial and chloroplast DNA. This study demonstrates the promising use of relative copy numbers of chloroplast and mitochondrial DNA in plant leaves to investigate their potential physiological response to adverse environmental factors.

Key words: relative copy number (RCN); mtDNA; chlDNA; grapes; microplants; temperature shock.

Введение

Клетки растений, в том числе винограда, содержат много копий генома митохондрий и хлоропластов, кодирующих основные компоненты митохондриальной цепи переноса электронов и фотосинтеза соответственно. Изменения в митохондриальной ДНК (мтДНК) и хлоропластной ДНК (хлДНК) посредством инактивирующих генетических мутаций или изменения количества их копий в клетке могут изменять интенсивность митохондриального дыхания и процессов фотосинтеза, что привлекает к ним внимание исследователей [1, 2]. Пиковые температурные воздействия в критических точках развития винограда приводят к негативным последствиям в его развитии [3, 4], влияют на фотосинтез [5]. Характеристики хромосомной ДНК являются стабильным показателем для каждого вида и не зависят от функциональной нагрузки, тогда как относительное количество копий ДНК внутриклеточных органелл (мтДНК-ОКК и хлДНК-ОКК) у растений являются биомаркерами интенсификации или угнетения их функции, или отражением дисфункции. Поэтому измерение мтДНК-ОКК и хлДНК-ОКК может быть полезным

и доступным биомаркером при оценке изменения уровня активности этих органелл [6]. ХлДНК и мтДНК ожидаемо в избытке содержится в листьях, где она образует точечные структуры, называемые нуклеоидами, которые изменяют свою морфологию и количество в зависимости от физиологического состояния растения. Количество копий ДНК в органеллах оказывает непосредственное влияние на уровень экспрессируемой ими РНК и, таким образом, этот показатель может быть использован как маркер интенсивности работ этих органелл у растений [7].

Учитывая экономическое и культурное значение виноградарства, необходимо изучить механизмы влияния абиотических факторов на основные клеточные органеллы и разработать эффективные маркеры, позволяющие оценивать и по возможности минимизировать степень деструктивного воздействия негативных факторов.

Объекты и методы исследований

На начальном этапе модельного эксперимента все экспланты (*Vitis vinifera* L. сорта Шардоне) выращивали на базовой среде Мурасиге-Скуга (Murashige and Skoog medium, MS) с добавлением 30 г/л сахарозы, 0,2 мг/л

индолил-3-масляной кислоты (ИМК) и 2 мг/л 6-бензиламинопурина (6-БАП) [8]. В каждый из экспериментальных сосудов с питательной средой вводили по 10 эксплантов винограда. Затем экспериментальные сосуды с питательной средой и эксплантами разделяли на 2 группы:

1. Экспериментальная группа растений, подвергавшихся тепловой обработке в режиме 45 °С, 120 мин (N=14).

2. Контрольная группа растений, не подвергавшихся тепловой обработке (N=14).

После окончания тепловой обработки винограда в режиме 45 °С 120 мин обе экспериментальные группы объединяли и растения инкубировали при температуре 23±1 °С при 16-часовом фотопериоде и освещении 40-ваттными флуоресцентными лампами холодного белого света с интенсивностью 105–115 мкмоль PPFД/м²/с (PPFD = плотность потока фотосинтетических фотонов) в течение 30 дней. Из каждой группы растений (контрольная и после проведения тепловой обработки) были случайным образом отобраны по четырнадцать образцов листовых пластин (5–10 мг) для последующей экстракции суммарной ДНК [8].

Реакцию количественной RT-PCR проводили в 20 мкл реакционной смеси, состоящей из 10 мкл LightCycler 480 SYBR Green I Master Mix (Life Science, Roche), 5 нг ДНК (5 мкл), 3 мкл воды и по 1 мкл соответствующих праймеров (форвард и реверс, 0,33 мкМ, табл.). RT-PCR проводили с использованием автоматического анализатора Light-Cycler 96 (Life Science, Roche) с использованием следующей программы: начальная денатурация при 95 °С в течение 5 мин (1 цикл), затем 45 циклов денатурации при 95 °С в течение 10 с, отжиг при 58 °С в течение 25 с и элонгация при 72 °С в течение 25 с. Определение относительной копийности генов NAD1 (митохондриальная ДНК) и rps16 (хлоропластная ДНК) проводили с использованием гена GAPDH (хромосомная ДНК) в качестве референсного. Для количественной оценки использовали алгоритмы $2^{-\Delta Ct}$ и $2^{-\Delta\Delta Ct}$ [9].

Статистический анализ выполнен с использованием программного обеспечения Statistica 13.3.0 (TIBCO Statistica, 2017) с параметрами по умолчанию. Статистическая значимость различий рядов была проверена с помощью Т-критериев Стьюдента (Homoscedastic и Heteroscedastic) и F-критерия Фишера.

Таблица. Характеристики использованных в работе праймеров

Праймер	Последовательность нуклеотидов, 5'→3'	Ампликон (основ.)	Tm, °С	Компартмент
GAPDH_F	CGA CAG TGT TCA CGG TCA GT	85	60	Ядерная ДНК
GAPDH_R	GGT GAC TGG CTT CTC ACC AA			
NAD1_F	GGC TCA TTC TCC AAA CGG GA	73	60	Митохондриальная ДНК
NAD1_R	CCT ATG GCC GAT CTG TCA CC			
rps16_F	CGG ATC ATA AAA ACC CAC TTT CCG	81	60	Хлоропластная ДНК
rps16_R	GCC GTC TAT CGA ATC GTT GC			

Обсуждение результатов

Статистическая обработка морфометрических данных продемонстрировала отсутствие различий между контрольной и экспериментальными группами растений по показателям процента выживаемости, высоты растений и количеству листьев, что подтверждает корректность выбранных нами режимов тепловой обработки.

Как следует из приведенных на рисунке 1 наших экспериментальных данных, относительное количество копий хлоропластной ДНК в листьях винограда в группе контрольных растений составило 566 копий и через 30 дней после температурной обработки (45 °С, 120 мин) – 388 копий (рис. 1б). Полученные нами данные наглядно продемонстрировали уменьшение относительной копийности хлоропластной ДНК в листьях винограда после температурной обработки (45 °С, 120 мин) через 30 дней после окончания воздействия на 31,4 % по сравнению с аналогичными показателями у контрольных растений. Это свидетельствует о том, что однократная температурная обработка микрорастений винограда в условиях *in vitro* вызывает статистически достоверное уменьшение уровня копийности хлоропластной ДНК в листьях и, следовательно, угнетение процессов фотосинтеза даже через 30 дней после воздействия. Эти данные при использовании Т-критерия Стьюдента имели статистически достоверные отличия для уровня значимости 2,5 %. Дисперсионный анализ с использованием F-критерия Фишера выявил статистически значимые различия между рядами данных для 1 % уровня значимости.

Относительное количество копий митохондриальной ДНК в листьях винограда в группе контрольных растений составила 27,3 копии и через 30 дней после температурной обработки (45 °С, 120 мин) – 17,1 копии (рис. 1а). Полу-

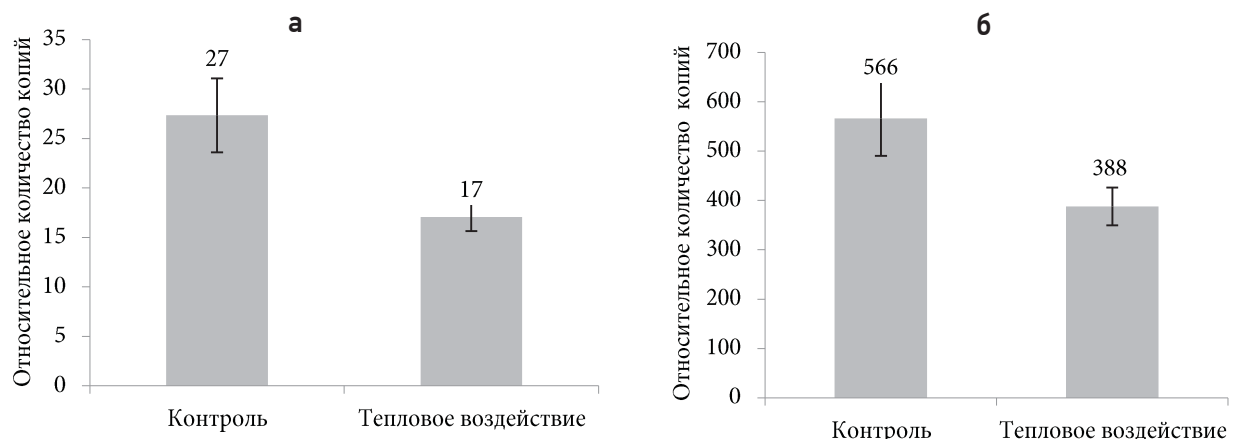


Рис. 1. Средние арифметические показатели относительного количества копий ДНК митохондрий (а) и хлоропластов (б) по сравнению с геном GAPDH в листьях винограда сорта Шардоне после ограниченного температурного воздействия в режиме 45 °С 120 мин (тепловое воздействие) и в контрольной группе растений (контроль)

ченные нами данные продемонстрировали уменьшение относительной копийности митохондриальной ДНК в листьях винограда после температурной обработки (45 °С, 120 мин) через 30 дней после воздействия на 37,6 % по сравнению с контрольными растениями. Эти данные при использовании Т-критерия Стьюдента имели статистически достоверные отличия для 1 % уровня значимости. Дисперсионный анализ с использованием F-критерия Фишера также выявил статистически значимые различия между рядами данных для 1 % уровня значимости. С учетом скорректированного значения уровня значимости (поправка Бонферрони) различия в уровнях копийности митохондриальной ДНК между контрольной группой растений и группой растений после температурной обработки следует признать статистически достоверными для 1 % уровня значимости. Полученные нами экспериментальные данные свидетельствуют о том, что даже однократная температурная обработка микрорастений винограда в условиях *in vitro* вызывает статистически достоверное уменьшение уровня относительной копийности митохондриальной ДНК в листьях микрорастений и, следовательно, угнетение процессов окислительного фосфорилирования даже через 30 дней после пребывания растений в комфортных условиях.

Растения получают большую часть энергии от солнечного света, который улавливается в хлоропластах и используется для всех видов синтетического и энергетического обмена, прямо или косвенно, и для всех других процессов в растениях, требующих расхода энергии. Однако в не зеленых частях растений или в темноте энергия, получаемая растительными клетками в процессе фотосинтеза, поступает от окислительного фосфорилирования, которое реализуется в митохондриях [10]. Поэтому в данном разделе нашего исследования мы провели оценку сопряженности относительного количества копий митохондриальной и хлоропластной ДНК у контрольных микрорастений и в микрорастениях после проведения тепловой обработки.

Полученные нами данные продемонстрировали статистически достоверное увеличение корреляции между показателями относительного количества копий митохондриальной и хлоропластной ДНК в листьях винограда после температурной обработки (45 °С, 120 мин) через 30 дней после воздействия. Для экспериментальной группы «Температурное воздействие» полученное нами значение корреляции ($r=+0,86$) было статистически достоверно для 95 % доверительного интервала, в то время как в экспериментальной группе («Контроль») эти показатели демонстрировали слабо выраженную положительную корреляцию ($r=+0,51$). Этот может свидетельствовать о том, что температурная обработка микрорастений винограда в условиях *in vitro* на фоне уменьшения показателей относительной копийности как митохондриальной, так и хлоропластной ДНК приводит к более тесной положительной связи в регуляции активности между этими органеллами (рис. 2).

Полученные нами экспериментальные данные продемонстрировали преобладание относительного количества копий хлоропластной ДНК по отношению к митохондриальной ДНК приблизительно в 22 раза. Наблюдались статистически достоверные отличия между контрольными и опытными показателями отношений относительного количества копий хлоропластной к митохондриальной ДНК в листьях винограда через 30 дней ($p=0,028$ %), полученные с использованием F-критерия Фишера. Средние

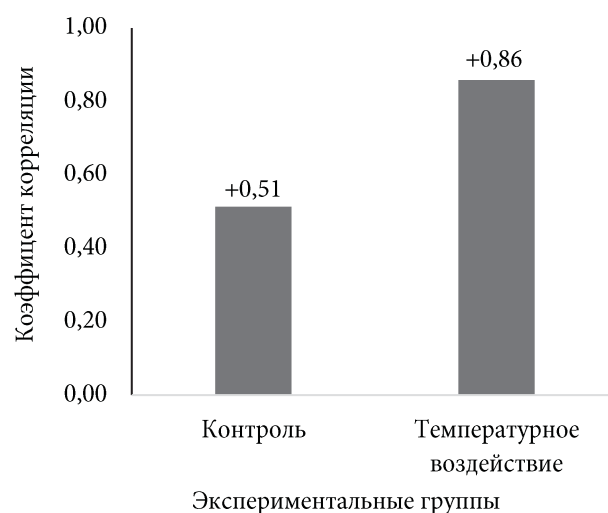


Рис. 2. Коэффициенты корреляции (по Пирсону) для показателей относительной копийности ДНК хлоропластов и митохондрий в листьях винограда (после температурной обработки в режиме 45 °С 120 мин и в контрольной группе)

арифметические показатели этих рядов статистически значимо не отличались: 22,5 и 22,4 соответственно.

Наши экспериментальные данные свидетельствуют о том, что температурная обработка микрорастений винограда в условиях *in vitro* на фоне уменьшения показателей относительного количества копий как митохондриальной, так и хлоропластной ДНК приводит к преобладанию относительной копийности ДНК хлоропластов над аналогичным показателем митохондриальной ДНК.

Выводы

У растений имеется механизм регуляции копийности органелл в зависимости как от их функциональной нагрузки, так и после абиотических воздействий [10].

Полученные нами данные наглядно продемонстрировали статистически достоверное уменьшение относительного количества копий хлоропластной ДНК в листьях винограда после температурной обработки (45 °С, 120 мин) через 30 дней после воздействия по сравнению с контрольными растениями. Это свидетельствует о том, что даже однократная температурная обработка микрорастений винограда в условиях *in vitro* вызывает статистически достоверное уменьшение уровня относительной копийности хлоропластной ДНК в листьях и, следовательно, угнетение процессов фотосинтеза даже через 30 дней после окончания неблагоприятного воздействия.

Полученные нами данные продемонстрировали статистически достоверное уменьшение относительного количества копий митохондриальной ДНК в листьях винограда после температурной обработки (45 °С, 120 мин) через 30 дней после воздействия по сравнению с контрольными растениями. Это свидетельствует о том, что даже однократная температурная обработка микрорастений винограда в условиях *in vitro* вызывает статистически достоверное уменьшение уровня относительной копийности митохондриальной ДНК в листьях микрорастений и, следовательно, угнетение процессов окислительного фосфорилирования даже через 30 дней после пребывания растений в комфортных условиях.

Показатели относительного количества копий ДНК растительных органелл демонстрируют прямую связь с количественными характеристиками экспрессии их генов и, следовательно, их функциональной активностью

[10]. Поэтому обнаруженные нами закономерности изменения относительной копииности митохондриальной и хлоропластной ДНК после температурного воздействия, по сравнению с морфометрическими характеристиками растений, имеют намного более чувствительный и предиктивный характер с точки зрения потенциального влияния на продуктивность растений в долгосрочной перспективе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Brown G.C. Control of respiration and ATP synthesis in mammalian mitochondria and cells. *Biochem. J.* 1992;284:1-13. DOI 10.1042/bj2840001.
2. Chang C., Lu J., Zhang H.-P., Ma C.-X., Sun G. Copy number variation of cytokinin oxidase gene *Tackx4* associated with grain weight and chlorophyll content of flag leaf in common wheat. *PLoS ONE* 2015;10(12):e0145970. DOI 10.1371/journal.pone.0145970.
3. Fraga H., Molitor D., Leolini L., Santos J.A. What is the impact of heatwaves on European viticulture? A modelling assessment. *Appl. Sci.* 2020;10:3030. DOI 10.3390/app10093030.
4. Moutinho-Pereira J.M., Correia C.M., Gonçalves B.M., Bacelar E.A., Torres-Pereira J.M. Leaf gas exchange and water relations of grapevines grown in three different conditions. *Photosynthetica* 2004;42:81-86. DOI 10.1023/B:PHOT.0000040573.09614.1d.
5. Greer Dennis H., Weston C. Heat stress affects flowering, berry growth, sugar accumulation and photosynthesis of *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevines grown in a controlled environment. *Functional Plant Biology* 2010;37:206-214. DOI 10.1071/FP09209.
6. Кит О.И., Водолазский Д.И., Кутилин Д.С., Гудуева Е.Н. Изменение копииности генетических локусов при раке желудка. Молекулярная биология (Москва). 2015;49(4):658-666. DOI 10.7868/S0026898415040096.
7. Udy D.B., Belcher S., Williams-Carrier R., Gualberto J.M., Barkan A. Effects of reduced chloroplast gene copy number on chloroplast gene expression in maize. *Plant Physiol.* 2012;160(3):1420-1431. DOI 10.1104/pp.112.204198.
8. Kryukov L.A., Vodolazhsky D.I., Kamenetsky-Goldstein R. Micropropagation of grapevine and strawberry from South Russia: rapid production and genetic uniformity. *Agronomy*. 2022;12:308. DOI 10.3390/agronomy12020308.
9. Schmittgen T.D., Livak K.J. Analyzing real-time PCR data by the comparative C(T) method. *Nat Protoc.* 2008;3(6):1101-1108. DOI 10.1038/nprot.2008.73.
10. Jarvis P., López-Juez E. Biogenesis and homeostasis of chloroplasts and other plastids. *Nat. Rev. Mol. Cell. Biol.* 2013;14(12):787-802. DOI 10.1038/nrm3702.

Поступила 22.06.2023 г.

© Авторы

УДК 58.04/58.089

Водолазский Дмитрий Игоревич¹, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории микрклонального размножения растений; e-мэйл: dvodolazhsky@gmail.com;

Крюков Лавр Андреевич^{1,2}, зав. лабораторией микрклонального размножения растений; e-мэйл: lavrkryukov@gmail.com

¹Крымский Федеральный Университет имени В.И. Вернадского, 297517, Республика Крым, Симферопольский р-н, с. Маленькое, ул. Студенческая, д. 1, кор. 3;

²Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, 603022, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина, 23

Влияние цефтриаксона на показатели относительной копииности митохондриальной и хлоропластной ДНК в листьях винограда

Выращивание микрорастений винограда *in vitro* находится на стадии совершенствования существующих и разработки новых методов выращивания в связи с наличием проблемы бактериальных контаминаций культур, вызванных полирезистентными микроорганизмами. Растения (*Vitis vinifera* L. сорта Шардоне) выращивали на базовой среде Мурасиге-Скуга в присутствии различных концентраций цефтриаксона: 0 мг/л, 250 мг/л и 1000 мг/л. Через 30 дней оценивались морфометрические характеристики микрорастений, а также показатели относительной копииности митохондриальной и хлоропластной ДНК. Из каждой группы растений были случайным образом отобраны образцы листовых пластинок (5–10 мг) для последующей экстракции суммарной ДНК. Реакцию количественной RT-PCR проводили в реакционной смеси LightCycler 480 SYBR Green I Master Mix (LifeScience, Roche) с использованием автоматического анализатора Light-Cycler 96 (Roche Life Science). Определение относительной копииности генов *NAD1* (митохондриальная ДНК) и *rps16* (хлоропластная ДНК) проводили с использованием гена *GAPDH* (хромосомная ДНК) в качестве референсного. Для количественной оценки использовали алгоритмы $2^{-\Delta Ct}$ и $2^{-\Delta\Delta Ct}$. Установлено, что цефтриаксон в концентрациях 250 и 1000 мг/л уменьшает относительное количество копий хлоропластной и митохондриальной ДНК, что свидетельствует о подавлении процессов фотосинтеза и окислительного фосфорилирования в микрорастениях винограда. Разработанная нами экспериментальная схема может быть успешно применена в качестве тест-системы для оценки степени влияния различных биогенных и абиогенных факторов на растительные объекты с целью оптимизации их выращивания.

Ключевые слова: морфометрия; мтДНК; хлДНК; относительное количество копий (ОКК); микрорастения; антибиотики.

Vodolazhsky Dmitry Igorevich¹, **Kryukov Lavr Andreevich**^{1,2}

¹V.I. Vernadsky Crimean Federal University, 1 Studencheskaya str., 297517 village Malenkoye, Simferopol district, Republic of Crimea;

²Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod, 23 Gagarina ave., 603022 Nizhny Novgorod

The impact of ceftriaxone on relative copy numbers of mitochondrial and chloroplast DNA in grapevine leaves

The cultivation of micropropagated grapevine plants *in vitro* is currently undergoing improvements in existing methods and the development of new cultivation techniques due to the problem of bacterial contamination caused by multi-resistant microorganisms. Explants (*Vitis vinifera* L., 'Chardonnay' variety) were cultured on Murashige-Skoog basal medium supplemented with different concentrations of ceftriaxone: 0 mg/L, 250 mg/L, and 1000 mg/L. After 30 days, morphometric characteristics of micropropagated plants and relative copy numbers of mitochondrial and chloroplast DNA were evaluated. Leaf samples (5–10 mg) were randomly selected from each plant group for subsequent total DNA extraction. Quantitative RT-PCR was performed using LightCycler 480 SYBR Green I Master Mix (LifeScience, Roche) and analyzed with a LightCycler 96 automated analyzer (Roche Life Science). The relative copy numbers of *NAD1* (mitochondrial DNA) and *rps16* (chloroplast DNA) genes were determined using the *GAPDH* gene (chromosomal DNA) as the reference. The $2^{-\Delta Ct}$ and $2^{-\Delta\Delta Ct}$ algorithms were used for quantitative assessment. Ceftriaxone at concentrations of 250 and 1000 mg/L reduces the relative number of copies of chloroplast and mitochondrial DNA, which indicates the suppression of photosynthesis and oxidative phosphorylation in grape microplants. The experimental scheme developed by us can be successfully used as a test system for assessing the degree of influence of various biogenic and abiotic factors on plant objects in order to optimize their cultivation.

Key words: morphometry; mtDNA; chlDNA; relative copies number (RCN); microplants; antibiotics.

Введение

Размножение винограда *in vitro* находится на стадии совершенствования существующих и разработки новых методов выращивания [1]. Бактериальные контаминации культур (БКК) эукариотических клеток, вызванные полирезистентными микроорганизмами, регистрируются во всем мире. Поскольку БКК связаны с понижением жизнеспособности и продуктивности получаемых биопродуктов, важно купировать и предотвращать бактериальные инфекции на ранней стадии с помощью соответствующих антибиотиков. Цефтриаксон остается препаратом выбора предотвращения БКК. Существует высокая распространенность устойчивости к широко используемым антибиотикам, таким как ампициллин (94,9–90,7 %), цефотаксим (92,4–71,4 %), пиперациллин-тазобактам (31,2–27,5 %) и левофлоксацин (42,4–39,8 %). Резистентность к карбапенемам наблюдается во всем мире, и этот показатель варьирует от 1 % до 79 %, при этом *K. pneumoniae* и *Acinetobacter baumannii* Bouvet&Grimont проявляют максимальную резистентность к антибиотикам [2].

С момента создания культур клеток, тканей и органов антибиотики широко используются либо в качестве селективных маркеров генетической трансформации (канамицин, паромомицин, гигромицин и др.), либо для устранения любого бактериального загрязнения. В последнее время все чаще используются антибиотики нового поколения из группы β -лактамов, такие как тиментин и цефтриаксон [3]. Исследователи, применяющие антибиотики при работе с культурами растений, сообщают об их влиянии на морфометрические параметры растений. В одних случаях цефтриаксон и другие антибиотики тормозят рост растений [4], в других – наоборот, усиливают его [5]. Хотя β -лактамы антибиотики считаются нетоксичными для растений, многие исследователи отмечают, что их влияние на рост и морфогенез может существенно различаться в зависимости от вида растения и концентрации антибиотика [6].

Бета-лактамазы (AmpC) опосредуют устойчивость к цефалотину, цефазолину, цефокситину, большинству пенициллинов и комбинациям ингибиторов бета-лактамаз и бета-лактама. Гиперэкспрессия AmpC придает устойчивость к цефалоспорином широкого спектра действия, включая цефотаксим, цефтазидим и цефтриаксон, и представляет собой проблему, особенно при инфекциях, вызванных *Enterobacter aerogenes* Normaеche and Edwards и *E. cloacae* Normaеche and Edwards, когда изолят, изначально чувствительный к этим агентам, может стать устойчивым. Трансмиссивные плазмиды приобрели гены ферментов AmpC, которые, следовательно, могут появляться в бактериях, лишенных или плохо экспрессирующих хромосомный ген bla (AmpC), таких как *Escherichia coli* Castellani and Chalmers, *K. pneumoniae* и *Proteus mirabilis* Hauser. Ферменты AmpC, кодируемые как хромосомными, так и плазмидными генами, эволюционируют, чтобы более эффективно гидролизовать цефалоспорины широкого спектра действия. Параметры относительного количества копий ДНК митохондрий и хлоропластов проявляют тесную связь с характеристиками экспрессии генов этих органелл и поэтому могут быть использованы в качестве индикаторов их физиологического состояния [7].

В связи с этим целью нашего исследования

служило исследование возможного влияния цефтриаксона в различных концентрациях на параметры относительной копийности ДНК митохондрий и хлоропластов листьев винограда *in vitro*.

Объекты и методы исследований

На начальном этапе модельного эксперимента все экспланты (*Vitis vinifera* сорта Шардоне) выращивали на базовой среде Мурасиге-Скуга (Murashige and Skoog medium, MS) с добавлением 30 г/л сахарозы, 0,2 мг/л индолил-3-масляной кислоты (ИМК) и 2 мг/л 6-бензиламинопурина (6-БАП) [8]. В каждый из экспериментальных сосудов с питательной средой вводили по 10 эксплантов винограда. Затем экспериментальные сосуды с питательной средой и эксплантами, разделяли на 3 группы:

1. Контрольная группа растений, выращенных на питательной среде MS без добавления цефтриаксона (N=14).

2. Экспериментальная группа растений, выращенных на питательной среде MS с содержанием цефтриаксона 250 мг/л (N=14).

3. Экспериментальная группа растений, выращенных на питательной среде MS с содержанием цефтриаксона 1000 мг/л (N=14).

Антибиотики добавляли в питательную среду после автоклавирования. Растения всех экспериментальных групп объединяли и выращивали при температуре 23 ± 1 °C при 16-часовом фотопериоде и освещении 40-ваттными флуоресцентными лампами холодного белого света с интенсивностью 105–115 мкмоль PPFD/м²/с (PPFD = плотность потока фотосинтетических фотонов) в течение 30 дней. Из каждой группы растений (контрольная и с содержанием цефтриаксона в концентрациях 250 и 1000 мг/л) были случайным образом отобраны по 14 образцов листовых пластин (5–10 мг) для последующей экстракции суммарной ДНК [8].

Реакцию количественной RT-PCR проводили в 20 мкл реакционной смеси, состоящей из 10 мкл LightCycler 480 SYBR Green I Master Mix (LifeScience, Roche, Penzberg, Germany), 5 нг ДНК (5 мкл), 3 мкл воды и по 1 мкл соответствующих праймеров (форвард и реверс, 0,33 мкМ, табл.). RT-PCR проводили с использованием автоматического анализатора Light-Cycler 96 (Roche Life Science) с использованием следующей программы: начальная денатурация при 95 °C в течение 5 мин (1 цикл), затем 45 циклов денатурации при 95 °C в течение 10 с, отжиг при 58 °C в течение 25 с и элонгация при 72 °C в течение 25 с. Определение относительной копийности генов *NAD1* (митохондриальная ДНК) и *rps16* (хлоропластная ДНК) проводили с использованием гена GAPDH (хромосомная ДНК) в качестве референсного.

Таблица. Используемые в работе праймеры

Праймер	Последовательность нуклеотидов, 5'→3'	Ампликон (основ.)	T _m , °C	Компартмент
rps16_F	CGG ATC ATA AAA ACC CAC TTT CCG	81	60	Хлоропластная ДНК
rps16_R	GCC GTC TAT CGA ATC GTT GC			
NAD1_F	GGC TCA TTC TCC AAA CGG GA	73	60	Митохондриальная ДНК
NAD1_R	CCT ATG GCC GAT CTG TCA CC			
GAPDH_F	CGA CAG TGT TCA CGG TCA GT	85	60	Ядерная ДНК
GAPDH_R	GGT GAC TGG CTT CTC ACC AA			

Для количественной оценки использовали алгоритмы $2^{-\Delta Ct}$ и $2^{-\Delta\Delta Ct}$ [9].

Статистический анализ выполнен с использованием программного обеспечения Statistica 13.3.0 (TIBCO Statistica, 2017) с параметрами по умолчанию. Статистическая значимость различий рядов была проверена с помощью непараметрического критерия Манна-Уитни и F-критерия Фишера.

Обсуждение результатов

Как следует из приведенных на рис. 1 наших экспериментальных данных, медианные значения относительного количества копий митохондриальной ДНК в листьях винограда в группе контрольных растений составили 26 копий, а в тканях листьев растений, выращенных на среде MS с концентрацией цефтриаксона – 250 мг/л – 13,5 копий (рис. 1а). Полученные нами данные наглядно продемонстрировали уменьшение относительной копийности митохондриальной ДНК в листьях винограда при росте на среде MS с концентрацией цефтриаксона 250 мг/л на 48,1 % по сравнению с аналогичными показателями у контрольных растений. Это свидетельствует о том, что цефтриаксон в концентрации 250 мг/л вызывает статистически достоверное ($p=1,2\%$, тест Манна-Уитни) уменьшение уровня копийности митохондриальной ДНК в листьях винограда и, следовательно, ожидаемое угнетение процессов

окислительного фосфорилирования в листьях винограда. При увеличении концентрации цефтриаксона в питательной среде MS до 1000 мг/л (рис. 1б) процессы уменьшения относительной копийности мтДНК в листьях винограда усиливаются: показатели относительной копийности мтДНК при концентрации цефтриаксона в питательной среде MS 1000 мг/л меньше аналогичных показателей контроля на 54 % (рис. 1б). Эти различия статистически достоверны для уровня достоверности $p=0,7\%$ (критерий Манна-Уитни).

Солнечная энергия эффективно используется растениями для накопления энергии и синтеза органических веществ. Данный процесс, называемый фотосинтезом, локализован в органеллах, называемых хлоропластами. Количество копий ДНК хлоропластов отражает степень интенсивности работы этих органелл [10]. Поэтому в данном разделе нашей работы мы изучили возможное влияние различных концентраций цефтриаксона (250 и 1000 мг/л) в среде MS на эффективность работы хлоропластов, оцениваемое по показателям их относительной копийности в листьях микрорастений винограда сорта Шардоне в условиях *in vitro*. Как следует из наших экспериментальных данных, представленных на рис. 2, цефтриаксон в концентрации 250 мг/л в среде MS ингибирует относительную копийность ДНК хлоропластов по сравнению с аналогичными

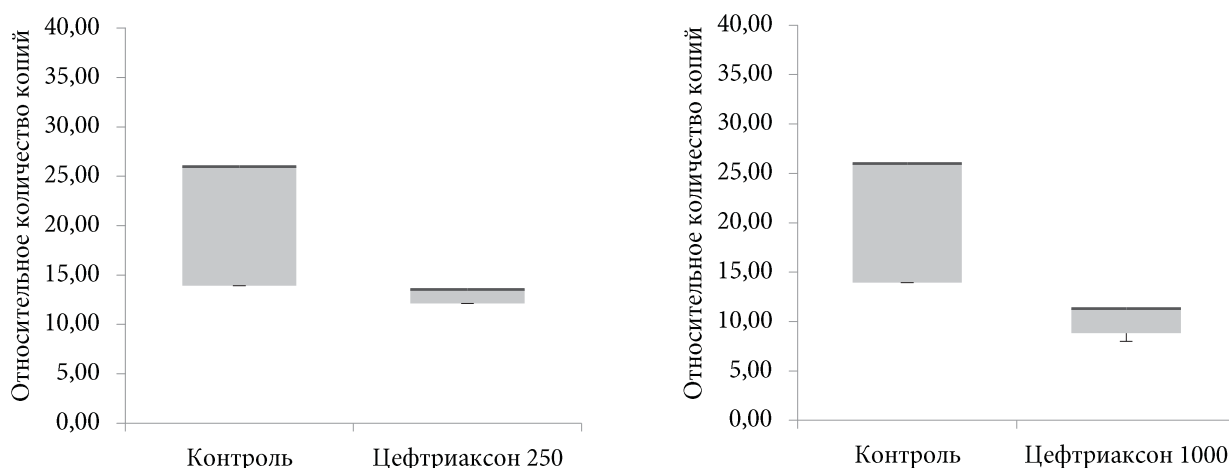


Рис. 1. Изменения показателей относительного количества копий митохондриальной ДНК (мтДНК) в листьях винограда после добавления цефтриаксона в питательную среду MS в концентрациях 250 мг на 1 л питательной среды MS (а) и

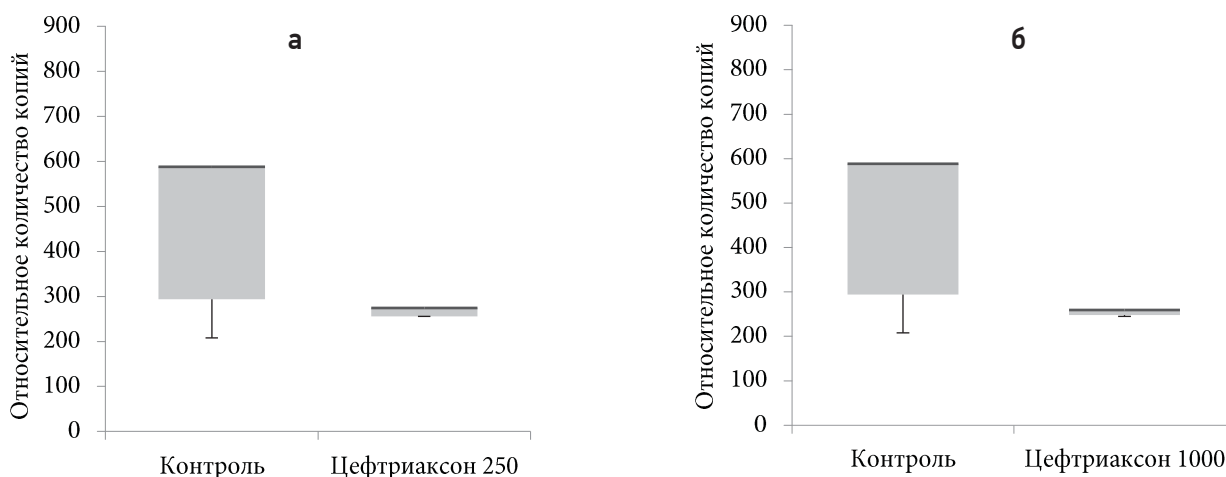


Рис. 2. Изменения показателей относительного количества копий хлоропластной ДНК (хлДНК) в листьях винограда после добавления цефтриаксона в питательную среду MS в концентрациях 250 мг на 1 л питательной среды MS (а) и 1000 мг на 1 л питательной среды MS (б). Медианы значений. Референсный ген сравнения – *GAPDH* (ядерная ДНК)

показателями контроля на 53,3 %: если контрольные показатели относительной копийности ДНК хлоропластов составляют величину 588,1 копии, то после выращивания микрорастений на питательной среде с концентрацией цефтриаксона 250 мг/л эта величина составляет 274,4. Различия между этими показателями статистически достоверны для уровня значимости $p=0,1$ % (критерий Манна-Уитни). Это позволяет нам с высокой степенью достоверности утверждать, что цефтриаксон в концентрации 250 мг/л в питательной среде оказывает ингибирующее влияние на работу хлоропластов микрорастений винограда сорта Шардоне в условиях *in vitro*. Как следует из аналогичных данных, представленных нами на рисунке 2б, цефтриаксон в концентрации 1000 мг/л также оказывает выраженное ингибирующее влияние на показатели относительной копийности хлоропластной ДНК на 56 %: если контрольные показатели относительной копийности ДНК хлоропластов составляют величину 588,1 копии, то после выращивания микрорастений на питательной среде с концентрацией цефтриаксона 1000 мг/л эта величина составляет 259 копий. Различия между этими показателями статистически достоверны для уровня значимости $p=0,7$ % (критерий Манна-Уитни).

Таким образом, можно утверждать, что цефтриаксон в концентрациях в питательной среде MS от 250 мг/л и выше оказывает ингибирующее влияние на работу хлоропластов и митохондрий микрорастений винограда сорта Шардоне, оцениваемое по показателям относительной копийности их ДНК. Статистически значимых изменений в отношениях относительной копийности ДНК хлоропластов к аналогичным показателям ДНК митохондрий при различных концентрациях цефтриаксона не наблюдалось.

Выводы

Введение цефтриаксона в питательную среду MS для выращивания микрорастений винограда в условиях *in vitro* приводит к уменьшению показателей относительного количества копий митохондриальной ДНК приблизительно на 50 %, что свидетельствует о возможном подавлении процессов окислительного фосфорилирования в тканях винограда цефтриаксоном в исследованных нами концентрациях (250 и 1000 мг/л).

Выращивание микрорастений винограда сорта Шардоне в условиях *in vitro* на среде MS с добавлением цефтриаксона в концентрациях 250 и 1000 мг/л приводит к статистически достоверному уменьшению показателей относительной копийности ДНК хлоропластов приблизительно на 50 %, что свидетельствует об угнетении фотосинтеза цефтриаксоном в исследованных нами концентрациях (250 и 1000 мг/л).

Существенное подавление цефтриаксоном в исследованных нами концентрациях (250 и 1000 мг/л) показателей относительной копийности ДНК митохондрий и хлоропластов свидетельствует об общем угнетении обмена веществ в микрорастениях винограда сорта Шардоне.

Цефтриаксон в питательной среде MS в концентрации 250 мг/л увеличивает количество листьев на микрорастениях винограда приблизительно на 50 %, а в концентрации 1000 мг/л – угнетает их количество приблизительно на 30 % по сравнению с показателями контроля.

Возможным объяснением выявленных нами закономерностей угнетающего действия цефтриаксона на внутриклеточные органеллы винограда (митохондрии и хлоропласты) служит эндосимбиотическое происхождение этих органелл от их бактериальных предков, соответственно: α -протеобактерий и цианобактерий [10].

Разработанная нами экспериментальная схема может быть успешно применена в качестве тест-системы для оценки степени влияния различных биогенных и абиогенных факторов на растительные объекты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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 (Basel)*. 2021;15(10):2190. DOI 10.3390/plants10102190.
2. Mlynarczyk-Bonikowska B., Kowalewski C., Krolak-Ulinska A., Marusza W. Molecular mechanisms of drug resistance and epidemiology of multidrug-resistant variants of *Neisseria gonorrhoeae*. *Int J Mol Sci*. 2022;23(18):10499. DOI 10.3390/ijms231810499.
3. Du N., Pijut P.M. Agrobacterium-mediated transformation of *Fraxinus pennsylvanica* hypocotyls and plant regeneration. *Plant Cell Rep*. 2009;28(6):915-923. DOI 10.1007/s00299-009-0697-z.
4. Duan H.Y., Ding X.S., Song J.Y., He Y.L., Zhou Y.Q. Plant regeneration and agrobacterium-mediated transformation of *Achyranthes bidentata* using cotton EREBP gene. *Braz Arch Biol Technol*. 2013;56(3):349-356. DOI 10.1590/S1516-89132013000300001.
5. Palla K.J., Pijut P.M. Agrobacterium-mediated genetic transformation of *Fraxinus americana* hypocotyls. *Plant Cell Tiss Organ Cult*. 2015;120(2):631-641. DOI 10.1007/s11240-014-0630-1.
6. Tambarussi E.V., Rogalski M., Nogueira F.T.S., Brondani G.E., De Martin V.F., Carrer H. Influence of antibiotics on indirect organogenesis of teak. *Ann For Res*. 2015;58(1):177-183. DOI 10.15287/af.2015.345.
7. Кит О.И., Водолажский Д.И., Кутилин Д.С., Гудуева Е.Н. Изменение копийности генетических локусов при раке желудка. *Молекулярная биология*, М. 2015;49(4):658-666. DOI 10.7868/S0026898415040096.
8. Kryukov L.A., Vodolazhsky D.I., Kamenetsky-Goldstein R. Micropropagation of grapevine and strawberry from South Russia: rapid production and genetic uniformity. *Agronomy* 2022;12:308. DOI 10.3390/agronomy12020308.
9. Schmittgen T.D., Livak K.J. Analyzing real-time PCR data by the comparative C(T) method. *Nat Protoc*. 2008;3(6):1101-1108. DOI 10.1038/nprot.2008.73.
10. Dyal S.D., Brown M.T., Johnson P.J. Ancient invasions: from endosymbionts to organelles. *Science*. 2004;304(5668):253-257. DOI 10.1126/science.1094884.

Поступила 22.06.2023

© Авторы

УДК. 577:579.64:634

Волынчук Наталья Николаевна¹, аспирант; e-мэйл: volynchuk.n@mail.ru;

Кабашникова Людмила Федоровна², д-р биол. наук, член-корр., доцент, зав. лабораторией прикладной биофизики и биохимии; e-мэйл: kabashnikova@mail.ru;

Доманская Ирина Николаевна², канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаборатории прикладной биофизики и биохимии; e-мэйл: domanin07@mail.ru

¹Полесский государственный университет, Беларусь, г. Пинск, ул. Днепровской Флотилии, 23;

²Институт биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси, Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27

Дрожжевые грибы *Aureobasidium pullulans* в борьбе с серой гнилью винограда: от скрининга к инокуляции

С целью выбора штаммов *Aureobasidium (A.) pullulans* в качестве потенциальных агентов биологической борьбы против серой гнили винограда изучена антифунгальная активность 17 изолятов дрожжеподобных грибов. Отобрано 4 штамма *A. pullulans* (№17, №27, №32 и №37), антимикотическая активность которых в анализах *in vitro* составила более 60,0 %. Была проведена инокуляция укорененных черенков винограда культурного (*Vitis vinifera*) сорта Альфа штаммами дрожжевых грибов для оценки их влияния на функциональную эффективность фотосистемы II листьев. Отмечено, что листья инокулированных черенков винограда отличались повышением показателя эффективности функционирования электрон-транспортной цепи, эффективного квантового выхода, максимального квантового выхода фотохимических реакций. Показатели, связанные с нефотохимическим тушением флуоресценции хлорофилла - qN, NPQ, Y(NPQ), Y(NO), демонстрировали уменьшение по сравнению с контрольными данными.

Ключевые слова: дрожжевые грибы; *Aureobasidium pullulans*; биоконтроль; *Vitis vinifera*; серая гниль; флуоресценция хлорофилла.

Volynchuk Natalia Nikolaevna¹, Kabashnikova Liudmila Fedorovna², Domanskaya Irina Nikolaevna²

¹Polesky State University, 23 Dneprovskoy Flotilii str., Pinsk, Belarus;

²Institute of Biophysics and Cell Engineering of the National Academy of Sciences of Belarus, 27 Akademicheskaya str., Minsk, Belarus

Yeast fungi *Aureobasidium pullulans* in the fight against gray rot of grapes: from screening to inoculation

In order to select strains of *Aureobasidium (A.) pullulans* as potential agents of biological control against gray rot of grapes, the antifungal activity of 17 isolates of yeast-like fungi was studied. We have selected 4 strains of *A. pullulans* (No. 17, No. 27, No. 32 and No. 37), the antimycotic activity of which in the *in vitro* analyzes was more than 60.0 %. To assess the effect on the photochemical activity of the photosynthetic system II (PSII) of leaves, inoculation of rooted cuttings of the cultured grapes (*Vitis vinifera*) of 'Alfa' variety with yeast strains was carried out. It was noted that the leaves of inoculated grape cuttings were distinguished by an increase in the efficiency of electron transport chain, effective quantum output and maximum quantum yield of photochemical reactions. Indicators associated with non-photochemical quenching of chlorophyll (Chl) fluorescence - qN, NPQ, Y(NPQ), Y(NO) showed a decrease compared to the control data.

Key words: yeast fungi; *Aureobasidium pullulans*; biocontrol; *Vitis vinifera*; gray rot; chlorophyll fluorescence.

Введение

Aureobasidium pullulans (черные дрожжи) представляет собой олиготрофный, сапрофитный и полиморфный дрожжеподобный гриб, естественным образом присутствующий как эпифит и эндофит в филлосфере и карпосфере различных видов растений, включая как больные, так и здоровые виноградные лозы [1, 2]. Широкое распространение *A. pullulans* связано с его повышенной устойчивостью к различным экологическим стрессам и высокой антагонистической активностью в отношении бактерий и грибов [3, 4]. Использование синтетических фунгицидов в амелопенозе отрицательно сказывается на окружающей среде и здоровье человека. Биологический контроль представляет собой устойчивый подход к производству высококачественного винограда и вин с высокими стандартами пищевой безопасности без остатков синтетических фунгицидов [5]. Более того, некоторые дрожжевые биоагенты улучшают вкусовые качества вина, аромат, играют важную роль в ферментации в качестве ингибитора немикелиальных грибов. Также известно, что успешное применение биоагентов против серой гнили может быть альтернативой снижению дозы применения диоксида серы, способствуя тем самым уменьшению потенциальных аллергических реакций на сульфиты у потребителей вина [6]. В связи с этим *A. pullulans* используется в качестве агента биологической борьбы с серой гнилью винограда, вызываемой фитопатогенным микромицетом *Botrytis cinerea* Pers.

Анализ флуоресценции хлорофилла (Хл) – один из широко используемых методов, доступных физиологам растений для оценки влияния биотических и абиотических факторов среды на фотосинтетическую способность растений. Флуоресценция Хл показывает состояние фотосистемы II (ФСII) и отражает степень использования ею энергии, поглощенной фотосинтетическими пигментами. Кроме того, чувствительность флуоресценции Хл даже к незначительным изменениям в метаболизме растений делает этот метод пригодным для идентификации взаимодействий растений и стрессовых факторов. По литературным данным влияние грибной инокуляции на параметры флуоресценции Хл весьма противоречиво и зависит от вида растений. К примеру, грибная инокуляция приводила к увеличению нефотохимического коэффициента тушения флуоресценции (NPQ) в листьях кукурузы [7], снижению NPQ у дыни [8] и не влияла на данный параметр у робинии обыкновенной [9]. Аналогичные результаты были получены и для других параметров фотосинтеза, таких как максимальный квантовый выход ФСII (Fv/Fm) и скорость переноса электрона (ETR) [6].

Цель работы – выделить наиболее перспективные штаммы *A. pullulans* в борьбе с серой гнилью и оценить их влияние на фотохимическую активность ФСII листьев черенков винограда *Vitis vinifera*.

Объекты и методы исследований

Выделение и исследования антагонистической активности дрожжеподобных грибов проводили на базе

кафедры биотехнологии ПолесГУ. Образцы тканей винограда сорта Альфа без видимых повреждений и поражений асептически были отобраны весной-летом 2022 г. на плантации ОАО «Пинский винодельческий завод» пос. Садовый. Система ведения на винограднике – шпалерная. Расстояние между кустами – 1,2 м, ширина междурядья – 2,5 м. Покровные культуры состоят из смеси многолетних трав. Виноградник – неорошаемый, неукрывной.

Выделение микроорганизмов проводили на суспензии с добавлением стрептомицина 100 ед/мл. Скрининг антагонистической активности изолятов дрожжеподобных грибов проводили в отношении фитопатогенного микромицета *Botrytis cinerea* БИМ F-71 из коллекции непатогенных микроорганизмов Института микробиологии НАН Беларуси. Мицелиальный гриб культивировали на картофельно-сахарозном агаре (КСА) при 25 °С на постоянном белом свете не менее 10 суток. Далее в 10 мм от края чашки Петри с КСА помещали мицелий фитопатогена диаметром 5 мм и в 25 мм от него наносили штриховым методом культуру дрожжеподобного гриба. В качестве контроля использовали чашки без нанесения дрожжеподобных грибов. Культивировали чашки Петри при температуре 25 °С в течение 14 суток. В конце инкубации измеряли диаметр микромицета и рассчитывали процент ингибирования как разность диаметра контрольного и опытного варианта, деленная на диаметр фитопатогена в контроле и умноженная на 100. Эксперименты повторяли трижды для подтверждения воспроизводимости результатов. Инокуляцию укорененных черенков винограда проводили четырьмя перспективными штаммами дрожжевых грибов. Обработку корней проводили водной суспензией штаммов с титром не менее 10^6 КОЕ/мл из расчета 5 мл на растение. Растения выращивали в горшечной культуре при комнатной температуре и естественном освещении. Анализ проводили через 1,5 месяца после инокуляции. Контролем служили растения, обработанные дистиллированной водой.

Активность ФСII определяли в листьях с помощью метода импульсно-модулируемой флуоресцентной спектроскопии (РАМ, *pulse amplitude modulated fluorometry*), позволяющей проводить прижизненную регистрацию кинетической кривой индукции флуоресценции Хл *a*. Измерения проводили на флуориметре «Dual-PAM-100» (Heinz Walz, Германия) в лаборатории прикладной биофизики и биохимии Института биофизики и клеточной инженерии НАН Беларуси. После затемнения листьев винограда в течение 20 мин возбуждали фоновую флуоресценцию Хл (F₀) измерительным светом низкой интенсивности (0,04 мкмоль квантов м⁻²с⁻¹, 460 нм), модулированным с частотой 20 Гц. При включении актиничного света (125 мкмоль квантов м⁻²с⁻¹, 635 нм) интенсивность флуоресценции достигала максимальной величины (F_m), затем снижалась за счет дезактивации по фотохимическому и диссипационному пути. Применение вспышки насыщающего света (10 000 мкмоль квантов м⁻²с⁻¹, 635 нм) приводило к увеличению интенсивности флуоресценции с величины F₀ до F_m'. Рассчитывали следующие параметры фотохимической активности ФСII: эффективность функционирования электрон-транспортной цепи или скорости транспорта электронов (ETR II); эффективный квантовый выход (Y(II)); величину максимального (потенциального) квантового выхода фотохимических реакций (Fv/Fm); квантовый выход нерегулируемого нефотохимического тушения флуоресценции Хл (Y (NO)); квантовый выход регулируемого нефотохимического тушения флуоресценции

Хл (Y (NPQ)); коэффициенты нефотохимического (qN и NPQ) и фотохимического (qP) тушения флуоресценции Хл; показатель доли открытых реакционных центров (qL).

Статистическую обработку данных проводили с использованием компьютерных программ Statistica (версия 10.0) (StatSoft) и Excel 2010 (Microsoft). Статистически достоверными считались различия между показателями при $p \leq 0,05$ (в таблицах отмечены звездочкой).

Обсуждение результатов

Из эписферы и эндосферы разных эконисш винограда культурного сорта Альфа было выделено 17 штаммов дрожжевых грибов, которые на основании изучения морфофизиологических, культуральных, биохимических признаков и особенностей конидиогенеза представляли собой вид *Aureobasidium pullulans*, относящийся к отряду *Ascomycota*, классу *Dothideomycetes*. Показатель ингибирования роста мицелия *Botrytis cinerea* БИМ F-71 более 60,0 % демонстрировали штаммы №17, №27, №32 и №37 (табл. 1).

Таблица 1. Показатели ингибирования *Botrytis cinerea* БИМ F-71 штаммами *A. pullulans*

Вариант опыта	Диаметр микромицета, мм	Показатель ингибирования, %
штамм №17	32,03±0,67	63,48±0,75
штамм №27	32,98±0,56	63,33±0,64
штамм №32	31,98±0,35	64,46±0,39
штамм №37	33,29±0,47	63,01±0,52

Показатель ингибирования четырех штаммов находится на уровне 63,0–64,4 %. Диапазон минимальных и максимальных значений у штамма №17 составил 61,1–66,8 %, у штамма №27 – 61,0–65,4 %, у штамма №32 – 62,8–65,6 %, у штамма №37 – 61,7–65,3 %.

Результаты влияния дрожжевой инокуляции винограда на параметры флуоресценции ФС II представлены в табл. 2.

Показатели потенциального квантового выхода фотохимии ФСII (Fv/Fm) в контрольных и инокулированных штаммами №17 и №37 листьях винограда не различались существенным образом. Увеличение Fv/Fm в результате использования дрожжеподобных штаммах №27 и №32 не подтверждалось статистически. В то же время методом РАМ-флуориметрии во всех четырех вариантах инокуляции черенков винограда дрожжеподобными грибами установлено значительное увеличение скорости транспорта электронов в ФСII (ETRII): при использовании образца №32 это увеличение достигло 200,0 % по сравнению с контролем. Грибная инокуляция также привела к увеличению эффективного квантового выхода фотохимических реакций ФСII (Y(II)), причем в числовом выражении этот показатель для разных штаммов увеличивался аналогично с показателем ETRII. Зарегистрировано достоверное увеличение константы фотохимического тушения флуоресценции Хл (qP) ФСII под действием дрожжевых штаммов №17, №27 и №32, что свидетельствует об усилении активности ФСII не только за счет функционирования электрон-транспортной цепи, но и за счет улучшения эффективности светосбора. В этих же трех вариантах (№17, №27 и №32) увеличивалось количество открытых реакционных центров ФСII (qL) от 78,0 до 105,0 % по сравнению с физиологическим уровнем.

Таблица 2. Абсолютные и относительные значения параметров РАМ-флуориметрии ФС II в листьях черенков винограда, инокулированных штаммами *A. pullulans*

Параметр	Вариант эксперимента				
	контроль	№17	№27	№32	№37
Fv/Fm	0,62±0,07 100,0**	0,67±0,17 108,0**	0,77±0,04 124,2**	0,75±0,04 120,9**	0,64±0,26 103,2**
ETR (II)	16,20±0,40 100,0**	26,60±3,40* 164,0**	26,01±3,10* 160,5**	32,55±4,35* 201,0**	22,80±4,60* 140,7**
Y(II)	0,29±0,01 100,0**	0,48±0,06* 164,4**	0,47±0,05* 160,0**	0,59±0,08* 200,3**	0,41±0,08* 140,7**
Y(NO)	0,38±0,07 100,0**	0,37±0,13 98,1**	0,23±0,04 61,0**	0,35±0,08 92,8**	0,49±0,12 129,9**
Y(NPQ)	0,33±0,07 100,0**	0,14±0,07 42,68**	0,30±0,10 91,4**	0,06±0,002 16,7**	0,10±0,04* 30,48**
NPQ	0,95±0,38 100,0**	0,53±0,37 55,7**	1,39±0,65 155,0**	0,16±0,06 17,2**	0,23±0,15 24,6**
qP	0,48±0,03 100,0**	0,76±0,04* 158,5**	0,72±0,02* 150,0**	0,77±0,10* 162,0**	0,57±0,11 118,0**
qN	0,56±0,11 100,0**	0,37±0,18 66,1**	0,63±0,13 112,0**	0,17±0,04 30,1**	0,21±0,11 38,5**
qL	0,26±0,04 100,0**	0,54±0,02* 205,0**	0,47±0,01* 178,0**	0,48±0,15 184,7**	0,27±0,09* 103,0**

Примечание: * - достоверные различия по сравнению с контролем ($p \leq 0,05$); ** - относительные значения параметров в процентах

С нефотохимическим тушением флуоресценции Хл связаны четыре параметра индукции флуоресценции: коэффициенты нефотохимического тушения qN и NPQ, отражающие степень диссипации поглощенной энергии в тепло, которые демонстрировали явное снижение в трех вариантах инокуляции (№17, №32, №37) на 34,0, 70,0 и 61,5 % соответственно по сравнению с контрольными значениями. Параметры Y(NPQ) и Y(NO) показывают долю солнечной энергии, которая отводится внутренними механизмами в хлоропластах как избыточная или рассеивается в окружающую среду в виде тепла. Уменьшение параметра Y(NPQ) от 8,6 % до 57,3 % отмечено для всех вариантов инокуляции. Достоверное снижение показателя Y(NO) зарегистрировано лишь для штамма №27 (до 39,0 %), а при инокуляции штаммом гриба №37 происходило его повышение на 30,0 %.

Выводы

В результате проведенных исследований установлено, что 4 из 17 штаммов дрожжевых грибов *A. pullulans*, выделенных из эписферы и эндосферы винограда культурного, демонстрировали высокие показатели антагонизма против некротрофного фитопатогенного мицелиального гриба-полифага *Botrytis cinerea* БИМ F-71, вызывающего серую гниль винограда. Средние показатели ингибирования варьировали от 63,0 % (штамм №37) до 64,5 % (штамм №32). Установлено, что корневая инокуляция черенков

винограда дрожжеподобными грибами рода *Aureobasidium* приводит к значительным изменениям эффективности функционирования фотосинтетического аппарата листьев, и в частности ФСII. Анализ параметров индукции флуоресценции Хл ФСII показал значительное увеличение эффективности транспорта электронов (ETR II), квантового выхода фотохимических реакций ФСII (Y(II)), количества открытых реакционных центров ФСII (qL) и константы фотохимического тушения флуоресценции Хл (qP) ФСII, в том числе и за счет улучшения сбора световой энергии, особенно четко проявившиеся при инокуляции дрожжеподобными штаммами №17, №27 и №32. Таким образом, исследованные штаммы дрожжевых грибов с фунгицидным и положительным действием на эффективность функционирования ФСII обладают несомненным потенциалом для применения в биологической борьбе против серой гнили винограда. С этой целью необходимо проведение дальнейших исследований влияния инокуляции дрожжевыми грибами на виноградные лозы в полевых условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Galli V., Romboli Y., Barbato D., Mari E., Venturi M. Indigenous *Aureobasidium pullulans* strains as biocontrol agents of *Botrytis cinerea* on grape berries. Sustainability. 2021;13(16):9389. DOI 10.3390/su13169389.
- Волыничук Н.Н., Жук О.Н. Биоразнообразие микробного сообщества винограда культурного (*Vitis vinifera*) // Весник Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук: навука-практычны журнал. 2022;2:8-28.
- Bozoudi D., Tsaltas D. The multiple and versatile roles of *Aureobasidium pullulans* in the vitivinicultural sector. Fermentation. 2018;4(4):85. DOI 10.3390/fermentation4040085.
- Rathnayake R.M.S.P., Savocchia S., Schmidtke L., Steel C.C. Characterisation of *Aureobasidium pullulans* isolates from *Vitis vinifera* and potential biocontrol activity for the management of bitter rot of grapes. Eur. J. Plant Pathol. 2018;15:593-611. DOI 10.1007/s10658-017-1397-0.
- Calvo-Garrido C., Roudet J., Aveline N., Davidou L., Dupin S. Microbial antagonism toward *Botrytis* bunch rot of grapes in multiple field tests using one *Bacillus ginsengihumi* strain and formulated biological control products. Front. Plant Sci. 2019;10:105. DOI 10.3389/fpls.2019.00105.
- Wang X., Glawe D., Kramer E., Weller D., Okubara P.A. Biological control of *Botrytis cinerea*: interactions with native vineyard yeasts from Washington State. Phytopathology. 2018;108:691-701. DOI 10.1094/PHYTO-09-17-0306-R.
- Sheng M., Tang M., Chen H., Yan B., Zhang F. Influence of arbuscular mycorrhizae on photosynthesis and water status of maize plants under salt stress. Mycorrhiza. 2008;18:287-296.
- Xie X.H. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi on growth and photosynthesis in melon seedlings under weak light with salt stress. Plant Soil. 2016;5:186-192.
- Chen T.W., Kahlen K., Stütze H. Disentangling the contributions of osmotic and ionic effects of salinity on stomatal, mesophyll, biochemical and light limitations to photosynthesis. Plant Cell Environ. 2015;38:1528-1542.

Поступила 14.08.2023 г.

© Авторы

УДК 634.8:632.4/952(470.75)

Галкина Евгения Спиридоновна, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: galkinavine@mail.ru;
Алейникова Наталья Васильевна, д-р с.-х. наук, гл. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: aleynikova@magarach-institut.ru;

Диденко Павел Александрович, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: pavel-liana@mail.ru;

Андреев Владимир Владимирович, мл. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: vovka.da.89@rambler.ru;

Шапоренко Владимир Николаевич, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: plantprotection-magarach@mail.ru;

Болотянская Елена Александровна, канд. с.-х. наук, науч. сотр. лаборатории защиты растений; e-мэйл: saklina@rambler.ru

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

Современный ассортимент фунгицидов для эффективного контроля болезней винограда в условиях Крыма

Среди современных научных исследований актуальной является разработка новых средств химической защиты, изучение и внедрение в практику прогрессивных препаратов, в том числе отечественного производства. С целью формирования ассортимента фунгицидов для адаптивных зональных систем контроля основных болезней винограда в 2016–2022 гг. проведены серии лабораторных и полевых опытов по изучению биологической эффективности современных фунгицидов (в том числе отечественного производства) на основе новых действующих веществ, более совершенных препаративных форм и биологического происхождения. По результатам комплексной оценки (2016–2022 гг.) биологической эффективности в контроле милдью, оидиума, серой гнили и уровня резистентности установлена перспективность включения в ассортимент фунгицидов для адаптивных зональных систем контроля болезней винограда в Юго-западной и Южнобережной зонах виноградарства Крыма 16 фунгицидов и 2 биопрепарата (в том числе отечественных 7 фунгицидов и 1 биопрепарат), а также регистрации для применения в Российской Федерации 6 фунгицидов, в том числе 2 отечественного производства.

Ключевые слова: фунгициды; ассортимент; оидиум; милдью; серая гниль; виноград; биологическая эффективность.

Galkina Yevgenia Spiridonovna, Aleinikova Natalia Vasilievna, Didenko Pavel Aleksandrovich, Andreiev Vladimir Vladimirovich, Shaporenko Vladimir Nikolaevich, Bolotianskaia Elena Aleksandrovna

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

A modern assortment of fungicides for the effective control of grape diseases in Crimea

The development of new means of chemical protection, study and implementation of promising preparations, including those of local production, are relevant in modern scientific research. In order to generate an assortment of fungicides for adaptive zonal control systems for basic grape diseases in 2016–2022 a series of laboratory and field experiments were carried out to study the biological effectiveness of modern fungicides (including domestic production) based on new active ingredients, improved preparative formulations and biological origin. According to the results of comprehensive assessment (2016–2022) of biological effectiveness in the control of mildew, oidium, gray rot and the level of resistance, the prospects for including 16 fungicides and 2 biological preparations (including 7 locally produced fungicides and 1 biological preparation) in the assortment of fungicides for adaptive zonal control systems of grape diseases in the South-Western and South Coastal zones of Crimean viticulture were established, as well as the registration of 6 fungicides, including 2 of domestic production, to be used on the territory of Russian Federation.

Key words: fungicides; assortment; oidium; mildew; gray rot; grapes; biological effectiveness.

Введение

На современном этапе развития сельскохозяйственного производства интегрированный контроль вредных организмов является ключевым направлением деятельности ФАО (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН), связанным с выращиванием и защитой сельскохозяйственных культур, и составляет основу устойчивой интенсификации растениеводства и снижения рисков от применения пестицидов [1–3].

Одним из приоритетных направлений современных научных исследований является разработка новых средств и методов химической защиты, изучение и внедрение в практику прогрессивных препаратов, в том числе отечественного производства, с низкими нормами расхода и нестойких в окружающей среде, имеющих широкий спектр действия и высокую эффективность (например, производные сульфонил-мочевины, стробилурины и др.). Особой тенденцией стало увеличение числа микробиологических и биорациональных препаратов, обладающих наибольшей селективностью и экологической безопасностью [4, 5].

В рамках развития адаптивно-интегрированной системы земледелия применение средств защиты

должно строиться прежде всего с учетом фитосанитарной обоснованности, агротехнологической адресности относительно агрозон, агроландшафтов, агроценозов, сортов и т.д., экологической допустимости и экономической эффективности [6].

В целом результаты проведенных ранее многолетних мониторинговых исследований свидетельствуют о том, что в условиях Южного берега и Горно-долинного Крыма основу ассортимента фунгицидов должны составлять препараты для защиты от оидиума, Юго-западного и Центрально-степного Крыма – милдью и серой гнили [7].

На сегодняшний день для защиты винограда от основных болезней (милдью, оидиум, серая гниль) на территории Российской Федерации разрешено применение 120 наименований средств защиты, в том числе фунгицидов из более чем 20-ти химических групп (в основном 3 класса опасности), в том числе современных – азнафталены, бензофеноны, фенилпирролы, фенилацетамиды, пиридинил-этилбензамиды и др., негативное действие которых на виноградные растения и микробиоту почвенного горизонта минимально из-за быстрого разложения до нетоксичных продуктов. Из неорганических веществ широко используются препараты на основе меди

Т а б л и ц а 1. Биологическая эффективность применения фунгицидов в защите гроздей винограда от милдью (возбудитель *Plasmopara viticola* Berl. et de Toni)

Фунгицид, норма расхода (зона, сорт винограда, год)	Действующее вещество (химическая группа, уровень риска резистентности)	Биологическая эффективность, %
Пергадо М, ВДГ, 3 кг/га (ЮЗК, Алиготе, 2016 г.)	25 г/кг мандипропамида + 245 г/кг меди оксихлорида (амиды миндальной кислоты, соединения меди; от низкого до среднего, низкий)	82,2
Пергадо М, ВДГ, 3 кг/га (ЮБК, Бастардо магарачский, 2016 г.)		93,5
Ширма, КС, 0,75 л/га (ЮЗК, Алиготе, 2019–2020 гг.)	500 г/л флуазинама (динитроанилины, низкий)	100
Инсайд, СК, 1,2 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2018–2019 гг.)	200 г/л диметоморфа + 200 г/л флуазинама (амиды коричной кислоты, динитроанилины; от низкого до среднего, низкий)	100
Пергадо Зокс, ВДГ, 0,6 кг/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2019–2020 гг.)	250 г/кг мандипропамида + 240 г/кг зоксамида (амиды миндальной кислоты, бензамиды; от низкого до среднего)	100
*Орондис Ультра, СК 0,7 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2020–2021 гг.)	250 г/л мандипропамида + 30 г/л оксатиапипролина (амиды миндальной кислоты, пиперидинилтриазол-изоксазолина; от низкого до среднего, от среднего до высокого)	100
*Тивиант, ВДГ, 2 кг/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2020–2021 гг.)	700 г/кг алюминия фосэтила + 70 г/кг изотианила (фосфорорганические соединения, изотиазолкарбоксамиды; низкий, неизвестно)	100–98,7

П р и м е ч а н и я : * – рекомендован к регистрации

и серы [5, 8].

Цель исследований – формирование ассортимента фунгицидов для адаптивных зональных систем контроля болезней винограда на основе комплексной оценки современных препаратов (в том числе отечественного производства) с новыми действующими веществами, более совершенными препаративными формами и биологического происхождения.

Объекты и методы исследований

Лабораторные исследования проводили в 2016–2021 гг. Скрининг современных фунгицидов и биопрепаратов отечественного и иностранного производства по фунгицидной активности в отношении возбудителя серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. в условиях *in vitro* проводили в соответствии с общепринятыми методами с использованием публикаций [9].

Изучение биологической эффективности в защите винограда от милдью, оидиума, серой гнили современных фунгицидов, в том числе отечественного производства биологического происхождения, зарегистрированных и находящихся в стадии регистрации, проводилось в условиях полевых стационарных опытов на участках неустойчивых сортов винограда Юго-западной (ЮЗК) и Южнобережной (ЮБК) зон Крыма в 2016–2022 гг. согласно общепринятым в отечественной и международной практике методам и методикам, адаптированным к виноградным агроценозам, с использованием современных баз данных и публикаций [10, 11]. Оценку биологической эффективности препаратов проводили в сравнении с необработываемым контролем не менее двух лет. Уровень риска развития резистентности фунгицидов определяли согласно документам FRAC [11].

Обсуждение результатов

В рамках исследований по формированию ассортимента фунгицидов для контроля милдью винограда и предупреждения развития резистентности на участках неустойчивых сортов Алиготе, Каберне Совиньон (ЮЗК) и Бастардо магарачский (ЮБК) изучена биологическая эффективность препаратов (табл. 1): с новыми действующими веществами – Пергадо М, ВДГ, Пергадо Зокс, ВДГ, Орондис Ультра, СК, Тивиант, ВДГ; отечественного производства – Инсайд, СК, Ширма, КС.

В результате проведенных исследований для всех

изучаемых фунгицидов, действующие вещества которых относятся к 8 химическим группам и характеризуются в основном низким и средним риском резистентности, установлена высокая биологическая эффективность (82,2–100 %) в защите гроздей винограда от милдью (табл. 1). Полученные результаты позволяют рекомендовать препараты Пергадо М, ВДГ, Пергадо Зокс, ВДГ, Инсайд, СК, Ширма, КС для включения, а Орондис Ультра, СК, Тивиант, ВДГ для регистрации и последующего включения в ассортимент фунгицидов Юго-западной зоны виноградарства с целью эффективного контроля данного вредоносного заболевания и предупреждения развития устойчивых популяций *Plasmopara viticola*.

В полевых опытах, направленных на формирование ассортимента фунгицидов для защиты винограда от оидиума и контроля его резистентности на участках неустойчивых сортов Шардоне, Каберне Совиньон, Ркацителли (ЮЗК) и Мускат белый (ЮБК) проведена оценка биологической эффективности препаратов (табл. 2): с новыми действующими веществами – Динали, ДК, Луна Транквилити, КС, Мигива, КС (2020–2021 гг.), Миравис Прайм, СК; отечественного производства и с новыми препаративными формами – Сера 400, КС, Балий, КМЭ, Геката, КМЭ, Медея, МЭ, Капелла, МЭ.

В результате проведенных исследований было установлено, что изучаемые фунгициды с новыми действующими веществами из трех химических групп со средним риском развития резистентности Динали, ДК, Луна Транквилити, КС, Мигива, КС и Миравис Прайм, СК контролировали развитие оидиума на гроздях винограда неустойчивых сортов Мускат белый, Шардоне и Каберне Совиньон с биологической эффективностью 82,7–100 %. Биологическая эффективность фунгицидов отечественного производства в новых более эффективных препаративных формах (концентрат суспензии и микроэмульсия): Сера 400, КС, Балий, КМЭ, Геката, КМЭ, Медея, МЭ и Капелла, МЭ в защите гроздей винограда сортов Каберне Совиньон и Ркацителли от оидиума составила 90,6–100 % (табл. 2).

Полученные результаты позволяют рекомендовать фунгициды на основе новых молекул: Динали, ДК, Луна Транквилити, КС; отечественного производства с более совершенными препаративными формами Сера 400, КС, Балий, КМЭ, Геката, КМЭ, Медея, МЭ использовать на

Таблица 2. Биологическая эффективность применения фунгицидов в защите гроздей винограда от оидиума (возбудитель *Erysiphe necator* Schwein)

Фунгицид, норма расхода (зона, сорт винограда, год)	Действующее вещество (химическая группа, уровень риска резистентности)	Биологическая эффективность, %
Динали, ДК, 0,7 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2018 г.)	60 г/л дифеноконазола + 30 г/л цифлупенамида (триазолы, фенилацетамиды; средний, требуется контроль)	99,7
		99,1
Динали, ДК, 0,7 л/га (ЮБК, Мускат белый, 2018–2019 гг.)		87,2–82,7
Луна Транквилити, КС, 1 л/га (ЮЗК, Шардоне, 2017 г.)	125 г/л флуопирама + 375 г/л пириметанила (пиридинилэтилбензамиды, анилопиримидины; от среднего до высокого, средний)	98,7
Луна Транквилити, КС, 1 л/га (ЮБК, Мускат белый, 2018–2019 гг.)		88,6–83,1
Балий, КМЭ, 1 л/га (ЮЗК, Ркацители, 2017 г.)	180 г/л пропиконазола + 120 г/л азоксистробина (триазолы, стробилурины; средний, высокий)	100
Балий, КМЭ, 1 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2018 г.)		99,2
Геката, КМЭ, 0,7 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2018–2019 гг.)	120 г/л дифеноконазола + 60 г/л тетраконазола (триазолы; средний)	99,5–95,6
Медея, МЭ, 1,2 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2018–2019 гг.)	50 г/л дифеноконазол + 80 г/л флутриафол (триазолы; средний)	99,6–93,0
*Мигива, КС, 0,5 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2020–2021 гг.)	200 г/л кинопрола (неизвестно; необходимо контролировать)	85,9–83,7
Сера 400, КС, 16 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2020–2021 гг.)	400 г/л серы (неорганические вещества, низкий)	92,4–94,6
*Капелла, МЭ, 1 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2021 г., Ркацители, 2022 г.)	120 г/л пропиконазола + 60 г/л флутриафола + 30 г/л дифеноконазола (триазолы; средний)	98–90,6
*Миравис Прайм, СК, 1,2 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2021 г., Ркацители, 2022 г.)	150 г/л пидифлуметофена + 250 г/л флудиоксонила (карбоксамиды (SDHI), фенилпирролы; от низкого до среднего, от среднего до высокого)	100–98,4

Примечания: * – рекомендован к регистрации

виноградниках ЮБК и ЮЗК и в антирезистентных системах защиты винограда от такого вредоносного заболевания, как оидиум, а препараты Мигива, КС, Миравис Прайм, СК и Капелла, МЭ для регистрации в Российской Федерации.

С целью формирования ассортимента фунгицидов для контроля серой гнили винограда и предупреждения развития резистентности в серии лабораторных экспериментов 2016–2021 гг. по изучению биологической эффективности в отношении выделенного в чистую культуру возбудителя серой гнили *Botrytis cinerea* Pers. протестировано 34 фунгицида, 12 биопрепаратов и биологически активных соединений. Среди фунгицидов очень хорошую эффективность (95 % и выше) показали 12 препаратов, хорошую (75–95 %) – 6. Наиболее эффективными были действующие вещества из химических классов пиридинилэтилбензамиды, гидроксанилиды, фенилпироллы, динитроанилины, анилопиримидины, триазолы и стробилурины – Луна Транквилити, КС, Тельдор, ВДГ, Свитч, ВДГ, Зуммер, КС, Пириметан, КС, Скор, КЭ и Зато, ВДГ. Изучение 12 биопрепаратов и биологически активных соединений позволило выявить 6 препаратов со стабильно очень хорошей эффективностью (90–100 %), в том числе штамм OST-713 бактерии *Bacillus amyloliquefaciens* (Серенада АСО, КС), штамм 11RW (ВКПМ В-13395) *Pseudomonas asplenii* (Биокомполит-Протект, Ж), штамм ВКМ F-4099D *Trichoderma harzianum* (Стернифаг, СП), штамм Г-30 ВИЗР *Trichoderma harzianum* (Трихоцин, СП) и штамм ВКМ В-2604D + штамм ВКМ В-2605D *Bacillus subtilis* (Витаплан, СП).

В условиях полевых стационарных опытов на участках неустойчивых сортов Каберне Совиньон, Кардинал (ЮЗК) и Мускат белый (ЮБК) изучена биологическая эффективность фунгицидов с действующими веществами из различных химических классов как специализированных ботритицидов: Хорус, ВДГ, Свитч, ВДГ, Луна Транквилити, КС; отечественного производства – Приам, КЭ, Клэймор, СК, в том числе с новой препаративной формой – Кантор, ККР, так и фунгицидов и биопрепаратов широкого

спектра действия: Скор, КЭ и Серенада АСО, КС, в том числе новых отечественных продуктов – Шриланк, КМЭ и Биокомполит-Про, Ж. Полученные результаты представлены в табл. 3.

Анализ полученных данных показывает, что изучаемые ботритициды, Хорус, ВДГ, Свитч, ВДГ, Луна Транквилити, КС контролировали развитие серой гнили на гроздях винограда неустойчивых сортов Мускат белый, Каберне Совиньон, Кардинал с биологической эффективностью 83,3–100 %. Применение специализированных фунгицидов отечественного производства Приам, КЭ, Клэймор, СК, в том числе с новой препаративной формой (концентрат коллоидного раствора) – Кантор, ККР позволило защитить грозди винограда с биологической эффективностью 91,7–93,8 %, 85,4–89,6 %, 83,3–95,1 % соответственно (табл. 3). Препараты широкого действия – фунгицид Скор, КЭ и биопрепарат Серенада АСО, КС, а также новые продукты отечественного производства Шриланк, КМЭ и биофунгицид Биокомполит-Про, Ж контролировали развитие серой гнили на гроздях винограда сортов Каберне Совиньон и Кардинал с биологической эффективностью 81,6–95,8 % и 67,7–79,2 %, 83,3–91,6 % и 64,2–67,5 % соответственно (табл. 3).

Результаты исследований позволяют рекомендовать включение специализированных ботритицидов из разных химических классов: Хорус, ВДГ, Свитч, ВДГ, Луна Транквилити, КС, в том числе отечественного производства Приам, КЭ, Клэймор, СК, Кантор, ККР, а также фунгициды и биопрепараты широкого спектра действия Скор, КЭ, Серенада АСО, КС в том числе отечественного производства Биокомполит-Про, Ж, а препарат Шриланк, КМЭ для регистрации и последующего включения в зональный ассортимент фунгицидов ЮЗК и ЮБК с целью эффективного контроля такого вредоносного заболевания, как серая гниль винограда.

Выводы

По результатам комплексной оценки (2016–2022 гг.) биологической эффективности в контроле милдью, оиди-

Таблица 3. Биологическая эффективность применения фунгицидов в защите гроздей винограда от серой гнили (возбудитель *Botrytis cinerea* Pers.)

Фунгицид, норма расхода (зона, сорт винограда, год)	Действующее вещество (химическая группа, уровень риска резистентности)	Биологическая эффективность, %
Хорус, ВДГ, 0,7 кг/га (ЮБК, Мускат белый, 2016–2017 гг.)	750 г/кг ципродинила (анилинопиримидины; средний)	93,2–97
Хорус, ВДГ, 0,7 кг/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2020 г.)		100
Хорус, ВДГ, 0,7 кг/га (ЮЗК, Кардинал, 2021 г.)		83,3
Свитч, ВДГ, 1 кг/га (ЮБК, Мускат белый, 2017 г.)	375 г/кг ципродинила + 250 г/кг флудиоксонила (анилинопиримидины, фенилпироллы; средний, от низкого до среднего)	87,2
Свитч, ВДГ, 1 кг/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2018–2019 гг.)		88,5–93,8
Луна Транквилити, КС, 1,2 л/га (ЮЗК, Каберне-Совиньон, 2019 г.)	125 г/л флуопирама + 375 г/л пириметанила (пиридинилэтилбензамиды, анилопиримидины; от среднего до высокого, средний)	91,7
Луна Транквилити, КС, 1,2 л/га (ЮЗК, Кардинал, 2021 г.)		91,5
Скор, КЭ, 0,4 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2020 г.)	250 г/л дифеноконазола (триазолы; средний)	95,8
Скор, КЭ, 0,4 л/га (ЮЗК, Кардинал, 2021 г.)		81,6
Кантор, ККР, 2,6 л/га (ЮБК, Мускат белый, 2017 г.)	200 г/л ципродинила (анилинопиримидины; средний)	95,1
Кантор, ККР, 2,6 л/га (ЮЗК, Кардинал, 2021 г.)		83,3
Приам, КЭ, 2,1 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2018–2019 гг.)	250 г/л ципродинила (анилинопиримидины; средний)	93,8–91,7
Клэймор, СК, 2,5 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2018–2019 гг.)	200 г/л флудиоксонила (фенилпироллы; от низкого до среднего)	85,4–89,6
Серенада АСО, КС, 5 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2018–2019 г.)	титр не менее 1x10 ⁹ КОЕ/мл <i>Bacillus amyloliquefaciens</i> , штамм OST-713	67,7–79,2
*Шриланк, КМЭ, 0,7 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2020 г.)	400 г/л масла чайного дерева + 150 г/л дифеноконазола (триазолы; средний, неизвестно)	91,6
*Шриланк, КМЭ, 0,7 л/га (ЮЗК, Кардинал, 2021 г.)		83,3
Биокомполит-Про, Ж, 3 л/га (ЮЗК, Каберне Совиньон, 2020 г.)	титр не менее 10 ⁹ КОЕ/мл <i>Pseudomonas asplenii</i> , штамм 11RW (ВЛПВ В-13395)	64,2
Биокомполит-Про, Ж, 3 л/га (ЮЗК, Кардинал, 2021 г.)		67,5

Примечания: * – рекомендован к регистрации

ума, серой гнили и уровня резистентности современных средств защиты установлена перспективность включения в ассортимент фунгицидов для адаптивных зональных систем контроля болезней винограда в Юго-западной и Южнобережной зонах виноградарства Крыма 16 фунгицидов и 2-х биопрепаратов (в том числе 7 фунгицидов и 1 биопрепарата отечественного производства), а также регистрации для применения в Российской Федерации 6 фунгицидов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Санин С.С. Защита растений и устойчивое земледелие в XXI столетии // Защита и карантин растений. 2020;4:9–16.
- Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. <http://www.fao.org/agriculture/crops/core-themes/theme/pests/ipm> (дата обращения 24.07.2023).
- Pertot I., Caffi T., Rossi V. A critical review of plant protection tools for reducing pesticide use on grapevine and new perspectives for the implementation of IPM in viticulture. *Crop Protection*. 2017;97:70–84. DOI 10.1016/j.cropro.2016.11.025.
- Алгинин В.И. На российском рынке пестицидов должно присутствовать не менее 70 % препаратов отечественных компаний // Защита и карантин растений. 2020;5:3–4.
- Гришечкина Л.Д., Долженко В.И., Кунгурцева О.В., Ишкова Т.И., Здрожевская С.Д. Развитие исследований по формированию современного ассортимента фунгицидов // *Агрохимия*. 2020;9:32–47. DOI 10.31857/S0002188120090070.
- Долженко В.И., Сухорученко Г.И., Лаптев А.Б. Развитие химического метода защиты растений в России // *Защита и карантин растений*. 2021;4:3–13. DOI 10.47528/1026-8634_2021_4_3.
- Галкина Е.С., Алейникова Н.В., Болотянская Е.А., Андреев В.В., Диденко П.А. Изменение в структуре патоккомплексов виноградных насаждений Крыма в последние годы // *Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН»*. 2020;XLIX:127–130.
- Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. М.: Минсельхоз России. 2023:1–907.
- Минаева О.М., Акимова Е.Е., Зюбанова Т.И., Терещенко Н.Н. Биопрепараты для защиты растений: оценка качества и эффективности: учеб. пособие. Томск: Издательский дом Томского государственного университета. 2018:1–130.
- Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве / под. ред. В. И. Долженко. С.-Пб. 2009:1–378.
- FRAC Code List ©*2021: Fungal control agents sorted by cross resistance pattern and mode of action (including coding for FRAC Groups on product labels). <https://www.frac.info> (дата обращения 24.07.2023).

Поступила 27.07.2023 г.

© Авторы

УДК 634.8.07:631.811.98(478)

Гинда Елена Федоровна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры садоводства, защиты растений и экологии аграрно-технологического факультета; e-мэйл: gherani@mail.ru;

Хлебников Валерий Федорович, д-р с.-х. наук, профессор, зав. кафедрой ботаники и экологии естественно-географического факультета; e-мэйл: v-khl@yandex.ru

Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко, Приднестровье, 3300, г. Тирасполь, ул. 25 Октября, 128

Влияние регуляторов роста растений и среды на компоненты продуктивности технических сортов винограда в условиях Приднестровья

В производственных опытах изучено влияние обработки растений регуляторами роста Гиббереллин и Мицефит на компоненты урожая технических сортов винограда в условиях Приднестровья. Выполнены расчеты гидротермического коэффициента ГТК за теплый период (апрель-октябрь) и в фазу цветения, поскольку в этот период происходит формирование урожая текущего года и закладка эмбриональной плодородности под урожай следующего года. Гидротермический коэффициент теплового периода развития винограда (апрель-октябрь) варьировал от 0,64 (2009 г.) до 1,14 (2008 г.), а периода закладки эмбриональной плодородности – от 0,41 (2012 г.) до 1,23 (2011 г.). Урожай виноградного куста средне положительно коррелирует с ГТК в период фазы «цветение» ($r=0,714$) и периодом закладки эмбриональных соцветий ($r=0,657$), с ГТК теплового периода связь слабая положительная ($r=0,257$). Установлена средняя положительная корреляционная связь между урожаем и массой грозди изучаемых технических сортов (Мерло, Каберне Совиньон, Солярис, Первенец Магарача, Бианка, Сурученский белый и Уньи блан) при обработке препаратом Мицефит, 1 и 10 мг/л – $r=0,645$ и $r=0,622$. Выявлена высокая степень тесноты связи между урожаем и его составляющими компонентами: коэффициент множественной корреляции колебался от 0,925 (Мицефит, 1 мг/л) до 0,933 (Мицефит, 10 мг/л). Получены модели, объясняющие изменчивость урожая в зависимости от его компонентов на 85,6 и 87,1 % соответственно.

Ключевые слова: климат; виноград; регуляторы роста; урожай; корреляция; регрессия.

Ghinda Elena Fedorovna, Khlebnikov Valeriy Fedorovich

Pridnestrovie State University named after T.G. Shevchenko, 128, 25 Octyabrya str., 3300 Tiraspol, Moldova

The effect of plant growth regulators and environment on productivity components of wine grape varieties in the conditions of Pridnestrovie

The effect of treating crop components of wine grape varieties with plant growth regulators Gibberellin and Mycephyte was studied in the production experiments of Pridnestrovie conditions. The calculation of hydrothermal coefficient (HTC) in warm period (April-October) and in the flowering stage was carried out, since this is a period of current year yield formation and setting up of embryonic fertility for the next year. The hydrothermal coefficient of warm period of grape development (April-October) ranged from 0.64 (2009) to 1.14 (2008), and of embryonic fertility period – from 0.41 (2012) to 1.23 (2011). The yield of grape bush has a moderately positive correlation with HTC during the flowering stage ($r=0.714$) and embryonic inflorescence setting period ($r=0.657$), the correlation with HTC of warm period is weakly positive ($r=0.257$). An average positive correlation between the yield and bunch weight of the studied wine grape varieties ('Merlot', 'Cabernet Sauvignon', 'Solyaris', 'Pervenets Magaracha', 'Bianka', 'Suruchenskiy Belyi', 'Ugni Blanc') treated by Mycephyte, 1 and 10 mg/l – $r=0.645$ and $r=0.622$, was established. A high degree close correlation between the yield and its components was revealed: the multiple correlation coefficient varied from 0.925 (Mycephyte, 1 mg/l) to 0.933 (Mycephyte, 10 mg/l). The models, explaining the yield variability in accordance with its components by 85.6 and 87.1 %, respectively, were obtained.

Key words: climate; grapes; growth regulators; yield; correlation; regression.

Введение

Современные изменения климата стали существенным фактором, влияющим на виноградарство во многих странах мира [1–3]. Для теоретического и практического виноградарства всегда представляла интерес информация, связанная с агробиологической характеристикой выращиваемых сортов винограда в конкретных районах, и особенно, когда в неё включены результаты применения современных математических методов [4–7].

В последние десятилетия промышленность выпускает огромное количество регуляторов роста растений, оказывающих значительное влияние на продуктивность сельскохозяйственных культур, в т. ч. и винограда. В связи с этим целью данной работы явилось изучение влияния регуляторов роста растений Гиббереллин и Мицефит в годы с разной степенью увлажнения на показатели продуктивности технических сортов винограда в условиях Приднестровья.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований служили технические сорта винограда: Каберне Совиньон, Мерло, Солярис, Бианка, Сурученский белый, Первенец Магарача, Уньи блан.

Исследования проводились в 2008–2013 гг. на виноградных насаждениях Дойбанского производства ЗАО ТВКЗ «КВИНТ», Дубоссарского района Приднестровья.

Участок на богаре. Схема посадки – 2,5×1,00 м (Первенец Магарача), 2,5×1,25 м (Мерло, Каберне Совиньон и Бианка), 3,0×1,5 м (Сурученский белый, Солярис, Уньи блан). Форма куста – штамбовый горизонтальный двусторонний кордон. Система ведения куста – вертикальная одноплоскостная шпалера с тремя ярусами шпалерной проволоки.

Кусты обрабатывали перед цветением с помощью ранцевого опрыскивателя растворами регуляторов роста: Гиббереллин в концентрации 100 мг/л, Мицефит – 1, 10 и 100 мг/л. Норма расхода рабочей жидкости при обработке растений – 0,4 л/куст.

Исследуемые препараты зарегистрированы в Приднестровье в реестре и разрешены к применению на виноградниках.

Агробиологические учеты и наблюдения проводились согласно методике [8]. Взаимодействие между отдельными показателями доказано и проанализировано на базе данных проведенного корреляционно-регрессионного анализа с помощью программы STATISTICA 10.

Для расчета ГТК использовали среднесуточные температуры воздуха и суммы осадков за теплый период (апрель-октябрь), фазу цветения и начального этапа закладки эмбриональных соцветий под будущий урожай (май-июнь) из климатического архива метеоцентра При-

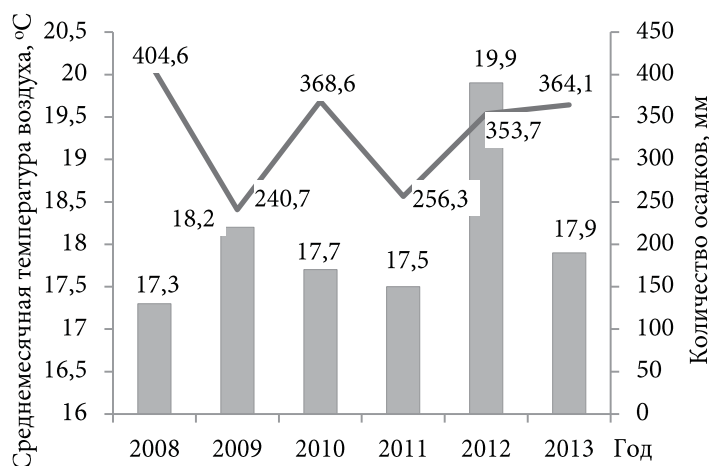


Рис. 1. Климатические условия за теплый период (апрель-октябрь) в годы исследований

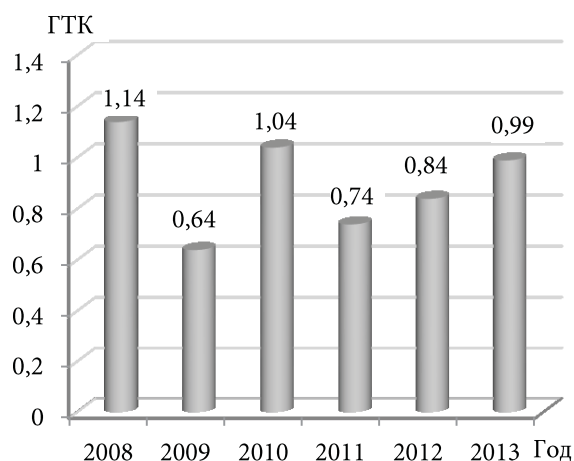


Рис. 2. Гидротермический коэффициент за теплый период (апрель-октябрь) в годы исследований

днестровья, для оценки увлажнённости использовали гидротермический коэффициент (ГТК) Селянинова [9].

Обсуждение результатов

Погодно-климатические условия Дойбанской зоны производства ЗАО ТМКЗ «KVINT» (2007–2013 гг.) характеризовались следующими особенностями за теплый период (апрель-октябрь): максимальная среднесуточная температура воздуха отмечена в 2012 г. (19,9°C), минимальная – в 2008 г. (17,3°C); наибольшее количество осадков выпало в 2008 г. (404,6 мм), наименьшее – в 2009 г. (240,7 мм). Следует отметить, что по среднегодовым данным количество осадков за теплый период (апрель-октябрь) составляет 327,0 мм, в 2009 и 2011 гг. количество выпавших осадков меньше на 86,3 и 70,7 мм, в остальные годы, наоборот, превышает на 26,7–77,6 мм среднегодовое значение (рис. 1).

Результаты анализа метеусловий свидетельствуют, что показатель ГТК в 2009 и 2011 гг. составил 0,64 и 0,74 соответственно. В остальные годы исследования он варьировал от 0,84 в 2012 г. до 1,14 в 2008 г. (рис. 2). Следовательно, экспериментальные годы характеризуются нестабильностью по влагообеспеченности для прохождения ростовых процессов и плодоношения, закладки урожая в будущем году.

Выполнены расчеты гидротермического коэффициента за теплый период (апрель-октябрь) и в фазу цветения, поскольку в этот период происходит формирование урожая текущего года и закладка эмбриональной плодородности под урожай следующего года. Так, в 2008, 2010 и 2011 гг. в период закладки будущего урожая ГТК варьировал от 1,08 до 1,23 и, согласно классификации Селянинова Г.Т. зона увлажнения – слабозасушливая, а в 2009, 2011 и 2012 гг. в год формирования урожая, наоборот, был низким 0,32–0,60, зона увлажнения – очень засушливая (табл. 1).

Урожай виноградного куста средне положительно коррелирует с ГТК в период фазы «цветение» ($r=0,714$) и периодом закладки эмбриональных соцветий ($r=0,657$), с ГТК теплого периода (апрель-октябрь) связь слабая положительная ($r=0,257$) (рис. 3).

Урожай технических сортов винограда в вариантах обработки препаратом Мицефит, 10 и 100 мг/л составил 6,1 и 5,9 кг, соответственно и достоверно превышает контроль (5,3 кг) на 11,3–15,1 % (табл. 2).

Расчеты продуктивности побега указывают на то, что

Таблица 1. Урожай технических сортов и гидротермический коэффициент (средние данные за 2008–2013 гг.)

Годы исследований	Урожай, кг/куст	Гидротермический коэффициент в период:		
		теплый (апрель-октябрь)	фазы «цветение»	начального этапа закладки эмбриональных соцветий под будущий урожай
2007	-	0,68	0,42	0,44
2008	7,0	1,14	1,49	1,20
2009	5,7	0,64	0,38	0,56
2010	2,1	1,04	0,30	1,08
2011	6,0	0,74	0,32	1,23
2012	3,7	0,84	0,60	0,41
2013	6,5	0,99	1,86	1,24

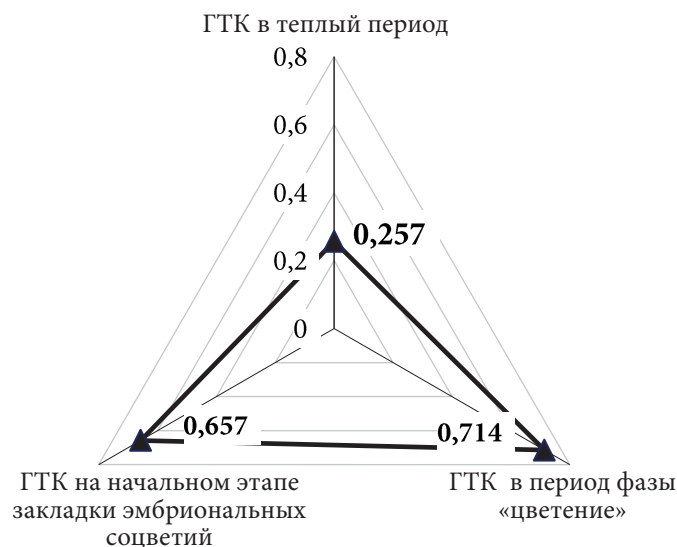


Рис. 3. Корреляционные связи между урожаем и гидротермическим коэффициентом, контроль (средние данные за 2008–2013 гг.) (по Спирмену)

обработка технических сортов винограда регулятором роста Мицефит, 10 и 100 мг/л повышает данный показатель на 16,1 % и 11,3 % соответственно в сравнении с контролем.

Выявлено, что в вариантах обработки регуляторами

Таблица 2. Сравнительная оценка урожая технических сортов винограда при обработке кустов регуляторами роста (средние данные за 2008–2013 гг.)

Варианты	Урожай, кг/куста	Масса грозди, г	Количество, шт./куст		Продуктивность побега, г
			гроздей	плодоносных побегов	
Контроль	5,3	159,1	37,9	23,7	223,6
Гиббереллин, 100 мг/л	5,8	158,6	39,0	23,7	244,7
Мицефит, 1 мг/л	5,7	153,9	39,4	24,1	236,5
Мицефит, 10 мг/л	6,1	163,5	39,2	23,5	259,6
Мицефит, 100 мг/л	5,9	163,8	38,5	23,7	248,9
НСР ₀₅	0,6				

Таблица 3. Коэффициенты корреляции, представляющие связи между урожаем и его компонентами при обработке кустов регуляторами роста растений (средние данные за 2008–2013 гг.)

Варианты	Масса грозди, г	Количество, шт./куст	
		гроздей	плодоносных побегов
Контроль	0,580	0,392	0,151
Гиббереллин, 100 мг/л	0,593	0,306	0,158
Мицефит, 1 мг/л	0,645	0,220	0,135
Мицефит, 10 мг/л	0,622	0,291	0,240
Мицефит, 100 мг/л	0,583	0,356	0,239

роста урожай слабо коррелирует с количеством гроздей и плодоносных побегов на куст, корреляционные связи варьируют от $r=0,135$ до $r=0,356$, а с массой грозди – средне – от $r=0,583$ (Мицефит, 100 мг/л) до $r=0,645$ (Мицефит, 1 мг/л) (табл. 3).

Таблица 4. Коэффициенты модели регрессии при варьировании составных частей урожая технических сортов винограда при применении регуляторов роста

Факторы	Коэффициент регрессии В		Прямое влияние факторов (Beta)			Степень статистической значимости (р-знач.)			
	контроль	гиббереллин, 100 мг/л	контроль	гиббереллин, 100 мг/л	контроль	гиббереллин, 100 мг/л	контроль	гиббереллин, 100 мг/л	
(константа)	-3,807	-3,809							
Кг	0,143	0,150	0,871	0,904	0,0001	0,0001			
Кпп	-0,026	-0,031	-0,089	-0,111	0,0114	0,0060			
Мг	27,569	26,539	0,941	1,015	0,0001	0,0001			
R коэф. множественной корреляции					0,935	0,928			
R ² коэф. детерминации					0,874	0,861			
R ² коэф. детерминации «скорректированный»					0,872	0,859			
f-критерия					420,5886	363,0315			
р-уровень значимости					0,0001	0,0001			
Мицефит, концентрация (мг/л)									
	1	10	100	1	10	100	1	10	100
(константа)	-3,790	-3,812	-3,982						
Кг	0,133	0,144	0,142	0,783	0,804	0,828	0,0001	0,0001	0,0001
Мг	25,808	24,444	25,850	1,061	1,024	0,981	0,0001	0,0001	0,0001
R коэф. множественной корреляции					0,925	0,933	0,931		
R ² коэф. детерминации					0,856	0,871	0,867		
R ² коэф. детерминации «скорректированный»					0,854	0,869	0,865		
f-критерия					525,043	593,628	575,862		
р-уровень значимости					0,0001	0,0001	0,0001		

Примечание: Кг – количество гроздей, шт./куст; Кпп – количество плодоносных побегов, шт./куст; Мг – масса грозди, г. Но знак «-» перед нелинейной частью этого компонента указывает на то, что переход значений массы грозди выше потенциальных возможностей технических сортов влечет за собой снижение урожая

Для выяснения причинно-следственных связей урожая и его составляющих при обработке регуляторами роста растений были взяты три основных компонента урожая: масса грозди, количество гроздей и плодоносных побегов на куст [10]. Вначале были составлены монофакторные регрессионные модели зависимости отдельного компонента. Затем, опираясь на монофакторные модели, для каждого компонента были выбраны те значения компонентов, которые имели наибольшую долю влияния на повышение или снижение урожая. Выбранные компоненты вошли в многофакторные регрессионные линейные модели.

Урожай технических сортов винограда при обработке Гиббереллином больше всего зависит от массы грозди (99,3 %), меньше – от количества гроздей и плодоносных побегов на куст (0,6 и 0,1 %), Мицефитом – за счет повышения массы грозди (на 99,4–99,5 %) и количества гроздей на куст (на 0,5 и 0,6 %), что подтверждается результатом регрессионного анализа (табл. 4).

В годы исследований установлено, что степень тесноты связи между урожаем и его составляющими компонентами высокая, как в контрольном варианте ($R=0,935$), так и в вариантах обработки регуляторами роста (от $R=0,925$ до $R=0,933$). Коэффициенты детерминации равны $R=0,874$ и от $R^2=0,856$ до $R^2=0,871$ соответственно, и это означает, что полученные модели объясняют изменчивость урожая в зависимости от составляющих его компонентов при использовании регуляторов роста для обработки растений на 85,6–87,1 %.

Выводы

Установлено, что урожай куста изучаемых технических сортов (Мерло, Каберне Совиньон, Солярис, Первенец Магарача, Бианка, Сурученский белый и Уньи блан) положительно коррелирует с ГТК в период фазы «цветение» ($r=0,714$) и периодом закладки эмбриональных соцветий ($r=0,657$), а с ГТК теплового периода связь слабая положительная ($r=0,257$).

Установлена средняя положительная корреляционная связь между урожаем и массой грозди при обработке препаратом Мицефит, 1 и 10 мг/л – $r=0,645$ и $r=0,622$.

Выявлена высокая степень тесноты связи между урожаем и его составляющими компонентами: коэффициент множественной корреляции колебался от 0,925 (Мицефит, 1 мг/л) до 0,933 (Мицефит, 10 мг/л). Получены модели, объясняющие изменчивость урожая в зависимости от его компонентов на 85,6 и 87,1 % соответственно.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Jones G. Climate, grapes, and wine: structure and suitability in a changing climate. ActaHortic. 2012;931:1928.
- Vršič S., Vodovnik T. Reactions of grape varieties to climate changes in North East Slovenia. Plant Soil Environ. 2012;58(1):3441.
- Quenol H., Grosset M., Barbeau G., van Leeuwen K., Hofmann M., Foss Ch., Irimia L., Rochard J., Boulanger J.Ph., Tissot C., Miranda C. Adaptation of viticulture to climate change: high resolution observation of adaptation scenario

- for viticulture. Bull. del'OIV. 2014;100110021003(87):385406.
4. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Павлюкова Т.П., Ненько Н.И., Сундырева М.А. Агробиологические, физиолого-биохимические и технологические особенности винограда сорта Рислинг рейнский в условиях изменяющегося климата юга России // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):204-210.
 5. Дергачёв Д.В., Ларькина М.Д., Петров В.С., Панкин М.И. Особенности вегетации интродуцированного сорта винограда Кёхо в стрессовых погодных условиях умеренно континентального климата юга России // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):223-228.
 6. Ларькина М.Д., Дергачёв Д.В., Петров В.С., Панкин М.И. Особенности на вегетация та на отделни лозови сортове при неблагоприятни (стресови) метеорологични условия на умерения континентален климат в Южна Русия, Лоза и вино. 2019;1:10-18.
 7. Бейбулатов М.Р. Продуктивность сортов винограда в зависимости от погодных условий конкретной климатической зоны // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2014;1:14-15.
 8. Агротехнические исследования по созданию интенсивных виноградных насаждений на промышленной основе. Новочеркасск. 1978:1-174.
 9. Селянинов Г.Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата // Мировой агроклиматический справочник. Л.: Гидрометеорологический институт. 1937:1-27.
 10. Амирджанов А.Г. Прогнозирование и программирование урожая винограда: Метод. рекомендации. Ялта. 1988:1-108.

Поступила 27.07.2023 г.
© Авторы

УДК 634.8:581.52(477.60)

Жуков Сергей Петрович, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. лаб. дендрологии; e-мэйл: ser64luk@yandex.ru
Донецкий ботанический сад, Россия, 283059, Донецкая Народная Республика, г. Донецк, пр. Ильича, 110

О развитии виноградарства Донбасса

Современное состояние природно-климатических условий Донбасса и тенденции их изменения позволяют рассматривать виноградарство как полифункциональное перспективное направление развития хозяйственной деятельности в Донбассе. Можно выделить несколько природно-территориальных комплексов в целом с благоприятными экотопами для выращивания винограда. Для ускорения развития отрасли в регионе необходим ряд мер, в том числе законодательных и экономических, а также восстановление опытной станции и кооперация малого бизнеса в этой сфере. Обследование и выявление виноградопригодных земель станет основой формирования программы развития виноградарства и виноделия Донбасса.

Ключевые слова: виноградарство; климат; терруар; устойчивые сорта; виноделие; винный туризм.

Zhukov Sergey Petrovich

Donetsk Botanical Garden, 110 Ilyicha ave., 283059 Donetsk, Donetsk People's Republic, Russia

On the development of viticulture in Donbass

The current state of natural and climatic conditions of Donbass and the trends of their changes allow us to consider viticulture as a multifunctional promising direction for the development of economic activity in Donbass. It is possible to distinguish several natural territorial complexes, in general, with favorable ecotopes for growing grapes. To accelerate the industry development in the region, a number of measures are needed, including legislative and economic ones, as well as the restoration of experimental station and cooperation of small businesses in this area. The survey and identification of viticultural lands will become the basis for the formation of a program for the development of viticulture and winemaking in Donbass.

Key words: viticulture; climate; terroir; resistant cultivars; winemaking; wine tourism.

Введение

Природные условия Донбасса, особенно на территории Донецкой Народной Республики (ДНР) и южной половины Луганской (ЛНР) благоприятны для виноградарства и виноделия, что нашло свое отражение в развитии этой отрасли в советское время, когда до половины колхозов Донецкой области УССР и до четверти колхозов Луганской области имели виноградники, а их общая площадь исчислялась тысячами гектар. Научным обеспечением этих работ занимались специалисты Донецкой опытной станции виноградарства (ДОС), где имелось 150 га коллекций и маточников, выращивался качественный посадочный материал, велись селекционные и агротехнические исследования в области использования культуры винограда на северной границе его промышленного возделывания, в том числе в других регионах [1–4].

Несколько крупных винодельческих предприятий занимались переработкой местного и привозного вино-материала, задействуя в том числе выработавшие ресурс местные промышленные объекты, при переоборудовании превращающиеся в идеальные производственные пространства для виноделия. Например, так используются гипсовые выработки на сохранившемся до сих пор Артёмовском заводе шампанских вин (сейчас «Artwinery») – самом большом в Восточной Европе и единственном на территории бывшей УССР, где игристые вина создаются классическим методом «Шампенуа» [5]. Город Мариуполь (Жданов) был центром виноградарства региона: более 10 % прилегающих земель использовались под сады и виноградники. Для приазовских районов был разработан районированный ассортимент винограда, включая технические сорта [3, 6]. Практически всё это было раз-

рушено и утрачено в конце двадцатого века. И сейчас можно встретить на приморских заброшенных участках кусты винограда, выживающие с тех пор и порой даже плодоносящие.

Климатические изменения сделали условия Донбасса более благоприятными для выращивания высококачественного винограда, в том числе и поздних сортов, ранее вызревавших не каждый год [2–4]. Присоединение ДНР к РФ изменило и экономические условия для развития виноградарства и виноделия, которые позволят оптимизировать использование земель и трудовых ресурсов, развивая одну из наиболее рентабельных отраслей сельского хозяйства [7].

Целью нашей работы является анализ современного состояния и перспектив развития виноградарско-винодельческой отрасли в Донбассе.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования служили существующие в регионе предприятия отрасли и перспективные для их расширения территории. Изучение велось как при натурных обследованиях, так и на основе литературных, и других открытых данных.

Обсуждение результатов

Выращивание столовых и технических сортов винограда является распространенным видом деятельности в Донбассе в настоящее время, к сожалению, в основном в личных подсобных хозяйствах. Промышленная культура винограда сосредоточена всего в нескольких хозяйствах площадью от 8 до 20 га. Между тем товарное производство вин, соков, столового винограда могло бы значительно улучшить состояние местных бюджетов, как это происходит в старых виноградарских районах РФ, где виноградарство является одним из наиболее рентабельных видов деятельности и дает доходы в местный бюджет,кратно превышающие таковые, например, от зерновых [7]. Одновременно обеспечивается рост занятости населения, что актуально в условиях восстановления экономики республик. Удобное логистическое положение Донбасса в близости к центральным областям РФ значительно облегчает поставки отсюда в сравнении, например, с Молдовой или Арменией, и даже относительно южных регионов страны.

На территории Донбасса можно выделить несколько явно выраженных природно-территориальных комплексов с отличающимися условиями для выращивания винограда по климатическим и почвенно-геологическим параметрам.

В первую очередь это Приазовье, фактически ничем не отличающееся от смежных районов Ростовской области, где виноградарство и виноделие заняло определенную нишу, что отражается и в наличии виноделен различного размера, и в развитии винного туризма, в том числе на базе проводимых винных фестивалей и других массовых мероприятий. Так, в с. Федоровка Неклиновского района дважды в год проводится уже традиционный винный фестиваль авторского виноделия на базе усадьбы «Лоза Лимана». На винодельне «Благолюбов» в хуторе Любимовка 10.07.2023 г. прошел уже третий Винный Симпозион в театрализованной форме, вовлекающей посетителей в историю и культуру потребления вина наряду с более привычными дегустационными программами. Приазовье – это наиболее южная и теплая часть республик Донбасса, позволяющая выращивать в том числе и винные классические сорта в наиболее технологичной

неукрывной форме. Опыт создания винодельни «Вина Приазовья» в с. Агробаза под г. Мариуполь на основе изучения условий и разработок «Института виноградарства и виноделия им. В.Е. Таирова» и итальянского питомника «Раушедо» показал здесь возможность успешного производства вин из таких поздних сортов как Саперави и Каберне Совиньон. При этом было отмечено сходство почвенных условий с имеющимися на виноградниках Италии. Продолжительность безморозного периода тут уже к концу 70-х гг. XX в. составляла более 150-ти дней на почве и 180-ти в воздухе [6]. В связи с рекреационным использованием приморских районов ДНР в них остро стоит вопрос расширения экскурсионной программы и развития в Приазовье винного туризма, впрочем, как и виноградного (сезон потребления столового винограда укладывается в курортный период), может способствовать росту туристического потенциала этих территорий.

К северу от Приазовья в западной части Донбасса стоит выделить как отдельный район по геологическим условиям Приазовскую возвышенность, в своей основе представляющую кристаллический массив, часть древнейшей суши планеты, где при преобладании гранитов имеются также интрузивные породы различного минералогического состава, вплоть до ультрабазитов, что создает условия для большего разнообразия терруаров. На востоке эта часть доходит до реки Кальмиус и местами заходит на другой берег реки. Выветренные граниты создают при этом своеобразный терруар по формируемым эдафотопам, что при подборе подходящих сортов может дать оригинальный результат. Влияние Азовского моря тут проявляется слабее, чем в Приазовье, но континентальность климата все же менее выражена, чем в более северных районах.

Основная часть территории республик Донбасса относится к Донецкому Кряжу – сложному геологическому сооружению, представляющему авлакогеосинклиналь из осадочных пород различного возраста, смятых в складки и со срезанными за длительную историю их верхними частями и потому с залегающих под поверхностью породами различных геологических периодов вплоть до девонского. Сверху это часто перекрывается третичными и четвертичными отложениями, но имеются и многочисленные выходы на поверхность подстилающих пород. Это, а также сложный рельеф благоприятствует формированию разнообразных экотопов как основы терруарного фонда. Приподнятость территории Кряжа над уровнем моря с одной стороны создает как бы более северные условия (вертикальная зональность), а с другой главная гряда Донецкого кряжа, его геоморфология обеспечивает определенную защиту от неблагоприятных воздушных потоков с севера и востока.

В 2023 г. в очередной раз это проявилось во время возвратных весенних заморозков, когда пострадали многие виноградарские регионы, а в Донбассе это проявилось только узколокально, на неблагоприятных формах рельефа. Также имеющийся сложный и хорошо выраженный холмистый и даже низкогорный рельеф создает благоприятные условия для выращивания винограда на склонах южных экспозиций. Например, фермерское хозяйство «Лиана» под г. Енакиево, специализирующееся на столовых сортах, или винодельня «Фрага» в с. Бугаевка Перевальского района ЛНР в сотрудничестве с институтом им. В.Е. Таирова, расширившая свой ассортимент за счет классических сортов и новых селекционных форм и увеличивающая в последние годы свои виноградники.

Реструктуризация традиционной для региона горнодобывающей промышленности и переориентация сельскохозяйственной отрасли на механизированное зерновое производство создала избыток трудоспособного населения, которое может быть задействовано в виноградарстве [7]. Земельные участки, благоприятные для винограда, обычно не крупные, до 100 га, но достаточные для рентабельного производства. Тут находится и Донецкий ботанический сад с созданной на его базе в 2017–2021 гг. коллекцией сортового винограда. Положение коллекции на перевале между долинами рек Кальмиус и Грузская задерживает фазы вегетации винограда на 1–2 недели относительно оптимальных для винограда экотопов, но позволяет экстраполировать полученные результаты на территорию Донецкого края.

Долина реки Северский Донец охватывает северную часть ДНР и середину ЛНР, формируя относительно благоприятные для виноградарства участки территории с песчаными почвами и примыкающими по правому берегу выходами мелов, известняков и мергелей. Сроки созревания винограда тут могут опережать даже лежащие южнее возвышенные районы Донецкого Края. У некоторых виноградарей имеются большие коллекции как столовых, так и технических сортов винограда, например, у блогера и владельца виноградного питомника Дмитрия Резникова из г. Лисичанска. Далее к востоку эта территория примыкает к районам Донского виноделия.

Степные районы левобережных притоков Северского Донца находятся на равнинной местности и имеют наиболее сложные климатические условия для выращивания винограда на Донбассе. Но и тут возможно нахождение отдельных экотопов с относительно благоприятными условиями для виноградарства.

Таким образом, наиболее благоприятны для выращивания винограда приазовские районы и Приазовская возвышенность, а также южные макросклоны Донецкого Края и долина Северского Донца. Почвы и рельеф тут имеются самые разнообразные: от обыкновенных черноземов до песчано-ракушечных террас и обнажений самых различных по геологии горных пород, выветренных на значительную глубину, с обилием склонов южных экспозиций в защищенных от зимних ветров местоположениях, что определяет перспективы формирования столь же разнообразных терруаров для виноделия.

Широкое распространение эродированных склоновых земель на территории Донбасса, вследствие чего большие территории выведены из хозяйственного использования, является дополнительным основанием для развития виноградарства, поскольку именно в условиях склоновых экотопов и бедных почв формируются многие лучшие терруары для технических сортов винограда. Залегание на каменистых породах, особенно карбонатных, повышает качество продукции многих винных сортов, придает терруарам и получаемым в них винам оригинальный вкус. И в этом отношении Донбасс может предоставить как естественные экотопы с такой спецификой материнских пород, так и искусственные, техногенные экотопы, например, отвалы пород, в частности вскрышных, с уже террасированными склонами. Их озеленение является обязательным мероприятием, поэтому выращивание тут винограда может играть роль рекультивационных насаждений и обеспечить дополнительное финансирование за счет так называемых «экологических» фондов.

Ранее были предложены меры для развития отрасли в Донбассе [4]. При этом необходимо разнообразие

предприятий с достижением несколькими винодельнями производства до млн. л и более, в том числе и за счет массовых вин, в большем количестве должны иметься винодельни средних размеров, задействующие потенциал терруаров, характерных для региона. И точкой роста должна быть самая многочисленная и динамичная категория малых виноделен. Часть производителей на этом уровне может оставаться достаточно долго. При этом в начале развития отрасли в регионе и условия создания оптимальных условий для малого бизнеса это может быть и преобладающая форма, из которой и будут формироваться всё более крупные предприятия в случае успешных результатов хозяйствования и наличия соответствующих амбиций. Впрочем, вероятно и создание средних или даже достаточно крупных филиалов или структурных единиц и за счет инвестиций профильных предприятий из традиционных регионов российского виноделия.

После вхождения республик в состав РФ и освобождения их территории необходимо учесть и другие моменты. Восстановление Донецкой опытной станции (ДОС) позволит расширить сеть сортоиспытательных участков и даст научную базу отрасли в регионе. Артемовский завод шампанских вин (25 млн. бут. в г.) – флагман отрасли региона, но он завод вторичного виноделия и ему нужно до 210 000 гкл виноматериалов, то есть урожай с 2–3 тыс. га виноградников. В Крыму или Краснодарском крае сейчас это найти практически невозможно, уже выстроены производственные цепочки получения российских вин, и хотя бы частично завод надо обеспечить за счет местных ресурсов, как это ранее делал Ждановский (Мариупольский) винный цех. С другой стороны, наличие крупного потребителя виноматериалов снимает проблему реализации для производителей с небольшими площадями виноградников на ранних этапах развития, особенно при условии кооперации их для поставок в цеха первичного виноделия. Должна быть господдержжка развития виноградников, аналогичная другим регионам, включая и региональные программы, гранты на приобретение техники в Ставрополье. Перспективно создание винных кластеров и винных деревень как форм, облегчающих накопление первоначального опыта и установление производственных и коммерческих связей. Одним из основных средств управления процессом развития отрасли в сторону высококачественного продукта будет деятельность восстановленной ДОС, которая помимо обычной для опытных станций деятельности (питомниководства, селекции и сортоиспытания, консультирования), должна стать организатором региональных выставок и фестивалей для популяризации местной продукции, профессиональной оценки её качества, ведения рейтингов вин и т.п.

Почти во всех рассмотренных частях региона перспективно применение новых сортов с высокой устойчивостью к комплексу неблагоприятных абиотических и биотических факторов. Такой селекцией занимаются в Крыму, Ростовской области, Краснодарском крае, а также в других странах с развитым виноградарством. Важным погодным фактором являются низкие температуры в осенне-зимний период, что предполагает применение в неукрывной культуре сортов с устойчивостью до 27–29 °С мороза. Если в советское время Донбасс находился в свободной от филлоксеры зоне, что периодически требовало затратных мероприятий по уничтожению её очагов, то в настоящее время сотрудниками ДБС филлоксеры выявлена во многих крупных городах. Это предполагает применение привитых саженцев, а корнесобственная

культура возможна на удалении от населенных пунктов с соответствующими профилактическими мероприятиями. Многие новые сорта имеют и полевою устойчивостью к филлоксеру, что позволяет безопасно размножить их наиболее простым способом укоренения черенков. Во всем мире идет поворот виноградарства к новым устойчивым сортам, расширяющим возможности выращивания винограда, снижающим пестицидную нагрузку и дающим органическую продукцию [8–10].

Помимо прямой экономической выгоды, виноградные насаждения, особенно поливные, оказывают благоприятное влияние на соседние поля, увлажняя и охлаждая воздух в теплое время года, в какой-то степени заменяя собой водоемы и защитные лесополосы. Это особенно значимо в южных районах ДНР, где выращивание древесных культур затруднено, а естественные лесные массивы полностью отсутствуют.

В настоящее время необходимо обследование территории региона для выявления наиболее перспективных виноградопригодных земель с участием специалистов профильных институтов и местных почвоведов с созданием базы данных для программы развития виноградарства в Донбассе, планирования первоочередных мероприятий и привлечения инвесторов.

Выводы

В современных условиях территории Донбасса в целом благоприятны для развития виноградарства и виноделия в регионе. Это позволит решить комплекс проблем: экономических, экологических, по занятости населения. Необходима разработка программы развития отрасли с

привлечением специалистов профильных институтов РФ и целый ряд других неотложных мер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградарство Донбасса. Сталино: Сталинское обл. изд-во. 1955:1-150.
2. Борисовский Н.Я. Культура винограда в Донбассе. Донецк: Донбасс. 1972:1-88.
3. Степанченко В.И., Янин Г.И. Справочник виноградаря Приазовья. Днепропетровск: Проминь. 1982:1-160.
4. Жуков С.П. Географо-исторические предпосылки и социально-экономическая необходимость развития виноградарства и виноделия в народных республиках Донбасса // Матер. междунар. науч.-практ. конф. «Геогр. и экон. иссл-я в контексте уст-го развития гос-ва и региона». Донецк. 2019:14-17.
5. История // Artwinery. <https://artwinery.com.ua/ru/history> (дата обращения 15.07.2023).
6. Атлас Донецкой области. Москва: ГУГК.1982:1-34.
7. Егоров Е.А. Научное обеспечение развития виноградарства и виноделия в Российской Федерации: проблемы и пути решения // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2015;32:1-31.
8. Гугучкина Т.И. Создание высококачественных продуктов переработки винограда на основе использования сортов селекции СКЗНИИСИВ, интродуцированных сортов и новых приемов виноделия // Виноделие и виноградарство. 2016;4:7-12.
9. Martinson T., Reisch B. Will Europe Embrace Hybrid Wine Grapes? Better hybrid quality and disease resistance sparking renewed interest // Wine Business Analytics. <https://winebusinessanalytics.com/template.cfm?content=201942§ion=news> (дата обращения 15.07.2023).
10. Лиховской В.В., Зармаев А.А., Зленко В.А., Васылык И.А., Рыбаченко Н.А. Выделение новых источников морозоустойчивости у сортов и гибридов винограда сложной генетической структуры // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(3):186-190. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.001.

Поступила 01.08.2023 г.
© С.П. Жуков

УДК 634.8.03/.037

Замета Олег Григорьевич¹, канд. с.-х. наук, доцент, зав. кафедрой плодовоовощеводства и виноградарства; e-мэйл: zameta_oleg@rambler.ru;

Иванченко Вячеслав Иосифович¹, д-р с.-х. наук, профессор кафедры плодовоовощеводства и виноградарства; e-мэйл: magarach.iv@mail.ru;

Райков Артем Владимирович², начальник питомника; e-мэйл: raykov_artem@mail.ru

¹Агротехнологическая академия Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное;

²Инновационный центр виноградарства (структурное подразделение) Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное

Оценка прививочного аффинитета аборигенных сортов винограда с районированными подвоями

Дана оценка степени аффинитета пяти крымских аборигенных сортов винограда: Джеват кара, Сары пандас, Эким кара, Кефесия, Кокур белый, привитых на районированные подвои: Берландиери х Рипария Кобер 5 ББ, Берландиери х Рипария СО4, Рипария х Рупестрис 101-14. С целью достоверной оценки полученных результатов проведен многофакторный дисперсионный анализ. Изучено взаимодействие и влияние факторов подвоя, привоя, условий года выращивания черенкового материала и саженцев в школке на показатели выхода стандартных виноградных прививок и саженцев.

Ключевые слова: виноград; прививка; аффинитет; аборигенные сорта; подвойно-привойная комбинация; дисперсионный анализ; совместимость; взаимодействие факторов.

Zameta Oleg Grigorievich¹, **Ivanchenko Vyacheslav Iosifovich**¹, **Raikov Artem Vladimirovich**²

¹Agrotechnological Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye village, 295492 Simferopol, Republic of Crimea, Russia;

²Innovation Center for viticulture (structural subdivision) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye village, 295492 Simferopol, Republic of Crimea, Russia

Evaluation of grafting affinity of native grape varieties with regional rootstocks

The degree of affinity of five Crimean native grape varieties was assessed: 'Gevat Kara', 'Sary Pandas', 'Ekim Kara', 'Kefesiya', 'Kokur Belyi', grafted on zoned rootstocks: 'Berlandieri x Riparia Kober 5 BB', 'Berlandieri x Riparia CO4', 'Riparia x Rupestris 101-14'. In order to reliably evaluate the results obtained, a multivariate analysis of variance was carried out. The influence of factors of rootstock, graft, conditions of the year of growing cuttings and seedlings at nursery, as well as their interaction on the yield of standard grape grafts and seedlings was studied.

Key words: grapes; grafting; affinity; native varieties; rootstock-graft combination; analysis of variance; compatibility; interaction of factors.

Введение

Полноценное исследование аффинитета является длительным и трудоемким процессом, так как для достоверной оценки совместимости каждой подвойно-привойной комбинации необходимы разносторонние наблюдения за привитым растением от момента прививки до высадки на постоянное место, вступления в полное плодоношение и оценки урожайности, качественных характеристик получаемой продукции, долговечности насаждений и их устойчивости к неблагоприятным внешним условиям.

О совместимости подвойно-привойных комбинации можно судить по результатам данных прививочного аффинитета, которые возможно сформировать на основе показателей выхода стандартных стратифицированных прививок и стандартных привитых саженцев из грунтовой школки.

Явная несовместимость может проявляться уже на стадии стратификации, что выражается в низком уровне выхода стандарта прививок. Чаще всего это связано с физиологической несовместимостью и проявляется в виде слабой энергии каллюсообразования, либо одностороннем его развитии, что не обеспечивает круговое срастание компонентов. В результате не обеспечивается механическая фиксация привоя на подвое и достаточный уровень обменных реакций между компонентами прививки.

Значительно более полную картину по совместимости можно получить, оценив выход стандартных саженцев из грунтовой школки. В данном случае помимо физиологической может проявляться и механическая несовместимость, а дальнейшее сращивание подвоя и привоя

происходит в условиях полноценного влияния комплекса факторов внешней среды [1–5].

Цель работы – дать оценку аффинитета местных аборигенных сортов винограда с районированными подвоями на основе данных по выходу стандартных стратифицированных прививок и стандартных виноградных саженцев.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились на базе прививочного комплекса Инновационного центра виноградарства (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского» в период 2020–2022 гг.

Для проведения исследований задействованы 15 подвойно-привойных комбинаций винограда, состоящих из пяти аборигенных сортов Крыма: Джеват кара, Сары пандас, Эким кара, Кефесия, Кокур белый и трех районированных подвоев: Берландиери х Рипария Кобер 5 ББ, Берландиери х Рипария СО4, Рипария х Рупестрис 101-14.

Ежегодно перед началом прививочной кампании проводилась проверка качественных характеристик лоз подвоя и привоя, после чего они вымачивались, обеззараживались и подготавливались к прививке согласно требованиям ГОСТ Р 53050-2008.

Прививка осуществлялась при помощи прививочной машины УПВ-2, изготавливающей омегаобразный вырез, обеспечивающий плотное совмещение тканей прививки и надежную фиксацию привоя на подвойном черенке.

Готовые прививки бандажировались прозрачной полиэтиленовой стрейч-пленкой плотностью 10 мкм, после чего связывались в пучки по вариантам опыта, маркировались и помещались в стратификационную камеру.

Стратификация проводилась на воде открытым способом при температуре 25–27 °С и относительной влажности воздуха 85–90 %.

После стратификации, которая продолжалась 21 день, прививки сортировались на стандартные, пригодные к высадке в школку и брак согласно ГОСТ 28181-89. Стандартные прививки должны иметь круговой каллюс, тронувшуюся в рост почку или развившийся побег, зачатки корней. После сортировки стандартные прививки перемещались на закалку при температуре 14–15 °С.

После завершения этапа стратификации, сортировки и предпосадочной заделки стандартные привитые черенки высаживались в грунтовую школку.

Высадка осуществлялась в гряды, мульчированные черной светостабилизированной пленкой плотностью 50 мкн с перфорированными отверстиями через каждые 6 см. Черенки высаживались в соответствии со схемой опыта с маркировкой и пространственной изоляцией вариантов не менее 50 см друг от друга. Глубина посадки – 12–14 см.

В течение вегетации обеспечивались регулярные поливы, борьба с сорной растительностью в междурядьях, химическая защита от вредителей и болезней, зеленые операции.

После выкопки из школки, саженцы сортировались согласно ГОСТ Р 53025-2008 на стандартные и брак.

По результатам выхода стандартных привитых черенков винограда после стратификации, а также стандартных привитых саженцев из грунтовой школки проводился дисперсионный анализ.

Опыт трехфакторный. Фактор «А» – подвойные сорта, фактор «В» – привойные сорта, фактор «С» – условия года, оказывающие влияние на качественные показатели черенкового материала (использованного для прививки) и саженцы в школке.

Каждая подвойно-привойная комбинация выполнялась в трех повторностях с рендомизированными повторениями.

Обсуждение результатов

По результатам трехлетних исследований наибольший выход стандартных прививок был получен у аборигенных сортов винограда, привитых на подвоях Берландиери х Рипариа Кобер 5 ББ – 69,78 % и Берландиери х Рипариа СО4 – 67,89 %. Выход стандартных прививок на подвое Рипариа х Рупестрис 101-14 оказался значительно ниже и составил 57,55 % при НСР₀₅=4,08 (табл. 1).

Оценка выхода стандартных прививок в разрезе сортов на подвое Берландиери х Рипариа Кобер 5 ББ показала, что наиболее высокий результат был получен у сортов Эким кара, Кокур белый и Кефесия – 71,67–73,33 %. На подвое Берландиери х Рипариа СО4 и Рипариа х Рупестрис 101-14 наилучшие результаты отмечены у сорта Сары пандас – 68,89 % и 76,66 % соответственно.

На подвое Рипариа х Рупестрис 101-14 наименьший выход стандартных прививок отмечен у сорта Кокур белый – 45,55 % при НСР₀₅=5,27.

При сравнении выхода стандартных прививок, полученных на подвое Рипариа х Рупестрис 101-14 в сравнении с подвоями Берландиери х Рипариа Кобер 5 ББ и Берландиери

х Рипариа СО4, прослеживается общая закономерность их снижения, что объясняется принадлежностью двух последних сортов подвоя к одной генетической группе. Вероятно, на этапе стратификации эти сорта проявляют схожую генетически обусловленную регенерационную активность, что определяет интенсивность и эффективность процессов срачивания подвоя и привоя и в конечном итоге сказывается на показателях выхода стандартных привитых черенков [6, 7].

Проведенный дисперсионный анализ позволил определить доли влияния различных факторов на выход стандартных привитых черенков винограда после стратификации.

Установлено, что подвой (фактор «А») оказывает влияние на уровне 10,3 %, а привой (фактор «В») на несколько меньшем уровне – 8,4 %. Связано это в первую очередь с тем, что процесс образования каллюсных тканей происходит за счет внутренних ресурсов и питательных веществ, содержащихся в подвое и привое.

С учетом того, что длина черенка подвоя в разы превышает длину привойного черенка, запас доступных питательных веществ в подвойной части значительно выше нежели в привойной.

Также следует отметить, что при выбранном нами способе стратификации подвой своей базальной частью располагается в слое воды. Привой до момента образования водопроводящих сосудов обеспечен лишь собственными запасами влаги, что в целом уменьшает его роль в водообеспечении привитого растения.

Доля фактора «С» (условия года выращивания черенкового материала) оказалась наибольшей и составила 15,3%. Такие показатели связаны с тем, что климатические условия, непосредственно воздействующие на маточные кусты подвоя и привоя, обуславливают степень развития лоз (диаметр, длина и количество междоузлий, соотношение диаметров черенка и сердцевины, закладка и дифференциация почек, др.), а также их физиологиче-

Таблица 1. Выход стандартных виноградных прививок (%) в зависимости от подвойно-привойных комбинаций (2020–2022 гг.)

Подвой	Привой	Год			Средние многолетние	
		2020	2021	2022	по привою	по подвою
Кобер 5 ББ	Джеват кара	53,33	58,33	76,67	62,78	69,78
	Сары пандас	93,33	60,00	53,33	68,89	
	Эким кара	81,67	55,00	78,33	71,67	
	Кефесия	95,00	56,67	68,33	73,33	
	Кокур белый	95,00	43,33	78,33	72,22	
101-14	Джеват кара	55,00	58,33	55,00	56,11	57,55
	Сары пандас	75,00	73,33	58,33	68,89	
	Эким кара	60,00	50,00	68,33	59,44	
	Кефесия	63,33	63,33	46,67	57,78	
	Кокур белый	63,33	35,00	38,33	45,55	
СО4	Джеват кара	50,00	51,67	55,00	52,22	67,89
	Сары пандас	88,33	78,33	63,33	76,66	
	Эким кара	63,33	75,00	73,33	70,55	
	Кефесия	76,67	55,00	75,00	68,89	
	Кокур белый	93,33	56,67	63,33	71,11	
Средние годовые по комбинациям		73,77	58,00	63,44	-	65,07

ское состояние (наличие и количественные показатели запасных питательных веществ, непосредственно участвующих в образовании каллюса).

Взаимодействие подвоя и привоя (АВ) составляет 8,1 %, что свидетельствует о необходимости тщательного подбора подвойно-привойных комбинаций, обеспечивающих наилучшую совместимость и, как следствие, выход привитого посадочного материала.

Взаимодействие (АС) находится на уровне 6,2 % при (ВС) равном 0,0 %. Это свидетельствует о том, что климатические условия в значительной большей степени воздействуют на маточные растения подвоя и именно развитие подвойных лоз в большей степени зависит от изменения погодных условий. Привой представлен исключительно аборигенными сортами, имеющими высокий порог адаптивности к различным факторам среды, и это непосредственно отражается на полученных нами результатах.

Совместное взаимодействие факторов подвоя, привоя и условий года на выход первосортных привитых черенков после стратификации влияния не оказывают: АВС – 0,0 %.

По результатам оценки выхода стандартных саженцев из грунтовой школки наилучшие показатели также получены на подвоях Берландиери х Рипариа Кобер 5 ББ и Берландиери х Рипариа СО4 (табл 2). Выход стандарта на этих подвоях составляет 54,75 % и 53,95 % соответственно, что не имеет статистической разницы ($НСР_{05}=5,27\%$). Наиболее слабый выход саженцев отмечен на подвое Рипариа х Рупестрис 101-14, где он составил 34,80 %.

Сорта Сары пандас, Эким кара и Кефесия демонстрируют наилучший выход стандартных саженцев на подвое Берландиери х Рипариа Кобер 5 ББ. Сорта Джеват кара и Кокур белый, привитые на Рипариа х Рупестрис 101-14, показывают наилучший выход стандартных саженцев на этом подвое, однако проявляют широкий размах варьирования по годам исследования, что свидетельствует о слабой адаптивности и, как следствие, зависимости от климатических условий указанных сорто-подвойных комбинаций.

На подвое Берландиери х Рипариа СО4 наилучшие результаты получены у сортов Джеват кара, Эким кара и Кокур белый.

Проведенный дисперсионный анализ позволил установить доли влияния различных факторов на выход стандартных виноградных саженцев. Доля влияния подвоя (фактор «А») составляет 13,8%, при этом привой (фактор «В») не оказывает статистически наблюдаемой разницы при доле влияния в 1,0%. Объясняется это тем, что после высадки привитых черенков в школку именно от адаптивности подвойной части к изменившимся условиям и ее способности в кратчайшие сроки восстановить поврежденную в момент посадки корневую систему зависит обеспечение привитого черенка водой, требующейся на транспирационные нужды развивающегося привойного побега. В случае слабой регенерационной способности подвоя, негативной реакции на почвенный состав, дефицит пластических веществ и других факторов происходит задержка в развитии корневой системы и начала водного

Таблица 2. Выход стандартных виноградных саженцев (%) в зависимости от подвойно-привойных комбинаций (2020–2022 гг.)

Подвой	Привой	Год			Средние многолетние	
		2020	2021	2022	по привою	по подвою
Кобер 5 ББ	Джеват кара	20,20	80,13	45,24	48,52	54,75
	Сары пандас	71,74	69,45	36,58	59,26	
	Эким кара	59,19	77,87	40,69	59,25	
	Кефесия	68,63	79,45	44,38	64,15	
	Кокур белый	54,47	58,66	14,60	42,58	
101-14	Джеват кара	12,47	85,77	23,20	40,48	34,80
	Сары пандас	24,44	37,20	25,50	29,04	
	Эким кара	34,87	42,82	28,97	35,55	
	Кефесия	30,77	32,42	10,67	24,62	
	Кокур белый	25,71	71,83	35,41	44,31	
СО4	Джеват кара	30,20	87,99	57,41	58,53	53,95
	Сары пандас	46,31	78,57	23,28	49,39	
	Эким кара	56,47	79,69	34,03	56,73	
	Кефесия	66,40	18,34	48,75	44,50	
	Кокур белый	67,93	72,22	41,62	60,59	
Средние годовые по комбинациям		44,65	64,83	34,02	-	47,83

питания привитого черенка, в результате тургор на побеге привоя не восстанавливается, вследствие чего побег отмирает. При дальнейшем дефиците воды происходят необратимые процессы, связанные с отмиранием каллюса. Как результат, в таких случаях наблюдается развитие подвоя при полностью отмершем привое [8–10].

Наиболее высокое влияние, равное 26,4 %, отмечено у фактора «С» (условия года выращивания саженцев в школке). Это объясняется тем, что аффинитет тесно связан с комфортом условий, при которых происходит сращивание подвоя с привоем. При благоприятных условиях привитые растение интенсивнее образуют физиологические и механические связи, обеспечивающие в итоге нормальное развитие и, как следствие, высокие показатели выхода привитых саженцев из грунтовой школки. Также от климатических условий года, предшествующего прививочной кампании, зависят качественные характеристики лоз подвоя и привоя, что сказывается на их физиологическом состоянии и, как показывает опыт, существенно влияет на результат.

Взаимное влияние подвоя и привоя (АВ) составляет 7,9 %, что в очередной раз свидетельствует о необходимости подбора пар подвоя и привоя на основе опытных данных.

Взаимодействие подвоя с условиями года (АС) составляет 2,2 % при доле взаимодействия привоя с условиями года (ВС) равном 0,0 %, что объясняется более высокой степенью адаптивности крымских аборигенных сортов к климатическим условиям.

Доля комплексного взаимодействия факторов, участвующих в дисперсионном анализе (фактор АВС), составляет 0,0 %.

Выводы

Подвойные сорта оказывают существенное влияние на выход стандартных стратифицированных черенков и саженцев аборигенных сортов винограда.

Наибольшее влияние на показатели выхода стандартных привитых черенков и саженцев оказывают условия года выращивания черенкового материала и саженцев в грунтовой школке (фактор «С») – 15,3 % и 26,4 % соответственно.

Сорта Джеват кара и Кокур белый, привитые на Рипариа х Рупестрис 101-14, демонстрируют высокий уровень изменчивости выхода стандартных саженцев в зависимости от климатических условий, что характеризует низкий уровень адаптивности данных сорто-подвойных комбинаций.

Аборигенные сорта винограда, выбранные в качестве привоя, проявляют устойчивость к различным неблагоприятным условиям года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аскеров Э.С. Научные основы аффинитета и продуктивность привитой культуры винограда // Проблемы развития АПК региона. 2022;3(51):24-28. DOI 10.52671/20790996_2022_3_24.
2. Аскеров Э.С. Современное состояние, перспективы и основные пути развития виноградарства в республике Дагестан // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2010;2:29-35.
3. Ботнар Е.В. Коэффициент аффинитета и адаптации для оценки перспективности привойно-подвойных комбинаций технических сортов винограда // Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет». Серия: Сельскохозяйственные науки. 2011;137:148-151.
4. Ганич В.А., Наумова Л.Г., Матвеева Н.В. Донские автохтонные сорта винограда для расширения сортимента виноградных насаждений в Нижнем Придонуе // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;63(3):30-44. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-30-44.
5. Павлюченко Н.Г., Зимина Н.И., Мельникова С.И., Колесникова О.И. Прививочный аффинитет перспективных сортов винограда селекции ВНИИВиВ им. Я.И. Потапенко с районированными подвойными сортами // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016;42(6):23-32.
6. Авдеев И.А., Григорьев А.А. Отзывчивость винограда сорта Престиж на сорт подвоя и уменьшение его длины // Аграрный вестник Урала. 2022;8(223):2-14. DOI 10.32417/1997-4868-2022-223-08-2-14.
7. Осадчий И.Я. Анатомия и морфология настольной виноградной прививки: монография. Новочеркасск: Лик. 2011:1-21.
8. Иванченко В.И., Иванова М.И., Райков А.В., Замета О.Г., Потанин Д.В. Влияние качественных показателей подвойных и привойных лоз на совместимость сорто-подвойных комбинаций винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(2):137-144. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.006.
9. Толоков Н.Р. Выбор подвойных сортов винограда в условиях России // Русский виноград. 2016;4:113-121.
10. Иванченко В.И., Иванова М.И., Райков А.В. Выход и качественные характеристики саженцев аборигенных сортов винограда в зависимости от сорто-подвойных комбинаций // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. 2023;33(196):85-104.

Поступила 26.07.2023 г.

© Авторы

УДК 634.[631.8:004.4]

Иванова Маргарита Игоревна¹, канд. с.-х. наук, начальник отдела организации учета применения средств химизации и разработки проектно-сметной документации; e-мэйл: imi_2712@mail.ru;

Иванченко Вячеслав Иосифович², д-р. с.-х. наук, профессор кафедры плодовоощеводства и виноградарства;

Потрахов Николай Николаевич³, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой электронных приборов и устройств;

Потанин Дмитрий Валериевич², канд. с.-х. наук, доцент кафедры плодовоощеводства и виноградарства; e-мэйл: potanin.07@mail.ru

¹Центр агрохимической службы «Крымский», Россия, 295017, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 75/1;

²Агротехнологическая академия Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Россия, 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное;

³Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Россия, 197376, Санкт-Петербург, ул. Проф. Попова, д. 5

Перспективы применения метода рентгенографии для автоматизированного определения качества привитого материала винограда

Увеличение площадей под виноградными насаждениями требует обеспечения отрасли привитым посадочным материалом, в полной мере соответствующего стандарту. Одним из не повреждающих привитой материал методов является проведение рентгенографических исследований. Целью исследования являлось изучение перспективы применения метода рентгенографии при автоматизированном определении качества в производстве привитого посадочного материала винограда. Установлено, что применение метода рентгенографии в сравнении с анатомизацией привитых саженцев винограда является неразрушающим и может применяться при отборе материала и его соответствии действующему стандарту. Используя методы рентгенографического анализа можно автоматизировать процессы отбора материала для изготовления прививок, определение стандартности прививок после их стратификации перед посадкой в школку, а также определение технической сортности уже выходящего привитого посадочного материала. Для этого необходимо разработать автоматизированную сортировочную линию, применяя общую концепцию и принцип работы имеющихся конструкций по сортировке фруктов и овощей. Применение такого подхода позволит увеличить выход стандартных привитых черенков за счёт отбраковки нежизнеспособных глазков привойных лоз, обнаружить скрытые отклонения в сращиваемости компонентов в условиях стратификационной камеры, а также обнаруживать некрозы тканей и древесины у саженцев, которые невозможно обнаружить при визуальном обследовании саженцев. Разработка такого оборудования требует создания инспекционного рентгенографического блока, а также разработки соответствующего программного оборудования, позволяющего идентифицировать отклонения в развитии виноградных лоз, глазков привоя, а также мест срастания прививаемых компонентов уже готовых саженцев.

Ключевые слова: виноград; аффинитет; рентгеноскопия; темнопольная рентгенография; микрофокусная рентгенография; приживаемость; качество саженцев.

Ivanova Margarita Igorevna¹, **Ivanchenko Vyacheslav Iosifovich**², **Potrakhov Nikolay Nikolaevich**³, **Potinin Dmitriy Valerievich**²

¹Center of Agrochemical Service "Krymsky", 75/1 Kievskaya str., 295017 Simferopol, Republic of Crimea, Russia;

²Agrotechnological Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», Agrarnoye village, 295492 Simferopol, Republic of Crimea, Russia;

³St. Petersburg State Electrotechnical University "LETI" named after V.I. Ulyanov (Lenin), 5 Professora Popova str., 197022 St. Petersburg, Russia

Prospects of applying the X-ray method for automated determining the quality of grafted grape material

Increasing the area under grape plantations requires providing the industry with grafted planting material that fully complies with the standard. One of the methods that does not damage the grafted material is X-ray examination. The aim of research was to study the prospects of using the X-ray method for automated quality determination in the production of grafted grape planting material. It is established that using of the X-ray method in comparison with the anatomization of grafted grape seedlings is non-destructive and can be used when choosing a material and its compliance with current standards. When using the methods of X-ray diffraction analysis, it is possible to automate the processes of selecting material for grafting, determining the standard of grafted cuttings after their stratification before nursery planting, as well as determining the technical grade of the already grafted planting material. For this purpose it is necessary to develop the automated sorting line, applying a general concept and principle of operation similar to existing designs for fruits and vegetables to be sorted. Using of this approach will increase the yield of standard grafted cuttings due to the rejection of non-viable eyes of grafted vines, will reveal hidden deviations in the inter-growing of components in the conditions of stratification chamber, as well as will detect necrosis of tissues and trunks in seedlings, impossible to be detected by visual inspection of seedlings. The development of such equipment requires the creation of inspection radiographic series, as well as the development of appropriate software to detecting deviations in the development of vines, grafting eyes, as well as the inter-growth locality of grafting components in the ready seedlings.

Key words: grapes; affinity; fluoroscopy; dark-field radiography; microfocus radiography; survival; quality of seedlings.

Введение

В последние годы в России увеличиваются темпы закладки новых насаждений винограда. В силу почвенных особенностей, а также в связи с необходимостью минимализации негативного влияния на виноградные растения филлоксеры, посадочный материал для закладки промышленных насаждений выращивают в привитой культуре [1]. При этом стоит актуальная проблема опреде-

ления качества посадочного материала по сращиваемости подвойных и привойных черенков между собой в период изготовления и стратификации прививаемых компонентов, а также в условиях открытой виноградной школки [2].

Действующим в Российской Федерации стандартом предусматривается определение качества срастания прямым воздействием вручную на место прививки с целью выявления изъянов в саженцах по круговому срастанию.

Однако такой метод не позволяет выявлять внутренние нарушения анатомической структуры привитых саженцев. Также данный метод занимает достаточно много рабочего времени и не всегда может быть объективным в силу неравномерности усилий, прилагаемых при такой проверке [3, 4].

Детальные методы исследования посадочного материала, применяемые как самые точные в ходе научных исследований, как правило, носят разрушающий характер – анатомирование материала, определение прочности срастания на излом, определение водопроводимости тканей привитых саженцев и др. [5].

В последние годы всё больше распространяется метод неразрушающего исследования биологического материала с применением методов рентгенографии [6, 7]. Использование рентгеновских лучей позволяет изучать материал по всей его глубине, не нарушая его структурности и жизнеспособности. Именно такой метод с применением цифровой программной оценки качества срастания привитого материала винограда может обеспечить увеличение выхода качественного посадочного материала винограда для дальнейшей закладки промышленных насаждений [8, 9].

Цель исследования – изучить перспективы применения метода рентгенографии при автоматизированном определении качества в производстве привитого посадочного материала винограда.

Объекты и методы исследований

Исследования проводились в период 2022–2023 гг. с привитым посадочным материалом винограда, выращенным в условиях открытой виноградной школки в 2022 г.

Рентгенографические исследования проводились на базе ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)» с помощью установки семейства «ПРДУ-2» [10]. Образцы изучались в двух проекциях относительно места расположения омегаобразного выреза в месте прививки (фронтальное и боковое размещение). Визуализация результатов рентгеновской съёмки проводилась в позитивном и негативном виде для более детального их изучения, а также расширения возможностей для последующего описания результатов исследования.

Для подтверждения результатов рентгеновской съёмки с целью правильной интерпретации полученных изображений образцы в последующем анатомировались. Анатомирование осуществлялось в соответствии с ранее разработанной авторами методикой [5] послойно и продольно в месте срастания прививочных компонентов с толщиной среза не более 0,5 мм за каждый срез, начиная от наружной стороны саженца до середины его диаметра с постоянной фотофиксацией. Анатомическая томография проводилась на базе Института «Агротехнологическая академия» ФГАУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского».

Обсуждение результатов

В ходе исследования нами применён сравнительный анализ результатов рентгенологического изучения и анатомирования саженцев винограда, прошедших предварительную сортировку на визуальное соответствие действующему стандарту. При этом установлено, что основные результаты являются относительно сопоставимыми при разрезании саженцев и полученными рентгеновскими снимками. Так, при обследовании стандартных саженцев сорта Эким Кара, привитых на подвое Рипариа х Рупестрис 101-14 (рис.), видно, что ткани между подвойной и привойной частями растения срослись в полной мере, сформировав проводящую систему саженца. При этом отмечены и некротизированные артефакты древесины как у подвойной, так и привойной части, скрытые новыми сформированными в ходе развития саженцев тканями коры и проводящих пучков (рис. 1а). Подобное отображение наблюдается и на рентгеновском снимке (рис. 1б). Также отмечается чёткая полоса разделения древесины подвойной и привойной частей. Затемнение, отмеченное на рентгеновском снимке, связано с уплотнением тканей выше места прививки. При этом древесина у обеих частей растения не смещена по вектору их соединения при машинной прививке и в ходе дальнейшего развития саженца в условиях школки.

Таким образом, без вскрытия и разрушения саженца становится возможным провести обследование качества саженцев винограда при помощи рентгенографического оборудования.

Это свидетельствует о том, что метод рентгенографии является объективным и точным при его использовании как один из неразрушающих методов определения качества посадочного материала.

Учитывая, что само проведение анализа основано на визуальном определении различий интенсивности прохождения рентгеновских лучей сквозь растительный образец в зависимости от плотности тканей, его можно, по нашему мнению, автоматизировать с применением



а) анатомированная часть места спайки саженца



б) рентгенографическая съёмка места спайки саженца

Рис. 1. Сравнение результатов анатомирования (а) и рентгеновской съёмки (б) места спайки саженца винограда привойно-подвойной комбинации Эким Кара на Рипариа х Рупестрис 101-14

компьютерных систем и разработки соответствующего программного обеспечения.

При этом технологический цикл определения качества привитого материала может представлять собой автоматизированную линию, на которую помещаются образцы лоз, прививки после стратификации и финально – саженцы. На этой линии будет размещён блок рентгенографического обследования (инспекции), в котором поточно просвечивается каждый образец и автоматически рассортировывается, направляясь в отдельные в соответствии с технической сортностью ячейки.

В ходе ранее проведённых исследований [10] было установлено, что существует возможность определять жизнеспособность глазков привойной лозы у винограда этим же методом. В случае применения первичной сортировки одноглазковых черенков привоя и удаления нежизнеспособных, соответственно, будет увеличиваться и выход развившихся прививки уже на этапе их сортировки после стратификации.

Естественно, это приведёт к уменьшению необходимой площади стратификационных камер на единицу выхода изготовленных стандартных саженцев, что в свою очередь существенно скажется на затрате ресурсов (энергия, вода, расходные материалы на изоляцию мест прививки, тепло) ещё на этапе изготовления прививок и их стратификации.

Далее подобная сортировка может применяться и при инспекции стратифицированных прививок перед их высадкой в условия открытой виноградной школки, что также может значительно увеличить не только приживаемость саженцев, но также и сократить площадь питомника, поскольку плохо сформировавшиеся каллюзные ткани прививки заведомо удаляются и высаживаться не будут.

Завершающим этапом, как вначале отмечалось, станет определение товарной сортности саженцев винограда на качество срастания и наличия внутренних дефектов в виде некротизаций древесины и прободений тканей сердцевин, что зачастую приводит к последующей гибели саженцев и кустов винограда уже в условиях промышленных насаждений.

Разработка подобного оборудования возможна с применением уже частично готовых решений, применяющихся при сортировке плодов и овощей в промышленных условиях. Существуют сортировочные линии, в которых инспекционные блоки осуществляют сортировку продукции не только по размеру и форме, но также и с применением фотодатчиков и специализированного программного обеспечения определяют равномерность и интенсивность окраски в соответствии с заданными заказчиком параметрами. Для сортировки саженцев, соответственно, можно перенять концепцию поточной работы оборудования, заменив блок фотодатчиков на рентгенографическое оборудование, снабдив его соот-

ветствующей защитой от вредного излучения, а также изменив накопители продукции с водных бассейнов на лотки накопления и автоматической упаковки и последующей маркировки саженцев. Поскольку автоматические линии имеют высокую производительность в сравнении с ручной сортировкой и упаковкой, то данное направление является перспективным для снижения трудоёмкости производства привитого посадочного материала, что приведет к сокращению себестоимости самого технологического цикла.

Выводы

Метод рентгенографии является неразрушающим и как относительно новый может применяться при отборе материала для снижения изменчивости материала и повышения точности и достоверности последующих исследований, а также в производстве.

Показано, что с современным техническим развитием производства существует возможность использования метода рентгенографии при сортировке саженцев на их соответствие стандарту, разработав для этого автоматическую сортировочную линию с применением программного обеспечения на основе нейросетей и искусственного интеллекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Korkutal I., Bahar E., Ozdemir A. Determining the internal connection ratios by MRI and their effects on grafted rooted vine growing features of cvs. Merlot and Syrah. *Erwerbs-Obstbau*. 2018;60(1). DOI 10.1007/s10341-018-0404-8.
2. Indore N., Karunakaran C., Jayas D. Synchrotron tomography applications in agriculture and food sciences research: a review. *Plant Methods*. 2022;18:1-26. DOI 10.1186/s13007-022-00932-9.
3. Tedesco S., Feveiro P., Kragler F., Pina A. Plant grafting and graft incompatibility: A review from the grapevine perspective. *Scientia Horticulturae*. 2022;299:111019. DOI 10.1016/j.scienta.2022.111019.
4. Hu Y., Zhe D., Mahmood A., Buttar N. X-ray computed tomography for quality inspection of agricultural products: A review. *Food Science & Nutrition*. 2019;7:3146-3160. DOI 10.1002/fsn3.1179.
5. Иванченко В.И., Замета О.Г., Потанин Д.В., Зотиков А.Ю., Иванова М.И., Корниенко П.С. Питомниководство. Определение степени аффинитета (совместимости) сорто-подвойных комбинаций у винограда и плодово-ягодных культур: учебное пособие. Симферополь: Полипринт. 2021:1-82.
6. Chen K., Wenting Z., La T., Bastians P., Guo T., Cao C. Microstructure investigation of plant architecture with X-ray microscopy. *Plant Science*. 2021;311:110986. DOI 10.1016/j.plantsci.2021.110986.
7. Duncan K., Czymmek K., Jiang N., Thies A., Topp C. X-ray microscopy enables multiscale high-resolution 3D imaging of plant cells, tissues, and organs. *Plant Physiology*. 2021;188:831-845. DOI 10.1093/plphys/kiab405.
8. Zhang H., He H., Gao Y., Mady A., Filipović V., Dyck M., Lv J., Liu Y. Applications of Computed Tomography (CT) in environmental soil and plant sciences. *Soil and Tillage Research*. 2023;226:105574. DOI 10.1016/j.still.2022.105574.
9. Fernandez R., Le Cunff L., Mériegeaud S., Verdeil J.-L., Perry J., Larignon P., Renault-Spilmont A.-S., Châtelet P., Cardoso M., Goze-Bac C., Moisy C. End-to-end multimodal 3D imaging and machine learning workflow for non-destructive diagnosis of vine trunk diseases. 2022. DOI 10.1101/2022.06.09.495457.
10. Рентгенография в виноградарстве: метод. указания. СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2015:1-53.

Поступила 31.07.2023

© Авторы

УДК 634.83

Керанова Нели Тодорова¹, д-р, гл. ассистент; е-мэйл: nelikeranova@abv.bg;**Емурлова Ферихан Адемова**², ассистент; е-мэйл: ferinceto@mail.bg;**Ройчев Венелин**¹, д-р с.-х. наук, профессор; е-мэйл: roytchev@yahoo.com;**Иванов Ангел Стойчев**², д-р, доцент; е-мэйл: ivanovangel12@yahoo.com¹Аграрный университет, г. Пловдив, Болгария;²Тракийски университет, Стара Загора, г. Пловдив, Болгария

Хранение винограда столовых сортов в холодильной камере

Исследована возможность хранения в холодильной камере винограда четырех столовых сортов – Виктория, Матильда, Палиери и Болгар, выращиваемых в микрорайоне города Пловдива. Установлено, что у всех сортов с увеличением времени пребывания винограда при низкой температуре изменяется большинство ампелографических показателей, связанных со строением и структурой грозди и ягоды. Статистически доказано, что подходящим для хранения является виноград сортов Палиери, Болгар и Матильда, которые характеризуются относительным балансом между качеством в начале и в конце периода хранения в холодильной камере. Виноград раннеспелого сорта Виктория относительно менее подходящий для хранения из-за более сильного негативного влияния низкой температуры на его биометрические характеристики.

Ключевые слова: столовые сорта винограда; виноград; хранение; холодильная камера.

Keranova Neli Todorovna¹, **Emurlova Ferihan Ademova**², **Roychev Venelin**¹, **Ivanov Angel Stoychev**²¹Agricultural University, Plovdiv, Bulgaria;²Trakia University, Stara Zagora, Plovdiv, Bulgaria

Storage of grapes of dessert grape varieties in the refrigerator

The possibility of grape storage of four dessert varieties in refrigerator – 'Victoria', 'Matilda', 'Palieri' and 'Bolgar', grown in the microregion of Plovdiv city, was studied. It was found that in all varieties with prolongation of holding grapes at low temperature, most of ampelographic parameters related to the composition and structure of bunch and berry changed. It was statistically proven that grapes of the varieties 'Palieri', 'Bolgar' and 'Matilda' are suitable for storage. They are characterised by a relative balance between quality at the beginning and end of refrigerator storage period. Grapes of early ripening 'Victoria' are relatively less suitable for storage because of the greater negative effect of low temperature on their biometric characteristics.

Key words: dessert grape varieties; grapes; storage; refrigerator.

Введение

Одним из применяемых современных методов сохранения пищевых и вкусовых качеств винограда различных столовых сортов является хранение в холодильной камере. Этот метод основывается на консервирующем действии умеренно низкой температуры в сочетании с содействующей относительной влажностью и движением воздуха, на обеззараживании помещений и винограда и на отборе сорта, обладающего подходящими сроком созревания и механическими свойствами ягод. Успешное хранение винограда зависит от многих внешних факторов, в том числе от применяемых агротехнических приемов выращивания, а также от ампелографических особенностей сорта [1–5]. В Болгарии до настоящего времени проведено мало исследований, связанных с возможностями хранения винограда разных сортов в условиях охлаждения [6, 7]. При интродукции и селекции новых позднеспелых столовых сортов винограда особенности его хранения составляют важную часть их ампелографической характеристики.

Цель настоящего исследования – установить возможности хранения в холодильной камере винограда четырех столовых сортов, выращиваемых в микрорайоне города Пловдива.

Объекты и методы исследования

В течение двух последовательных лет проведен лабораторный опыт хранения в холодильной камере винограда столовых сортов Виктория (румынская), Матильда, Палиери и Болгар (Карабурну), выращиваемых в ампелографической коллекции Аграрного университета в городе Пловдиве. В начале месяца октября было собрано по 3 кг винограда каждого сорта, который без предварительной обработки поместили в холодильную камеру, при температуре от 4 до 6 °С и относительной влажности воздуха 80–90 %. Были соблюдены все требования к проведению дезинфекции среды. Воздух в холодильной

камере несколько раз дезинфицировали сжиганием серы. На протяжении следующих трех месяцев – ноября, декабря и января, от каждого сорта отбирали по пробе винограда в трех повторениях и проводили механический анализ [8]. Определен ряд показателей структуры грозди и ягоды – масса грозди, длина и ширина грозди, процент гребней и ягод в грозди, мезокарпий ягоды, массовая концентрация сахаров и титруемых кислот и другие, указанные в таблицах.

Для исследования влияния сорта и продолжительности хранения винограда на его ампелографические характеристики были применены двухфакторный дисперсионный анализ и тест Duncan для оценки различий при уровне статистической значимости 0,05. Статистическую обработку данных проводили с помощью статистического программного продукта IBM SPSS Statistics 24 [9, 10].

Обсуждение результатов

Результаты, представленные в табл. 1 показывают, что срок хранения винограда оказывает влияние на показатели масса пробы, длина и ширина грозди, процент гребней и ягод в грозди, мезокарпий ягоды, титруемые кислоты, процент нормальных, горошашихся, увяленных. Ампелографические особенности сорта тоже имеют значение для некоторых из исследуемых характеристик: длины, ширины и массы грозди, процента гребней и ягод, массы 100 ягод, процента кожиц, семян, мезокарпия, сахаров и титруемых кислот, а также сказываются на проценте нормальных, горошашихся, увяленных. Математически доказано комплексное влияние срока и сортовых особенностей на качество винограда после хранения в холодильной камере.

У всех исследуемых сортов с увеличением времени пребывания винограда в холодильной камере статистически доказана естественная убыль массы пробы (табл. 2). Эта потеря у раннеспелых сортов Виктория и Матильда составила соответственно –8,67 и –6,00 %, а у

Таблица 1. Влияние срока хранения на характеристики винограда исследуемых сортов

Фактор	Масса пробы, кг	Длина грозди, см	Ширина грозди, см	Масса грозди, г	Гребни, %	Ягоды, %	Масса 100 ягод, г	Кожицы, %
Срок	0,000	0,005	0,004	0,711	0,003	0,003	0,759	0,107
Сорт	0,432	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Срок и сорт	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Фактор	Семена	Мезокарпий	Сахара	Титруемые кислоты	Нормальные ягоды	Горошачиеся ягоды	Загнившие ягоды	Увяленные ягоды
Срок	0,106	0,001	0,216	0,019	0,000	0,000	0,000	0,000
Сорт	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,013	0,037	0,020
Срок и сорт	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Примечание: Уровень статистической значимости 0,05

Таблица 2. Сравнительная оценка между исследуемыми сортами винограда по ампелографическим показателям грозди и ягоды

Сорт	Срок хранения, месяц	Масса пробы, кг	Длина грозди, см	Ширина грозди, см	Масса грозди, г	Гребни, %	Ягоды, %	Масса 100 ягод, г	Кожицы, %
Виктория	Октябрь	3,000 ^a	21,60 ^a	10,10 ^{bc}	500 ^a	0,905 ^{ef}	99,095 ^e	699 ^d	6,310 ^d
	Ноябрь	2,870 ^c	20,90 ^b	10,05 ^{bc}	478,5 ^c	0,850 ^f	99,150 ^d	691 ^d	6,720 ^c
	Декабрь	2,795 ^d	19,50 ^{de}	9,70 ^d	465,5 ^e	0,775 ^g	99,225 ^c	639 ^e	7,075 ^b
	Январь	2,740 ^f	19,10 ^g	9,55 ^e	457 ^f	0,745 ^h	99,255 ^c	625 ^f	7,270 ^a
	В среднем ± SEM	2,851±0,03	20,28±0,31	9,86±0,08	475,25±4,9	0,819±0,02	99,181±0,02	663,5±9,9	6,84±0,11
Матильда	Октябрь	3,000 ^a	20,75 ^b	10,95 ^a	500 ^a	1,145 ^b	98,855 ⁱ	533 ^g	4,275 ^m
	Ноябрь	2,920 ^b	20,15 ^c	10,90 ^a	486,5 ^c	1,085 ^c	98,915 ^h	528,5 ^{gh}	4,280 ^m
	Декабрь	2,855 ^c	19,35 ^{ef}	10,10 ^{bc}	472,5 ^d	1,005 ^d	98,995 ^g	502,5 ^{ij}	4,910 ^l
	Январь	2,820 ^d	19,10 ^g	9,80 ^d	470 ^d	0,990 ^{de}	99,010 ^g	497 ⁱ	5,120 ^k
	В среднем ± SEM	2,898±0,02	19,84±0,20	10,44±0,16	482,25±3,7	1,056±0,02	98,944±0,02	515,25±4,88	4,646±0,11
Палиери	Октябрь	3,000 ^a	18,15 ^h	9,55 ^e	333 ^k	1,305 ^a	98,720 ^j	826,5 ^a	5,145 ^k
	Ноябрь	2,905 ^b	17,65 ⁱ	9,35 ^f	322,5 ^l	1,280 ^a	98,695 ⁱ	821 ^a	5,200 ^j
	Декабрь	2,855 ^c	17,15 ^j	8,00 ^g	317,5 ^m	1,100 ^{bc}	98,900 ^{hi}	803 ^b	5,690 ^{gh}
	Январь	2,805 ^e	16,95 ^j	7,85 ^g	311,5 ⁿ	1,030 ^d	98,970 ^g	777,5 ^c	5,915 ^f
	В среднем ± SEM	2,891±0,02	17,48±0,14	8,69±0,23	321,1±2,3	1,178±0,04	98,821±0,04	807,0±5,85	5,490±0,1
Болгар	Октябрь	3,000 ^a	19,70 ^d	10,25 ^b	429 ^g	0,995 ^{de}	99,005 ^g	538,5 ^g	5,540 ⁱ
	Ноябрь	2,915 ^b	19,15 ^{fg}	10,05 ^c	416 ^h	0,950 ^{ef}	99,050 ^f	534,5 ^g	5,635 ^h
	Декабрь	2,865 ^c	18,85 ^g	10,00 ^c	409,5 ⁱ	0,630 ⁱ	99,370 ^b	519,5 ^h	5,730 ^g
	Январь	2,815 ^d	18,45 ^h	9,75 ^d	402 ⁱ	0,575 ^j	99,425 ^a	508 ⁱ	6,015 ^e
	В среднем ± SEM	2,898±0,02	19,04±0,51	10,01±0,06	414,1±3	0,787±0,06	99,213±0,06	525,1±3,8	5,730±0,05
В среднем SEM	2,885±11,8	19,16±0,17	9,75±0,12	423,19±9,6	0,960±0,03	99,04±0,03	627,72±17,53	5,68±1,12	

Примечание: SEM – Standart Error of Means; a, b, c, ... – статистически доказанные различия при уровне статистической значимости 0,05

среднезрелого Болгара и позднезрелого Палиери –6,17 и –6,50 %. С увеличением периода хранения длина (от –6,35 до –11,57 %), ширина (от –4,88 до –17,80 %), масса грозди (от –6,00 до –8,60 %) и процент массы гребней (от –13,54 до –42,21 %) у всех сортов уменьшаются, а относительно увеличивается процент массы ягод (от +0,16 до +0,42 %). Масса 100 ягод тоже уменьшается, причем у сорта Палиери она составляет 826,5 г в начале и 777,5 г (–5,93 %) в конце хранения. У сорта Виктории значения этого же показателя снижаются с 699 г в октябре до 625 г (–10,59 %) в январе. Относительно ниже эти значения у Болгара (–5,66 %) и Матильды (–6,75 %), но тенденция потери массы сохраняется. Процент массы кожицы увеличивается больше всего у Виктории – с 6,310 до 7,270 % (+15,21 %), а меньше всего у Матильды – с 4,275 до 5,120 % (+19,76 %).

Статистически доказано, что процент массы семян увеличивается у всех сортов с увеличением периода хранения винограда (табл. 3). Наименьшие значения этого

показателя у сортов Виктория – 0,50 % и Палиери – 0,99 %, которые в конце исследования достигают 1,03 % (+106 %) и 1,42 % (+43,43 %). Процент массы мезокарпия в ягодах снижается у всех сортов, причем меньшее значение в январе у Виктории – 91,70 % (–1,60 %), а большее у Палиери – 92,67 % (–1,28 %). С увеличением срока хранения винограда относительно возрастает содержание массовой концентрации сахаров у всех исследуемых сортов. В начале экспериментальной работы высокое содержание сахаров отмечено в винограде сорта Болгар – 18,50 %, причем в конце января их уровень достигает 19,65 % (+6,22 %). У сорта Палиери содержание сахаров меняется с 15,15 % в октябре, до 15,90 % в январе (+4,95 %). Содержание титруемых кислот у всех сортов увеличивается, при этом у Палиери в конце периода оно достигает самого большого значения – 4,34 г/дм³ (+3,58 %). Процент нормальных (по форме и размерам) и горошачиеся ягод уменьшается (с – 5,44 до –9,99 % и с 33,38 до 87,33 %), а процент загнивших и увяленных ягод в конце периода значительно

Таблица 3. Сравнительная оценка между исследуемыми сортами винограда по ампелографическим показателям грозди и ягоды

Сорт	Срок хранения, месяц	Семена, %	Мезокарпий, %	Сахар, %	Титруемые кислоты, г/дм ³	Нормальные ягоды, %	Горошашиеся ягоды, %	Загнившие ягоды, %	Увяленные ягоды, %
Виктория	Октябрь	0,50 ^l	93,19 ^{bc}	16,20 ^{fg}	3,38 ⁱ	91,88 ^b	7,19 ^b	0,84 ^g	0,10 ^l
	Ноябрь	0,53 ^l	92,76 ^{cd}	16,45 ^{ef}	3,48 ^h	88,96 ^d	5,06 ^c	6,07 ^f	0,19 ^{hi}
	Декабрь	0,91 ^k	92,02 ^{ef}	17,05 ^d	3,85 ^e	87,12 ^e	5,03 ^d	7,35 ^e	0,21 ^{hi}
	Январь	1,03 ^j	91,70 ^f	17,30 ^{cd}	3,95 ^d	85,80 ^f	4,79 ^{de}	8,13 ^d	1,01 ^e
	В среднем±SEM	0,74±0,07	92,42±0,18	16,75±0,15	3,66±0,07	88,44±0,71	5,52±0,3	5,59±3,00	0,38±0,11
Матильда	Октябрь	1,60 ^f	94,04 ^a	16,35 ^{ef}	3,22 ^j	88,65 ^d	10,23 ^a	0,95 ^g	0,18 ^{hi}
	Ноябрь	1,68 ^e	93,10 ^{bc}	16,60 ^e	3,24 ^j	86,98 ^e	2,47 ^e	10,07 ^c	0,49 ^f
	Декабрь	1,99 ^b	92,75 ^{cd}	17,10 ^d	3,62 ^g	82,03 ^g	2,22 ^e	14,47 ^a	1,61 ^b
	Январь	2,13 ^a	92,63 ^{cde}	17,50 ^c	3,68 ^f	80,43 ^h	1,90 ^f	15,31 ^a	2,04 ^a
	В среднем±SEM	1,85±0,07	93,13±0,24	16,88±0,14	3,44±0,06	84,52±1,04	4,20±1,06	10,20±1,73	1,08±0,23
Палиери	Октябрь	0,99 ^j	93,87 ^a	15,15 ^j	4,19 ^c	92,20 ^{ab}	6,99 ^b	0,73 ^g	0,09 ⁱ
	Ноябрь	1,05 ^j	93,74 ^b	15,35 ^{ij}	4,22 ^c	88,69 ^d	1,61 ^{fg}	10,04 ^c	0,25 ^h
	Декабрь	1,29 ^h	93,02 ^c	15,65 ^{hi}	4,29 ^b	85,05 ^f	1,53 ^{gh}	13,06 ^b	0,37 ^g
	Январь	1,42 ^g	92,67 ^{cde}	15,90 ^{gh}	4,34 ^a	82,99 ^g	1,03 ^{ij}	14,20 ^a	1,21 ^d
	В среднем±SEM	1,18±0,05	93,32±0,15	15,51±0,11	4,26±0,02	87,23±1,07	2,79±0,74	9,50±1,60	0,48±0,13
Болгар	Октябрь	1,63 ^f	92,83 ^{cd}	18,50 ^b	3,06 ^k	93,32 ^a	5,92 ^c	0,73 ^g	0,09 ⁱ
	Ноябрь	1,69 ^e	92,68 ^{cd}	18,60 ^b	3,10 ^k	93,05 ^a	1,26 ^{gh}	6,07 ^f	0,18 ^{hi}
	Декабрь	1,74 ^d	92,53 ^{de}	19,50 ^a	3,47 ^h	90,76 ^c	1,17 ^{hi}	8,08 ^{de}	0,42 ^{fg}
	Январь	1,80 ^c	92,19 ^{ef}	19,65 ^a	3,62 ^g	88,24 ^d	0,75 ⁱ	9,05 ^{cd}	1,45 ^c
	В среднем±SEM	1,72±0,02	92,56±0,07	19,06±0,16	3,31±0,07	91,34±0,64	2,27±0,64	5,98±0,98	0,62±0,16
В среднем±SEM	1,37±0,07	92,85±0,10	17,05±0,20	3,67±0,06	87,88±0,56	3,70±0,40	7,82±0,72	0,62±0,09	

Примечание: SEM – Standart Error of Means; a, b, c, ... – статистически доказанные различия при уровне статистической значимости 0,05

выше по сравнению с их начальными значениями.

Наименьшее количество загнивших ягод в январе у сорта Виктория – 8,13 %, а наибольшее – 15,31 % у Матильды, что означает, что виноград этого сорта неподходящий для более продолжительного хранения в холодильной камере.

Из тенденций изменения характеристик грозди и ягоды, представленных в табл. 2 и 3, следует, что подходящими для хранения являются сорта винограда Палиери, Болгара и Матильды. Они характеризуются относительным балансом между качеством в начале и в конце периода хранения в холодильной камере. Виноград раннеспелого сорта Виктория сравнительно менее подходящий для хранения из-за более значительного снижения первоначальных уровней основных ампелографических показателей после воздействия низкой температуры.

Выводы

У всех исследуемых сортов (Виктория, Матильда, Палиери и Болгара) с увеличением времени пребывания винограда в холодильной камере из показателей, связанных со строением и структурой грозди, уменьшаются значения массы пробы, длины, ширины и массы грозди, процента гребней и массы 100 ягод, а относительно увеличивается процент ягод. Из показателей строения, структуры и химического состава ягоды в процессе хранения винограда возрастают значения процента кожиц, семян, сахаров и количество титруемых кислот, а снижается процент мезокарпия. Нормальных и горошашихся ягод становится меньше, а увяленных – больше.

Срок хранения винограда оказывает влияние на изменение следующих показателей: массы пробы, длины и ширины грозди, процента гребней и ягод в грозди, мезокарпия ягоды, титруемых кислот, процента нормальных, горошашихся, увяленных ягод. Сортная специфика тоже имеет значение для динамики изменения длины,

ширины и массы грозди, процента гребней и ягод, массы 100 ягод, процента кожиц, семян, мезокарпия, сахаров и титруемых кислот, а сказывается также на проценте нормальных, горошашихся, увяленных ягод. Комплексное взаимодействие факторов срока и сорта оказывает статистически значимый эффект на все включенные в исследование показатели.

Статистически доказано, что подходящим для хранения является виноград сортов Палиери, Болгара и Матильды, о чем свидетельствуют значения большинства исследуемых агробиологических и технологических показателей грозди и ягоды. Виноград раннеспелого сорта Виктория относительно менее подходящий для хранения из-за более сильного негативного влияния низкой температуры на его биометрические характеристики и качество.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Беленко Е.Л., Левченко С.В., Студенникова Н.Л., Кузнецова Э.И. Влияние замораживания и хранения винограда на качество его ягод. Виноград и вино России. 1998;3:44-45.
- Малюганова О.В. Сохранение качества винограда при разных способах хранения. Виноград и вино России. 2001;2:30-31.
- Поталенко А.Ю., Наумова Л.Г., Гапонова Т.В. Хранение столового винограда в зависимости от его сортовых особенностей. Виноделие и виноградарство. 2004;3:38-39, 56.
- Burger D.A., Taylor M.A., Jacobs G., Huysamer M. Influence of harvest maturity on quality of cold stored *Vitis vinifera* L. cv. «Thompson Seedless» and «Red Globe» table grapes, with special reference to berry split. S. Afr. J. Plant and Soil. 2005;22(1):55-58.
- Магомедов М.Г. Биологические особенности грозди как основа технологии хранения и транспортировки винограда. Виноград и вино России. 1997;2:22-28.
- Панталеев П.Г. Съхраняване на десертно грозде при хладилни условия. Лозарство и винарство. 1958;3:21-24.
- Фикин А., Гегов Я., Калинов В., Кандева Р. Технология на хладилно съхраняване на десертно грозде. София: Земиздат. 1972.
- Българска Ампелография. Обща Ампелография. София. 1990;1:1-296.
- Field A. Discovering statistics using SPSS, SAFE. London. 2000:1-347.
- Landau S., Everitt B. A handbook of statistical analyses using SPSS. London: Charman & Hall/CRC. 2004:1-137.

Получена 21.07.2023 г.

© Авторы

УДК 378:63

Лемещенко Владимир Владимирович, д-р вет. наук, профессор, директор; е-мейл: lemeshenko@mail.ru;**Гербер Юрий Борисович**, д-р техн. наук, профессор, зам. директора по учебной работе; е-мейл: gerber_1961@mail.ru;**Головченко Инна Владимировна**, вед. специалист по учебно-методической работе; е-мейл: innes29@mail.ru

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

Инновационные методы организации высшего агротехнологического образования

В статье описывается образовательная деятельность, проводимая Агротехнологической академией Крымского федерального университета, которая направлена на создание максимальных возможностей для будущих специалистов. Агротехнологическая академия Крымского федерального университета является центром подготовки специалистов для АПК Крыма и юга России. Она успешно адаптируется к новым условиям в современной России, обучение ориентировано на практику и предпринимательство. В академии реализуется проектная деятельность, направленная на приобретение студентами практического опыта по направлению «Агробизнес». Образовательная деятельность академии направлена на приобретение будущими специалистами компетенций для трудоустройства, адаптации к условиям рынка труда, получения дополнительных знаний и повышения квалификации в любое время.

Ключевые слова: высшее образование; компетенция; подготовка специалистов для АПК; профиль подготовки; укрупненная группа; индивидуальные образовательные траектории; практикоориентированное обучение; предпринимательские компетенции.

Lemeshchenko Vladimir Vladimirovich, Gerber Yuriy Borisovich, Golovchenko Inna Vladimirovna

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

Innovative methods of organizing higher agrotechnological education

The article describes the educational activity at Agrotechnological Academy of the Crimean Federal University, aimed at creating maximum capabilities for future specialists. Agrotechnological Academy of the Crimean Federal University aims at training professionals for agro-industrial complex of Crimea and South Russia. The Academy is successfully adapted to new conditions of contemporary Russia, the educational activity focuses on practice and business. At the Academy, the project activity provides students with the opportunity to get practical experience in Agribusiness. Obtaining competences for the employment of future specialists, their adaptation for the conditions of labour market, additional knowledge and advanced professional development at any time are the cornerstones in educational activity of the Academy.

Key words: higher education; competency; training of specialists for agro-industrial complex; training profile; enlarged group; individual educational trajectories; practice-oriented education; business competencies.

Введение

На фоне колоссальных социальных сдвигов высшее образование в Крыму за последние годы также изменилось, претерпев коррекцию путем не только привитой в украинский период Болонской системы, но и новыми реалиями жизни в современной России [1]. При этом Агротехнологическая академия сохраняет определенную стабильность, успешно адаптируясь к новым условиям жизни. Одной из главных причин такой жизнеспособности в современном социуме является отработанная столетием система целеполагания, которую стратегически формирует в настоящее время Агротехнологическая академия в составе Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского [2].

Цель проводимой реорганизации учебного процесса: организация практикоориентированного обучения по направлениям подготовки агротехнологического профиля; предоставление практических компетенций будущим специалистам АПК, сближение высшего аграрного образования с реальным сектором агропромышленного комплекса [3].

Объекты и методы исследований

Объектом исследований является совместная (университет+профильное предприятие АПК) подготовка высококвалифицированных специалистов, адаптированных к современным условиям производства.

Методы исследований: статистический сравнительный анализ показателей успеваемости групп студентов, проходящих обучение в условиях производства, с уровнем контрольной группы, обучающейся по обычной программе.

Сегодня Агротехнологическая академия – это центр подготовки специалистов для АПК Крыма, юга России. В Академии будущие специалисты получают компетенции по 8-ми бакалаврским программам, 7-ми магистерским, и программе специалитета по ветеринарии.

В перспективе – открытие новых профилей подготовки в рамках аккредитованных направлений и укрупненных групп, в том числе авторское виноделие, технология производства эфиромасличной и парфюмерно-косметической продукции (направление: продукты питания из растительного сырья); а также биотехнологии в АПК, организация производства и обслуживания в индустрии питания (укрупненная группа: промышленная экология и биотехнология); авторское сыроделие (направление: продукты питания животного происхождения).

Большое внимание в учебном процессе академии уделяется организации предпринимательской деятельности в агропромышленном комплексе как ответу на современные требования в АПК, где свой сектор устойчиво занимают крестьянско-фермерские (КФХ) и личные подсобные хозяйства (ЛПХ) [4].

Кроме того, в рамках актуализации направления «Агрономия» намечается взаимодействие с институтом экономики и управления КФУ и создание кафедры агробизнеса. Это позволит более эффективно работать над комплексными экономически обоснованными технологическими решениями производства и переработки сельскохозяйственной продукции, повышения уровня экономической подготовки будущих специалистов АПК [5].

Один из возможных подходов к решению актуальных

проблем в области современного образования – это последовательное внедрение свободного образования, основанного на распределительных требованиях [6]. Этот процесс может начаться с ограниченного числа специализаций в рамках более широких групп направлений подготовки. Обучающимся необходимо предоставить больше возможностей выбора не только в рамках ядра учебной программы, но и в вариативной части, которая может быть дискретной и учитывать технологизацию всех практических процессов и информационную открытость [7]. В бакалавриате, как в кузнице товаропроизводителей, студенты должны быть более ограничены в выборе направлений и дисциплин, что обусловлено более жесткой регулятивной сферой реального производства, такой, например, как сельское хозяйство. Однако здесь могут помочь ранее трансформированные и созданные программы дополнительного профессионального образования, а также запросы реального сектора экономики региона [8].

Расширение ассортимента образовательных продуктов и диверсификация формы представления обучающих программ могут быть реализованы в рамках развития Интернет-революции, позволяя вывести на рынок не только онлайн-форматы подготовки специалистов различных профилей, но и механизмы управления личными образовательными траекториями для сторонних обучающихся, не являющихся студентами университета, и его разовых потребителей [9].

В основном направлении деятельности – образовательном процессе – намечена принципиальная реорганизация, в частности, переход на индивидуальные образовательные траектории, формирование которых предполагает тесную взаимосвязь университета с работодателем и конкретным студентом – будущим специалистом производства. Индивидуальная образовательная траектория может предполагать:

- углубление знаний по основной специальности (направлению подготовки);
- расширение своего познания путем формирования набора дисциплин по различным смежным областям знаний (мозаика);
- расширение области знаний путем изучения блока дисциплин по интересующему направлению: экономика, экология, юриспруденция, предпринимательство.

Объем формируемой совместно с работодателем вариативной части учебного плана составляет 30 % от общего бюджетного времени учебного плана, установленного федеральным образовательным стандартом (самостоятельно устанавливаемым образовательным стандартом университета).

Следующий основной образовательный акцент – практикоориентированность обучения. Принимая во внимание один из главных тезисов Правительства РФ по развитию современного образования – практическое обучение – мы делаем упор на предоставление студентам материально-технических условий освоения практических компетенций в соответствующих подразделениях учебно-технологического комплекса университета. Это животноводческая ферма, цех переработки молока и производства молочной продукции, опытное поле [10].

С ведущими предприятиями агропромышленного комплекса (АПК) заключаются договоры «О практическом обучении», направленные на обучение студентов (групп) в условиях производства в течение не менее одного семестра. В рамках этого обучения студенты имеют возможность удаленно прослушивать лекции специалистов

кафедры, а также изучать темы лабораторных и практических занятий под руководством как профессорско-преподавательского состава кафедры, так и специалистов производства. Для интеграции данного контента в учебный план образовательной программы подготовки вносятся соответствующие коррективы.

В связи со всем вышесказанным основной задачей профессорско-преподавательского состава, руководства Академии и Университета в целом является совместная работа с предприятиями по заключению договоров о целевом обучении студентов по направлениям, аккредитованным в Академии.

Важнейшим направлением дальнейшей актуализации аграрного образования в современных условиях, на наш взгляд – предоставление возможности обучающимся – будущим выпускникам освоения во время обучения в Университете предпринимательских компетенций. В связи с этим приоритетной становится проектная деятельность – форма организации обучения, направленная на получение практического опыта по направлению «Агробизнес».

Цель агробизнес-образования в Крыму – подготовка и вовлечение молодых квалифицированных кадров для развития республики Крым как региона продовольственной безопасности России. Задача такой деятельности – предоставить возможность студенту решить какую-либо конкретную задачу в сфере аграрного производства, с которой он столкнется после окончания университета [11].

Реализация проектной деятельности осуществляется путем проектной деятельности студентов в рамках образовательного процесса, направленной как на формирование определенных компетенций, так и на формирование способности к проектной деятельности как таковой, а также совместным участием преподавателей и студентов в реализации грантов, профильных агро-проектов, в том числе на коммерческой основе [12].

Модули по агробизнесу включаются в отдельные предметы, блоки дисциплин, элективные курсы в рамках дополнительного образования на базе Академии. Кроме того, предусмотрены курсы повышения квалификации педагогических кадров по агробизнесу.

Обсуждение результатов

Итогом проектной деятельности студентов является реализация бизнес-проекта и возможность открытия собственного бизнеса после окончания обучения.

Результат предлагаемых изменений в образовательные программы иллюстрируется на конкретном примере – практическом обучении будущих технологов виноделия в рамках ПАО «Массандра». Учебный процесс организуется следующим образом: группа студентов от 5 до 10 человек обучается на производстве в течение семестра, сроки которого согласовываются с предприятием. Лекционные занятия проводятся дистанционно профессорско-преподавательским составом кафедры, при этом учитывается специфика занятий и имеется необходимое техническое обеспечение. В период пандемии был накоплен опыт организации обучения в таком формате. Начало реализации проекта – в 2022–2023 учебном году (табл.).

Выводы

Образовательная деятельность Агротехнологической академии Крымского федерального университета направлена на создание максимальных возможностей для приобретения будущими специалистами компетенций для трудоустройства по выбранному направлению подготовки, адаптации к условиям рынка труда, получения

Таблица. О соответствии сроков прохождения практики по учебным планам потребности предприятия

Наименование филиала	Количество студентов на практике		Период прохождения		Возможность предоставления общежития	Примечание
	по запросу	по учебным планам	по запросу	по учебным планам		
«Приветное»	20	27	01.07.22-31.08.22	11.07.22-24.07.22	Предоставляется	Необходим медосмотр
«Малореченское»	20	27	10.06.22-30.10.22	04.07.22-17.07.22	Предоставляется	Необходим медосмотр
«Судак»	8	8	23.05.22-30.06.22	16.06.22-25.06.22	Предоставляется	Необходим медосмотр
«Судак»	15	16	01.09.22-31.10.22	16.06.22-25.06.22	Предоставляется	Необходим медосмотр
«Гурзуф»	10	15	16.05.22-31.08.22	16.06.22-25.06.22	Предоставляется	Необходим медосмотр
«Алушта»	15-20	28	01.09.22-30.10.22	13.06.22-25.06.22	Предоставляется	Необходим медосмотр

дополнительных знаний и повышения квалификации в любое время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Польшакова Н.В., Александрова Е.В. Аграрное образование: вчера и сегодня // Современные наукоемкие технологии. 2021;11(2):396-401.
2. Обьедкова Л.В., Опейкина Т.В. Аграрное образование в России: проблемы и современные тренды // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. 2018;1(27):124-130.
3. Опейкина Т.В., Обьедкова Л.В. Перспективы развития системы обучения квалифицированных кадров для аграрного сектора (на примере Волгоградской области) // Научно-аграрный журнал. 2017;2:59-63.

4. Оптимизация системы аграрного образования. <http://www.mcx.ru/news/news/show/8242.355.htm> (дата обращения 23.01.2015).

5. Официальный интернет-портал федеральной служба государственной статистики. <http://www.gks.ru/> (дата обращения 23.11.2017).

6. Польшакова Н.В., Александрова Е.В. Аграрное образование: вчера и сегодня // Современные наукоемкие технологии. 2021;11(2):396-401.

7. Гаг А.В., Нарзулаев С.Б. Модернизация аграрного профессионального образования в современных условиях // МНКО. 2019;6(79):130-132.

8. Александрова Е.В., Польшакова Н.В. Модульная технология обучения в аграрном университете как одно из требований современности // Ученые записки Орловского государственного университета. 2019;3(84):201-204.

9. Рейтинг мировых университетов QS 2022. <https://academia.interfax.ru/ru/analytics/research/6665/> (дата обращения 20.09.2021).

10. Шевченко А.В., Мещеряков Р.В., Мигачев А.Н. Обзор состояния мирового рынка робототехники для сельского хозяйства. Ч. 1. Беспилотная агротехника // Проблемы

управления. 2019;5:3-18.

11. Орлова Н.В., Николаев Д.В., Серова Е.В. Аграрное образование в контексте перехода к АПК 4.0. Анализ международного опыта. Рекомендации для России: доклад к XXII Агр. междунар. науч. конф. по проблемам развития экономики и общества. Москва. 2021:78. <https://conf.hse.ru/mirror/pubs/share/465307118.pdf> (дата обращения 20.09.2021).

12. Организационно-экономический механизм формирования инновационной среды в АПК: анализ. обзор. М.: ФГБНУ «Росинформагротех». 2020:1-112.

Поступила 07.07.2023 г.

© Авторы

UDC 634.8:631.532/535

Melyan Gayane Hrant^{1,2}, Sahakyan Narek Aghvan¹, Dangyan Kima Seryosha¹, Asatryan Samvel Simon³, Martirosyan Yuri Tsatur^{4,5}, Barsegyan Andranik Hakob¹¹Scientific Center of Agrobiotechnology, branch of Armenian National Agrarian University (ANAU), 1 Isi Le Mulino str., 1101 Etchmiadzin, Armenia;²Institute of Molecular Biology of the National Academy of Sciences, 7 Hasratyan str., 0014 Yerevan, Armenia;³Armenian National Agrarian University (ANAU), 74 Teryan str., Yerevan, Armenia;⁴All-Russian Research Institute of Agricultural Biotechnology of the RAS, 42 Timiryazevskaya str., 127550 Moscow, Russia;⁵N.M. Emanuel Institute of Biochemical Physics of the RAS, 4 Kosygina str., 119334 Moscow, Russia

Clonal micropropagation of the grape rootstock cultivar Kober 5BB

*In this study, a procedure for micropropagation of healthy planting material of grapevine phylloxera resistant rootstock cultivar Kober 5BB (*Vitis berlandieri* × *Vitis riparia*) has been developed. Sodium hypochloride (1.0 %) at a 15 min exposure time was the optimum sterilization regime of explants. The results showed that shoot proliferation occurred from nodal explants on Murashige and Skoog (MS) basal medium containing 2.0 % sucrose supplemented with various concentrations of 6-benzylaminopurine (BAP), Kinetin (Kin) and 1.0 mg L⁻¹ Gibberellic acid (GA₃). The combination of 1.0 mg L⁻¹ BAP and 1.0 mg L⁻¹ GA₃ was the most effective for shoot regeneration. The highest rooting (100 %) was observed MS/2 medium containing 0.5 mg L⁻¹ IAA (3-Indole Acetic Acid) + 0.5 mg L⁻¹ IBA (Indole-3-Butyric Acid). The rootstock cultivar Kober 5BB was the most efficiently maintained in MS/2 medium contained 30 g L⁻¹ of sucrose and cultured at room temperature of 18±1 °C with 12 hours light/dark photoperiod provided by white fluorescent lamps at a light intensity of 2000 lux. Well rooted *in vitro* plants were acclimatized with 87.0 % survival rate in plastic pots containing a mixture of forest soil, perlite, peat in a ratio of 1:1:1, and showed the best vegetative growth.*

Key words: *in vitro* conservation; regeneration; plant growth regulators; phylloxera resistant rootstock.

Мелян Гаяне Грантовна^{1,2}, канд. биол. наук, заместитель директора научного центра агроботехнологий;
е-мэйл: gmggmg65@mail.ru;

Саакян Нарек Агванович¹, науч. сотр.; е-мэйл: narek.sahakyan1982@gmail.com;

Дангян Кима Сережаевна¹, науч. сотр.; е-мэйл: agrobioacca@mail.ru;

Асатрян Самвел Симонович³, науч. сотр.; е-мэйл: samvel.asatryan.96@gmail.com;

Мартirosян Юрий Цатурович^{4,5}, канд. биол. наук, заведующий отделом аэропных технологий растениеводства;

⁵заведующий лабораторией биохимической физики и инженерии метаболизма растений; е-мэйл: yumart@yandex.ru;

Барсегян Андраник Анопович¹, канд. биол. наук, ст. науч. сотр.; е-мэйл: anbars48@rambler.ru

¹Научный центр агроботехнологии, филиал Национального аграрного университета Армении (НАУА), Армения, 1101, Эчмиадзин, ул. Иси-Ле-Мулино, д. 1;

²Институт молекулярной биологии (ИМБ) Национальной академии наук Республики Армения (НАН РА), Армения, 0014, Ереван, ул. Асратян, д. 7;

³Национальный аграрный университет Армении (НАУА), Армения, Ереван, ул. Теряна, д. 74;

⁴Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии, Россия, 127550, Москва, ул. Тимирязевская, д. 42;

⁵Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН, Россия, 119334, Москва, Косыгина, д. 4

Клональное микроразмножение подвойного сорта Кобер 5ББ

*В данном исследовании была разработана процедура микроразмножения оздоровленного посадочного материала устойчивого к филлоксере подвоя винограда Кобер 5ББ (*Vitis berlandieri* × *Vitis riparia*). Наиболее оптимальным режимом для стерилизации эксплантов была признана обработка 1,0 % водным раствором гипохлорида натрия, при времени экспозиции 15 мин. Результаты показали, что пролиферация побегов происходила из узловых эксплантов, на базальной среде Мурасиге и Скуга (MS), содержащей 2,0 % сахарозы, с добавлением различных концентраций 6-бензиламинопурина (BAP), кинетина (Kin) и 1,0 мг/л¹ гибберелловой кислоты (GA₃). Для регенерации побегов наиболее результативным оказалось сочетание MS с 1,0 мг/л¹ BAP и 1,0 мг/л¹ GA₃. Максимальный ризогенез, до 100 %, наблюдался на среде ½ MS, содержащей 0,5 мг/л¹ ИУК (3-индоллилуксусная кислота) + 0,5 мг/л¹ ИМК (3-индоллилмасляная кислота). Подвойный сорт Кобер 5ББ наиболее эффективно культивировали на среде 1/2 MS, содержащей 30 г/л¹ сахарозы, при температуре 0 °C. Фото-период составлял 12 часов, освещение – белые люминесцентные лампы, интенсивность света 2000 люкс. Хорошо укоренившиеся *in vitro* растения акклиматизировались, с приживаемостью 87,0 %, в пластиковых сосудах, содержащих смесь лесной земли, перлита, торфа в соотношении 1:1:1, и показали наилучший вегетативный рост.*

Ключевые слова: сохранение *in vitro*; регенерация; регуляторы роста растений; филлоксероустойчивый подвой.

Introduction

Viticulture is one of the priority sub-branches of Armenian agriculture. One of the main threats in viticulture is a wide range of pathogens and pests that can affect the grapevine causing different degrees of damage to the grapes.

Since 2009, phylloxera has been confirmed in Armenia's main viticultural zone, the Ararat Valley, and unfortunately the infection has been expanding, thus the use of phylloxera-resistant rootstocks is becoming increasingly important in Armenia.

Grapevine phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae* Fitch, *Homoptera: Phylloxeridae*) is a worldwide pest that feeds on roots and leaves of susceptible cultivars of *Vitis* ssp. causing tremendous damage in viticulture [8].

The most common approach to control phylloxera worldwide is the use of phylloxera resistant rootstocks onto which *V. vinifera* cultivars are grafted.

Viruses and phytoplasmas are considered to be the most destructive pathogens of grapevines, causing heavy losses in crop yield and quality, shortening the productive life of vineyards.

Viruses cause both graft incompatibility and decline of young vines [1]. The traditional method of grapevine propagation allows disease transmission, and to date no chemical substance has been found to treat viruses and virus-like diseases all over the world. Meristem culture techniques of plant propagation, which are complementary to traditional methods, are widely used for obtaining virus-free plants.

The aim of the study was to optimize *in vitro* micropropagation conditions of grapevine phylloxera-resistant rootstock KOBER 5BB (*V. berlandieri* x *V. riparia*) and obtain pre-base healthy material for planting in a production nursery and further research.

Objects and methods of research

The study was conducted in the Tissue Culture Lab of the Scientific Center of Agrobiotechnology of the Armenian National Agrarian University. In general, the following experiments were carried out:

Explant source and surface sterilization: The explants were collected in spring period from the field grown plants of grape rootstock cultivar Kober 5BB. The excised nodal shoot segments with sizes of 2.0–3.0 cm were washed under running tap water for about 30 min and treated with 70 % ethanol for 15 sec followed by surface sterilization using 1.0 % NaOCl with a few drops of Tween 20 for 5; 10; 15; 20 min, and finally washed 2 times rinsing each for 3 min with autoclaved sterilized distilled water in a laminar flow to remove the sterilant trace. Treatments: 1) 1.0 % NaOCl + 3 drops of Tween-20 for 5 min (T1-5), 2) 1.0 % NaOCl + 3 drops of Tween-20 for 10 min (T1-10), 3) 1.0 % NaOCl + 3 drops of Tween-20 for 15 min (T1-15), 4) 1.0 % NaOCl + 3 drops of Tween-20 for 20 min (T1-20). The explants with sizes of 0.5–0.6 cm inoculated into a hormone-free MS medium. After 12 days of culture, the contamination rate, death rate and survival rate were recorded.

Regeneration: For the induction of shoots, solid media were used with the addition of BAP, Kin at concentrations (0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mg L⁻¹) and GA₃ (1.0 mg L⁻¹). The explants which showed vigorous bud break, were transferred to the fresh medium for further growth and multiple shoot production.

In vitro rooting: Root induction was studied on full and half strength MS medium supplemented with different combinations and concentrations (0.0, 0.5, 1.0, 2.0 mg L⁻¹) of IBA and IAA. The data were recorded after 3 weeks on rooting percentage, number of roots per shoot. Vessels for cultivation were incubated in a growth room with a light/dark cycle of 16/8 h at 24±2 °C and relative humidity of 50–60 %. Treatments were repeated 3 times, 20 explants in each repetition.

In vitro conservation: The effects of environmental regime on growth of *in vitro* plants were studied using MS/2 medium supplemented with 30 g L⁻¹ sucrose, 30 mg L⁻¹ ascorbic acid and 0.1 mg L⁻¹ IBA. The plants were kept under the following cultivation conditions: 1) climatic controlled chamber with temperature 15±1 °C, light intensity 2000 lux, photoperiod 16/8 hours (L/D light-dark cycle); 2) room temperature 18±1 °C, light intensity – 2000 lux, photoperiod 12/12 hours; and 3) room temperature 24±1 °C, 2000 lux, photoperiod 16/8 hours.

In all cases, before adding 0.7 % agar, the pH of the medium was adjusted to 5.8 and autoclaved at 121 °C for 20 min.

Acclimatization: For acclimatization, *in vitro* plantlets with well-developed roots were removed from the culture tubes and transferred to the 250 ml plastic pots containing 1) bio humus:perlite

(1:1), 2) forest soil:perlite:peat (1:1:1) and 3) perlite:cocopeat (1:3). The transparent plastic cup was placed on each plantlet to prevent excessive water loss. The pots were placed to the acclimatization room, at an air temperature of 25±2 °C, 70±5 % humidity, under 16/8 (L/D) hour photo period. Ten to twelve days after planting, when new leaves began to appear, the plastic bags were gradually removed from the pots for proper hardening. Successfully acclimatized plantlets under culture room conditions were transferred then to the greenhouse.

Statistical analysis: The experiments were repeated three times, and the data are expressed as mean ± standard deviation. Student's t-test was used to find significant differences between means.

Results and discussion

The success of biotechnological plant propagation systems depends to a large extent on the control and prevention of microbial contamination. Sterilization is critical because bacteria and fungi can contaminate and threaten the plant culture continuously during the cultivation period. Four different immersion time (5, 10, 15 and 20 min) effect of 1.0 % NaOCl on explant surface sterilization was evaluated. The effect of different exposure times of 1.0 % NaOCl on surface sterilization of grape rootstock explants is displayed in Fig. 1. The results showed that when increasing the exposure time, the infection was decreases, but some of explants died due to a prolonged exposure time. Treatment with 1.0 % NaOCl for 20 min exposure time showed 31.7 % of dead explants. The highest percentage of explant survival 80.5 % and 74.3 % were recorded when explants were treated with 1.0 % NaOCl exposures for 15 (T1-15) and 10 (T1-10) minutes respectively, while treatment for 5 min (T1-5) showed 58.0 % contaminated explants. This result conforms to the report of D. Birhan D. et al. 2021 [2], who stated, that sodium hypochlorite (1.0 %) at 15 min exposure time, showed 100 % survival of explants of Ethiopian yam. Similarly, Jaskani et al. (2008) [4] reported that the sterilization treatment of grape explants of Cv. Perlette with chlorox for 15 min was the best treatment to obtain a high rate of aseptic cultures (96.3 %).

The *in vitro* regeneration of grapevine phylloxera rootstock Kober 5BB axillary bud was significantly influenced by the plant growth regulators tested. The effects of cytokinin on axillary shoot regeneration, in terms of number of shoot/

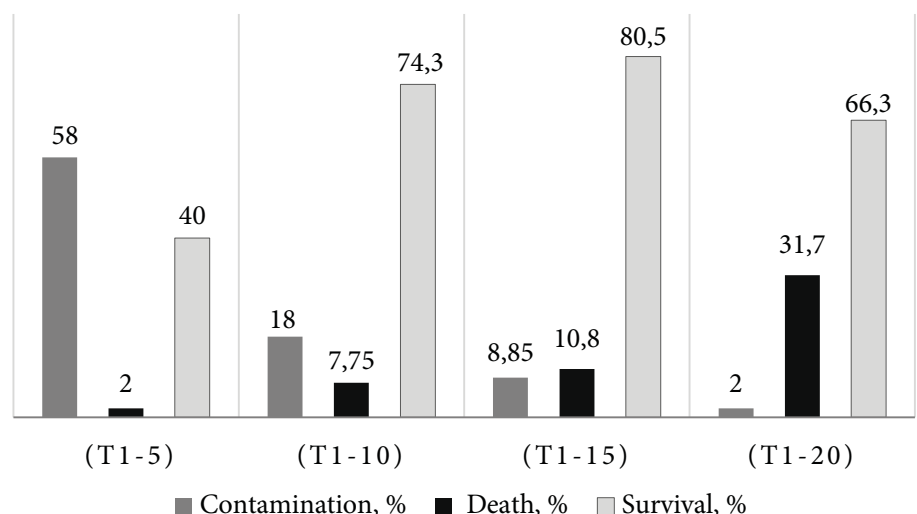


Fig. 1. The effect of 1.0 % NaOCl with different exposure time on surface sterilization

explant and shoot lengths, were recorded after 4 weeks of culture. The explants cultured on the MS medium without growth regulators (control) did not show regeneration reactions. Regeneration occurred in all treatments containing plant growth regulators.

Compared to Kin, BAP was more effective in shoot regeneration. Similar results were reported by Khan et al. [5].

The number of shoots per explant varied depending on the concentration of BAP and Kin. Concentrations of BAP and Kinetin at 0.5–2.0 mg L⁻¹ produced 1.1–2.9 and 1.0–2.5 shoots per explant, respectively.

The number of shoots per explant was increased with increasing the both BAP and Kin concentrations up to 1.0 and 1.5 mg L⁻¹ respectively, and decreased when the cytokinin concentration was increased. Among the cytokinin concentrations tested, the 1.0 mg L⁻¹ BAP and 1.5 mg L⁻¹ Kin (P<0.05) were found optimal for shoot regeneration with 2.9±0.2 and 2.5±0.3 shoots per explant, respectively. Our results are consistent with Manickam et al. [6], who reported that the maximum number of shoots was obtained in *Withania somnifera* (L.) Dunal, from the nodal explants on MS medium containing 1.0 mg L⁻¹ BAP concentration.

Shoot lengths ranged from 0.6–3.1 cm. Along with an increase in cytokinins (BAP and Kin) concentrations 1.0–2.0 mg L⁻¹ and 1.5–2.0 mg L⁻¹ respectively, shoot length decreased and the callus formation was observed. The results of this study showed that all combinations of cytokinin(s) and GA₃ were effective for shoot elongation.

The longest microshoots (3.1cm) were obtained on MS medium enriched with 0.5 mg L⁻¹ Kin + 1.0 mg L⁻¹ GA₃. A similar study was also reported by Gonbad et al. [3] in *Camellia sinensis* (L.) Kuntze and in *Ziziphus jujube* Mill by Melyan et. al [7].

The success of tissue culture depends on the shoot rooting ability. Rootstock shoots grown in vitro were transferred to ½ MS medium to study the effect of plant growth regulators on root initiation and development. Observations on percentage of rooting, the number of roots formed per shoot were recorded after 3 weeks of growth on the rooting medium.

The results from the *in vitro* rooting experiment in this study are shown in Fig. 2. The results showed that the shoots cultured on the rooting medium induced roots in all media supplemented with auxins, while root formation was not observed in the control medium without growth regulators. It was observed that treatment with IBA was more effective on rooting than IAA treatment in all cases. Out of the various tested concentrations (0.5–2.0 mg L⁻¹) of auxins, IBA at 1.0 mg L⁻¹ proved to be the most suitable for rooting (root induction – 95 %, roots per explants – 6.2±0.4).

Similar effects of IBA were also observed during *in vitro* rooting in several plant species [9]. Increasing the concentration of IBA and IAA from the optimal level, the percentage of rooted shoots and the average root

number were reduced. IBA and IAA at the concentration of 2.0 mg L⁻¹ had 72 and 65 % of rooted shoots and 1.10±0.2; 1.60±0.2 roots/explants, respectively, and the callus appeared at the base of the micro-shoots. Among the treatments, the combinations of two auxins used (IBA 0.5 mg L⁻¹ + IAA 0.5 mg L⁻¹) was found to be the most prolific combination of treatments with the regard to percentage of rooting and the average root number per shoot (respectively 100 % and 7.8). The results presented are in agreement with those of Salem et al, 2022 [10] who found that the combined effect of various concentrations of IAA, IBA was more pronounced compared to the auxins used alone.

About 90 % of *in vitro* plants of grape rootstock cultivar Kober 5BB were efficiently stored for 15 months at 18±1 °C room temperature, 2000 lux light intensity and 12 hours photoperiod without subculture, while at the condition of temperature 24±1 °C, 2000 lux and 16/8 hours L/D photoperiod the subculture was required every 1.5–2.0 months, and at the climatic controlled chamber with temperature 15±1 °C, 2000 lux, 16 hours light period, the *in vitro* plants were survived for 11–12 months, and the survival rate of the shoots was about 65.0 %.

Rooted plantlets were successfully acclimatized, with 87.0 % survival rate in plastic pots containing soil, perlite and peat (1:1:1) mixture.

Conclusions

A protocol for micropropagation and conservation of grapevine rootstock Kober 5BB was established. It was revealed that the productivity of regeneration and root formation of plants depends on the applied phytohormones and their concentration. Slow-growth procedures allow in vitro plant conservation for more than one year. This in vitro propagation protocol can be used for mass propagation, as well as for its conservation.

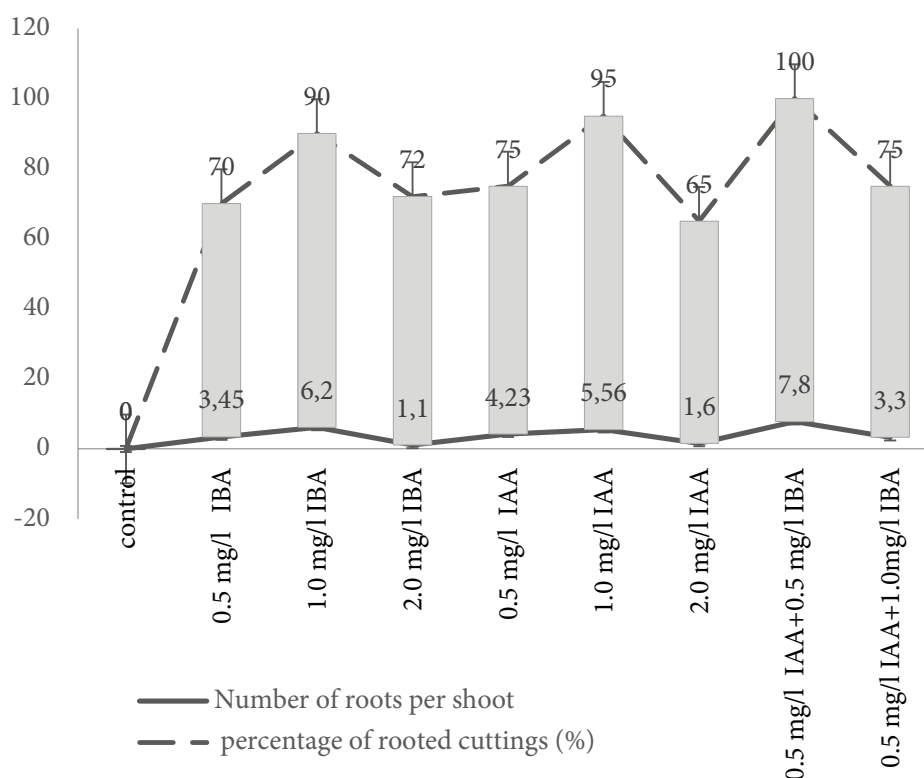


Fig. 2. The effect of different concentrations and combinations of IBA and IAA on root formation

Acknowledgments

We gratefully acknowledge the financial support from the State Committee of Science of Armenia for the conducted research in the scope of the 21T-4D086 project.

REFERENCES

1. Alkowni R., Zhang Y.P., Rowhani A. Biological, molecular, and serological studies of a novel strain of grapevine leafroll-associated virus 2. *Virus Genes*. 2011;43:102-110. DOI 10.1007/s11262-011-0607-7.
2. Birhan D., Obsi D., Mulugeta K. Protocol optimisation for micropropagation of Ethiopian yam. *African Crop Science Journal*. 2021;29(1):43-57. DOI 10.4314/acsj.v29i1.
3. Gonbad R.A., Sinniah U.R., Maheeran A.A., Rosfarizan M. Influence of cytokinins in combination with GA3 on shoot multiplication and elongation of tea clone Iran 100 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *The Scientific World Journal*. 2014;2014(4):943054. DOI 10.1155/2014/943054.
4. Jaskani M.J., Abbas H., Sultana R., Khan M.M., Qasim M., Khan I.A. Effect of growth hormones on micropropagation of *Vitis vinifera* L. CV. perlette. *Pakistan Journal of Botany*. 2008;40(1):105-109.
5. Khan N., Ahmed M., Hafiz I., Abbas N., Ejaz S., Anjum M. Optimizing the concentrations of plant growth regulators for *in vitro* shoot cultures, callus induction and shoot regeneration from calluses of grapes. *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*. 2015;49:37-45. DOI 10.20870/oeno-one.2015.49.1.95.
6. Manickam V., Elango Mathavan R., Antonisamy R. Regeneration of Indian ginseng plantlets from stem callus. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2000;62:181-185. DOI 10.1023/A:1006499522799.
7. Melyan G., Sahakyan N., Dangyan K. *In vitro* plant regeneration and multiplication of ziziphus jujuba mill. *Acta Horticulturae*. 2014;1032:145-150. DOI 10.17660/ActaHortic.2014.1032.19.
8. Powell K.S., Cooper P.D., Forneck A. The biology, physiology and host-plant interactions of grape phylloxera *Daktulosphaira vitifoliae*. *Advances in Insect Physiology*. 2013;45:159-218. DOI 10.1016/B978-0-12-417165-7.00004-0.
9. Safarnejad A., BiBi S., Alamdari L. Tissue culture in medicinal plant of sumac (*Rhus coriaria* L). *International Journal of Science and Nature*. 2011;2(4):760-763.
10. Salem J., Hassanein A., El-Wakil D.A., Loutfy N. Interaction between growth regulators controls *in vitro* shoot multiplication in Paulownia and selection of NaCl-tolerant variants. *Plants (Basel)*. 2022;11(4):498. DOI 10.3390/plants11040498.

Поступила 01.08.2023
© Авторы

УДК 634.85(470.61)

Наумова Людмила Георгиевна, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр., зав. лабораторией ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-мэйл: L.Gnaumova@yandex.ru;

Ганич Валентина Алексеевна, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. лаборатории ампелографии и технологической оценки сортов винограда; e-мэйл: ganich1970@yandex.ru

Всероссийский НИИВиВ им. Я.И. Потапенко – филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский аграрный научный центр», Россия, 346421, Ростовская область, г. Новочеркасск, пр. Баклановский, 166

Источники хозяйственно ценных признаков на Донской ампелографической коллекции

По результатам изучения в 2018–2022 гг. на Донской ампелографической коллекции (г. Новочеркасск, Ростовской области) выделены как источники хозяйственно ценных признаков белые технические сорта: Грубела, Дурман, Косоротовский, Неизвестный донской, Норок для производства белых сухих вин, сорт Дружба для ликерных белых вин; среди красных технических сортов – Александрюли и Цимлянский Сергиенко для производства красных сухих вин. В статье дана краткая характеристика метеоусловий в годы проведения исследований. Сорта на коллекции возделываются в привитой (Кобер 5ББ) укрывной неполивной культуре, схема посадки кустов – 3х1,5 м. Изучение сортов проводили по общепринятым методикам и ГОСТам. По результатам проведенных наблюдений сорта были распределены по срокам созревания: от ранних (Дружба) до среднепоздних (Неизвестный донской, Александрюли и Цимлянский Сергиенко). Сохранность глазков в укрывном валу была от 63,7 % (Косоротовский) до 80,0 % (Цимлянский Сергиенко). Они имели расчетную урожайность от 87,8 ц/га у сорта Косоротовский до 156,7 ц/га у сорта Неизвестный донской. Кондиции урожая соответствовали требованиям ГОСТ и находились в пределах от 20,2 г/100 см³ (Косоротовский) до 23,6 г/100 см³ (Александрюли). Выделенные сорта рекомендуется использовать в селекции для улучшения качества винодельческой продукции. Вина из этих сортов получили дегустационные оценки на уровне 8,6–8,7 балла.

Ключевые слова: виноград; технические сорта; ампелографическая коллекция; сортоизучение; фенология; урожайность; дегустационные оценки вин.

Naumova Lyudmila Georgievna, Ganich Valentina Alekseevna

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

Sources of economically valuable traits at the Don Ampelographic Collection

According to the study results in 2018–2022 at the Don Ampelographic Collection (Novocherkassk, Rostov region), the following varieties were identified as a source of economically valuable traits: white wine varieties 'Grubela', 'Durman', 'Kosorotovskiy', 'Neizvestny Donskoy', 'Norok' for the production of white dry wines, the variety 'Druzhba' – for white liqueur wines; among red wine varieties – 'Aleksandrouli' and 'Tsimlyansky Sergienko' for the production of red dry wines. The article gives brief description of weather conditions during the years of research. The varieties in the Collection are cultivated in a grafted (Kober 5BB) non-irrigated covering culture, the planting pattern of bushes is 3x1.5 m. The varieties were studied using generally accepted methods and GOSTs. According to the observation results, all varieties were distributed by the period of ripening: from early ('Druzhba') to medium-late ('Neizvestny Donskoy', 'Aleksandrouli' and 'Tsimlyansky Sergienko'). Safety of eyes in the covering shaft was from 63.7 % ('Kosorotovskiy') to 80.0 % ('Tsimlyansky Sergienko'). They had an estimated cropping capacity from 87.8 c/ha for 'Kosorotovskiy' variety to 156.7 c/ha for 'Neizvestny Donskoy' variety. Yield conditions met the requirements of GOST and ranged from 20.2 g/100 cm³ ('Kosorotovskiy') to 23.6 g/100 cm³ ('Aleksandrouli'). The varieties selected are recommended to be used in breeding in order to improve the quality of wine products. Wines from these varieties received tasting assessment scores of 8.6–8.7 points.

Key words: grapes; wine varieties; ampelographic collection; varietal study; phenology; cropping capacity; wine tasting evaluations.

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. Важная роль в мобилизации, сохранении и использовании генофонда винограда отводится коллекциям. Большинство аборигенных или малораспространенных сортов винограда в настоящее время сохранились только благодаря коллекциям. Одной из основных функций ампелографической коллекции является интродукция, которая проводится с целью расширения ареала виноградарства, формирования, улучшения и обогащения биоразнообразия промышленного сортимента той или иной виноградарской зоны, а также считается самым быстрым и действенным приемом пополнения и улучшения разнообразия сортимента [1, 2].

Продолжая традиции ампелографических исследований и выполняя задачи частной ампелографии, в настоящее время во Всероссийском НИИ виноградарства и виноделия им. Я.И. Потапенко – филиал ФГБНУ ФРАНЦ ведется работа по выделению ценных генотипов на ампелографической коллекции, в том числе и среди

аборигенных донских сортов винограда. Существование, улучшение и производство сортов винограда собственной российской селекции является признаком технологического суверенитета и представляет для производителей преимущество за счет отсутствия больших лицензионных платежей при использовании для выращивания сортов зарубежной селекции [3].

Цель исследования – в результате сравнительного сортоизучения выявить сорта – предполагаемые источники хозяйственно ценных признаков, наиболее подходящие для использования в селекции сортов винограда для качественного виноделия.

Объекты и методы исследований

В статье представлены данные по сортам винограда, которые по результатам проведенного сортоизучения на Донской ампелографической коллекции им. Я.И. Потапенко в 2018–2022 гг. были выделены как источники для использования в селекции на качество винодельческой продукции. Для производства сухих вин: белых – сорта Норок, Грубела, Дурман, Косоротовский, Неизвестный донской; красных – Александрюли и Цимлянский Сергиенко; ликерных – белоягодный сорт Дружба.

Сорта изучали в укрывной привитой (подвой Кобер 5ББ), неполивной культуре. Наблюдения и учеты проводили на 5 кустах каждого сорта. Грунтовые воды

залегают на глубине 15–20 м и не оказывают влияния на развитие виноградных кустов. Схема посадки кустов 3,0×1,5 м. Технология возделывания виноградников общепринятая для северной зоны промышленного виноградарства РФ. Изучение сортов винограда проводили с использованием общепринятых в виноградарстве методик: М.А. Лазаревского, Н.Н. Простосердова [4–5]. Сахаристость сока ягод определяли по ГОСТ 27198–87, титруемую кислотность – ГОСТ 32114–2013. Образцы виноматериалов готовили в условиях микровиноделия по классической технологии приготовления вин [6]. Оценка образцов вин проводилась дегустационной комиссией института, вина оценивались на закрытых дегустациях по 10-балльной шкале согласно ГОСТ 32051–2013.

Характеристика метеословий проведения исследований (табл. 1–3) представлена по данным метеопоста ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ, который расположен рядом с коллекцией. В период вегетации винограда температура воздуха в большинстве лет наблюдений была выше средних многолетних данных (исключение составили: апрель 2020 и 2021 гг.; май 2020 и 2022 гг.; июль 2019 г. и сентябрь 2021 г.). В такие месяцы как июнь, август и октябрь температуры воздуха были выше средних многолетних (табл. 1).

Количество выпавших осадков в периоды вегетации в годы наблюдений было ниже средних многолетних данных (на 54,7 мм в 2021 г. и 151,5 мм в 2020 г.) (табл. 2).

Самые продолжительные вегетационные периоды отмечены в 2018 и 2019 гг. – 204 и 206 дней соответственно. Наибольшая сумма активных температур более 4000°C зарегистрирована в сезон 2018 г.

Обсуждение результатов

Для изучения особенностей протекания годового биологического цикла у сортов винограда в зависимости от условий внешней среды используют метод фенологических наблюдений, по результатам которого можно судить о степени соответствия между биологическими особенностями сортов и климатическими условиями данной местности. Согласно международному классификатору OIV [7] выделенные сорта, по количеству дней от начала распускания почек до полной зрелости ягод (табл. 3), распределены на следующие группы:

- раннего срока созревания (116–125 дней)
- Дружба;
 - среднего срока созревания (136–145 дней) – Дурман, Косоротовский, Норок, Грубела;
 - среднепозднего срока созревания (146–155 дней)
- Неизвестный донской, Александрюли и Цимлянский Сергиенко.

Важным хозяйственно ценным показателем сортов является процент распутившихся глазков, который показывает сохранность почек в укрытом валу. Все выделенные сорта имели хорошую сохранность глазков после зимних периодов от 63,7 % (Косоротовский) до 80,0 % (Цимлянский Сергиенко).

У сортов Цимлянский Сергиенко, Неизвестный донской, Норок, Дружба, Дурман и Александрюли плодоносных побегов было от 62,3 до 82,8 %. Наиболее низким

Таблица 1. Температурные условия вегетационных периодов 2018–2022 гг.

Средние температуры воздуха, °С / Годы	Месяцы						
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
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
Среднее многолетнее	10,2	16,8	20,9	23,3	22,2	16,4	8,8

Таблица 2. Условия годового биологического цикла винограда по количеству осадков в период вегетации 2018–2022 гг.

Месяцы	Количество осадков, мм							За период
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	
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	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
Среднее многолетнее	36,9	49,1	59,7	44,7	41,1	37,7	39,1	308,3

Таблица 3. Агробиологические показатели изучаемых сортов (среднее за 2018–2022 гг.)

Название сорта	Число дней от распускания почек до полной зрелости ягод	Распутившихся глазков, %	Плодоносных побегов, %	Коэффициент плодоношения	Средняя масса грозди, г	Расчетная урожайность, ц/га
Белые технические сорта винограда						
Грубела	145	75,6	30,0	0,3	433	93,4
Дружба	117	75,7	69,6	1,1	197	126,9
Дурман	136	75,5	82,5	1,4	189	152,9
Косоротовский	141	63,7	53,2	0,8	283	87,8
Неизвестный донской	150	76,6	67,9	1,2	187	156,7
Норок	140	76,1	74,4	1,3	189	98,2
Красные технические сорта винограда						
Александрюли	148	75,6	82,8	1,4	125	95,0
Цимлянский Сергиенко	148	80,0	62,3	0,9	207	102,7

этот показатель был у сорта Грубелла (30 %).

Коэффициент плодоношения более 1,0 был у пяти сортов – Дурман, Александрюли, Норок, Неизвестный донской, Дружба.

Правильная оценка урожайности является одной из наиболее важных задач сортоизучения винограда. Одним из важных показателей влияющим на количество урожая является масса грозди. По средней массе грозди среди белоягодных сортов выделился сорт Грубела – 433 г. Урожайность у всех сортов была в пределах от 87,8 ц/га (Косоротовский) до 156,7 ц/га (Неизвестный донской).

Красные технические сорта были одного срока созревания (среднепозднего). По проценту плодоносных побегов и коэффициенту плодоношения выделяется сорт Александрюли – 82,8 и 1,4 соответственно. Расчетная урожайность у сорта Цимлянский Сергиенко была выше,

чем у Александрои, за счет более высокой средней массы грозди (207 г против 125 г).

Наряду с определением урожайности винограда не менее важной задачей сортоизучения является оценка качества урожая, позволяющая выяснить, в каком направлении выгоднее всего использовать каждый сорт, в природных и экономических условиях данного региона выращивания. Основными показателями качества ягод винограда, в период их созревания, являются массовая концентрация сахаров и титруемых кислот в соке ягод, а также соотношение между ними – глюкоацидометрический показатель (ГАП), оптимальное значение которого находится в пределах от 2 до 3.

Из всех органических веществ, входящих в состав ягод винограда, наиболее существенное значение для определения вкусовых качеств винограда и вина, а также направления его использования имеют сахара и органические кислоты [8]. Виноград, поступающий на переработку на сухие белые вина, должен иметь сахаристость не ниже 16 г/100 см³. Сахаристость сока ягод у белоягодных сортов соответствовала требованиям ГОСТ предъявляемым к сырью и варьировала от 20,2 г/100 см³ (Косоротовский, Неизвестный донской) до 23 г/100 см³ (Норок). Концентрация титруемых кислот, согласно ГОСТу, не нормируется, но её количество влияет на вкус винодельческой продукции. Массовая концентрация титруемых кислот в соке ягод была оптимальной и находилась в диапазоне от 5,8 у сорта Грубела до 8,7 г/дм³ у сорта Норок (табл. 4).

У выделенных красных технических сортов винограда наибольшая сахаристость была у сорта Александрои – 23,6 г/100 см³, а титруемая кислотность практически на одном уровне 8,2–8,3 г/дм³.

Заключительным этапом изучения технических сортов на коллекции является технологическая оценка сорта. Качество изготавливаемой продукции напрямую зависит от сырья. Органолептическая оценка вина является основным показателем качества винограда. Образцы белых сухих вин отличались сортовой ароматикой, у них прослеживался аромат полевых трав и цветов. Вкус гармоничный, сложенный (табл. 5). Самая высокая дегустационная оценка среди белых технических сортов была у сортов Дурман и Норок 8,7 балла. Немного уступали (на 0,1 балла) вина из сортов – Грубела, Косоротовский и Неизвестный донской.

Оценки красных сухих вин были на одном уровне (8,6 балла), для них характерен рубиновый или темно-рубиновый цвет, богатый аромат, насыщенный полный вкус.

Из сорта винограда Дружба было приготовлено белое ликерное вино, получившее оценку 8,7 балла, имевшее яркий мускатный аромат и гармоничный вкус.

Выводы

По результатам сортоизучения в 2018–2022 гг. на Донской ампеолографической коллекции выделены как источники хозяйственно ценных признаков среди технических сортов для производства высококачественных вин:

– белые технические сорта: Грубела, Дурман, Косоротовский, Неизвестный донской, Норок для производства сухих белых вин, и сорт Дружба для ликерных вин;

– красные технические сорта: Александрои и Цимлянский Сергиенко для красных сухих вин.

Таблица 4. Кондиции изучаемых сортов (среднее за 2018–2022 гг.)

Название сорта	Дата хим. анализа	Массовая концентрация		ГАП
		сахаров, г/100 см ³	титруемых кислот, г/дм ³	
Белые технические сорта винограда				
Грубела	16.09	20,3	5,8	3,5
Дружба	28.08	23,4	6,3	3,7
Дурман	08.09	21,1	6,8	3,1
Косоротовский	14.09	20,2	8,1	2,5
Неизвестный донской	20.09	20,2	7,9	2,6
Норок	18.09	23,0	8,7	2,6
Красные технические сорта винограда				
Александрои	21.09	23,6	8,2	2,9
Цимлянский Сергиенко	11.09	21,9	8,3	2,6

Таблица 5. Органолептическая характеристика и дегустационные оценки вин

Название сорта	Органолептическая характеристика вина	Дегустационная оценка вина, балл
Сухие белые вина		
Дурман	Бледно-соломенного цвета. Аромат хорошо развитый, сложный, с тонами цветов. Вкус сложенный, полный.	8,7
Норок	Бледно – соломенного цвета. Аромат тонкий, с нотками полевых цветов. Вкус полный, слегка выделяется кислотность, приятное цветочное послевкусие.	8,7
Грубела	Бледно-соломенного цвета. Аромат яркий, сложный с легкими цветочно-фруктовыми тонами. Вкус мягкий, полный.	8,6
Косоротовский	Бледно-соломенного цвета. Аромат чистый, винный, с легкими травянистыми нотками. Во вкусе пикантная горчинка.	8,6
Неизвестный донской	Бледно-соломенного цвета, аромат тонкий, с оттенками цветов и трав. Вкус гармоничный, легкий, свежий.	8,6
Сухие красные вина		
Александрои	Темно-рубинового цвета, аромат богатый, с тонами смородины и легкими сафьяновыми оттенками. Вкус насыщенный, полный. Приятное послевкусие.	8,6
Цимлянский Сергиенко	Темно-рубинового цвета. Аромат с тонами вишни и черной смородины. Вкус гармоничный, полный.	8,6
Ликерное вино		
Дружба	Соломенного цвета, аромат яркий, мускатный. Вкус гармоничный.	8,7

Данные сорта можно использовать для расширения сортимента технических сортов винограда и в селекции на качество винодельческой продукции и урожайность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полулях А.А., Волынкин В.А. Генетические ресурсы винограда для интродукции и селекции // Виноградарство и виноделие. 2020;49:83–86.
2. Лиховской В.В., Волынкин В.А., Полулях А.А., Зленко В.А., Васылык И.А. Методология селекции винограда: история, современность и будущее // Виноградарство и виноделие. 2020;49:14–17.
3. Ганич В.А., Краснохина С.И. Источники хозяйственно-ценных признаков для селекции винограда // Русский виноград. 2018;7:8–14.
4. Лазаревский М.А. Изучение сортов винограда. Ростов-на-Дону: Ростовский университет. 1963:1–152.
5. Простосердов Н.Н. Изучение винограда для определения его использования (увология). М.: Пищепромиздат. 1963:1–80.
6. Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности / под ред. Г.Г. Валушко. М.: Агропромиздат. 1985:1–511.
7. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. OIV, 2009. <http://www.oiv.int/fr/> (дата обращения 20.04.2023).
8. Новикова Л.Ю., Наумова Л.Г., Ганич В.А. Динамика сахаристости и кислотности ягод винограда в Нижнем Придону в 2021 году // Виноградарство и виноделие. 2022;51:53–55.

Поступила 05.07.2023 г.

© Авторы

УДК 634.8:631

Павлова Ирина Александровна¹, канд. биол. наук, вед. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: pavlovairina1965@gmail.com;

Кулев Олег Анатольевич², ген. директор; e-мэйл: bioagrotech@yandex.ru;

Харитонов Матвей Васильевич², сотрудник; e-мэйл: ufabaskiriya2015@gmail.com;

Григоренко Мария Игоревна¹, мл. науч. сотр. лаборатории генетики, биотехнологий селекции и размножения винограда; e-мэйл: mary_kosuyk@mail.ru;

Крюков Владимир Борисович², сотрудник; e-мэйл: bioagrotech@yandex.ru

¹Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, 298600, Россия, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31;

²Общество с ограниченной ответственностью «Биоагротех» Московская область, г. Дмитров, ул. Промышленная, д. 36, корп. 8, пом. 7

Применение агрегатопонных автоматизированных осветительных вегетационных модулей АОВМ для адаптации и доращивания растений винограда, полученных в условиях *in vitro*

Одной из основных задач современного питомниководства является внедрение прогрессивных технологий получения посадочного материала высокого качества с использованием биотехнологических методов. Одним из недостаточно отработанных элементов технологии клонального микроразмножения винограда является этап адаптации растений *in vitro* к условиям *ex vitro*, от эффективности которого напрямую зависит выход посадочного материала категории «оригинальный». В основе АОВМ (агрегатопонные автоматизированные осветительные вегетационные модули) лежат экологически безопасные методы максимальной активации процессов морфогенеза, заложенных в растениях. Технология АОВМ основана на полном удовлетворении потребностей растений и снятии при этом ограничивающих и стрессовых факторов их роста и развития. Проведены совместные исследования по получению посадочного материала винограда подвоя Феркаль клон 242 категории «оригинальный» с использованием установок АОВМ. Определены требуемые для успешной адаптации морфологические параметры растений *in vitro*, обеспечивающие в последующем высокую приживаемость на установках АОВМ (85%). Период адаптации занимал две недели, доращивание растений до одревеснения нижней части побега – 2,5 месяца. В процессе доращивания из-за интенсивного роста растений культивируемый материал использовали для размножения зеленым черенкованием, периодически подрезая отросшие побеги и высаживая зеленые черенки в те же условия на установки АОВМ. Приживаемость зеленых черенков составляла 20%. Использование АОВМ для адаптации и доращивания сокращает существенно период роста, позволяет на одном материале проведение одновременно двух технологий размножения: клональное микроразмножение и зеленое черенкование, получая в результате практически 100% выход стандартных вегетирующих саженцев категории «оригинальный».

Ключевые слова: подвой; Феркаль клон 242; клональное микроразмножение; зеленое черенкование; категория «оригинальный»; посадочный материал; корень; побег.

Pavlova Irina Aleksandrovna¹, Kulev Oleg Anatolievich², Kharitonov Matvey Vasilievich², Grigorenko Maria Igorevna¹, Kryukov Vladimir Borisovich²

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

²LLC Bioagrotech, 36, bldg. 8, room 7, Promyshlennaya str., Dmitrov, Moscow region, Russia

Application of aggregatoponic automated lighting vegetation modules ALVM to adapt and complete growing of grape plants obtained in the conditions *in vitro*

One of the main tasks of modern nursery farming is the introduction of advanced technologies to obtain high quality planting material using biotechnological methods. One of insufficiently developed elements of grape clonal micropropagation technology is the stage of adapting plants *in vitro* to the conditions *ex vitro*, the effectiveness of which directly impacts the yield of planting material in the category "Original". Aggregatoponic Automated Lighting Vegetation Modules (ALVM) are based on environmentally friendly methods to maximize the activation of inherent in plants morphogenesis processes. The ALVM technology is based on complete satisfaction of plant needs and removal of limiting and stressful factors of their growth and development. Joint research using ALVM was carried out to obtain grape planting material of the rootstock Ferkal clone 242 in the category "Original". Morphological parameters of plants *in vitro*, required for successful adaptation, were determined to subsequently provide high survival ability when using ALVM systems (85%). The period of adaptation lasted for two weeks, and growing of plants to the stage of wood formation in the lower part of shoots – for 2.5 months. In the process of completing growing due to the intensive plant growth, the cultivated material was used for propagation by green grafting with pruning of overgrown shoots at regular intervals, and planting green cuttings in the same ALVM and conditions. The survival ability of green cuttings amounted to 20%. Application of ALVM to adapt and complete growing significantly reduces the period of growth, allows using of two propagation technologies simultaneously on the same material: clonal micropropagation and green grafting, resulted in almost 100% yield of standard vegetative seedlings in the category "Original".

Key words: rootstock; Ferkal clone 242; clonal micropropagation; green grafting; category "Original"; planting material; root; shoot.

Введение

Применение технологии клонального микроразмножения в питомниководстве является инновационным, наиболее прогрессивным и эффективным способом получения оздоровленного посадочного материала винограда высоких категорий качества [1, 2]. Основные этапы технологии: получение асептической культуры, собственно размножение (тиражирование), адаптация к нестерильным условиям с последующим доращиванием.

Адаптация растений *in vitro* к условиям *ex vitro* является одним из ключевых этапов технологии клонального

микроразмножения, от эффективности которого зависит выход растительного материала [3–5]. Для проведения адаптационных работ в современной практике используют климатические камеры; парники; теплицы с климат контролем, позволяющие снизить стрессовую нагрузку и обеспечить благоприятные условия для культивирования в нестерильной среде [6–8]. Технический прогресс в области светотехники, материаловедения, электроники и агротехнологий позволил разработать простые и высокоэффективные модули, получившие название «Агрегатопонные автоматизированные осветительные

вегетационные модули» (АОВМ). АОВМ — это инновационный подход к повышению продуктивности растений.

В основе АОВМ лежат 100 % экологически безопасные методы максимальной активации процессов морфогенеза, заложенных в растениях. Технология АОВМ основана на полном удовлетворении потребностей растений и снятии при этом ограничивающих и стрессовых факторов их роста и развития. Она предполагает: авторские методики подготовки питательного раствора; оптимизированные для каждого растения программы подачи раствора и освещения; специальную подложку для развития корневой системы растений; уникальную систему освещения, обеспечивающую высокую всхожесть и ускоренный рост растений; автоматизированную систему управления; различные варианты исполнения модулей (для дома и небольших офисов, крупных предприятий, мобильные автономные установки в контейнерах северного исполнения). По своим техническим возможностям данная установка превосходит имеющиеся на рынке гидропонное оборудование, предназначенное для выращивания растений.

Цель исследования состояла в оптимизации технологических процессов получения посадочного материала подвоя Феркаль клон 242 категории «оригинальный» на этапах адаптации и доращивания. На первом этапе ставилась задача: определение морфологических параметров растений *in vitro* подвоя Феркаль клон 242 для эффективной адаптации к условиям *ex vitro* на установке АОВМ.

Объекты и методы исследований

В качестве материала для работы были отобраны образцы растений *in vitro* подвоя винограда Феркаль клон 242 из вегетирующей коллекции растений *in vitro* перспективных гибридов, сортов, клонов. В процессе исследований использовали как принятые в биотехнологии методы, так и методы, разработанные в Институте «Магарач» [9, 10]. Растения размножали микрочеренкованием. Культивировали на среде PG (Zlenko V.A. et al., 1995), содержащей НУК (α -Нафтилуксусная кислота) в концентрации 0,05 мг/л. Культуральными сосудами служили банки объемом 0,25 и 0,5 л. Культивирование растений осуществлялось на свету при 16-часовом фотопериоде интенсивностью 1500–2000 люкс и температуре +27 °С.

Адаптацию и доращивание проводили на установках АОВМ, разработанных ООО «Биоагротех». Характеристики и конструкция модуля АОВМ:

- российское производство, 100 % локализация, выпускается по ТУ 5258-001-21086842-2016;
- один модуль представляет собой установку шириной 1 м, длиной 2 м и высотой 2,3 м;
- снабжен баком для питательного раствора и освещением с системой автоматического включения по заданной программе для выращивания конкретной культуры;
- имеет светоотражательный экран для равномерного бестеневого освещения растений;
- установленная электрическая мощность – 0,42 кВт/м², расход воды – 0,18 м³/месяц;
- модули АОВМ могут соединяться в комплекс любой полезной площади и урожайности.

Питание растений осуществляется на основе гидропонной системы выращивания на нейтральном субстрате с гравитационной подачей питательного раствора. Используемый субстрат оптимизирует водно-воздушные условия для корнеобразования, повышает поглощающую поверхность и метаболическую активность корневой системы, технологичен и служит без замены многие годы, обеспечивая безотходность и экологическую чистоту

производства.

Характеристики раствора (концентрация необходимых макро- и микроэлементов, температура) подбирается по специальной методике в зависимости от времени и фазы роста и развития растения.

Для оптимизации светового режима отработаны параметры актиноритмов и освещенности, позволяющие удовлетворить все потребности растений. Оптимальная освещенность растений на уровне верхнего яруса листьев порядка 120–140 ватт/м² ФАР (фотосинтетически активная радиация) достигается уже при расходе электроэнергии порядка 0,08–0,4 квт·ч/м², что позволяет минимально расходовать электроэнергию, причём в ночное, наименее нагруженное, время суток.

Перед высадкой растений производится: подготовка оборудования, промывка субстрата, регулировка высоты освещения, регулировка подачи воды и питания, создание влажной среды с помощью укрывного материала. Замена водного питательного раствора осуществлялась каждые 10 дней. Обрезка побега проводилась каждые 2–4 дня начиная со 2 недели до 37 дня культивирования. Срезанные зеленые побеги также укореняли на данных установках. Срок культивирования – 3 месяца.

Период адаптации и доращивания на данных установках занимает три месяца. За это время растения проходят адаптацию к нестерильным условиям, доращивание до размера стандартного вегетирующего саженца согласно ГОСТу РФ и частичное одревеснение лозы у основания побега [10].

Обсуждение результатов

Согласно договору о сотрудничестве между ФГБУН «Всероссийский НИИВиВ «Магарач» РАН» и ООО «Биоагротех» начато совместное выращивание посадочного материала категории «оригинальный» подвоя винограда Феркаль клон 242. В результате клонального микро-размножения методом микрочеренкования была получена первая партия растений *in vitro* данного подвоя в количестве 620 шт.

В октябре состоялась передача первой партии растений в количестве 400 шт. Растения существенно отличались по развитию морфологических структур (табл. 1).

Около ста растений имели длину побега 4–6,5 см и имели или зачатки корешков, или короткие корешки 2–3 см. Предполагалось, что такие растения будут лучше проходить период адаптации к нестерильным условиям. Остальная группа растений имела побег в пределах 8–14,5 см и развитую корневую систему (рис. 1). Посадку завершили 16 октября. Парник убран 31 октября, так как растения подросли, листья начали упираться в пленку. С 6 ноября наблюдается начало активной фазы роста растений. Адаптация закончилась, начался период доращивания.

Таблица 1. Морфологические показатели растений *in vitro* подвоя Феркаль клон 242

№ п/п	Количество растений, шт.	Длина побега (сред.), см	Количество междоузлий (сред.), шт.	Количество корней (сред.), шт.	Длина главного корня (сред.), см	% адаптации
1 группа	100	4,2±2,1	3±1,2	1,3±0,8	1,3±1,1	85
2 группа	300	9,9±3,5	6±1,7	4,7±2,1	7,2±2,3	5
Всего	400	6,5±2,8	4,5±1,4	3,0±1,3	3,7±1,6	65



Рис. 1. Растение подвоя Феркаль клон 242 *in vitro*, с необходимыми для адаптации морфологическими параметрами



Рис. 2. Растения подвоя Феркаль клон 242 после адаптации и доращивания на установке АОВМ, после трех месяцев культивирования

Приживаемость растений составила 65 %. Выявлена зависимость приживаемости от развития морфологических структур. Приживаемость растений с менее развитыми морфологическими структурами была очень низкой – на уровне 5 %. В остальной группе растений приживаемость составили 85 %.

За период культивирования на установке АОВМ растения прошли адаптацию к нестерильным условиям, сформировали развитую корневую систему, крепкий побег, одревесневший у основания побега, имеют зеленую листовую пластинку (рис. 2). По своим морфологическим параметрам соответствуют требованиям к вегетирующим саженцам согласно ГОСТ РФ [10]. В связи с усиленным ростом побегов через две недели после начала культивирования производили каждые 2–4 дня обрезку побегов, начиная со 2 недели до 37 дня. Полученные зеленые побеги укореняли на этих же установках. Приживаемость побегов составляла 20 %.

На основании полученных данных провели расчет выхода растений, культивируемых на установках АОВМ. При соблюдении необходимых морфометрических показателей на сто растений *in vitro* при адаптации с выходом 85 % с учетом размножения зеленым черенкованием достигается выход растений на уровне 100% и выше (табл. 2).

Таким образом, использование АОВМ для

адаптации и доращивания растений винограда, полученных *in vitro*, позволяет значительно ускорить ростовые процессы, сократив сроки до трех месяцев. Работу на данных установках можно проводить независимо от времени года. Использование АОВМ позволяет также совмещать на одном материале применение одновременно двух технологий размножения: клональное микроразмножение и зеленое черенкование, получая в результате стандартные вегетирующие саженцы категории «оригинальный». Технологический подход, заключающийся во встраивании способа размножения зеленым черенкованием на этапе доращивания адаптированных растений, позволит компенсировать потери в период адаптации и получить выход растительного материала на уровне 100 % и более.

Выводы

Установлено, что для успешной адаптации на установке АОВМ, разработанной ООО «Биоагротех», растения должны иметь определенные параметры: длина побега от 10 см сантиметров, побег прямостоячий, корневая система развитая, толщина побега у основания – 1,5–2 мм. Предварительные результаты показали, что 85 % растений *in vitro* с такими морфологическими структурами адаптируются к нестерильным условиям.

Установлено, что мощности установки АОВМ позволяют одновременно адаптировать и доращивать растения *in vitro*, также укоренять зеленые черенки, срезанные с этих же растений. Становится возможным на одном материале использование одновременно двух технологий размножения: клональное микроразмножение и зеленое черенкование, получая стандартные вегетирующие саженцы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лиховской В.В., Клименко В.П., Павлова И.А., Гориславец С.М., Рисованная В.И. Методологические основы сертификации маточников и посадочного материала винограда. Симферополь: ИТ «Ариал». 2022:1-84.
2. Батукаев А.А., Гаплаев М.Ш. Теоретические и практические основы оздоровления и размножения плодово-ягодных культур и винограда биотехнологическим методом // Актуальные проблемы биотехнологии: оздоровление и размножение плодовых, ягодных, дикорастущих культур и винограда. Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием. Махачкала. 2019:95-112.
3. Павлова И.А., Гавриленко И.В., Матяш Ю.С., Гавриленко А.В., Шанин Д.А., Лиховской В.В., Гончаренко В.А. Факторы эффективной адаптации растений винограда *in vitro* к условиям *ex vitro* // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021;23(3):226-232. DOI 10.35547/IM.2021.30.22.003.
4. Kinfе B., Feyssa T., Bedada G. *In vitro* micropropagation of grape vine (*Vitis vinifera* L.) from nodal culture. African Journal of Biotechnology. 2017;16(43):2083-2091.
5. Melyan G., Sahakyan A., Harutyunyan A. Micropropagation of grapevine (*Vitis vinifera* L.) seedless cultivar 'Parvana' through lateral bud development. Vitis. 2015;54:253-255.
6. Акимова С.В., Раджабов А.К., Бухтин Д.А., Киркач В.В., Алладина О.Н., Деменко В.И., Белошапкина О.О. Адаптация к нестерильным условиям растения винограда, укорененных *in vitro* на питательной среде, обогащенной кремнийорганическим соединениями // Известия ТСХА. 2019;5:34-53.
7. Янчевская Т.Г., Гриц А.Н., Олешук Е.Н., Никоничев Т.В. Биохимическая оценка развития саженцев винограда *ex vitro* под влиянием LED-источников различного спектрального состава // Виноградарство и виноделие. 2018;3:61-63.
8. Межгосударственный стандарт ГОСТ 31783-2012 «Посадочный материал винограда (саженцы). Технические условия». Москва: Стандартинформ. 2014.
9. Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе: Учебн. пос. М.: ФБК-Пресс. 1999:1-160.
10. Голодрига П.Я., Зленко В.А., Чекмарев Л.А., Бутенко Р.Г., Левенко Б.А., Пивень Н.М. Методические рекомендации по клональному микроразмножению винограда. Ялта: ВНИИВиП. 1986:1-56.

Поступила 01.08.2023 г.

© Авторы

Таблица 2. Расчет возможного выхода растений на установке АОВМ

Количество растений <i>in vitro</i>	% адаптации	Количество зеленых побегов	% приживаемости	% выхода растений
100	85,00	125	20,00	110,00

UDK 634.836

Paschalidis Christos Dimitrios¹, Papakonstantinou Loukas Dimitrios², Sotiropoulos Stavros Sotiris¹, Taskos Dimitrios Georgios³, Kechagia Despina Panagiotis⁴

¹Department of Viticulture, University of Peloponnese, Kalamat, Greece;

²Dioni, Rafina, Pikermi, Attica, Greece;

³Department of Grapevine, Institute of Olive Trees, Subtropical Crops and Viticulture; Hellenic Agricultural Organization, Athens, Greece;

⁴Food School of Sciences, Department of Vine, Wine and Beverage Sciences, University of West Attica, Greece

Ampelographic description of four aboriginal grape varieties in Greece by the OIV method

The paper presents characteristics of four aboriginal grape varieties. The article gives ampelographic characteristics of 'Monemvasia', 'Kidonitsa', 'Asprouda' and 'Asyrtiko' varieties.

Key words: variety; young shoot; leaf; inflorescence; berry; bunch, seeds.

Пасхалидис Христос Димитриос¹, канд. с.-х. наук, профессор; е-мейл: chpaschal46@yahoo.gr;

Папаконстантину Лукас Димитриос², техник агроном – фрилансер;

Сотиropулоc Стaврoс Сoтиpиc¹, лектoр;

Тaскoс Димитриос Георгиос³, мл. науч. сотр.;

Кехая Деспина Панайотис⁴, преподаватель

¹Отделение сельского хозяйства, Университет Пелопоннеса, Каламат, Греция;

²Диони, Рафина, Пикерми, Атика, Греция;

³Отделение винограда, Институт оливковых деревьев, субтропических культур и виноградарства; Греческая сельскохозяйственная организация, Афины, Греция;

⁴Факультет пищевых продуктов, отделение винограда, вина и напитков, Университет Западной Аттики, Греция

Ампелографическое описание четырех греческих аборигенных сортов винограда методом МОВВ

В статье представлена характеристика четырех греческих древних аборигенных сортов винограда. Приведены ампелографические данные сортов Монемвасия, Кидоница, Аспруда и Асиртико.

Ключевые слова: сорт; молодой побег; лист; соцветие; ягода; гроздь; семена.

Introduction

A treasure, that is the only way to describe native wine grape varieties of Greece for wine lovers all over the world, since they are one of the main factors for diversity and uniqueness of Greek wines. The autochthonous grape varieties of Greece are hundreds, which makes the country one of the most multi-varietal wine producers, and Greek vineyards - ones of the richest in the world. In other words, Greece does not rely on 4-5 grape varieties to produce in wines. On the contrary, being a part of the old wine world (Europe), but also adopting good practices of new (America, Africa, Oceania), the native grape varieties of Greece constitute an irresistible arsenal for the production of wines for every taste and time, and, of course, for wine lovers of all levels. In various regions of the world, in particular in Greece, there are autochthonous grape varieties. And at present, it remains relevant to study these varieties using modern methods of description with coding characteristics, and to compare it with the description in ancient literature [1-3].

Materials and methods

Four ancient autochthonous grape varieties of Greece were studied. The 'Monemvasia' variety is considered to be one of the oldest grape varieties in the world. The 'Kidonitsa' variety is an old and forgotten Greek variety. The 'Asprouda' variety is one of the oldest local varieties. The 'Asyrtiko' variety is considered to be one of oldest, the most important and interesting grapevines. For the multi-year study of these varieties, observations to describe basic morphological characteristics of plant organs, yield and quality characteristics, resistance to diseases, pests, drought and high temperatures, were carried out in the National Collection of Varieties in the Department of Viticulture of Athens of the Institute of Olive Trees, Subtropical Crops

and Viticulture, Hellenic Agricultural Organization, Greece [4, 5]. The indicated results of observations are coded (in parentheses) in accordance with the methodology of the International Organization of Vine and Wine (OIV, 2013) [6]. This article provides the data only on morphological description of the emitted grape varieties.

Results and discussion

'Monemvasia' is a white wine variety originating from the region of Laconia, the Cyclades Islands and more specifically Paros (Fig. 1). It is the only white variety of Greece that



Fig. 1. Grape variety 'Monemvasia'

participates in white, red and sweet PDO wines, while it is the main variety in Malvasia wine, a famous Greek antique wine. The elements of ampelographic description of the variety are as follows:

Young shoot: The form of tip is opened (001-7), characterized by very strong anthocyanin coloration (003-9) with a high density of tip prostrate hairs (004-7).

Young leaf: The color of the upper side is yellow (051-2), with low intensity of anthocyanin coloration (052-3) and high density of prostrate hairs between the veins (053-7).

Shoot: Its attitude is semi-erect (006-3), and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), and the length of tendrils is very short (017-1).

Inflorescence: The sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: The size of the leaf blade is large (065-7), its shape is pentagonal (067-3), and the number of lobes is five (068-3). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is up to the 1st bifurcation (070-3). The shape of leaf teeth on both sides is rectilinear (076-2), with a medium length of teeth (077-5). The general shape of petiole sinus is closed (079-5), the base of petiole sinus is V-shaped (080-3). Prostrate hair density between the veins of the lower side is very high (084-9), and the density of erect hairs in main veins of the lower side is high (087-5).

Bunch: Its size is small (202-3), with loose density (204-3).

Berry: Its size is small (220-3), with a roundish shape (223-3). Skin color is green-yellow (225-1). The flesh is colorless (231-1) and medium juicy (232-2). The seeds are 2 to 3 (241-3), of medium size (242-5).

Phenological stages: The time of bud burst is the first decade of April (301) and the time of berry ripening beginning is the first decade of August (303).

'Kidonitsa'

As the name suggests, this promising variety displays strong quince-like along with ripe peach aroma and an underlying finish (Fig. 2). The flavor is soft, juicy and delicious. It is moderately vigorous, fertile, productive, relatively disease-resistant and drought sensitive. Formed into cup and linear bilateral cord (Royat) and accepts pruning short to 2 eyes. It ripens late, after September 20th. Each fruiting

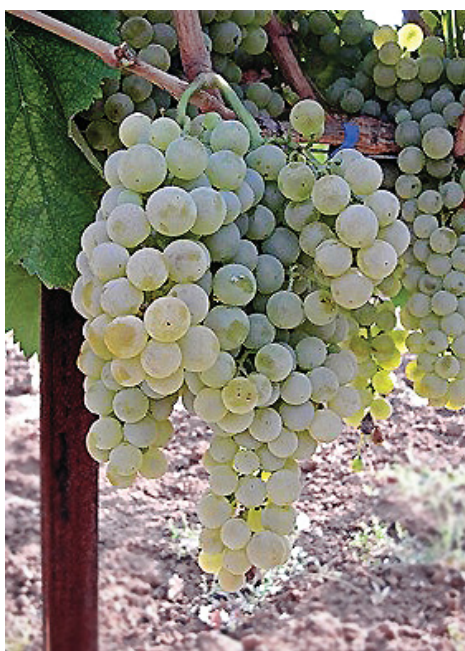


Fig. 2. Grape variety 'Kidonitsa'

vine bears 1 to 2 medium to large grape bunches, single or doubled, cylindrical. The elements of ampelographic description of the variety are as follows:

Young shoot: The form of tip of the young shoot is opened (001-7), characterized by poor anthocyanin coloration (003-3) with a high density of prostrate tip hairs (004-7).

Young leaf: The color of the upper side is reddish-copper (051-4) with medium intensity of anthocyanin coloration (052-5), and a high density of prostrate hairs between the veins (053-7).

Shoot: Its attitude is erect (006-5) and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of the tendrils is very short (017-1).

Inflorescence: The sex of the flower is reflexed stamens and fully developed gynoecium (151-4).

Mature leaf: The size of the leaf blade is medium (065-5), its shape is pentagonal (067-3), and the number of lobes is three (068-2). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is absent (070-1). The shape of leaf teeth on both sides is rectilinear (076-2), with a medium length of teeth (077-5). The general shape of petiole sinus is open (079-3), the base of petiole sinus is V-shaped (080-3). The density of prostrate hairs between the veins of the lower side is high (084-7), and the density of erect hairs in the main veins of the lower side is high (087-5).

Bunch: Its size is medium (202-5), with loose density (204-3).

Berry: Its size is medium (220-5), with a roundish shape (223-3) and green-yellow color of skin (225-1). The flesh is colorless (231-1) and medium juicy (232-2). The seeds are 2 to 3 (241-3), of medium size (242-5).

Phenological stages: The time of bud burst is the first decade of April (301) and the time of berry ripening beginning is the third decade of July (303).

'Asprouda'

The elements of ampelographic description of the variety (Fig. 3) are as follows:

Young shoot: The form of tip of the young shoot is opened (001-7), characterized by a medium anthocyanin coloration (003-5) with a very high density of prostrate tip hairs (004-9).

Young leaf: The color of the upper side is reddish - copper

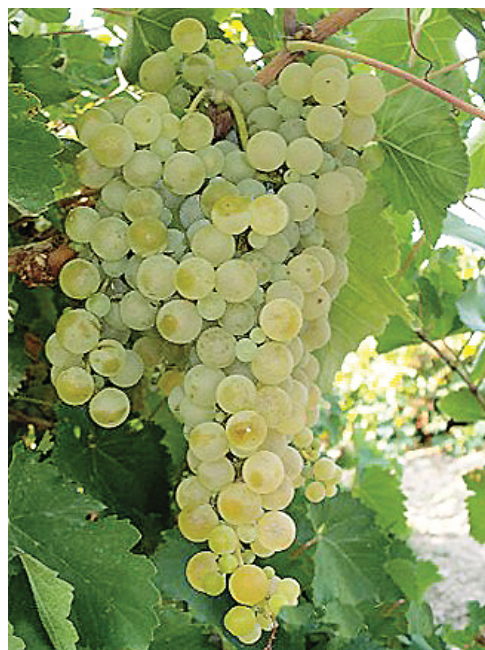


Fig. 3. Grape variety 'Asprouda'

(051-4) with medium intensity of anthocyanin coloration (052-5) and high density of prostrate hairs between the veins (053-7).

Shoot: Its attitude is semi-erect (006-3), and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of tendrils is short (017-3).

Inflorescence: The sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: The size of leaf blade is small (065-3), its shape is pentagonal (067-3), and the number of lobes is five (068-3). Anthocyanin coloration of main veins on the upper side of the blade is absent (070-1). The shape of leaf teeth on both sides is convex (076-3), with a small length of teeth (077-3). General shape of petiole sinus is closed (079-5), the base of petiole sinus is U-shaped (080-1). The density of prostrate hairs between the veins of lower side is high (084-7), and the density of erect hairs in the main veins of the lower side is low (087-3).

Bunch: Its size is medium (202-5), with medium density (204-5).

Berry: Its size is medium (220-5), with a roundish shape (223-3) and green-yellow skin color (225-1). The flesh is colorless (231-1) and medium juicy (232-2). The seeds are 2 to 3 (241-3), of medium size (242-5).

Phenological stages: The time of bud burst is the first decade of April (301), and the time of berry ripening beginning is the third decade of July (303).

'Asyrtiko'

'Asyrtiko' is a white world-class variety and one the most important varieties found in the Mediterranean Basin (Fig. 4). It originates from Santorini (Asyrtiko-Santorini), but spread all over the Greece, and, in terms of quality, became one of the most important indigenous varieties. The elements of ampelographic description of the variety are as follows:

Young shoot: The form of tip is opened (001-7), characterized by medium anthocyanin coloration (003-5) with a high density of prostrate tip hairs (004-7).

Young leaf: The color of the upper side is yellow (051-2), with medium intensity of anthocyanin coloration (052-5), and medium density of prostrate hairs between the veins (053-5).

Shoot: Its attitude is semi-erect (006-3), and the distribution of tendrils on the shoot is discontinuous (016-1), the length of the tendrils is short (017-3).

Inflorescence: The sex of the flower is hermaphrodite (151-3).

Mature leaf: The size of the leaf blade is small (065-3), its shape is pentagonal (067-3), and the number of lobes is five (068-3). Anthocyanin coloration of the main veins on the upper side of the blade is absent (070-1). The shape of leaf teeth on both sides is straight (076-2), with a small tooth length (077-3). The general shape of petiole sinus is open (079-3), the base of petiole sinus is U-shaped (080-1). The density of prostrate hairs between the veins of lower side is

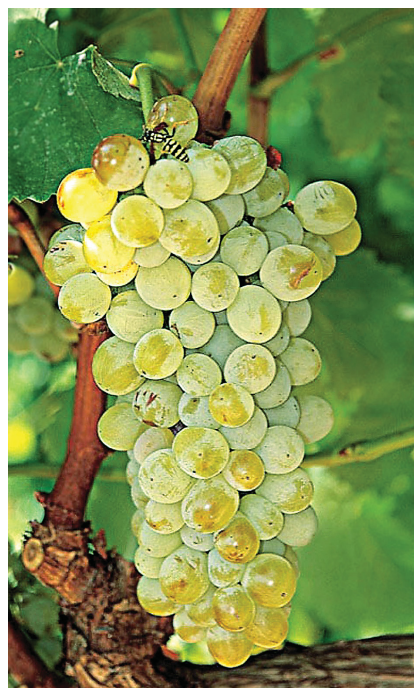


Fig. 4. Grape variety 'Asyrtiko'

high (084-7), and the density of erect hairs in the main veins of the lower side is very low (087-1).

Bunch: Its size is medium (202-5), with medium density (204-5).

Berry: Its size is medium (220-5), with a roundish shape (223-3) and green yellow color of skin (225-1). The flesh is colorless (231-1) and medium juicy (232-2). The seeds are 2 to 3 (241-3), of medium size (242-5).

Phenological stages: The time of bud burst is the first decade of April (301), and the time of berry ripening beginning is the first decade of August (303).

Conclusion

The morphological description of currently preserved autochthonous grape varieties of Greece 'Monemvasia', 'Kidonitsa', 'Asprouda' and 'Assyrtiko' in the Ampelographic Collection will help in further exploitation of these varieties in the creation of new resistant grapevine varieties with high quality characteristics.

REFERENCES

1. Vlachos M. Viticulture. Publications of A.P.Th. 1986.
2. Kotinis X. Greek Viticultural Atlas. Ministry of Agriculture. 1985.
3. Kribas B. Greek Viticulture. Ministry of Agriculture. 1944-1949;1-3.
4. Stavrakakis M. Viticulture. Tropi Publications. 2010.
5. Stavrakas D. Viticulture. Ziti Publications. 2010.
6. OIV 2013 Codes des caracteres descriptifs des varietes etespecies de Vitis. <http://www.oiv.int>.

Поступила 03.08.2023 г.
© Авторы

УДК 634.8

Студенникова Наталия Леонидовна, канд. с.-х. наук, зав. лабораторией генеративной и клоновой селекции, вед. науч. сотр.; e-мейл: Select@magarach-institut.ru;

Котоловец Зинаида Викторовна, канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр. лаборатории генеративной и клоновой селекции; e-мейл: zinaida_kv@mail.ru;

Рыбаченко Наталия Анатольевна, науч. сотр. лаборатории генеративной и клоновой селекции;

Андросова Мария Анатольевна, вед. инженер лаборатории генеративной и клоновой селекции

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

Наследуемость некоторых хозяйственно ценных признаков у сеянцев винограда в популяции Сары пандас x Цитронный Магарача

В статье представлены результаты исследований (2021–2022 гг.) по оценке хозяйственно ценных свойств и выделению гетерозисных сеянцев в популяции Сары пандас x Цитронный Магарача. В изучаемой популяции в качестве материнской формы был использован Сары пандас – крымский автохтонный технический сорт винограда среднепозднего срока созревания с функционально женским типом цветка, зелено-желтой ягодой. Сорт винограда Цитронный Магарача, характеризующийся комплексом признаков (наличие мускатного аромата, устойчивость к грибным болезням), брался в качестве отцовской исходной формы. Объектом исследования является популяция в объеме 24 сеянцев и исходные формы Сары пандас и Цитронный Магарача. Исследования выполнены на селекционном участке п. Вилино, Бахчисарайского района. Схема посадки кустов винограда – 3×1,5 м, форма куста – одноплечий Гюйо, участок без орошения. В популяции установлена гибридная депрессия по признаку масса грозди с отклонением в сторону худшего родителя Сары пандас. Выявлен промежуточный характер наследования признака массовая концентрация сахаров с отклонением в сторону лучшей родительской формы Цитронный Магарача. Выщепились 25,0 % сеянцев № 7-08-4-4, №7-08-6-2, № 7-08-7-3, № 7-08-10-3, № 7-08-15-3, № 7-08-12-3, гетерозисные по данному признаку (эффект гетерозиса составил от +1,04 % до +2,4 %). Выщепился сеянец № 7-08-15-3 как гетерозисный по совокупности признаков (масса грозди (+17,9 %), массовая концентрация сахаров (+1,25 %)). Выделенные сеянцы отнесены в группу источников хозяйственно ценных признаков для дальнейшего включения в селекционный процесс.

Ключевые слова: гибридизация; виноград; ягода; сорт; гроздь; популяция; агробиологические показатели; средний балл по популяции; гетерозис.

Studennikova Natalia Leonidovna, Kotolovets Zinaida Victorovna, Rybachenko Natalia Anatolievna, Androsova Maria Anatolievna

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

Heredity of some economically valuable traits in grape seedlings in the population 'Sary Pandas' x 'Tsitronnyi Magaracha'

The article presents the results of studies (2021–2022) on the assessment of economically valuable traits and isolation of heterotic seedlings in the population of 'Sary Pandas' x 'Tsitronnyi Magaracha'. The cultivar 'Sary Pandas', a Crimean autochthonous wine grape variety of medium-late ripening with a functionally female type of flower and a green-yellow berry, was used as a female parent in the studied population. Grapevine cultivar 'Tsitronnyi Magaracha', characterized by a complex of traits (presence of muscadine aroma, resistance to fungal diseases), was taken as a male parental initial form. The object of study is a population of 24 seedlings and original forms of 'Sary Pandas' and 'Tsitronnyi Magaracha'. The studies were carried out on the breeding plot of the village Viliно in Bakhchisaray district. The scheme of planting grape bushes is 3 × 1.5 m, one-arm Guyot bush training in non-irrigated plot. Hybrid depression based on the bunch weight with a deviation towards the worse parent 'Sarah Pandas' was established in the population. An intermediate nature of inheriting the trait of mass concentration of sugars with a deviation towards the better parental form 'Tsitronnyi Magaracha' was revealed. The content of 25.0% of seedlings was isolated - No. 7-08-4-4, No. 7-08-6-2, No. 7-08-7-3, No. 7-08-10-3, No. 7-08-15-3, No. 7-08-12-3 as heterotic by this trait (the effect of heterosis amounted from +1.04% to +2.4%). The seedling No. 7-08-15-3 was distinguished as heterotic by the set of characteristics (bunch weight (+17.9%), mass concentration of sugars (+1.25%)). The seedlings selected are grouped as a source of economically valuable traits to be further included in the breeding process.

Key words: hybridization; grapes; berry; cultivar; bunch; population; agrobiological indicators; average population score; heterosis.

Введение

Интерес к использованию автохтонных сортов в виноделии основан на уникальности их органолептических характеристик, а также способности автохтонов расти и плодоносить на тяжелых глинистых почвах с сильным хлоридно-сульфатным засолением и адаптацией к засушливым климатическим условиям исторического ареала. В связи с глобальным изменением климата устойчивость автохтонных сортов к неблагоприятным почвенно-климатическим условиям и их засухоустойчивость имеет особое значение для развития аутентичного виноградарства и виноделия, генеративной селекции и клонового улучшения [1–3]. Однако большинство крымских автохтонов имеет функционально женский тип цветка, что влияет на стабильность оплодотворения, урожайность и напрямую зависит от климатических условий возделывания и подбора сортов-опылителей.

В селекционной работе ФГБУН «ВНИИВиВ «Мага-

рач» РАН» разработано направление по выведению сортов винограда нового поколения – аналогов крымских автохтонов – высококачественных, несущих в себе генетическую адаптивность к условиям среды обитания, при этом обладающих генетически обусловленными признаками устойчивости к биотическим и абиотическим факторам [4].

Селекционерами института уже созданы сорта с обоеполюм типом цветка с участием в качестве материнской формы крымских аборигенных сортов: Кефесия Магарача (Кефесия x Ифигения), Янтарный Магарача (Кок пандас x Спартанец Магарача), возделываемые в Западном предгорно-приморском и Южнобережном районах Крыма. Согласно дегустационным оценкам столовые и десертные виноматериалы, приготовленные из данных сортов, являются перспективными как для столового, так и десертного виноделия [5].

Цель работы – изучение наследования хозяйственно ценных признаков ягод винограда в популяции Сары

пандас х Цитронный Магарача и выделение гетерозисных форм.

Объекты и методы исследований

Лабораторные и полевые эксперименты проводились в лаборатории генеративной и клоновой селекции в 2021–2022 гг. В изучаемой популяции Сары пандас х Цитронный Магарача в качестве материнской формы был использован Сары пандас – крымский автохтонный технический сорт винограда среднепозднего срока созревания с функционально женским типом цветка, зелено-желтой ягодой. Сорт винограда Цитронный Магарача, характеризующийся комплексом признаков (наличие мускатного аромата, устойчивость к грибным болезням), брался в качестве отцовской исходной формы. Объектом исследования является популяция в объеме 24 сеянца и исходные формы Сары пандас и Цитронный Магарача.

Исследования выполнены на селекционном участке п. Вилино, Бахчисарайского района. Климат Западного предгорно-приморского района Крыма характеризуется среднегодовой температурой +10,4°C. Продолжительность безморозного периода в среднем составляет 207–210 дней, а сумма активных температур – 3560°C. Почвенный покров на участке представлен черноземом южным высококарбонатным. За год выпадает от 450 до 600 мм осадков. Влажность воздуха в период вегетации винограда высокая – 66 %. В отдельные годы при вторжении холодных масс воздуха отмечается кратковременное понижение температуры до минус 22 °C [6]. Схема посадки кустов винограда – 3×1,5 м, форма куста – одноплечий Гюйо, участок без орошения.

Агробиологические показатели изучали с использованием классических методик [7, 8]. Массовую концентрацию сахаров в винограде определяли по ГОСТ 27198-87 «Виноград свежий. Методы определения массовой концентрации сахаров». Первичный материал обрабатывали методами математической статистики [9].

Обсуждение результатов

В процессе агробиологического изучения популяции Сары пандас х Цитронный Магарача за 2021–2022 гг. были получены результаты, которые отражены в табл. 1.

Установлено, что по показателю коэффициент плодородности 45,8 % сеянцев превосходят среднепопуляционное значение, достигая в среднем 0,99–1,19. По признаку средняя масса грозди 45,8 % сеянцев превосходят среднепопуляционный показатель, варьируя от 150,0 до 230,0 г. По признаку продуктивность побега по сырой массе грозди 45,8 % сеянцев превышают среднепопуляционное значение, эта величина варьирует от 146,0 до 216,1 г/побег. По признаку массовая концентрация сахаров 33,3% сеянцев превосходят среднепопуляционное значение, достигая в среднем от 235,0 до 247,0 г/дм³.

С целью изучения проявления гетерозиса и наследования хозяйственно ценных признаков в гибридном потомстве комбинации скрещивания Сары пандас х Цитронный Магарача определены характер наследования и показатели гетерозиса по признакам масса грозди, коэффициент плодородности, продуктивность побега по сырой массе грозди, массовая концентрация сахаров, средний балл по популяции, степень доминирования (СД – отражает вклад родительских компонентов в изменчивость признака, характерном для обоих родителей), истинный гетерозис (Ги – превосходство гибрида по какому-либо признаку над лучшим из родителей), селекционная ценность популяции.

В изучаемой популяции доля растений с большой

массой грозди достигает 4,2 %. В целом по популяции по данному признаку наблюдается отрицательный гетерозис (-38,8 %), что свидетельствует о промежуточном характере наследования признака с эффектом отрицательного доминирования материнской формы Сары пандас. Вместе с тем в изучаемой семье выщепился сеянец № 7-08-15-3, превышающий по данному признаку лучшую исходную форму с эффектом гетерозиса +17,9 % (табл. 2).

В популяции 25,0% сеянцев отличаются высоким накоплением сахара (более 240,0 г/дм³). Степень доминирования данного признака составляет +0,17, что свидетельствует о промежуточном характере его наследования с уклонением в сторону отцовской формы. Показатель истинного гетерозиса в изучаемой семье имеет отрицательное значение, т.е. сеянцы формируются с меньшей концентрацией сахаров по сравнению с лучшей родительской формой. Однако, в семье Сары пандас х Цитронный Магарача выщепились сеянцы, превосходящие по признаку массовая концентрация сахаров лучшую исходную форму Цитронный Магарача: № 7-08-4-4 (247,0 г/дм³, гетерозис +2,4 %), № 7-08-6-2 и № 7-08-7-3 (245,0 г/дм³, гетерозис +2,1 %), № 7-08-10-3 и № 7-08-15-3 (243,0 г/дм³, гетерозис +1,25 %), № 7-08-12-3 (242,0 г/дм³, гетерозис

Таблица 1. Агробиологические показатели сеянцев в популяции Сары пандас х Цитронный Магарача (среднее за 2021–2022 гг.)

Адрес куста	Коэффициент плодородности (К _п)	Средняя масса грозди, г	Массовая концентрация сахаров, г/дм ³	Урожай с куста, кг/куст	Продуктивность побега по сырой массе грозди, г/побег
7-08-1-1	1,0	155,0	229,0	1,86	154,8
7-08-3-1	1,12	137,5	225,0	1,69	154,15
7-08-3-3	0,96	142,5	229,0	1,78	136,9
7-08-4-1	1,08	155,0	235,0	2,09	161,25
7-08-4-3	1,13	152,5	229,0	2,28	172,95
7-08-4-4	0,88	140,0	247,0	1,33	123,2
7-08-5-2	0,99	132,5	228,5	1,52	132,0
7-08-6-2	0,99	125,0	245,0	1,94	124,0
7-08-6-3	0,99	135,0	235,0	1,50	133,8
7-08-7-3	1,19	175,0	245,0	2,27	208,6
7-08-8-1	0,95	120,0	229,0	1,94	114,2
7-08-10-2	0,87	135,0	226,0	1,42	117,25
7-08-10-3	1,00	125,0	243,0	1,81	126,4
7-08-11-1	0,97	155,0	223,0	2,16	151,0
7-08-11-2	0,96	145,0	226,0	2,17	139,2
7-08-11-3	0,94	110,0	226,0	1,70	105,0
7-08-12-1	0,94	155,0	230,0	2,08	146,5
7-08-12-2	1,00	145,0	229,0	1,88	144,7
7-08-12-3	0,88	165,0	242,5	1,82	146,05
7-08-12-4	1,00	150,0	230,0	1,87	151,3
7-08-13-2	0,93	135,0	228,0	2,16	125,9
7-08-13-4	0,97	162,5	229,0	1,71	157,7
7-08-14-1	0,94	165,0	225,0	1,56	154,25
7-08-15-3	0,94	230,0	243,0	2,75	216,1
Среднее значение	0,98	147,8	232,4	1,89	145,7
Ошибка средней	0,016	4,8	1,54	0,06	5,38
Коэффициент вариации	7,9	15,9	3,24	17,15	18,07
Сары пандас	0,97	175,0	230,0	2,19	170,0
Цитронный Магарача	1,20	195,0	240,0	2,53	234,0

Таблица 2. Проявление гетерозиса и степени доминирования по признаку масса грозди в популяции Сары пандас х Цитронный Магарача

Число сеянцев в популяции	Масса грозди в % по баллам										Средний балл по популяции	Степень доминирования	Гетерозис, % (истинный)	Селекционная ценность, %		
	Родительские формы		1		3		5		7						9	
	♀	♂	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%					шт.	%
24	7	9	1	4,2	3	12,5	10	41,6	9	37,5	1	4,2	5,5	-2,5	-38,8	4,2

Таблица 3. Проявление гетерозиса и степени доминирования по признаку массовой концентрации сахаров в популяции Сары пандас х Цитронный Магарача

Число сеянцев в популяции	Массовая концентрация сахаров в % по баллам										Средний балл по популяции	Степень доминирования	Гетерозис, % (истинный)	Селекционная ценность, %		
	Родительские формы		1		3		5		7						9	
	♀	♂	до 200 г/дм ³		201–220 г/дм ³		221–230 г/дм ³		231–240 г/дм ³						более 240 г/дм ³	
24	5	7	0	0	0	0	16	66,7	2	8,3	6	25	6,17	+0,17	-11,8	25,0

Таблица 4. Проявление гетерозиса и степени доминирования по признаку коэффициента плодоношения в популяции Сары пандас х Цитронный Магарача

Число сеянцев в популяции	Коэффициент плодоношения в % по баллам										Средний балл по популяции	Степень доминирования	Гетерозис, % (истинный)	Селекционная ценность, %		
	Родительские формы		1		3		5		7						9	
	♀	♂	< 0,2		0,3–0,5		0,6–0,89		0,9–1,1						1,2 и >	
24	7	9	0	0	0	0	3	12,5	21	87,5	0	0	6,75	-1,25	-25	0

Таблица 5. Проявление гетерозиса и степени доминирования по признаку продуктивности побега по сырой массе грозди в популяции Сары пандас х Цитронный Магарача

Число сеянцев в популяции	Продуктивность побега по сырой массе грозди в % по баллам										Средний балл по популяции	Степень доминирования	Гетерозис, % (истинный)	Селекционная ценность, %		
	Родительские формы		1		3		5		7						9	
	♀	♂	до 70 г/побег		71–140 г/побег		141–210 г/побег		211–280 г/побег						281–350 г/побег	
24	5	7	0	0	11	45,8	12	50	1	4,2	0	0	4,17	-1,83	-40,4	0

+1,04 %) (табл. 3).

В комбинации скрещивания Сары пандас х Цитронный Магарача значение степени доминирования показателя коэффициент плодоношения равно -1,25, что свидетельствует о гибридной депрессии. Истинный гетерозис по данному показателю имеет отрицательное значение, т.е. коэффициент плодоношения сеянцев меньше, чем у лучших родительских форм (табл. 4).

В популяции Сары пандас х Цитронный Магарача у 4,2 % сеянцев показатель продуктивность побега по сырой массе грозди находится на уровне отцовского сорта. Значение степени доминирования равно -1,83, что указывает на гибридную депрессию (табл. 5).

Таким образом, проведенные исследования позволили выделить в элиту сеянец Магарач № 7-08-15-3 (Сары пандас х Цитронный Магарача). Техническая форма среднего срока созревания. Цветок обоеполюй. Гроздь средняя, коническая, средней плотности. Ягода средняя, округлая, желто-зеленая. Кожица средней толщины. Мякоть сочная. Семян в ягоде 2–3. Сила роста кустов средняя. Вызревание побегов хорошее.

Выводы

В популяции Сары пандас х Цитронный Магарача установлена гибридная депрессия по признаку масса грозди с отклонением в сторону худшего родителя Сары пандас. Вместе с тем по данному признаку выщепился сеянец № 7-08-15-3 с эффектом гетерозиса +17,9 %.

Выявлен промежуточный характер наследования признака массовая концентрация сахаров с отклонением в сторону лучшей родительской формы Цитронный Магарача. Выщепились 25,0 % сеянцев, гетерозисных по данному признаку (эффект гетерозиса составил от +1,04 % до +2,4 %). Выделенные сеянцы отнесены в группу источ-

ников хозяйственно ценных признаков для дальнейшего включения в селекционный процесс.

Показатели степени доминирования признаков коэффициент плодоношения и продуктивность побега по сырой массе грозди свидетельствует о гибридной депрессии.

Выщепился сеянец № 7-08-15-3 как гетерозисный по совокупности признаков (масса грозди, массовая концентрация сахаров).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Volynkin V.A., Polulyakh A.A., Levchenko S.V., Vasylyk I.A., Likhovskoy V.V. Aspects of the particular genetics of grapes prolonged for all horticulture crops. Horticultural Crops. London: IntechOpen, 2020:1-27. DOI 10.5772/intechopen.90566.
- Волынкин В.А. Эффективность гибридизации у винограда // Виноград и вино России. 2000;1:11-13.
- Васильк И.А. Эффективность гибридизации крымских автохтонных сортов винограда // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2020;63(3):14-29. DOI 10.30679/2219-5335-2020-3-63-14-29.
- Полулях А.А., Лиховской В.В., Волынкин В.А., Борисенко М.Н., Олейников Н.П., Васильк И.А., Трошин Л.П. Перспективный сорт селекции института «Магарач»: Кефесия Магарача // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2016;4:6-7.
- Студенникова Н.Л., Высылк И.А., Котоловец З.В., Рыбаченко Н.А. Изучение сорта винограда Кефесия Магарача в Западном предгорно-приморском и Южнобережном районах Крыма // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН. 2022;51:65-67.
- 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: НИИВиВ «Магарач». 2011:1-34.
- Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А. Методы исследований в виноградарстве. Краснодар: ФГБНУ СКФНЦСВВ. 2021:1-146.
- Грамотенко П.М., Панарина А.М. Методические рекомендации по изучению сортов винограда в производственных условиях. Ялта: ВНИИВиВ «Магарач». 1992:1-29.
- Клименко В.П. Методические рекомендации по количественной генетике винограда. Ялта: ИВиВ «Магарач». 1998:1-24.

УДК 634.86

Хафизова Асия Асхадовна, канд. с.-х. наук, селекционер; e-мэйл: asia.khafizova@vivairauscedo.com;
Сартори Еудженио, д-р с.-х. наук, генеральный директор; e-мэйл: eugenio.sartori@vivairauscedo.com
 Виваи Кооперативи Раушедо (VCR), Италия, 33095 Раушедо, ул. Удине, 39

Новые подвойные сорта винограда серии М

С 1980-х гг. на кафедре сельскохозяйственных наук Миланского университета осуществлялась программа генетического улучшения подвоев. Из первых 8000 саженцев после долгого селекционного процесса были выбраны 4 подвоя серии М. Подвои были зарегистрированы в 2014 г. в Национальном реестре Италии. На настоящий момент они уже доступны для всех виноградарей благодаря компании Winegraft S.r.l. и питомнику Vivai Cooperativi Rauscedo, который является эксклюзивным лицензиатом и продает их по всему миру. Селекционеры создали новые генотипы, способные более эффективно реагировать на ограничивающие факторы, такие как нехватка воды, хлороз и засоление, улучшать способность к поглощению калия и магния и снижать силу роста в пользу качества винограда.

Ключевые слова: подвойные сорта; Vivai Cooperativi Rauscedo; устойчивость растений; виноградарство; виноделие.

Khafizova Asiya Askhadovna, Sartori Eugenio

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

New grapevine rootstock varieties of M series

Since the 1980s, the Department of Agricultural Sciences at the University of Milan has carried out a program of genetic improvement of rootstocks. From the first 8000 seedlings, after a long selection process, 4 rootstocks of M series were selected. The rootstocks were registered in 2014 in the National Register of Italy. At the moment, they are already available to all winegrowers thanks to Winegraft S.r.l. and Vivai Cooperativi Rauscedo nursery, who is the exclusive licensee and sells them worldwide. Breeders have created new genotypes that can more effectively respond to limiting factors such as water deficiency, iron chlorosis and salinity, improve potassium and magnesium absorption capacity and depress vigor in favor of grape quality.

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

Введение

В 1895 г. в Палермо Федерико Паульсен создал подвой 1103Р. Спустя более 120 лет посадки маточников 1103Р составляют 30 % от общей площади маточников подвоев в Италии. Этот процент достигает почти 90 %, если сюда включить SO4 (созданный в 1904 г.), K5BB и 140 Руджери (1896 г.), 110 Рихтер (1902 г.) и 420А (1887 г.). С того времени и до наших дней генетическое улучшение подвоев предлагало мало альтернатив. Последующие достижения лишь минимально заменили результаты экспериментов, проводившихся в конце XIX — начале XX вв. Несомненно, эффективность этих первых подвоев сыграла фундаментальную роль в продолжительности их использования, так как они гарантируют хорошую защиту от филлоксеры, а некоторые из них хорошо переносят известковые почвы, характерные для обширных площадей возделывания винограда в Италии и за рубежом.

Использование этих первых подвоев определило эпохальный поворотный момент между полным разрушением известного до того времени виноградарства и его последующим возрождением. Хотя в результате пришлось отказаться от многих местных сортов и интродуцировать новые зарубежные сорта. Несмотря на многочисленные ограничения, виноградари продолжают использовать эти подвои и по сей день.

Учитывая, что создание нового подвоя может занять от 20 до 25 лет с последующими значительными экономическими и материальными затратами, то легко понять сопротивление осуществлению проектов по выведению новых подвоев. Однако за более чем столетие в виноградарстве и виноделии многое изменилось, появились новые задачи и проблемы. Продолжающееся изменение климата, вызывающее сильные колебания в распределении осадков и повышение средней температуры, привело к все более частым случаям острого дефицита воды со всеми вытекающими отсюда последствиями для производства и качества винограда.

Дефицит воды негативно влияет на почвы, харак-

теризующиеся высокой засоленностью или наличием известняка, что еще более ограничивает адекватное развитие виноградной лозы из-за трудностей поглощения питательных элементов, в которых нуждается растение. Появился спрос на более устойчивое виноградарство, способное снизить затраты энергии на благо окружающей среды и прибыльности. Не в последнюю очередь крайне актуальным остается фитосанитарный аспект, поскольку помимо филлоксеры, вирусы, бактерии, нематоды и грибы, поражающие корневую систему, наоборот, остаются элементами сильного влияния на производство и качество.

Современное виноградарство не может позволить себе оставаться привязанным к консервативной модели, напротив, оно нуждается в новых решениях, которые могут оптимизировать взаимодействие между виноградной лозой и подвоем, а также между подвоем, почвой и климатом. Генетическая база, созданная столетие назад, была очень узкой из-за повторяющегося использования одних и тех же генотипов в различных селекционных программах; отсутствие широкой вариативности существующих подвоев не позволяет решить обозначенные проблемы.

Объекты и методы исследований

С 1980-х гг. на кафедре сельскохозяйственных наук и наук об окружающей среде (DISAA) Миланского университета осуществлялась программа генетического улучшения подвоев. Из первых 8000 саженцев после долгого селекционного процесса были выбраны 4 подвоя серии М:

M1=106/8 (*V. riparia* x (*V. cordifolia* x *V. rupestris*)) x *V. berlandieri*;

M2=8B Teleki (*V. berlandieri* x *V. riparia*) x 333 E.M. (*V. vinifera* x *V. berlandieri*);

M3=R27 (*V. berlandieri* x *V. riparia*) x 5C Teleki (*V. berlandieri* x *V. riparia*);

M4=41B (*V. vinifera* x *V. berlandieri*) x *V. berlandieri*.

Для проведения агрономической оценки подвоев серии М в 2003 г. были заложены 3 экспериментальных



Рис. 1. Лист подвоя М1



Рис. 2. Лист подвоя М2

виноградника. Плотность посадки виноградников – 2,4х0,8 м, формировка – Гюйо. В рамках эксперимента сравнивались подвои серии М и 10 наиболее распространенных подвойных сортов винограда. Виноградники расположены в 4 разных областях Италии: Вальполичелла (Верона), Кьянти (Сиена), Кастель дель Монте (Бари) и Контеа ли Склафани (Палермо). На каждый подвойный сорт были привиты два технических сорта винограда, Каберне Совиньон, распространенный во всех регионах, и автохтонный сорт винограда: Корвина (Верона), Санджовезе (Сиена), Ува ди Троя (Бари) и Неро д'Авола (Палермо). Начиная с 2007 г., в течение шести лет (до 2012 г. включительно) для каждой привойно-подвойной комбинации проводились исследования по хозяйственно ценным признакам.

Обсуждение результатов

Подвои серии М были зарегистрированы в 2014 г. в Национальном реестре. На настоящий момент они уже доступны для всех виноградарей благодаря компании «Winegraft S.r.l.» и питомнику Vivai Cooperativi Rauscedo, который является эксклюзивным лицензиатом и продает их по всему миру. Селекционеры создали новые генотипы, способные более эффективно реагировать на ограничивающие факторы, такие как нехватка воды, хлороз и засоление, улучшать способность к поглощению калия и магния и снижать силу роста в пользу качества винограда (рис. 1–4).

Благодаря многочисленным полевым испытаниям, проведенным исследователями из Миланского университета и Vivai Cooperativi Rauscedo (VCR), было показано, что подвой М1 может обеспечить наилучшие качественные характеристики в сочетании с красными сортами винограда и способен эффективно переносить высокие уровни активной извести. М2 обеспечивает высокий уровень продуктивности и хорошо противостоит засухе и засолению. Генотип М3 гарантирует самое высокое качество на плодородных почвах с низким содержанием извести, снижая силу роста и увеличивая накопление полифенолов в винограде [1]. Наконец, подвой М4 является отличной заменой 110R благодаря высокой устойчивости к водному стрессу, и способности стимулировать большую силу роста, рис. 5. В сильно засоленных почвах его также можно



Рис. 3. Лист подвоя М3



Рис. 4. Лист подвоя М4

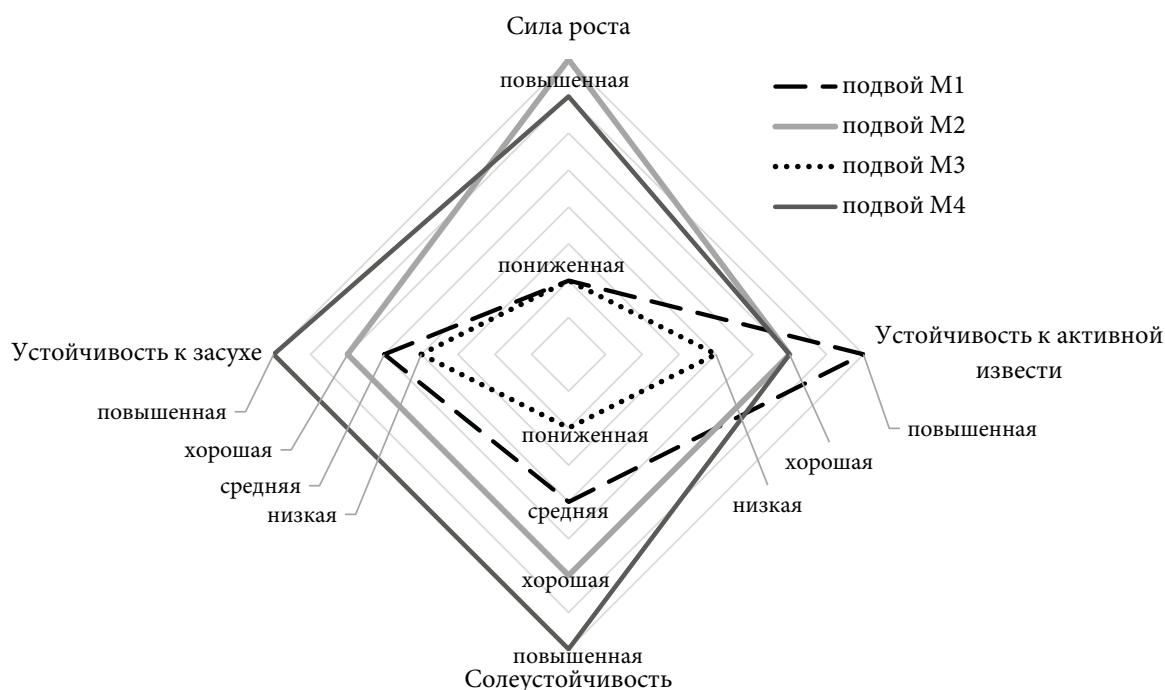


Рис. 5. Характеристики устойчивости и силы роста подвоев M1, M2, M3, M4

отлично использовать в качестве замены 1103P [2, 3].

С энтологической точки зрения VCR в сотрудничестве с Wine Research Team собрали данные о влиянии подвоев серии M на вино по сравнению с традиционными подвоями. Эти первые данные показали более высокий уровень кислотности в винограде сортов, привитых на подвои серии M, и в среднем более низкое содержание сахара. Эти характеристики, безусловно, интересны с точки зрения нивелирования последствий изменения климата и соответствия вкусам нынешнего потребителя. В конечном счете эти эксперименты расширили знания о подвоях M, предлагая широкий спектр оценок, которые позволят техническим специалистам VCR давать советы виноградарям и виноделам.

Питомник VCR провел дополнительные испытания, чтобы оценить способность новых подвоев к вегетативному размножению. Основным показателем развития нового подвоя в питомнике является выход саженцев, обусловленный как аффинитетом между привоем и подвоем, так и способностью давать черенки, соответствующие качественным параметрам первого выбора. Как и в случае с другими подвоями, даже в серии M существует определенная степень изменчивости конечных показателей выхода саженцев, которая зависит от комбинации привоя и подвоя. В 2020 г. средний выход с учетом всех комбинаций колебался от 73–74 % (M1, M4) до 77–78 % (M2, M3), значения сопоставимы со средними значениями для SO4 и 1103P. На данный момент чрезвычайно трудно привить только два сорта: Микеле Пальери и Ред Глоб, оба в сочетании с M1 [4]. В приведенных ниже табл. 1–3 показаны средние уровни выхода саженцев, наблюдаемые в течение последних нескольких сезонов.

Селекционная программа VCR

Приверженность VCR к инновациям привела к запуску собственной программы генетического улучшения в 2015 г., в которую был включен раздел, посвященный разработке новых подвоев. VCR хочет предложить отечественному и зарубежному винодельческому миру новый набор решений многочисленных проблем, с которыми

Таблица 1. Подвойно-привойные комбинации с низким выходом саженцев

Подвой	Сорт	Средний выход саженцев
M1	Аирен	низкий
	Каннонау	низкий
	Микеле Пальери	низкий
	Пиньолетто	низкий
M2	Мачератино	низкий
	Монастрель	низкий
	Совиньон Непис	низкий
M3	Неббьоло	низкий
	Ред Глоб	низкий
	Фалангина	низкий
M4	Макабео	низкий
	Пиньятелло	низкий
	Аирен	низкий

Таблица 2. Подвойно-привойные комбинации с средним выходом саженцев

Подвой	Сорт	Средний выход саженцев
M1	Алианико	средний
	Макабео	средний
	Верментино	средний
	Совиньон Ритос	средний
M2	Шардоне	средний
	Кроатина	средний
	Совиньон Ритос	средний
	Верментино	средний
M3	Глера	средний
	Негро Амаро	средний
	Пиньолетто	средний
M4	Шардоне	средний
	Пино Неро	средний
	Совиньон	средний

Таблица 3. Подвойно-привойные комбинации с высоким выходом саженцев

Подвой	Сорт	Средний выход саженцев
M1	Корвина	высокий
	Глера	высокий
	Мерло	высокий
	Примитиво	высокий
M2	Каннонау	высокий
	Глера	высокий
	Рислинг итальянский	высокий
	Вердиккио	высокий
M3	Шардоне	высокий
	Италия	высокий
	Совиньон	высокий
M4	Барбера	высокий
	Каннонау	высокий
	Глера	высокий
	Пино Гриджио	высокий

сталкивается виноградарство. Подвой будущего должны будут иметь умеренную силу роста и большую эффективность поглощения питательных веществ; особое внимание уделяется способности противостоять как абиотическим стрессам, таким как высокий уровень активной извести, засоленность и засуха, так и биотическим стрессам, таким как филлоксера, нематоды-переносчики вируса и

агробактерии. И последнее, но не менее важное: новые подвой должны гарантировать высокий выход саженцев и сводить к минимуму явления дизаффинитета, несовместимости и увядания, наблюдаемые при использовании определенных комбинаций привоя и подвоя.

Выводы

Однако создание и испытание новых подвоев – это лишь одно из направлений исследований нового Исследовательского центра VCR, где благодаря оснащению современным и сверхтехнологичным оборудованием реализуются новые проекты и разрабатываются новые методы питомниководства. VCR всегда верила и инвестировала в исследования и эксперименты как самостоятельно, так и совместно с наиболее важными национальными и международными исследовательскими центрами, подтверждая себя мировым лидером, в том числе в инновациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bianchi D., Caramanico L., Grossi D., Brancadoro L., De Lorenzis G. How do novel M-Rootstock (*Vitis* spp.) genotypes cope with drought? *Plants*. 2020;9:1385. DOI 10.3390/plants9101385.
2. Corso M., Vannozzi A., Ziliotto F., Zouine M., Maza E., Nicolato T., Vitulo N., Meggio F., Valle G., Bouzayen M., Müller M., Munné-Bosch S., Lucchin M., Bonghi C. Grapevine rootstocks differentially affect the rate of ripening and modulate auxin-related genes in Cabernet Sauvignon berries. *Front. Plant Sci.* 2016;7:69. DOI 10.3389/fpls.2016.00069.
3. Frioni T., Biagioni A., Squeri C., Tombesi S., Gatti M., Poni S. Grafting cv. Grechetto Gentile vines to new M4 rootstock improves leaf gas exchange and water status as compared to commercial 1103P rootstock. *Agronomy*. 2020;10:708. DOI 10.3390/agronomy10050708.
4. Brancadoro L., Tamai G., Sartori E., Colautti M. Quaderni tecnici VCR 17, I nuovi portinnesti "M". 2017. <https://vivairauscedo.com/contributi/download/quaderno17-portinnesti-m.pdf> (дата обращения 21.07.2023).

Поступила 21.07.2023 г.

© Авторы

УДК 664.641.12; УДК 664.641.14

Бурыкина Мария Сергеевна, науч. сотр.; e-мэйл: m.burykina@gosniihp.ru;

Кузнецова Лина Ивановна, д-р техн. наук, гл. науч. сотр.; e-мэйл: l.kuznetcova@gosniihp.ru;

Нутчина Мария Арнольдовна, мл. науч. сотр.; e-мэйл: m.nutchina@gosniihp.ru

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, Россия, 199608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 7, литера А

Исследование взаимосвязи количества белка в ржаной и пшеничной муке с ее технологическими свойствами

В статье приводятся требования к содержанию и количеству клейковины в пшеничной муке, а также рассмотрен вопрос взаимосвязи количества белка в муке, указываемого производителем, с количеством и качеством клейковины и хлебопекарными свойствами муки. Приведены рекомендации по использованию пшеничной муки с неудовлетворительными хлебопекарными свойствами при приготовлении разных видов продукции (кондитерских, кулинарных изделий). Представлены данные по исследованию взаимосвязи показателей качества муки ржаной, в том числе ее пенообразующей способности, как важной характеристики, отражающей возможность использования ее для производства жидких ржаных заквасок. Установлено, что увеличение содержания белка в муке ржаной обдирной привело к повышенной пенообразующей способности в водно-мучных суспензиях, а также оказало влияние на стойкость пены. Примесь пшеничной муки в ржаной муке одной из проб также оказывала влияние на увеличение показателя пенообразования в водно-мучной суспензии.

Ключевые слова: клейковина; мука пшеничная хлебопекарная; мука ржаная хлебопекарная; содержание белка; пенообразование.

Burykina Marya Sergeevna, Kuznetsova Lina Ivanovna, Nutchina Maria Arnoldovna

St. Petersburg branch of State Research Institute of Baking Industry, 7-A, Shosse Podbelskogo str., 199608 Pushkin, St. Petersburg, Russia

Verification of the relationship in the amount of protein in wheat and rye flour with its technological properties

This article presents the requirements for the content and quantity of gluten in wheat flour, and also considers the relationship of the amount of protein in flour, indicated by the manufacturer, with the quantity and quality of gluten and baking properties of flour. Recommendations on the use of flour with unsatisfactory baking properties in preparation of various types of products (confectionery, culinary products) are given. The data on the study of relationship between various quality indicators of rye flour, including its foaming properties as an important characteristic reflecting the possibility of using it for production of liquid rye starter cultures, are presented. It was found that an increase in the protein content in the medium rye flour resulted in an increased foaming ability in water-flour suspensions, and also had an effect on foam resistance. The admixture of wheat flour in the rye flour in one of the samples also had an effect on the increase in the foaming index in water-flour suspension.

Key words: gluten; baking wheat flour; baking rye flour; protein content; foaming.

Введение

В настоящий момент в РФ на муку пшеничную хлебопекарную действует ГОСТ 26574-2017 «Мука пшеничная хлебопекарная. Технические условия», на муку ржаную хлебопекарную ГОСТ 7045-2017 «Мука ржаная хлебопекарная. Технические условия», введенные в действие с 1 января 2019 г.

Содержание белка в муке варьируется в зависимости от сорта и составляет в среднем, в соответствии с вышеуказанными государственными стандартами, в г на 100 г, для муки пшеничной высшего сорта – 10,3, крупчатки – 10,8, первого сорта – 10,6, второго сорта – 11,6; для муки ржаной сеяной – 6,9 обдирной – 8,9, обойной – 10,7.

Мука разных сортов отличается химическим составом, что обусловлено ее выходом при помоле зерна. Выход муки – это количество муки, полученной из 100 кг зерна, выраженное в процентах к массе зерна. Очевидно, чем выше выход муки, тем больше в ней содержится белковых веществ, отрубистых частиц оболочек. С понижением сорта муки заметно меняется ее химический состав – снижается количество крахмала и повышается уровень белковых веществ, жиров, общего сахара, клетчатки. Белковые вещества муки входят в состав как твердых оболочек зерновки пшеницы, так и ее внутреннего содержимого (эндосперма). Нерастворимые в воде белки эндосперма образуют при замесе и дальнейшем созревании пшеничного теста губчато-сетчатый упругий каркас – клейковину. Общеизвестно, что белковые вещества клейковины играют большую роль в образовании

пшеничного теста с оптимальными для выработки хлеба реологическими свойствами.

Основные отличия пшеничной и ржаной муки заключаются в количестве белка и составе белковых веществ. Эти особенности обусловлены своеобразием углеводно-амилазного и белково-протеиназного комплексов. Рожь содержит меньше белков, но в них доля растворимых и слабо набухающих белков выше по сравнению с пшеницей. В отличие от пшеничной муки свойства ржаной муки не зависят от характеристик клейковины, поскольку при формировании ржаного теста не образуется клейковинного каркаса. Структурные особенности клейковины ржи изучены еще недостаточно, исследования в этом направлении продолжают. Исследования последних лет внесли много нового в понимание взаимосвязи отдельных компонентов муки и их роли в технологическом процессе хлебопечения.

Согласно ГОСТ 27839-2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины», клейковина муки – это комплекс белковых веществ муки, способных при набухании в воде образовывать связную эластичную массу. В соответствии с ГОСТ 26574-2017 количество сырой клейковины должно составлять (не менее): для муки высшего сорта – 28 %, для муки первого сорта – 30 %.

Хлебопеки часто задают вопрос: связаны ли количество белка в муке с количеством и качеством клейковины и хлебопекарными свойствами пшеничной муки? Ведь в технологии важно не только количество, но и качество

клейковины.

Муку с низким содержанием клейковины или слабой клейковиной стоит использовать для изготовления мучных кондитерских изделий (печенье, вафли). Для приготовления бисквитного полуфабриката также рекомендуется использовать муку с содержанием 28-32 % с удовлетворительно слабой клейковиной. Мука с удовлетворительно слабой клейковиной также позволяет получить эластичное тесто для пиццы, пельменей и мантов. Мука с крепкой клейковиной подойдет для приготовления сухеш, а для приготовления слоёных изделий требуется мука с большим содержанием сильной клейковины [1].

Однако возникает другой вопрос: можно ли ориентироваться при выборе той или иной партии муки на количество белка, указанного на упаковке? Правда ли, что чем больше белка в составе муки указано на упаковке, тем лучше будут ее хлебопекарные свойства?

Исследования, проводимые в Санкт-Петербургском филиале в последние годы, показали, что, к сожалению, ориентация на информацию о содержании белка, указанную производителем на этикетке, не всегда позволяет гарантировано приобрести муку с хорошими хлебопекарными свойствами. Это связано с тем, что на этикетку могут быть вынесены средние значения пищевой ценности, а не фактическое содержание.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований являлись 24 пробы пшеничной хлебопекарной муки из оптовых поставок и из розничной торговли (12 проб муки высшего сорта и 12 – первого сорта); три пробы муки ржаной обдирной от производителей из разных регионов РФ. Муку пшеничную хлебопекарную анализировали по ГОСТ 27839-2013 «Мука пшеничная. Методы определения количества и качества клейковины». Физико-химические показатели качества муки ржаной обдирной определяли общепринятыми в хлебопекарной отрасли следующими методами: массовую долю влаги – по ГОСТ 9404-88; зольность – по ГОСТ 27494-2016; белизну – по ГОСТ 26361-2013, количество белка – по ГОСТ 10846-91, число падения (далее ЧП) – по ГОСТ 27676-88. Также определяли автолитическую активность муки на приборе амилограф фирмы Brabender (Германия) по ГОСТ ISO 7973-2013. Определение пенообразующей способности и стойкости пены водно-мучной суспензии проводили согласно методике [2], по которой навеску ржаной муки смешивали с дистиллированной водой и встряхивали в мерном цилиндре в течение 1 мин. Измеряли высоту пены над уровнем жидкости и стойкость пены по истечении 15 мин. по миллиметровой бумаге. Идентификацию примесей пшеницы в исследуемых пробах ржаной муки проводили методом вертикального электрофореза в пластинах ПААГ [3].

Обсуждение результатов

Анализ полученных данных по исследованию пшеничной муки (табл. 1) показал отсутствие прямой связи между

количеством белка, заявленным производителем, и качеством клейковины, следовательно, хлебопекарными свойствами муки. Например, установлено, что мука, содержащая по данным производителя всего 10 % белка, имела клейковину хорошего качества (пробы 1, 2), в то время как клейковина из муки, содержащей по данным производителя 11 % белка (проба 10) и 12,7 % белка (проба 22), была удовлетворительно слабой. В то же время в партиях муки, содержащих 10,3 % белка, встречалась как хорошая по качеству клейковина (пробы 4, 7), так и неудовлетворительно слабая (пробы 11, 12).

В соответствии с ГОСТ 7045-2017, мука ржаная обдирная должна иметь следующие показатели качества: влажность – не более 15 %, зольность – не более 1,45 %, показатель белизны – не менее 6 ед. прибора, число падения (далее ЧП) – не менее 150 с. Знание показателей качества муки позволяет прогнозировать ход технологического процесса и своевременно применять технологические приемы для управления качеством полуфабрикатов и готовых изделий [4].

Анализ результатов исследований муки ржаной обдирной (табл. 2), свидетельствует, что показатель зольности всех трех исследуемых проб муки не соответствует требованиям ГОСТ 7045-2017 и превышает норму в 1,1-1,15 раза. Показатель белизны пробы 1 ниже значения, регламентированного ГОСТом.

Т а б л и ц а 1. Показатели качества клейковины, полученной из пшеничной муки высшего и первого сорта

№ п/п	Производитель	Содержание белка, г*	Количество клейковины, %	ИДК, усл. ед. прибора	Характеристика клейковины
Мука высшего сорта					
1	ГУП «Продовольственный фонд», г. Санкт-Петербург	10,0	28,0	65	Хорошая
2		10,0	27,8	65	Хорошая
3	«Мельница Кирова», г. Санкт-Петербург	10,5	28,2	50	Удовлетворительная крепкая
4	АО «Макфа»	10,3	30,6	65	Хорошая
5	ООО «Скайфуд»	10,3	29,8	65	Хорошая
6	АО «Зернопродукт»	10,0	21,6	80	Удовлетворительная слабая
7	АО «Рязаньзернопродукт»	10,3	30,4	65	Хорошая
8	ЗПК «Барнаулская мельница»	12,3	32,6	75	Хорошая
9		12,0	28,0	65	Хорошая
10	ООО «Сеймовские мельницы»	11,0	32,6	80	Удовлетворительная слабая
11	ООО «Хлебзернопродукт», г. Таганрог	10,3	27,0	105	Неудовлетворительно слабая
12	ЗАО «Кубаньоптпродторг», г. Краснодар	10,3	26,0	105	Неудовлетворительно слабая
Мука первого сорта					
13	ГУП «Продовольственный фонд», г. Санкт-Петербург	11,0	30,0	70	Хорошая
14		10,6	27,8	65	Хорошая
15		10,6	29,9	65	Хорошая
16	ОАО «Полоцкий комбинат хлебопродуктов»	10,6	27	70	Хорошая
17		10,6	25	70	Хорошая
18	«Мельница Кирова», г. Санкт-Петербург	11,5	27,4	70	Хорошая
19		11,5	30,3	65	Хорошая
20		11,5	29,5	60	Хорошая
21		11,5	30,5	60	Хорошая
22	ЗПК «Барнаулская мельница»	12,7	32,0	85	Удовлетворительно слабая
23		12,2	27,6	65	Хорошая
24		12,6	31,0	65	Хорошая

П р и м е ч а н и е : * - заявленное производителем на маркировке

Исследование ферментативной активности проб ржаной обдирной муки показало, что все пробы муки имели довольно высокое значение показателя ЧП. Проба 1 с ЧП 266 с может быть отнесена к муке с пониженной ферментативной активностью. Значение амилограммы муки 413 ЕА свидетельствует о пониженной активности ферментов пробы 1. Мука второй и третьей пробы имела значения 298 ЕА и 371 ЕА соответственно. Показатели высоты амилограммы были сопоставимы с показателями ЧП.

Результаты изучения пенообразующей способности и стойкости пены муки ржаной обдирной (рис.), показали, что в пробе 1 содержалось 10,7 г белка, а мука характеризовалась наибольшим значением показателя пенообразования (40,7%). В пробе 3 содержание белка составляло 8,4 г, а мука имела наименьший показатель пенообразования (26,9%), однако пена была наиболее устойчивой (37,1%) из всех трех исследуемых проб. Содержание белка в пробе 2 было наименьшим (7,9 г), а пена была наименее стабильной.

Показатель пенообразующей способности ржаной муки не нормируется, однако может стать важным фактором для оценки хлебопекарных и технологических свойств ржаной муки, в частности при приготовлении жидких заквасок. Исследование электрофоретического спектра проб муки в вертикальных пластинах ПААГ показало, что в муке пробы 1 присутствует примесь пшеницы, а мука 2-й и 3-й проб не содержит примеси и состоит только из зерна ржи. Можно предположить, что примесь пшеницы оказала влияние на увеличение пенообразования в первой партии муки.

Выводы

Таким образом, количество белка, указанного на упаковке пшеничной муки, не может служить объективным показателем, отражающим хлебопекарные свойства муки. Характеристика клейковины – это показатель, который позволяет определить для какого ассортимента изделий лучше подойдет данная партия. А в хлебопечении при переработке муки с клейковиной неудовлетворительного качества возможно регулировать свойства теста в технологическом процессе за счет изменения режимов приготовления теста (изменения длительности операций, усиления или ослабления механической обработки теста, изменения его температуры, оптимизации количества воды в тесте), регулированием дозировки дополнительного сырья [5].

Полученные результаты исследований свидетельствуют, что показатели качества муки ржаной обдирной, регламентируемые ГОСТом, не отражают в полной мере технологические свойства муки, проявляющиеся в процессе приготовления заквасок. Анализ исследуемых проб муки показал, что наибольшее количество белка содержалось в пробе, для которой отмечалась наибольшая пенообразующая способность. Способность муки к пенообразованию не коррелировала напрямую с абсолютным значением показателя числа падения. Показатель

Таблица 2. Показатели качества исследуемых проб муки ржаной обдирной

Наименование показателей	Значения показателей проб муки		
	1	2	3
Влажность, %	12,5	11,8	12,9
Зольность, % на сухое вещество	1,67	1,54	1,50
Число падения, с	266	241	244
Белизна, ед. пр.	1	7	6
Высота амилограммы, ЕА	413	298	371
Содержание белка, г на 100 г продукта	10,7	7,9	

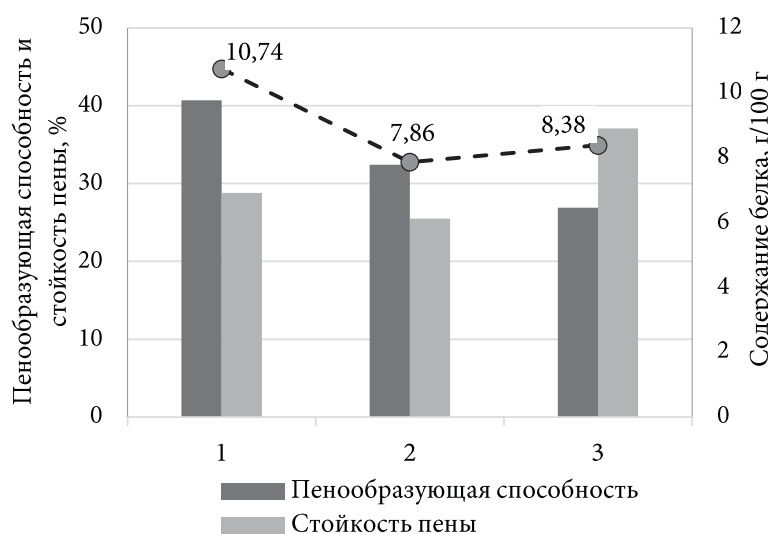


Рис. Зависимость пенообразующей способности и стойкости пены водно-мучных суспензий от содержания белка в муке ржаной обдирной

пенообразующей способности ржаной муки может стать важным фактором для оценки хлебопекарных и технологических свойств ржаной муки, в частности ее поведения при приготовлении полуфабрикатов хлебопекарного производства. Примесь пшеничной муки в ржаной муке также могла оказать влияние на увеличение пенообразования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пучкова Л.И., Поландова Р.Д., Матвеева И.В. Технология хлеба, кондитерских и макаронных изделий. Часть 1. Технология хлеба. С.-Пб.: ГИОРД. 2005:1-559.
2. Забодалова Л.А. Научные основы создания продуктов функционального назначения: Учеб.-метод. пособие. С.-Пб.: Университет ИТМО, ИХиБТ. 2015:1-86.
3. Конарев В.Г., Гаврилюк И.П., Губарева М.К. и др. Идентификация сортов и регистрация генофонда культурных растений по белкам семян. С.-Пб.: ВИР. 2000:1-186.
4. Кузнецова Л.И., Бурыкина М.С., Парахина О.И., Нутчина М.А., Лаврентьева Н.С. Анализ качества муки ржаной обдирной, вырабатываемой мукомольными предприятиями различных регионов России в 2020 году // Хлебопечение России. 2021;2:36-43.
5. Поландова Р.Д., Дремучева Г.Ф., Карчевская О.Е., Лукач Е.Н. и др. Технологические рекомендации по улучшению качества хлебобулочных изделий из муки с пониженными хлебопекарными свойствами. М.: ООО «Вторая типография». 2010:1-98.

Поступила 01.08.2023

© Авторы

УДК 663.25

Дроздова Татьяна Александровна, ассистент кафедры технологии виноделия и броидильных производств;
е-мейл: tanjakitti@mail.ru;

Агеева Наталья Михайловна, профессор кафедры технологии виноделия и броидильных производств
Кубанский государственный технологический университет, 350072, г. Краснодар, ул. Московская, д. 2

Изменение типичных свойств игристых вин при применении термических обработок тиражной смеси

Приведены результаты исследований по изменению типичных свойств игристых вин в результате применения термической обработки тиражной смеси. Показано изменение показателей пенообразующей способности и игристых свойств игристых вин, прошедших послетиражную выдержку в течение 3-х лет. На основании полученных данных сделан вывод о том, что при применении обработки холодом тиражной смеси с последующим вторичным брожением и послетиражной выдержкой, возможно изменение физико-химического состава игристых вин, а именно увеличение типичных свойств за счет интенсивного накопления продуктов автолиза дрожжей, способствующих увеличению устойчивости системы «вино-СО₂».

Ключевые слова: игристое вино; пенообразующая способность; тиражная смесь; термическая обработка; игристые свойства.

Drozдова Tatiana Aleksandrovna, Ageeva Natalia Mikhailovna

Kuban State Technological University, 2 Moskovskaya str., 350072 Krasnodar

Changes in physicochemical composition of sparkling wines when using heat treatment of tirage mixture

The results of studies on the changes in physicochemical composition of sparkling wines when using heat treatment of tirage mixture are presented. The adjustment of foaming capacity and sparkling properties indicators that have passed post-tirage aging for 3 years is shown. Based on the data obtained, it is concluded that when using cold treatment of tirage mixture with subsequent secondary fermentation and post-tirage aging, it is possible to change physicochemical composition of sparkling wines, namely, an increase in typical properties due to the intensive accumulation of yeast autolysis products, contributing to an increase in the stability of the system wine-CO₂.

Key words: sparkling wine; foaming capacity; tirage mixture; heat treatment; sparkling properties.

Введение

Физико-химические свойства виноматериалов в процессе приготовления игристых вин претерпевают существенные изменения в зависимости от применяемых технологических обработок [1-4]. Поэтому различные технологические приемы могут быть использованы для улучшения условий формирования типичных качеств игристых вин на всех этапах производственного процесса для обеспечения оптимальных режимов и правильного сочетаний отдельных операций.

Цель настоящей работы – изучить влияние термических обработок тиражной смеси на изменение типичных свойств игристых вин при послетиражной выдержке.

Объекты и методы исследования

Для исследования влияния термических обработок тиражной смеси проводили сравнительных анализ игристых вин из виноматериала сорта Совиньон. В тиражную смесь, кроме обработанного виноматериала, вводили тиражный ликер из расчета содержания сахара 22 г/дм³ и дисперсные минералы в виде 10%-ных суспензий в количестве 2 г/дм³. Сбраживали тиражную смесь с применением предварительно подобранной расы дрожжей LALVIN QA-23.

Для исследования физико-химических процессов, протекающих при выдержке игристых вин после термических обработок образцов тиражной смеси, нами была проведена послетиражная выдержка в течение 3-х лет при температуре 12°C с последующим анализом физико-химических показателей экспериментальных образцов игристых вин.

Модель тиража подвергали следующим обработкам с проведением последующей послетиражной выдержкой:

– холодом в течение 4-х суток при температуре минус 3°C с последующей выдержкой при 12°C (образец 1);

– холодом в течение 2-х суток при температуре минус 3°C с последующей обработкой теплом в течение 2-х суток при температуре 30°C с последующей выдержкой при 12°C (образец 2);

– теплом в течение 4-х суток при температуре 30°C с последующей выдержкой при 12°C (образец 3);

– теплом в течение 2-х суток при температуре 30°C с последующей обработкой холодом в течение 2 суток при температуре минус 3°C с последующей выдержкой при 12°C (образец 4).

Контролем служил образец тиражной смеси, прошедший послетиражную выдержку при температуре 12°C.

Определение физико-химических показателей вин проводилось согласно действующей в РФ нормативной документации, а также с использованием общепринятых методик [5].

Физическо-химическое состояние оценивали по показателю пенообразующей способности (F, с) инструментальным методом, с использованием устройства для определения пенообразующей способности виноматериалов и игристых вин [6].

Для оценки игристых свойств использовали устройство и методику к нему, основанную на измерении уровня избыточного давления диоксида углерода без нарушения условий равновесного состояния газа в жидкости [6, 7], с последующим анализом игристых свойств в образце игристого вина в автоматическом режиме.

Для определения содержания количества углекислоты в образце игристого вина автором была разработана методика, основанная на измерении уровня диоксида углерода без нарушения условий равновесного состояния двухфазной системы «вино-СО₂» в образце шампанского вина в автоматическом режиме [6].

Обсуждение результатов

Ранее было установлено [3, 8, 9], что устойчивость пены игристого вина, зависящая в основном от наличия и концентрации поверхностно-активных веществ, дающих гелеобразно структурированные адсорбционные слои, в процессе вторичного брожения понижается вследствие адсорбции и частичного потребления этих веществ дрожжевыми клетками. В связи с этим технологические приемы должны обеспечивать благоприятные условия для предохранения высокомолекулярных продуктов автолиза дрожжей от дальнейших превращений, а также максимально обогащать игристые вина поверхностно-активными веществами путем регулирования хода автолитических процессов.

Влияние различных приемов термической обработки на характерные качества игристого вина после прохождения послетиражной выдержки видно из данных табл. 1.

Характеристика основных показателей для определения показателя пенообразующей способности игристых вин представлен в табл. 2.

Полученные данные по исследованию пенообразующей способности игристых вин говорят о значительном снижении данного показателя в процессе послетиражной выдержки.

При анализе пенообразующей способности контрольного образца игристого вина из сорта винограда Совиньон (рис. 1, табл. 2) характер кривой пенообразования говорит о продолжительном росте столба пены, а величина показателя пенообразующей способности

Таблица 1. Типичные свойства игристых вин

Образец	Высота газовой камеры в бутылке, см	Уровень давления, кПа			Показатель игристых свойств, м	Продолжительность «игры», мин.	Содержание углекислоты, г/дм ³	Показатель пенообразования, Ф, с
		начальный, Рн	конечный, Рк	прирост, ΔР				
Контроль	8,8	422,0	439,0	17,0	4,20	175,0	7,75	18,3
Образец 1	7,1	487,0	507,0	20,0	4,75	88,0	7,75	18,6
Образец 2	8,2	474,0	502,0	28,0	3,18	185,0	7,60	12,1
Образец 3	8,3	452,0	469,0	17,0	1,67	105,0	7,34	7,6
Образец 4	8,9	491,0	505,0	14,0	2,60	140,0	7,03	8,9

Таблица 2. Характеристики пенообразования в режиме измерения и показатель пенообразующей способности образцов игристых вин

Образец	Максимальная высота столба пены, Н _{max} , мм	Время, за которое образовался столб пены максимальной высоты, D, с	Объем углекислого газа, прошедший через пробу, Vg, см ³	Показатель пенообразующей способности, Ф, с
Контроль игристого вина из сорта винограда Совиньон	79,7	50,47	66,23	18,3
Образец 1	84,7	19,32	29,17	18,6
Образец 2	71,2	26,59	37,72	12,1
Образец 3	63,5	20,35	39,63	7,6
Образец 4	64,8	28,18	38,38	8,9

составляет 18,3 с, но при этом пена, которая поначалу была структурированная, с 8-й минуты стала рыхлой, а к 15 минуте практически разрушилась, что говорит о том, что в пенную фракцию переходят пеногасители, которые через время разрушаются и пена стабилизируется.

В образце 1 значение пенообразующей способности составляет 18,6 с (рис. 2, табл. 2), но при этом в процессе пробоподготовки пена была структурирована и плотная в сравнении с контрольным образцом игристого вина из сорта винограда Совиньон после прохождения послетиражной выдержки в течение 3-х лет.

Анализ пенообразующей способности образцов 2-4

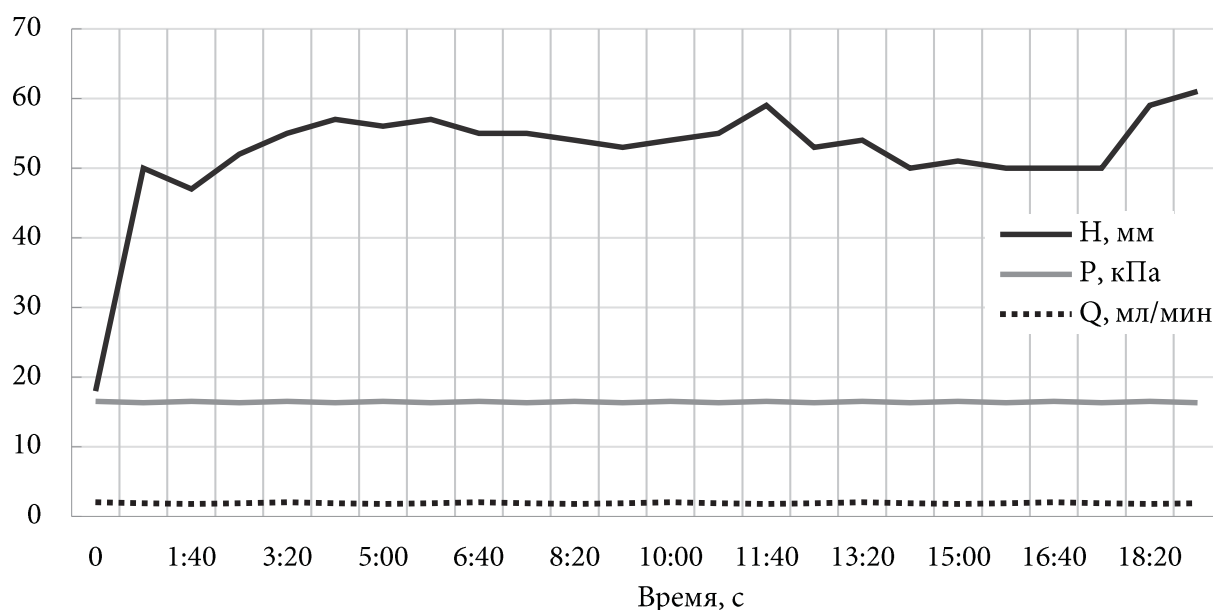


Рис. 1. Характеристика пенообразующей способности контрольного образца игристого вина (Н – высота столба пены, мм; Р – давление в системе, кПа; Q – расход CO₂, мл/мин)

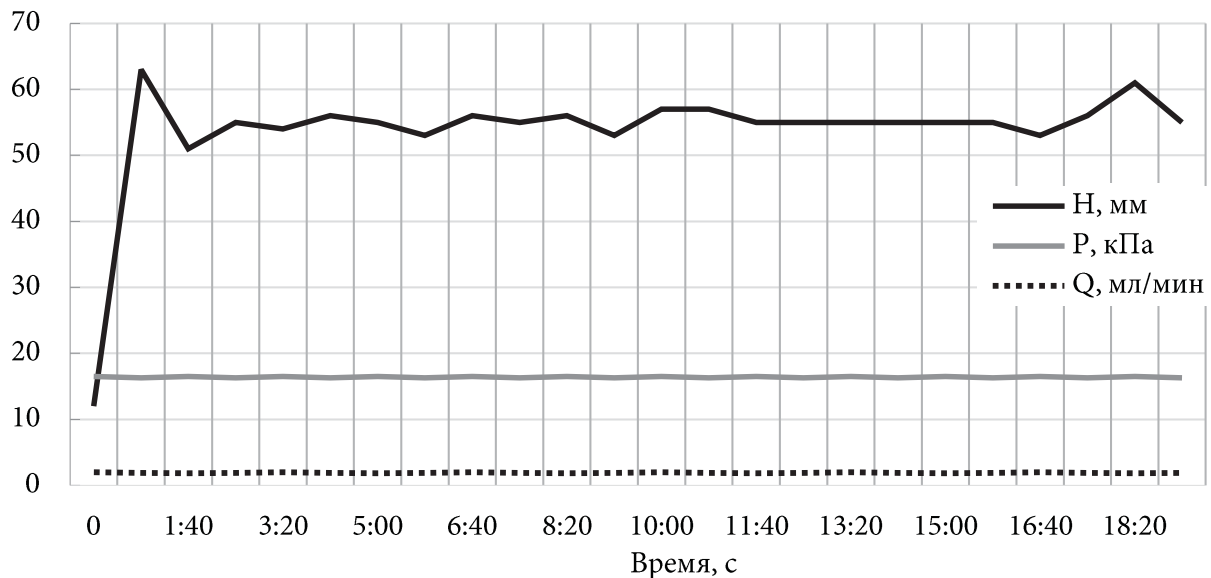


Рис. 2. Характеристика пенообразующей способности образца игристого вина с применением обработки холодом (Н – высота столба пены, мм; Р – давление в системе, кПа; Q – расход CO₂, мл/мин)

показал, что высота столба пены в процессе пробоподготовки не превышает 2 мм, а вычисленное значение показателя пенообразующей способности равно соответственно 12,1 с, 7,6 с и 8,9 с, что говорит о низкой способности вина к пенообразованию.

Характеристика высоты столба пены указывает на недостаточное содержание веществ, обладающих стабилизирующим действием на адсорбционные слои игристого вина.

При исследовании показателя игристых свойств, т, после проведения послетиражной выдержки, выявлены значительные изменения в образцах игристых вин. Так, обработка холодом несколько понижает величины показателей игристых свойств, при этом комплексная обработка холодом с последующей обработкой теплом способствует значительному увеличению значений показателей игристых свойств. Если применять сначала обработку теплом, даже с последующей обработкой холодом, значения игристых свойств резко уменьшаются. Изменение игристых свойств при термической обработке связано с значительными колебаниями поверхностно-активных веществ в игристых винах [1, 10], что свидетельствует о том, что при указанных условиях происходит интенсивное накопление продуктов автолиза дрожжей, способствующих увеличению устойчивости системы вино-CO₂.

Несмотря на значительные изменения пенообразующей способности и игристых свойств в игристых винах, содержание углекислоты в полученных образцах изменилось незначительно, что говорит о том, что термические обработки никак не влияют на содержание углекислоты в игристых винах.

Выводы

Полученные данные свидетельствуют о возможности улучшения типичных показателей игристых вин при использовании обработки холодом тиражной смеси.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дроздова Т.А. Агеева Н.М., Поспелов М.В. Исследование влияния термических обработок на качественные показатели игристых вин // Ползуновский вестник. 2022;3:22-27. DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.003
2. Kemp B., Condé B., Jégou S. et al. Chemical compounds and mechanisms involved in the formation and stabilization of foam in sparkling wines. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2018; 59(13):2072-2094.
3. Мерджаниан А.А. Физико-химия игристых вин. М.: Пищевая промышленность. 1979:1-271.
4. Cilindre C., Henrion C., Coquard L. et al. Does the temperature of the prise de mousse affect the effervescence and the foam of sparkling wines? *Molecules*. 2021;26(15):4434.
5. ГОСТ 33336-2015 Вина игристые. Общие технические условия.
6. Drozdova T., Biryukov A., Kachaeva N. et al. Implementation of techniques and design of equipment for the production of the food liquids. *Journal of Physics: Conference Series: International Conference "Actual Trends in Radiophysics"*, Tomsk, 01-04.10.2019. Tomsk: Institute of Physics Publishing. 2020:012003. DOI 10.1088/1742-6596/1499/1/012003.
7. Мишин М.В., Таланян О.Р. Оценка шампанских качеств игристых вин // *Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ»*. 2015;8:61-63.
8. Adesulu-Dahunsi A.T., Dahunsi S.O., Olayanju A.A. Synergistic microbial interactions between lactic acid bacteria and yeasts during production of Nigerian indigenous fermented foods and beverages. *Food Control*. 2020;110:106963.
9. Buxaderas S., Riu-Aumatell M., López-Tamames E. Managing the quality of sparkling wines. *Managing Wine Quality*. 2022:797-844.
10. Дроздова Т.А., Поспелов М.В., Агеева Н.М. Влияние термических обработок тиражной смеси на качественные показатели игристых вин // *Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН НИИВиВ «Магарач» РАН*. 2022;51:86-88. DOI 10.35547/10.34919.2022.43.41.001.

Поступила 28.07.2023

© Авторы

УДК 613.1+615.83+616-008.3/5-08-031.81-092.6

Крутиков Евгений Сергеевич¹, д-р мед. наук, профессор, директор института;

Мизин Владимир Иванович², д-р мед. наук, доцент, зав. научно-исследовательским отделом физиотерапии, медицинской климатологии и курортных факторов; e-мэйл: yaltamizin@mail.ru;

Михайлов Андрей Андреевич³, врач, генеральный директор;

Яновский Тарас Сергеевич⁴, канд. мед. наук, врач физиотерапевт;

Загоруйно Виктор Афанасьевич⁵, д-р техн. наук, член-корреспондент НААН, профессор, зав. лабораторией коньяка, гл. науч. сотр.;

Яланецкий Анатолий Яковлевич⁶, канд. техн. наук, вице-президент

¹Институт «Медицинская академия имени С.И. Георгиевского» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Республика Крым, г. Симферополь;

²ГБУЗ РК «Академический научно-исследовательский институт физических методов лечения, медицинской климатологии и реабилитации им. И.М. Сеченова», Республика Крым, г. Ялта;

³Общество с ограниченной ответственностью «ПротенФарма», г. Москва;

⁴Общество с ограниченной ответственностью «Праймер», Республика Крым, г. Симферополь;

⁵Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарах» РАН, Россия, 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31;

⁶Союз виноделов Крыма, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31

Функциональные продукты питания с высоким содержанием ресвератрола в медицинской реабилитации после перенесенной инфекции COVID-19

При медицинской реабилитации (МР) пациентов после перенесенной инфекции COVID-19 необходимо осуществлять нутритивную поддержку с использованием продуктов специализированного питания (ПСП). Важными биологически активными веществами (БАВ) в составе нутритивной поддержки являются полифенольные соединения, включая ресвератрол. Цель исследования - изучение влияния ресвератрола, входящего в состав ПСП «Маридар», на иммунную систему и свертывающие функции крови у пациентов после перенесенной инфекции COVID-19. Объем исследования: 115 пациентов. В группе «А» (79 пациентов) в дополнение к индивидуально показанному комплексу МР, в рацион питания пациентов был включен ПСП «Маридар», с массой батончика 35 г, который содержит 9,3 г белков, 150,5 мг ресвератрола и другие компоненты. Суточные дозы составляли 2 батончика, длительность курса 14 дней, курсовые дозы составили 27,01 (±0,55) батончика. Исследование включало клинические, биохимические, функциональные, психологические и иммунологические (IgG и IgM) исследования. Сформированы уравнения регрессии для прогноза положительного влияния курса ПСП «Маридар» на динамику функционального состояния пациентов с пост-ковидным синдромом, на иммунную систему и свертывающие функции крови. Полученные данные свидетельствуют о том, что функциональные продукты питания, обогащенные полифенольными соединениями, являются эффективным средством медицинской реабилитации пациентов после перенесенной инфекции COVID-19.

Ключевые слова: COVID-19; медицинская реабилитация; продукты питания; ресвератрол.

Krutikov Evgeny Sergeevich¹, **Mizin Vladimir Ivanovich**², **Mikhailov Andrey Andreevich**³, **Yanovsky Taras Sergeevich**⁴, **Zagorouiko Viktor Afanasievich**⁵, **Yalanetsky Anatoliy Yakovlevich**⁶

¹Institute Medical Academy named after S.I. Georgievsky FSAEI HE Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Simferopol;

²SBHI RC Academic Research Institute of Physical Methods of Treatment, Medical Climatology and Rehabilitation named after I.M. Sechenov, Yalta, Republic of Crimea;

³LLC ProtenPharma, Moscow;

⁴LLC Primer, Simferopol, Republic of Crimea;

⁵All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea;

⁶Union of Winemakers of Crimea, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea

Functional food products with a high content of resveratrol in medical rehabilitation after a COVID-19 infection

During medical rehabilitation (MR) of patients after a COVID-19 infection, it is necessary to provide nutritional support using specialized food products (SFP). Important biologically active substances (BAS) in nutritional support are polyphenolic compounds, including resveratrol. The purpose of study was to evaluate the effect of resveratrol, which is a part of SFP Maridar, on the immune system and blood coagulation functions in patients after a COVID-19 infection. The study scope is 115 patients. In addition to the individually indicated MR complex, the diet of patients of group "A" (79 patients) included SFP Maridar, with a bar weight of 35 g, which contains 9.3 g of proteins, 150.5 mg of resveratrol and other components. The daily dose was two bars, course duration was 14 days, course doses were 27.01 (±0.55) bars. The examination included clinical, biochemical, functional, psychological and immunological (IgG and IgM) studies. Regression equations were formed to project the positive impact of SFP Maridar course on the dynamics of functional condition of patients with post-COVID syndrome, and on the immune system and blood coagulation functions. The data obtained indicate that functional food products enriched with polyphenolic compounds are an effective means of medical rehabilitation of patients after a COVID-19 infection.

Key words: COVID-19; medical rehabilitation; food products; resveratrol.

В Российской Федерации в 2020-2022 гг. сформировался многомиллионный контингент пациентов, перенесших инфекцию COVID-19 (коды МКБ-10: J12.8, J12.9, U07.1, U07.2, U08.9, U09.9) [1]. Важными задачами медицинской реабилитации (МР) этих пациентов являются нивелирование последствий перенесенной инфекции в отношении функций сердечно-сосудистой, дыхательной

и иммунной систем, а также свертывающей системы крови [2, 3]. В процессе МР пациентов с пост-ковидным синдромом необходимо использовать положительные реабилитационные эффекты нутритивной поддержки (диетотерапии) с использованием специализированных и функциональных продуктов питания [4-9].

Одними из важных биологически активных веществ

(БАВ) в составе диетотерапии и нутритивной поддержки являются белки и полифенольные соединения, обеспечивающие нормальный метаболизм и функционирование систем организма. Недостаточное поступление с пищей белков может нарушить нормальную работу иммунной системы и других органов и систем [8, 9]. В процессе МР пациентов с пост-ковидным синдромом требуется обеспечить потребление высококачественных белков на уровне не менее 1-1,2 г/кг массы тела/сутки (при тяжелом течении заболевания – 2 г/кг массы тела/сутки) [8, 10-12].

В состав функционального продукта специализированного диетического лечебного питания (ПСП) «Маридар» (разработан ООО «ПротенФарма») входят высокоочищенные и полноценные по аминокислотному балансу соевые белки серии СУПРО и ресвератрол. Полифенольные соединения, в т.ч. ресвератрол, входящий в состав ПСП «Маридар», принимают участие в регуляции кислород-зависимого энергообмена и активности окислительно-восстановительных реакций обмена веществ [15]. Полифенольные соединения являются перспективными компонентами для включения в ПСП, применяемые в процессе МР пациентов после перенесенной инфекции COVID-19 [14]. Суточная потребность взрослого человека в ресвератроле составляет 30-150 мг [15, 16].

Целью нашего исследования явилось изучение влияния ресвератрола, входящего в состав ПСП «Маридар», на иммунную систему и свертывающие функции крови у пациентов после перенесенной инфекции COVID-19.

Материалы и методы

Исследована группа 115 пациентов, имеющих пост-ковидный синдром на фоне ишемической болезни сердца (ИБС), гипертонической болезни (ГБ), болезней органов дыхания (БОД) и церебрального атеросклероза (ЦА). В контингенте было 43 мужчины, 72 женщины, средний возраст пациентов составил $61,9 \pm 1,0$ год, давность перенесенной инфекции COVID-19 составила от 1 до 10 месяцев, в среднем $5,32 \pm 0,04$ месяца.

Методы исследования включали клиническое исследование больных; антропометрию; лабораторные клинические (общий анализ крови и мочи), биохимические (углеводный и липидный обмен, коагулограмма) и иммунологические исследования (иммуноферментное выявление уровня иммуноглобулинов IgG и IgM); функциональные исследования (спирография, электрокардиография, оксигеметрия, двигательный тест 6МШТ); психологические исследования (тесты Спилберга-Ханина, Бека и Ридера и оценка качества жизни по опроснику SF-36). Результаты исследования учитывались дважды – перед началом курса МР и после его окончания, а также оценивалась динамика параметров (динамика = значение перед началом курса МР – значение после окончания курса МР). Методы лечения применялись в соответствии с состоянием пациентов, конкретной нозологической формой заболевания, по индивидуальным показаниям и в соответствии со стандартами санаторно-курортной помощи и порядком организации медицинской реабилитации.

Изучение влияния ПСП «Маридар» проводилось в двух группах: «А» – основная – с применением ПСП на фоне комплексного лечения (79 больных); «Б» – сравнения – с применением комплексного лечения без использования ПСП (36 пациентов). Средние величины значений исходных параметров обеих групп существенно не различались, распределение значений было близко к нормальному. В группе «А» в дополнение к индивидуально показанному комплексу реабилитации, в рацион питания пациентов

была включена ПСП в форме батончиков «Маридар» массой 35 г следующего содержания: белки – 9,3 г, жиры – 1,897 г, углеводы – 7,63 г, пищевые волокна – 4,725 г, ресвератрол – 150,5 мг и соус «Stola marida» из черноморских морских животных (рапана, мидий). Прием ПСП осуществлялся после еды, суточные дозы составляли 2 батончика, длительность курса 14 сут. В основной группе «А» курсовые дозы составили $27,01 (\pm 0,55)$ батончика.

Анализ результатов исследований проведен с использованием методов вариационной статистики с помощью стандартных компьютерных программ (Microsoft Excel, STATISTICA 12.0), включая корреляционный, регрессионный и факторный анализ.

Результаты и обсуждение

В результате проведенной МР в группе «А» изменялись в лучшую сторону больше параметров, чем в группе «Б». В таблице представлены домены Международной

Т а б л и ц а . Достоверные (при $p < 0,05$) динамика, коэффициенты парной корреляции (r) и уравнения регрессии, вызванные применением ПСП «Маридар»

Наименование доменов МКФ, соответствующих параметров и единицы их измерения	Средние значения и ошибки средних значений ($M \pm m$), коэффициенты парной корреляции (r) с курсовой дозой ПСП и уравнения регрессии вида: $Y = E + aX + bZ$; где Y – динамика параметра, E – константа, X – курсовая доза ПСП (шт), Z – значение параметра в начале курса, R^2 – R квадрат		
	отношение к курсу МР	группа А	группа Б
b2401 «Головокружение» (баллы)	д	$0,53 \pm 0,09 \#$	$0,11 \pm 0,05$
	Δ	$0,37 \pm 0,07 * \#$	$0,11 \pm 0,05 *$
	Δ	$r = +0,208 !$	
	Δ	$Y = 0,133 + 0,008 * X; (R^2 = 0,042)$ $Y = 0,040 - 0,001 * X + 0,688 * Z; (R^2 = 0,847)$	
b280 «Ощущение боли» (баллы), в т.ч.:	д	$0,75 \pm 0,06$	$0,66 \pm 0,08$
	Δ	$0,21 \pm 0,04 * !$	$0,17 \pm 0,05$
жалобы на головные боли (баллы)	д	$0,47 \pm 0,09$	$0,06 \pm 0,04$
	Δ	$0,31 \pm 0,06 * !$	$0,06 \pm 0,04$
	Δ	$r = +0,255 !$	
	Δ	$Y = 0,057 + 0,009 * X; (R^2 = 0,065)$ $Y = 0,023 - 0,001 * X + 0,638 * Z; (R^2 = 0,849)$	
b4303 «Свертывающие функции крови» (баллы), в т.ч.:	д	$1,26 \pm 0,12$	$0,96 \pm 0,17$
	Δ	$0,20 \pm 0,17 \# !$	$-0,41 \pm 0,21 \#$
	Δ	$r = +0,228 !$ $Y = -0,451 + 0,024 * X; (R^2 = 0,052)$ $Y = -0,210 + 0,018 * X + 0,749 * Z; (R^2 = 0,406)$	
протромбиновый индекс (%)	д	$86,48 \pm 2,04$	$90,65 \pm 4,10$
	Δ	$-5,60 \pm 1,63 * !$	$-1,28 \pm 2,16$
b4601 «Ощущения, связанные с сердечно-сосудистой и дыхательной системами» (баллы), в т.ч.:	д	$0,39 \pm 0,04$	$0,34 \pm 0,06$
	Δ	$0,17 \pm 0,03 * \# !$	$0,03 \pm 0,04 \#$
	Δ	$r = +0,244 !$	
	Δ	$Y = 0,028 + 0,005 * X; (R^2 = 0,059)$ $Y = -0,125 + 0,004 * X + 0,445 * Z; (R^2 = 0,370)$	
жалобы на утомляемость (баллы)	д	$1,14 \pm 0,11 \#$	$0,69 \pm 0,14$
	Δ	$0,80 \pm 0,08 * \#$	$0,50 \pm 0,10 * \#$
	Δ	$r = +0,203 !$ $Y = 0,502 + 0,011 * X; (R^2 = 0,042)$ $Y = 0,048 + 0,001 * X + 0,636 * Z; (R^2 = 0,682)$	

Примечание: д – до курса; Δ динамика; * – достоверная динамика, при $p < 0,05$; # – достоверное различие значений динамики в группе «А» от значений динамики в группе Б, при $p < 0,05$; ! – свидетельствует о положительном влиянии ПСП

классификации функционирования, ограничений жизнедеятельности и здоровья (МКФ) и формирующие их параметры, в отношении которых установлены достоверные (при $p < 0,05$) отличия между двумя исследованными группами по динамике и результатам, корреляционного и регрессионного анализов (статистически достоверные, при $p < 0,05$, коэффициенты парной корреляции r и уравнения регрессии).

Представленные данные свидетельствуют о достоверном положительном влиянии ресвератрола, входящего в состав ПСП «Маридар», на динамику отдельных доменов МКФ и формирующих их жалоб и объективных параметров, характерных для пост-ковидного синдрома. В то же время влияние на иммунную систему не проявилось.

Для получения более углубленной оценки был применен факторный анализ методом главных компонент. В результате были выделены 8 главных факторов, совместно интерпретирующих 63,2% всей дисперсии исследованных переменных. Количество ресвератрола, полученного пациентами в составе батончиков «Маридар», совместно с положительной динамикой трех доменов (b4303 «Свертывающие функции крови», b43500 «Специфический иммунный ответ (уровень иммуноглобулинов IgG)» и b43501 «Неспецифический иммунный ответ (уровень иммуноглобулинов IgM)»), формируют шестой главный фактор. Собственное значение фактора (СЗФ) составило 1,288, дисперсия СЗФ составила 0,064. По результату регрессионного анализа сформировано достоверное (при $p < 0,05$, $R^2 = 0,506$) уравнение регрессии: $Y = 0,675 \cdot Z - 0,00025 \cdot X$; где Y – динамика IgG; Z – значение IgG в начале курса; X – курсовая доза ресвератрола (мг).

Таким образом, ресвератрол в составе нутритивной поддержки оказывает ряд положительных эффектов на функциональное состояние пациентов. Известно, что различные полифенольные соединения могут оказывать разнообразные лечебно-реабилитационные эффекты [13, 17], что указывает на целесообразность дальнейших исследований эффективности МР пост-ковидных пациентов с использованием различных полифенолов винограда. Накопление данных о положительных эффектах полифенолов винограда будет способствовать созданию новых перспективных ПСП, содержащих эти соединения.

Выводы

Полученные данные свидетельствуют о том, что ресвератрол в составе ПСП «Маридар» влияет положительно на динамику 6 доменов МКФ, в т.ч. на иммунную систему и свертывающие функции крови у пациентов после перенесенной инфекции COVID-19.

Полученные данные свидетельствуют о том, что функциональные продукты питания, обогащенные полифенольными соединениями, являются эффективным средством медицинской реабилитации пациентов после перенесенной инфекции COVID-19.

Перспективным направлением дальнейших исследований является изучение эффективности МР пост-

ковидных пациентов с использованием концентратов различных полифенолов винограда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Здравоохранение в России. Стат. сб./Росстат. М. 2021:1–171.
2. Yang X., Yu Yuan., Xu J. et al. Clinical course and outcomes of critically ill patients with SARS-CoV-2 pneumonia in Wuhan, China: a single-centered, retrospective, observational study. *Lancet Respir. Med.* 2020;8:475–481. DOI 10.1016/S2213-2600(20)30079-5.
3. Esposito L., Cancro F.P., Silverio A. et al. COVID-19 and acute coronary syndromes: from pathophysiology to clinical perspectives. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity.* 2021;Article ID 4936571:13 pages. DOI 10.1155/2021/4936571.
4. COVID-19: профилактика и реабилитация. 2-е изд. / Под ред. Акад. В.И. Стародубова. 2-е изд., М.: Наука. 2021:1–160.
5. Временные методические рекомендации. Медицинская реабилитация при новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 2 (31.07.2020 г.). Союз реабилитологов России. М., 2020:1–150.
6. Стариков С.М., Юдин В.Е., Калашников С.В. и др. Физическая реабилитация больных пневмонией, ассоциированной с коронавирусной инфекцией (КОВИД-19): учебное пособие. М.: МГУПП, Издательство «Перо». 2020:1–75.
7. Драпкина О.М., Дроздова Л.Ю., Авдеев С.Н. и др. Оказание амбулаторно-поликлинической медицинской помощи пациентам с хроническими заболеваниями, подлежащим диспансерному наблюдению, в условиях пандемии КОВИД-19. Временные методические рекомендации. Версия 2. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2021;20(8):245–290. DOI 10.15829/1728-8800-2021-3172.
8. Санаторно-курортное лечение пациентов, перенесших COVID-19. Методические рекомендации / Под ред. В.А. Тутельяна, М.В. Никитина. М., 2021:1–40.
9. Приказ Министерства Здравоохранения РФ от 26.03.2021 № 395н «Об утверждении норм лечебного питания».
10. Li X.Y., Du B., Wang Y.S. et al. The key points in treatment of the critical coronavirus disease 2019 patient. *Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases.* 2020;43(4):277–281. DOI 10.3760/cma.j.cn112147-20200224-00159.
11. Laviano A., Koverech A., Zanetti M. Nutrition support in the time of SARS-CoV-2 (COVID-19). *Nutrition.* 2020;74:110834. DOI 10.1016/j.nut.2020.110834.
12. Временные методические рекомендации. Профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (COVID-19). Версия 12. М., 2021:1–231.
13. Виноград. Вино. Энотерапия / Под общ. ред. В.И. Мизина, А.Я. Яланецкого. 2-е изд. Махачкала: Дагпресс Медиа. 2019:1–536.
14. Мизин В.И., Северин Н.А., Яланецкий А.Я., Загоруйко В.А. Перспективы энотерапевтических функциональных продуктов питания в реабилитации пациентов после перенесенной инфекции COVID-19 // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН ВНИИВиВ «Магарач» РАН. Ялта. 2022;51:92–99. DOI 10.35547/10.34919.2022.43.4.1.001.
15. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» (утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 18 декабря 2008 г.).
16. Методические рекомендации. МР 2.3.1.1915-04. «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ» (утверждены Главным государственным санитарным врачом РФ 2 июля 2004 г.).
17. Mizin V.I., Iezhov V.V., Dudchenko L.Sh., Severin N.A., Yalaneckyy A.Ya. Grapevine chlorogenic acids offset the development of metabolic syndrome. *Russian Open Medical Journal.* 2021;10(4):Article CID e0409. DOI 10.15275/rusomj.2021.0409.

Поступила 02.07.2023

© Авторы

УДК 664.642.2; 663.18

Кузнецова Лина Ивановна, гл. науч. сотр., д-р техн. наук; e-мэйл: l.kuznetcova@gosniihp.ru;

Локачук Марина Николаевна, ст. науч. сотр.;

Парахина Ольга Ивановна, канд. техн. наук, вед. науч. сотр.;

Павловская Елена Николаевна, ст. науч. сотр.;

Савкина Олеся Александровна, канд. техн. наук, вед. науч. сотр.

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, Россия, 199608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 7, литера А

Исследование факторов, влияющих на развитие патогенной микрофлоры на поверхности термофильной закваски в первой фазе разводочного цикла и разработка способов ее ингибирования

В публикации приведены результаты изучения факторов, влияющих на развитие патогенной микрофлоры на поверхности термофильной закваски в первой фазе разводочного цикла, и вызывающих неприятный запах. Установлено влияние физиологического состояния чистой культуры молочнокислых бактерий, используемых в качестве инокулята при выведении термофильной закваски, а также температуры, кислотности и анаэробных условий на развитие посторонней микрофлоры на поверхности закваски. Установлены способы ингибирования роста спорообразующих бактерий.

Ключевые слова: термофильная закваска; молочнокислые бактерии; спорообразующие бактерии; осахаренная заварка.

Kuznetsova Lina Ivanovna, Lokachuk Marina Nikolaevna, Parakhina Olga Ivanovna, Pavlovskaya Elena Nikolaevna, Savkina Olesia Alexandrovna

St. Petersburg branch of State Research Institute of Baking Industry, 7-A, Shosse Podbelskogo str., 199608 Pushkin, St. Petersburg, Russia

Investigation of factors causing the development of pathogenic microflora on the surface of thermophilic sourdough in the first phase of back-slopping and development of methods for its inhibition

The article presents the results of studying the factors that influence the development of pathogenic microflora on the surface of thermophilic sourdough in the first phase of the breeding cycle, and causing an unpleasant odor. The effect of physiological specification of a pure culture of lactic acid bacteria used as an inoculum in the breeding of thermophilic starter, as well as temperature, acidity and anaerobic conditions on the development of foreign microbiota on the surface of the starter was established. Methods for inhibiting the growth of spore-forming bacteria have been established.

Key words: thermophilic sourdough; lactic acid bacteria; spore-forming bacteria; scalded flour.

Введение

Термофильная закваска является одной из фаз технологического процесса производства жидких дрожжей (полуфабриката хлебопекарного производства) и заварных видов хлеба [1]. В настоящее время термофильные закваски чаще всего ведут при температуре 48–50°C, а в разводочном цикле используют чистые культуры *L. amylolyticus* 76 (ранее относившиеся к виду *L. delbrueckii*) [2].

Питанием для приготовления термофильной закваски является осахаренная заварка из муки и воды при соотношении от 1:2,5 до 1:3 соответственно. В условиях производства заварку чаще всего готовят в машинах ХЗМ-300 (600) или других марок. Для обеспечения клейстеризации крахмала используют воду с температурой 76–80°C. В ремесленных условиях, домохозяйствах и при проведении лабораторных исследований для приготовления заварки с целью доведения крахмала муки до стадии клейстеризации используется кипящая вода с температурой 95–98°C [3].

Опыт работы промышленности показал, что в разводочном цикле приготовления термофильной закваски на ее поверхности практически никогда не развивается споровая микрофлора и не появляется неприятный запах. Тогда как на поверхности заквашенной термофильной заварки, при приготовлении которой использовали кипящую воду, через 21–24 ч брожения образуется пленка из спор, проросших в вегетативные клетки, и появляется неприятный запах.

Целью настоящей работы являлось изучение факторов, влияющих на развитие нежелательной микрофлоры

на поверхности термофильной закваски в первой фазе разводочного цикла, обуславливающей неприятный запах и ухудшение качества закваски, а также разработка способов ингибирования контаминантов на поверхности закваски.

Известно, что основными факторами, ограничивающими или контролирующими рост спорообразующих бактерий порчи в пищевых продуктах, являются значение pH, а также температурно-временной нагрев, охлаждение, аэробное состояние и хранение. Для разработки способа подавления развития споровой микрофлоры на поверхности закваски исследовали влияние физиологического состояния чистой культуры инокулируемых молочнокислых бактерий *L. amylolyticus* 76, способа приготовления заварки, а также подкисляющих добавок и анаэробных условий на процесс развития посторонней микрофлоры на поверхности термофильной закваски.

Объекты и методы исследований

Заварки готовили в лабораторных условиях путем смешивания муки с водой, нагретой до температуры 97–98°C (кипяток). Соотношение муки и воды варьировали от 1:2 до 1:3 в зависимости от условий эксперимента. Затем заварки охлаждали до температуры 63–65°C и добавляли 5% неферментированного ячменного солода. Заварки перемешивали и оставляли остывать до температуры 48–50°C, оптимальной для осахаривания [4, 5]. Приготовленные таким образом заварки оставляли на 120 мин. для осахаривания при температуре 50°C. Готовые осахаренные заварки использовали для приготовления термофильных заварок путем заквашивания чистыми

культурами молочнокислых бактерий *L. amylolyticus* 76 из коллекции «Молочнокислые бактерии и дрожжи для хлебопекарной промышленности» Санкт-Петербургского филиала ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности [2]. Штамм культивировали в стандартной жидкой среде MRS (BioMerieux, Франция).

Для создания анаэробных условий с целью подавления роста спорообразующей микрофлоры поверхность заварки покрывали рафинированным дезодорированным подсолнечным маслом. По аналогии с культивированием анаэробных микроорганизмов, развитие которых не сопровождается газообразованием, под слоем стерильного вазелинового масла [6].

При исследовании влияния на развитие спорообразующих бактерий подкислителей, дозировку варьировали в зависимости от их вида. Так, на 100 г заварки вносили 80%-ную молочную кислоту в количестве 0,1 и 0,2 мл; лимонную кислоту – от 0,1 г до 0,5 г; ледяную уксусную кислоту – 0,1 мл. Осахаренная заварка была приготовлена так, как было сказано выше.

Для исследования влияния способа клейстеризации крахмала муки на прорастание спор в вегетативные клетки в условиях лаборатории готовили две заварки с гидромодулем 1:3 и 1:2, воду использовали с температурой 78-80°C и 97-98°C (кипяток) соответственно. Кроме того, в опытах использовали заварки, приготовленные в условиях производства.

Качество термофильных заварок оценивали по различным параметрам. Кислотность определяли титрованием, с использованием 0,1 N раствора NaOH [7]. Для определения содержания лактобактерий использовали метод микроскопии и подсчета в фиксированном окрашенном препарате в 50 полях зрения [8]. Рост спорообразующих бактерий на поверхности термофильных заварок определяли визуально. Из колоний, выросших на поверхности термофильных заварок, готовили фиксированные окрашенные препараты и микроскопировали при увеличении $\times 1500$. Органолептически оценивали внешний вид поверхности и запах.

Обсуждение результатов

Исследования показали (табл. 1), что при культивировании чистых культур *L. amylolyticus* 76 интенсивное накопление кислотности происходило через 48 ч, а затем оно замедлялось. Количество клеток увеличивалось в чистой культуре в инкубационном периоде 24 ч, а затем увеличение биомассы было незначительным. Таким образом, время культивирования чистых культур оказывает влияние на их физиологическое состояние.

Исследования по влиянию длительности культивирования чистых культур *L. amylolyticus* 76 на развитие спорообразующих бактерий показали (табл. 1), что при использовании однодневных чистых культур молочнокислых бактерий с кислотностью 6,2 град спорообразующие бактерии не развивались на поверхности термофильной заварки, запах был приятным, а его кислотность составляла 13,7 град. При применении в качестве инокулята чистой культуры *L. amylolyticus* 76, культивируемой в течение 72 ч, на поверхности термофильной заварки вы-

росли вегетативные клетки спорообразующих бактерий, она имела неприятный запах, а ее кислотность составляла 13,2 град. Следует отметить, что после удаления пленки с колониями спорообразующих бактерий термофильная заварка имела характерный запах и при дальнейшем ведении цикла спорообразующие бактерии не развивались. Аналогичная картина наблюдалась и при применении *L. amylolyticus* 76 через 48 ч культивирования. Исследование показало, что оптимальное время для культивирования *L. amylolyticus* 76 перед их использованием в разводочном цикле термофильной заварки составляет 24 ч.

Результаты исследований по влиянию температуры воды, используемой для клейстеризации крахмала муки при приготовлении осахаренной заварки, показали (табл. 2), что одной из основных причин активации спорных бактерий и прорастание их вегетативных клеток и появление неприятного запаха в конце первой фазы разводочного цикла термофильной заквашенной заварки является использование воды с температурой 97-98°C.

В пленке, образовавшейся на поверхности термофильной заварки, были обнаружены грамположительные палочки со спорами. С помощью метода секвенирования 16S рРНК установлено, что выделенный изолят может быть отнесен к виду *Bacillus licheniformis* – грамположительные, мезофильные бактерии, факультативные анаэробы [9].

Изучено влияние высоты слоя растительного масла на поверхность термофильной заварки, заквашенной *L. amylolyticus* 76 после 72-часового культивирования. Было обнаружено, что при высоте слоя до 2 мм спорообразующие бактерии также развивались на поверхности термофильной заварки после 24 ч брожения. Кислотность составила 12,6 град, что ниже, чем у термофильной закваски, приготовленной без масла. При увеличении высоты слоя растительного масла до 5 мм на поверхности заварки не развивались колонии спорообразующих бактерий, запах приятный, а кислотность была ниже, чем в закваске без масла на поверхности (11,7 град). В исследованиях [10] было показано, что *B. licheniformis* может прорасти

Таблица 1. Влияние продолжительности культивирования чистых культур на развитие патогенной микрофлоры на поверхности термофильной закваски

Наименование полуфабрикатов и показателей процесса	Значение показателей при культивировании в течение, ч			
	0	24	48	72
<i>Чистые культуры L. amylolyticus 76</i>				
Кислотность, град	2,2	6,2	15,2	15,5
Количество клеток, 10 ⁶ /г	0,10	1021	1180	1280
<i>Термофильная заварка</i>				
Кислотность, град	-	13,7	15,0	13,2
Рост пленки из вегетативных клеток спорных бактерий	-	рост отсутствует	несколько колоний, слегка уловимый неприятный запах	сильный рост, неприятный запах

Таблица 2. Влияние температуры воды, используемой для клейстеризации крахмала при приготовлении заварки

Наименование полуфабрикатов и показателей процесса	Значение показателей процесса	
<i>Заварка</i>		
Температура воды, °C для клейстеризации крахмала	97-98 (кипяток)	78-80
конец первой фазы разводочного цикла	64-67	63-65
Пленка спорообразующих бактерий	присутствует	отсутствует
Запах	неприятный	свойственный термофильной закваске

в анаэробных условиях. Это говорит о том, что на торможение роста на поверхности термофильной заварки повлияли не анаэробные условия, а само масло.

Для создания низкого значения pH использовались лимонная, молочная и уксусная кислоты. Результаты исследования показали (табл. 3), что полное подавление роста спорообразующих бактерий наблюдалось при добавлении к 100 г термофильной закваски 0,2 г лимонной кислоты или 0,1 мл 80% молочной кислоты или 0,1 мл ледяной уксусной кислоты. При этом pH в контрольной заварке составлял 5,65, а в экспериментальных, подкисленных лимонной, молочной, уксусной кислотами – 4,49, 4,94 и 5,08 соответственно. При добавлении молочной и особенно лимонной кислоты в экспериментальную термофильную заварку наблюдалось снижение количества клеток МКБ к концу ферментации по сравнению с их количеством в контрольной заварке и, как следствие, снижение кислотности. При подкислении уксусной кислотой значения кислотности, pH и количества клеток были сопоставимы с таковыми при приготовлении заварки без подкисления.

Известно, что рост спорообразующих бактерий замедляется при pH 4,5. Наши исследования показали, что на задержку роста влияет не только низкий pH, но и вид кислоты.

Выводы

Исследование показало, что оптимальное время культивирования *L. amylolyticus* 76 с целью применения их в качестве инокулята при выведении термофильной закваски составляет 24 ч. Установлено, что одной из основных причин активации и дальнейшего прорастания спорообразующих бактерий является использование кипятка для приготовления заварки. Использование воды температурой от 58–60°C до 77–78°C и пара, для клейстеризации муки, подавляет развитие спорообразующих бактерий. Подкисление сахаренной заварки 80%-ной молочной кислотой или ледяной уксусной кислотой из расчета 0,1 мл на 100 г закваски позволяет подавлять рост спорообразующих бактерий. Установлено влияние анаэробных условий на поверхность закваски, например, путем создания защитной пленки из растительного масла. Было обнаружено, что при высоте слоя до 2 мм спорообразующие бактерии также развивались на поверхности термофильной заварки после 24 ч ферментации, в то время как 5-миллиметровая пленка подавляла рост неприятной микробиоты. Полученные данные позволяют внести изменения в технологические рекомендации по приготовлению термофильной заквашенной заварки, что

Таблица 3. Влияние подкислителей на развитие спорообразующих бактерий на поверхности термофильной заварки в первой фазе разводочного цикла

Наименование показателей	Значение показателей для термофильной заварки, заквашенной чистой культурой <i>L. amylolyticus</i> 76						
	без подкисления (контрольной)	подкисленной кислотой					
		лимонной, г/100 г		80%-й молочной, мл/100 г		ледяной уксусной, мл/100 г	
		0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	
Кислотность, град	начальная	2,2	3,4	5,0	3,0	3,7	3,5
	конечная	13,2	11,9	9,5	11,4	10,5	13,3
pH	начальное	5,65	5,09	4,49	4,94	4,64	5,08
	конечное	3,68	3,67	3,85	3,73	3,80	3,63
Общее количество клеток МКБ в 1 г закваски *10 ⁶	1100	755	441	853	653	1265	
Рост колоний спорообразующих бактерий	сильный	сильный	нет роста				
Запах	не свойственный, зловонный	не свойственный	свойственный, приятный				

обеспечит ее стабильное качество в разводочном цикле как на крупных предприятиях, так и в условиях малого бизнеса и в домашнем хлебопечении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Поландова Р.Д. и др. Сборник современных технологий хлебобулочных изделий / Под ред. А.П. Косована. М.: ОАО Московская типография №2, 2008:1-268.
2. Локачук М.Н., Савкина О.А., Павловская Е.Н., Кузнецова Л.И. Микрофлора хлебных заквасок. Реиндетификация отечественных промышленно ценных штаммов молочнокислых бактерий // Хлебопродукты. 2020;5:37-39.
3. Кузнецова Л.И. и др. Производство заварных сортов хлеба с использованием ржаной муки. СПб.: Береста. 2003:1-298.
4. Романов А.С., Ильина О.А., Иунихина В.С., Краус С.В. Хлеб и хлебобулочные изделия. Сырье, технологии, ассортимент: учебное пособие. М., 2016:1-539.
5. Juodeikiene G. Traditional rye sourdough bread in the Baltic Region. In Kristbergsson K., Oliveira J. (editors). Foods in Turkey: General and Consumer Aspects, Ney-York, Springer US. 2016:173-187. DOI:10.1007/978-1-4899-7648-2_12.
6. Зверев В.В. и др. Микробиология, вирусология: руководство к практическим занятиям: учеб. пособие / Под ред. В.В. Зверева, М.Н. Бойченко. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015:1-360.
7. State standard of the Russian Federation. 1996. Bread, rolls and buns. Methods for determination of acidity. GOST 27842-88.
8. Афанасьева О.В. Микробиологический контроль хлебопекарного производства. М.: Пищевая промышленность. 1976:1-143.
9. Кузнецова Л.И., Лаврентьева Н.С., Локачук М.Н., Парахина О.И., Павловская Е.Н. Развитие споровой микрофлоры на поверхности термофильной закваски I фазы разводочного цикла. Причины и способы ингибирования // Хлебопродукты. 2023;3:52-57.
10. Pacher N., Burtcher J., Johler S., Etter D., Bender D., Fieseler L., Domig K.J. Ropiness in bread. A re-emerging spoilage phenomenon. Foods. 2022;11(19):3021. DOI: 10.3390/foods11193021.

Поступила 01.08.2023

© Авторы

УДК 631.4:634.8

Олейникова Вероника Анатольевна, мл. науч. сотр. лаборатории цифровых технологий в виноделии и виноградарстве; е-мэйл: veronikaolejnikova@bk.ru;

Романов Александр Вадимович, мл. науч. сотр. лаборатории цифровых технологий в виноделии и виноградарстве;

Лабинский Вадим Александрович, мл. науч. сотр. лаборатории цифровых технологий в виноделии и виноградарстве
Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31

Обоснование почвенно-климатических показателей и методов их контроля для развития цифровых технологий в виноградарстве

В статье приведен обзор литературных источников по исследованию влияния почвы на развитие виноградного растения и формирование качественных характеристик вина. Представлены результаты мониторинга цифровых технологий, применяемые в виноградарстве. В результате проделанной работы были выделены ключевые перспективные показатели для включения в систему мониторинга, такие как содержание макро- и микроэлементов почвы, ее влажность и pH, состояние растений. Применение датчиков, программ обученных на основе нейросетевого анализа позволяет оценить эти показатели, а также производить контроль и регулировать процесс возделывания выращиваемых культур, повышать эффективности использования природных ресурсов и производительность сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: почва; виноград; вино; качество; цифровые технологии; мониторинг; датчики.

Oleinikova Veronika Anatolievna, Romanov Alexander Vadimovich, Labinskii Vadim Aleksandrovich

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

Substantiation of soil and climatic indicators and methods of their control for the development of digital technologies in viticulture

The article provides an overview of literature references on the study of the effect of soil on the development of a grape plant and the formation of quality characteristics of wine. The results of monitoring digital technologies used in viticulture are presented. As a result of the work done, the following promising key indicators were identified in the monitoring system: the content of macro- and microelements of the soil, its humidity with pH, and plant condition. The use of sensors, programs trained on the basis of neural network analysis makes it possible to evaluate these indicators, as well as to monitor and regulate the process of growing crops, to increase the efficiency of using natural resources and capacity of agricultural products.

Key words: soil; grapes; wine; quality; digital technologies; monitoring; sensors.

Введение

Одним из путей развития виноградарства в современных условиях связано с внедрением в сельскохозяйственную сферу цифровых технологий. Это позволит учитывать особенности каждого виноградного хозяйства, такие как почвенные и агроклиматические условия, а также применяемые агротехнические приемы. Несмотря на то, что за последнее десятилетие произошли значительные изменения в технологии выращивания винограда, способах его переработки и реализации, технологии, используемые в этих отраслях, пока ограничено используют автоматизированный сбор информации и ее обработку для принятия адекватных управленческих решений. В дальнейшем грамотное сочетание накопленных знаний с применением современных технологий обработки информации приведет к минимизации трудо- и энергозатрат при получении продукции высокого качества.

Целью данной работы являлся обзор существующих цифровых технологий и автоматизированных программ детектирования, применяемых в виноградарстве для внедрения в отечественное виноградарство.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований являлись результаты научных исследований, опубликованных в ведущих специализированных журналах по виноградарству и виноделию, аналитической и пищевой химии (2015–2023 гг.). Поиск проводился в отечественных и зарубежных базах данных: Taylor&Francis Online, Research Gate, E-library [1–3], по ключевым словам: «цифровые технологии», «качество винограда и вина», «почва».

Результаты и их обсуждение

На первом этапе нашей работы проведен мониторинг геохимических и энохимических показателей, наиболее

значимых для винограда и вина.

В результате проведенных информационно-аналитических исследований установлено, что специфика почв конкретного терруара позволяет определить наиболее эффективные способы культивирования винограда. При выборе земель, пригодных для виноградарства, в качестве ключевых параметров оценки были выбраны сумма осадков, тип почвы, высота и уклон участка [4].

Почвенно-климатические условия местности – основополагающий фактор, определяющий возможность возделывания винограда и направление его использования. Почва оказывает большое влияние как на рост виноградного растения, так и на количество и качество урожая. В некоторых географических зонах были обнаружены почвы более 60 типов [5]. Каждая из этих почв имеет свою уникальную химическую составляющую и предоставляет необходимые питательные вещества для развития виноградного растения. Физико-химический состав почвы непосредственно влияет на получение первичного сырья – винограда, который в ходе технологических операций определяет качество вина. Различные типы почв могут оказывать значительное влияние на состав винограда и вина, для выращивания винограда, как правило оптимальным считается pH 5–7 [6]. Регулирование pH почвы позволяет более эффективно выращивать сельскохозяйственные культуры на участках, находящихся вне оптимального диапазона для возделывания. При закладке виноградника важно знать оптимальный уровень pH почвы для роста выбранного сорта винограда. Изменение почвы до желаемого диапазона pH перед посадкой лоз поможет им лучше развивать корневую систему и в дальнейшем давать более качественный урожай. Когда улучшается вызревание лозы, минеральные компоненты

почвы и вносимые удобрения используются более эффективно. Например, для сорта Нортон длина побегов и площадь листа снижается при значении pH выше 5,9, в свою очередь сорт Видаль Блан устойчив к высокому pH и имеет более широкий диапазон роста; однако в обоих образцах наблюдалось угнетение развития растения при pH 4,5 и ниже [7].

Также выделяют такой фактор агротехнических мероприятий, как орошение. На сегодняшний день проводится много исследований, о непосредственном воздействии капельного орошения [8, 9] в разный период созревания на качество винограда, так как количество осадков напрямую влияет на размер ягоды, а в последующем и на формирование её фенольного комплекса. В работе С.В. Березовской и соавторов [10] указаны агротехнические приемы для получения продукта с повышенным содержанием природных антиоксидантов: кратковременный и долговременный водный стресс.

Показано, что для нормального развития растений винограда необходимо на участках крутизной более 5-7° применять капельное орошение, позволяющее поддерживать оптимальные показатели влажности почвы в корнеобитаемом слое [11].

На продуктивность растений значительное влияние оказывает засоленность почвы. Исследования [12] показали, что с увеличением вносимых концентраций NaCl длина побегов и корней уменьшается. Индийские ученые, в свою очередь, разработали беспроводную систему оценки засоленности и влажности почвы [13].

Согласно литературным данным характеристики почвы (её температура, содержание влаги, размер гранул и элементный состав) наряду с другими факторами окружающей среды способны влиять на физиологические и биохимические процессы виноградных лоз [14]. Было доказано, что состав почвы [15] влияет в дальнейшем на вкус и аромат вина. В исследованиях [16] показано влияние микро- и макроэлементов почвы на виноградное растение. Главными питательными элементами для виноградного растения являются фосфор, азот, калий, кальций, магний, железо, сера. Дефицит минеральных питательных веществ приводит к хлорозу и некрозу листьев, что влияет на рост лозы, урожайность, качество винограда (содержание сахара и полифенолов), а также вина и других продуктов, полученных из данного сырья [17].

Известно, что фосфор отвечает за формирование и развитие плодов. Калий участвует в формировании сортовых особенностей винограда [18]. Содержание кальция в почве способствует интенсивному развитию корневой системы [19], что в свою очередь улучшает качество плодов, повышает урожайность и обуславливает накопление ароматических соединений в ягодах [20]. Железо содержится во всех частях растения. По мере того, как нарушается снабжение растения железом хлорофилл в листьях разрушается и листья полностью желтеют. При внесении удобрений с железом улучшается плодообразование, формирование гроздей и, в конечном итоге, повышается урожайность винограда [21]. В клетках растений медь участвует в окислительных процессах. Она также входит в состав многих ферментов и витаминов и активизирует их деятельность. Достаточное содержание меди повышает устойчивость растений к грибковым заболеваниям. Однако, как отмечают авторы, повышенное содержание меди в ягодах препятствует формированию сортового аромата [22].

Содержание азота следует контролировать и регу-

лировать для обеспечения урожайности винограда и его качества. Кроме того, азот выступает в роли строительного материала для аминокислот, нуклеиновых кислот, хлорофилла и гормонов роста. При недостаточном содержании азота в виноградном сусле, происходит замедление скорости брожения и существует риск остановки процесса, что приводит к увеличению экономических затрат на производстве [23]. Избыток азота в почве также неблагоприятно сказывается на качестве вина. В этом случае сусло отличается высоким содержанием белка, что препятствует осветлению и создает благоприятные условия для развития микроорганизмов, а также необратимого коллоидного помутнения в вине [24].

На сегодняшний день цифровизация сельского хозяйства является актуальным и перспективным направлением в сфере агрополитики [25]. Основными задачами внедрения цифровых технологий является контроль и своевременное регулирование за процессами возделывания выращиваемых культур, повышение эффективности использования природных ресурсов, повышение производительности и продовольственной безопасности сельскохозяйственной продукции. Кроме того, применение современных подходов может дать позитивный результат при исследовании состояния почвы, наблюдении и прогнозировании климатических факторов, оценке местности, на которой произрастает виноград, что в свою очередь повлияет на повышение качества урожая и готового продукта [26].

Простые в использовании и недорогие датчики, установленные по всей площади виноградника, непрерывно передают по беспроводной сети информацию о состоянии контролируемого объекта (влажность, температуру, состояние растений и др.). После получения необходимых данных агроном принимает решение о более эффективном ведении хозяйства. Для минимизации возможных негативных последствий изменения климата на виноградарство необходимо использовать более эффективные методы ведения земледелия, включая улучшение почвы и устойчивую водохозяйственную систему, этого можно достичь путем обработки баз данных при помощи специальных программ.

Например, американская компания Great Plains разработала датчик TrueView, который предназначен для определения типа почвы по электрической проводимости; эта разработка также позволяет установить влажность, температуру и концентрацию органических компонентов. Использование комплекса датчиков с большой точностью определяет особенности и свойства почвенных условий [27]. Показано, что почвы механического состава из мелких фракций имеют показатель электропроводности выше, чем более крупные. На рынке существует множество проводных и беспроводных датчиков позволяющих измерять и отслеживать электропроводность почвы: Veris (США, Канзас), Geonics Limited EM-38 (Канада), Soil Doctor System (США, Техас) [28, 29].

Компанией TERALYTIC предложен зонд, работающий в режиме реального времени, который имеет 26 датчиков и беспроводной сенсор NPK. Такой зонд позволяет определять состояние микроклимата, аэрации почвы и ее качественные показатели (макро- и микроэлементы) [30].

Stenon Farm Lab – это инновационный инструмент для анализа почвы, разработанный немецкой компанией, его цель – предоставление данных о параметрах почвы в полевых условиях в режиме реального времени. Прибор измеряет такие значения как: pH, содержание фосфора,

калия и магния, микроэлементов, содержание гумуса, поступление нитратного и минерального азота, серы в почву [31].

Датчики влажности SgorX размещают непосредственно в поле, информация о необходимости орошения передается пользователю по сети Интернета [32].

Перспективными являются оптические датчики, принципом работы которых является измерение отраженного света. Такие приборы могут измерять содержание органических веществ и влаги. Ученые из Бразилии проводили спектральный анализ виноградников тепловизором ASTER (в диапазоне от 520 нм до 2430 нм) на борту спутника Terra, эффективность работы датчиков проведена в полевых условиях [33].

За рубежом проводится множество изысканий по разработке цифровых решений для применения в области виноградарства и виноделия. запатентованные технологии основаны на определении инфракрасного излучения ближнего и среднего диапазона невидимом для человека. Использование спектроскопии NIR позволяет измерить коэффициент отражения в ближней ИК-зоне и получить количественную оценку урожайности по диаметру ягод и их количеству. Совместное применение этих датчиков с беспилотными летательными аппаратами и нейросетями, позволит создать карту созревания винограда, просчитать общую урожайность [34].

Помимо датчиков, предложены программы принятия решений. Они базируются на основе групповой системы многокритериального принятия решений, например, позволяющие выбрать столовые сорта винограда для органического виноградарства [35].

В различных исследованиях приводятся сведения об эффективном использовании спутниковых снимков в сельскохозяйственном секторе, включая идентификацию однолетних и многолетних культур. Технология дистанционного зондирования успешно применяется для оценки состояния виноградников по показателям вегетации, оценки урожайности и раннего обнаружения заболевания растений. Программа нейросетевого автоматизированного детектирования может оценить состояние виноградника за счет обнаружения поражённых листьев, детектируемым беспилотным летательным аппаратом [36].

Выводы

Таким образом, проанализировав зарубежные и отечественные источники литературы, мы можем выделить наиболее значимые показатели мониторинга за виноградником: тип почвы, влажность, наличие макро- и микроэлементов, состояние растений. Мы рекомендуем осуществлять контроль этих показателей при помощи датчиков, полученные данные обрабатывать в программном модуле нейросетевого автоматизированного детектирования, применение этих подходов позволит повысить производительность в сфере виноградарства.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № FNZM-2022-0010.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Электронный ресурс: <https://elibrary.ru/defaultx.asp?>
2. Электронный ресурс: <https://www.tandfonline.com/>
3. Электронный ресурс: <https://www.researchgate.net/>
4. Alganci U., Kuru G.N., Yay Algan I., Sertel E. Vineyard site suitability analysis by use of multicriteria approach applied on geo-spatial data. *Geocarto International*, 2019;34:1286-1299. DOI 10.1080/10106049.2018.1493156.
5. 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 по результатам исследований агробиологических и хозяйственных признаков клонов технических сортов винограда. Симферополь. 2022:1-59.

6. Лукьянов А.А. Виноградопригодные почвы (чернозем южный и дерново-карбонатная почва) Краснодарского края // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2018;49(1):95-106.
7. Kering M.K., Kaps M. Effect of media pH on growth and leaf tissue element concentration of 'Vidal blanc' and 'Norton' grape cultivars. *International Journal of Fruit Science*. 2011;11(4):332-341. DOI 10.1080/15538362.2011.630296.
8. Фарходи А.Ф., Гафоров А.А., Рашидов Н.Д., Сайфуллоев Т.Х. Влияние капельного орошения на органолептические и физико-химические показатели винограда для замораживания // *Вестник Технологического университета Таджикистана*. 2019;3(38):53-61.
9. Ратанов М.В., Бочарников В.С., Григоров С.М., Еронова Е.Н. Водопотребление саженцев винограда при различных технологиях посадки на капельном орошении в Волгоградской области // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2022;3(67):285-297. DOI 10.32786/2071-9485-2022-03-33.
10. Березовская С.П., Попова М.С. Накопление фенольных и красящих веществ в ягодах винограда при различных алгоритмах орошения и нагрузке урожаем // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2023;79(1):128-153. DOI 10.30679/2219-5335-2023-1-79-128-153.
11. Иванченко В.И., Березовская С.П., Мельников В.А. Влияние крутизны склона и влагообеспеченности участка на качество и количество урожая сорта Мускат белый в условиях Южного берега Крыма // *"Магарач"*. Виноградарство и виноделие. 2016;1:10-12.
12. Mohammadkhani N., Heidari R., Abbaspour N., Rahmani F. Evaluation of salinity effects on ionic balance and compatible solute contents in nine grape (*Vitis L.*) genotypes. *Journal of Plant Nutrition*. 2014;37(11):1817-1836. DOI 10.1080/01904167.2014.911886.
13. Bhanarkar M.K., Korake P.M. Soil salinity and moisture measurement system for grapes field by wireless sensor network. *Cogent Engineering*. 2016;3(1). DOI 10.1080/23311916.2016.1164021.
14. Власова О.К., Магомедова Е.С. Биотехнологический потенциал винограда сорта Ркацител, произрастающего в Дагестане // *Проблемы развития АПК региона*. 2019;2(38):256-262. DOI 10.15217/issn2079-0996.2019.2.256.
15. Van Leeuwen C., de Ressaigui L. Major soil-related factors in terroir expression and vineyard siting. *Elements*. 2018;14(3):159-165. DOI 10.2138/gselements.14.3.159.
16. Munroe J.S. Testing the 'Vineyard Geologic Identity' concept in Marquette-producing vineyards in the Champlain Valley, Vermont, USA. *Journal of Wine Research*. 2023;34:33-53. DOI 10.1080/09571264.2022.2151993.
17. Анкина Н.С., Гержилова В.Г., Жиликова Т.А., Весютова А.В., Олейникова В.А., Ермихина М.В., Рябинина О.В. Актуальные подходы к разработке системы критериев для идентификации вин с географическим статусом // *"Магарач"*. Виноградарство и виноделие. 2022;24(3):263-268. DOI 10.34919/IM.2022.24.3.010.
18. Mpelasoka B.S., Schachtman D.P., Treeby M.T., Thomas M.R. A review of potassium nutrition in grapevines with special emphasis on berry accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2003;9(3):154-168. DOI 10.1111/j.1755-0238.2003.tb00265.x.
19. Bonomelli C., Ruiz R. Effects of foliar and soil calcium application on yield and quality of table grape cv. 'Thompson seedless'. *Journal of Plant Nutrition*. 2010;33(3):299-314. DOI 10.1080/01904160903470364.
20. Wang R., Qi Y., Wu J., Shukla M.K., Sun Q. Influence of the application of irrigated water-soluble calcium fertilizer on wine grape properties. *PLoS ONE*. 2019;14(9):e0222104. DOI 10.1371/journal.pone.0222104.
21. Арестова Н.О., Рябчун И.О. Влияние микроудобрения с водорастворимым железом на хозяйственно ценные показатели винограда // *Плодоводство и виноградарство Юга России*. 2022;77(5):176-187. DOI 10.30679/2219-5335-2022-5-77-176-187.
22. Riganakos K.A., Veltsistas P.G. Comparative spectrophotometric determination of the total iron content in various white and red Greek wines. *Food Chemistry*. 2003;82:637-643.
23. Kessi-Pérez E.I., Molinet J., Martínez C. Disentangling the genetic bases of *Saccharomyces cerevisiae* nitrogen consumption and adaptation to low nitrogen environments in wine fermentation. *Biol Res*. 2020;53(2):1-10. DOI 10.1186/s40659-019-0270-3.
24. Cherviak S., Anikina N., Gniledova N., Vesjutova A. Study of the effect of organic acids on the crystal stability of wines. В сборнике: E3S WEB of Conferences. Food Technologies. 2021;6:1-6. DOI 10.1051/e3sconf/202128505004.

25. Кузнецов П.Н., Котельников Д.Ю. Автоматизированный технологический комплекс мониторинга и диагностики виноградников // Вестник аграрной науки Дона. 2021;4(56):16-23.
26. Орлов В.А., Лукьянов А.А. Элементы цифровизации виноградных насаждений на основе геоинформационной системы // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2022;73(1):14-27. DOI 10.30679/2219-5335-2022-1-73-14-27.
27. Электронный ресурс: https://cdn-assets.greatplainsmfg.com/ag_files/2281d-gpi_trueview_product_profile3_0.pdf.
28. Марат Н.К., Алманова Ж.С. Изучение определения органического вещества почвы и емкости катионного обмена методом электропроводности почв в степной зоне северного Казахстана // Вестник науки. 2022;6(51):317-328.
29. Manual for the implementation of the Global Soil Doctors Programme at the country level - A farmer-to-farmer training programme. Rome. FAO. 2020.
30. Электронный ресурс: <https://worldagritechusa.com/wp-content/uploads/2018/03/Steven-Ridder-Teralytic.pdf>.
31. Электронный ресурс: <https://stenon.io/en/>
32. Электронный ресурс: https://cropx.com/wp-content/uploads/2023/02/CropX-System-Product-Brochure_Email-4.pdf.
33. Fuentes M., Hidalgo C., González-Martín I., Hernández-Hierro J.M., Govaerts B., Sayre K.D. NIR Spectroscopy: An Alternative for Soil Analysis. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 2012;43:346-356. DOI 10.1080/00103624.2012.641471.
34. Sertel E., Yay I. Vineyard parcel identification from Worldview-2 images using object-based classification model. Journal of Applied Remote Sensing. 2014;8(1):083535-083535. DOI 10.1117/1.JRS.8.083535.
35. Dragincic J., Korac N., Blagojevic B. Group multi-criteria decision making (GMCDM) approach for selecting the most suitable table grape variety intended for organic viticulture. Computers and Electronics in Agriculture. 2015;111:194-202. DOI 10.1016/j.compag.2014.12.023.
36. Кузнецов П.Н., Котельников Д.Ю., Воронин Д.Ю. Программный модуль нейросетевого автоматизированного детектирования признаков ухудшения состояния виноградных насаждений, Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ 2023611456, 19.01.2023. Заявка № 2023610171 от 09.01.2023.

Поступила 17.07.2023

© Авторы

УДК 664.642.2; 663.18

Савкина Олеся Александровна, канд. техн. наук, вед. науч. сотр.; e-мэйл: 1103savkina@mail.ru;

Локачук Марина Николаевна, ст. науч. сотр.

Санкт-Петербургский филиал ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности, Россия, 199608, г. Санкт-Петербург, г. Пушкин, ш. Подбельского, д. 7, литера А

Исследование микробного сообщества заквасок спонтанного брожения методом высокопроизводительного секвенирования

*В статье представлены результаты исследования динамики микробного сообщества отечественных ржаных заквасок, полученных в результате спонтанного брожения. Установлено, что стабилизация микробиоты заквасок происходит не менее чем через десять суток непрерывного ведения, включающего ежедневные освежения питательной смесью из муки и воды, когда в заквасках начинают доминировать молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus*, и полностью вытесняется посторонняя бактериальная микробиота. Закваски приобретают необходимые биотехнологические и органолептические показатели, позволяющие выпекать хлебобулочные изделия хорошего качества только после стабилизации бродильной микробиоты.*

Ключевые слова: закваска; микробиом; молочнокислые бактерии; дрожжи; хлебобулочные изделия.

Savkina Olesia Alexandrovna, Lokachuk Marina Nikolaevna

St. Petersburg branch of State Research Institute of Baking Industry, 7-A, Shosse Podbelskogo str., 199608 Pushkin, St. Petersburg, Russia

The study of microbial community of spontaneous fermentation sourdoughs by high-throughput sequencing

*The article presents study results of dynamics of spontaneous rye sourdough microbial community. It was established that the stabilization of sourdough microbiota occurs after at least ten days of continuous propagation, including daily back-slopping with a nutrient mixture of flour and water, when lactic acid bacteria of the *Lactobacillus* genus begin to dominate in sourdoughs, and the extraneous bacterial microbiota is completely replaced. Sourdoughs acquire necessary biotechnological and organoleptic characteristics, allowing to produce a bread of good quality only after stabilization of fermentation microbiota.*

Key words: sourdough; microbiome; lactic acid bacteria; yeast; bread.

Введение

В последние десятилетия активно растет спрос на закваски для выработки хлебобулочных изделий, в том числе в домашних и ремесленных условиях. Основным сырьем для приготовления заквасок является мука, которая содержит разнообразную микробиоту, попадающую на зерно еще в период произрастания в поле из почвы. При этом в нашей стране отсутствуют микробиологические нормативы безопасности для муки, в ТР ТС 021/2011 регламентируются показатели только для круп, не требу-

ющих варки и сухих крупяных продуктов экструзионной технологии, а также муки и круп, требующих варки, для детского питания. Вместе с полезными молочнокислыми бактериями и дрожжами в закваски могут попадать нежелательные микроорганизмы, нарушающие ход брожения или негативно влияющие на безопасность заквасок, например, энтеробактерии, плесени, патогенные дрожжи и спорообразующие бактерии, в частности, возбудители микробной порчи хлеба. Кроме того, посторонние микроорганизмы могут образовывать токсины, которые со-

хранятся в хлебе после выпечки, в частности, известно, что плесневые грибы могут образовывать микотоксины – термостабильные вещества с канцерогенным эффектом. При этом ремесленные пекари не имеют лаборатории и не владеют методами контроля физико-химических и микробиологических показателей закваски, а качество и безопасность заквасок оценивают только визуально. Поэтому исследование динамики микробного сообщества при выведении и ведении спонтанных заквасок имеет важное значение.

Цель работы – исследование динамики микробного сообщества отечественных ржаных заквасок, выведенных методом спонтанного брожения.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись шесть ржаных заквасок: три закваски влажностью 50% и три закваски влажностью 70%. Закваски вели в лаборатории СПбФ ФГАНУ НИИХП в течение месяца [1]. Для выведения заквасок использовали три партии муки ржаной обдирной, выработанной на предприятиях из разных регионов РФ: №1 – Мельница Кирова филиал «ЛКХП Кирова», СПб; №2 – АО «Коротоякский элеватор», Алтайский край, №3 – ООО «Удмуртмельпром», г. Ижевск.

Исследование микробиоты заквасок проводили методом посева на плотные питательные среды, подсчетом количества клеток в фиксированном окрашенном препарате по Бургвицу [2]. Количество жизнеспособных клеток дрожжей и молочнокислых бактерий определяли по ГОСТ 10444.12-2013 и ГОСТ 10444.11-2013. Для определения количества заквасочных лактобацилл использовали питательные среды MRS (de Man, Rogossa and Sharpe, по ГОСТ 10444.11-2013) и *Sanfrancisco medium* [3, 4], предназначенную для выделения заквасочных лактобацилл вида *L.sanfranciscensis*. Содержание спор спорообразующих бактерий определяли бактериологическим методом в соответствии с методикой, предусматривающей прогрев пробы муки для инактивации вегетативных клеток [2]. Количество плесневых грибов определяли в соответствии с ГОСТ 10444.12-2013.

Исследования микробиома проводили методом высокопроизводительного секвенирования на базе ЦКП «Геномные технологии, протеомика и клеточная биология» ФГБНУ ВНИИСХМ.

Обсуждение результатов

В результате микробиологического анализа трех образцов муки, установлена высокая степень контаминации муки (табл. 1). Несмотря на то, что ТР ТС 021/2011 не содержит требования к микробиологической безопасности хлебопекарной муки, выявлено, что показатель КМАФАнМ и содержание плесневых грибов в исследуемых образцах

муки превышали требования, предъявляемые к муке для специализированной пищевой продукции для детского питания для детей раннего возраста и составлял 10^4 - 10^5 КОЕ/г и 10^2 - 10^3 КОЕ/г соответственно. Спорообразующие бактерии рода *Bacillus* были обнаружены только в образце муки ржаной обдирной производства «Удмуртмельпром». Содержание дрожжей значительно варьировалось у разных производителей. Так, одном образце муки дрожжи содержались в незначительном количестве, а в двух образцах превышали требования ТР ТС для муки для детского питания и количество их составляло 10^2 - 10^3 КОЕ/г.

Закваски выводили из смеси муки и воды с влажностью 50 и 70% и оставляли на брожение в течение 48 ч. При посеве на питательные среды заквасок через 24 ч брожения в пяти из шести образцах были обнаружены плесневые грибы и спорообразующие бактерии в количестве $(2,0-9,0) \cdot 10^2$ КОЕ/г и до $1,0 \cdot 10^2$ КОЕ/г соответственно (табл. 2). Содержание дрожжевых клеток в заквасках независимо от партии муки через 24 ч составляло 10^3 - 10^4 КОЕ/г, что значительно ниже, чем характерно для заквасок хорошего качества. К концу брожения через 48 ч количество дрожжей увеличилось до 10^5 - 10^6 КОЕ/г, однако все еще оставалось недостаточным для зрелой закваски. Содержание молочнокислых бактерий через 24 и 48 ч брожения и составляло 107-109 КОЕ/г, что близко к показателю зрелых заквасок [2]. При микроскопии препаратов, приготовленных из заквасок по методу Бургвица, обнаружены молочнокислые бактерии в форме кокков и палочек, нехарактерных для зрелых заквасок хорошего качества. В первые 48 ч все закваски характеризовались неприятным гнилостным запахом.

При дальнейшем ведении заквасок путем освежения питательной смесью из муки и воды на поверхности жидких заквасок на 2-3 сутки ведения образовывалась пленка, обусловленная развитием диких дрожжей *Issatchenkia orientalis*. При последующих освежениях данный вид вытеснялся.

В заквасках производственного цикла плесневые грибы и спорообразующие бактерии не обнаруживались. Содержание дрожжей и молочнокислых бактерий составляло 10^6 - 10^7 КОЕ/г и 10^8 - 10^9 КОЕ/г соответственно (рис.). При посеве образцов густых и жидких ржаных заквасок продолжительностью ведения 10-30 суток на сусло-агар были обнаружены дрожжи вида *C.millieri*.

Таблица 2. Микробиологические показатели качества заквасок спонтанного брожения в первой фазе разводочного цикла (через 24 и 48 ч брожения)

Закваска	Мука ржаная обдирная	Время брожения заквасок, ч	Содержание микроорганизмов, КОЕ/г			
			плесневые грибы	дрожжи	МКБ	спорообразующие бактерии
Густая ржаная	№1	24	$9,0 \cdot 10^2$	$8,0 \cdot 10^3$	$7,4 \cdot 10^7$	менее 10
		48	$4,0 \cdot 10^2$	$2,8 \cdot 10^5$	$9,4 \cdot 10^8$	менее 10
Жидкая ржаная	№1	24	$3,0 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^3$	$3,4 \cdot 10^8$	$1,0 \cdot 10^2$
		48	$3,0 \cdot 10^2$	$1,7 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^9$	менее 10
Густая ржаная	№2	24	$4,0 \cdot 10^2$	$3,0 \cdot 10^4$	$1,7 \cdot 10^7$	менее 10
		48	менее 100	$2,1 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^9$	$3,0 \cdot 10^1$
Жидкая ржаная	№2	24	$2,0 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^4$	$8,0 \cdot 10^8$	менее 10
		48	$1,0 \cdot 10^2$	$6,8 \cdot 10^6$	$7,7 \cdot 10^8$	менее 10
Густая ржаная	№3	24	$4,0 \cdot 10^2$	$3,0 \cdot 10^3$	$4,2 \cdot 10^8$	менее 10
		48	менее 100	$9,0 \cdot 10^5$	$1,3 \cdot 10^9$	менее 10
Жидкая ржаная	№3	24	менее 100	$7,6 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^9$	менее 10
		48	менее 100	$6,8 \cdot 10^6$	$1,6 \cdot 10^9$	$2,0 \cdot 10^1$

Таблица 1. Микробиологические показатели качества муки ржаной обдирной

Наименование показателя	Значение показателей качества муки ржаной обдирной, выработанной на предприятии		
	Мельница Кирова	АО «Коротоякский элеватор»	ООО «Удмуртмельпром»
КМАФАнМ, КОЕ/г	$9,0 \cdot 10^4$	$1,2 \cdot 10^5$	$2,0 \cdot 10^5$
Дрожжи, КОЕ/г	менее 100	$9,0 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^4$
Плесневые грибы, КОЕ/г	$1,3 \cdot 10^3$	$8,0 \cdot 10^2$	$3,0 \cdot 10^3$
Спорообразующие бактерии, КОЕ/г	менее 100	менее 100	$2,0 \cdot 10^2$

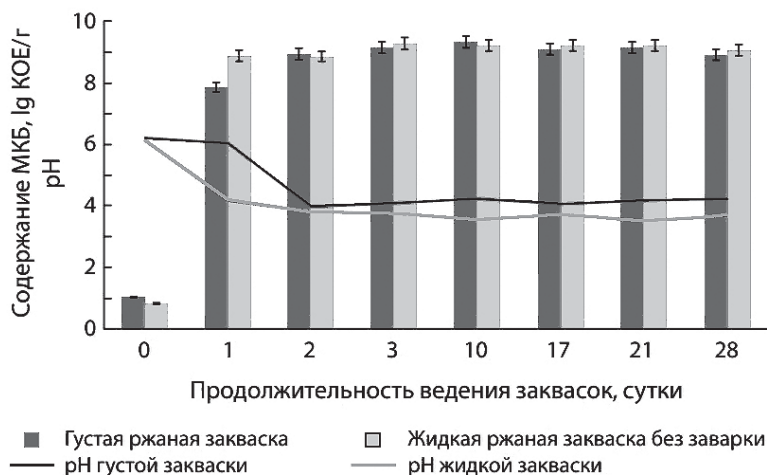


Рис. Изменение количества клеток МКБ и pH заквасок в процессе ведения закваски в течение 28 сут.

В результате изучения микробиома заквасок методом высокопроизводительного секвенирования фрагмента гена 16S рРНК были установлены следующие закономерности.

В течение первых трех суток ведения основной вклад в бактериальное сообщество вносят представители филума *Proteobacteria* (доминировали порядки *Enterobacteriales*, *Pseudomonadales*) и *Firmicutes* (молочнокислые бактерии родов *Weissella*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Lactococcus*, *Enterococcus*). В жидкой закваске, выведенной с использованием образца муки №2 (АО «Коротоякский элеватор», Алтайский край), а также в густой ржаной закваске на муке №3 (ООО «Удмуртмельпром», г. Ижевск) через 24 ч брожения доминирующее положение среди молочнокислых бактерий сразу занимал характерный для заквасок род *Lactobacillus*, в то время как в остальных образцах преобладали рода *Weissella*, *Pediococcus* и *Lactococcus*. На протяжении начального периода ведения (с 1 по 3 сутки) закваски имели неприятный гнилостный запах, обусловленный развитием посторонних бактерий семейств *Enterobacteriaceae*, *Erwiniaceae*, *Pseudomonadaceae*, источником которых являлась мука. В этот же период закваски характеризовались неудовлетворительными биотехнологическими показателями качества. Через 10 сут. ведения во всех заквасках уже доминировали представители филума *Firmicutes* молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus*, посторонние не заквасочные бактерии не обнаруживались. Все закваски приобрели характерный заквасочный запах, необходи-

мые биотехнологические показатели качества (кислотность, подъемная сила) и стали пригодны для выпечки хлеба.

В ржаных густых заквасках длительного ведения доминирующее положение занимали лактобациллы *Fruutilactobacillus sanfranciscensis* и *Companilactobacillus paralimentarius*, в жидких ржаных заквасках без заварки - *Limosilactobacillus pontis*. Таким образом, было показано, что параметры ведения заквасок, такие как температура и влажность, играют ключевую роль в формировании заквасочного микробиома.

Выводы

В результате проведенных исследований впервые методом высокопроизводительного секвенирования изучено разнообразие прокариот в отечественных заквасках спонтанного брожения. Установлено, что ржаная мука, являющаяся основным сырьем для приготовления заквасок, имела значительную степень контаминации различными видами микроорганизмов, в частности, показатели КМА-ФАНМ, плесневых грибов и дрожжей составляли 10^4 - 10^5 КОЕ/г, 10^2 - 10^3 КОЕ/г и 10^2 - 10^3 КОЕ/г соответственно. Доказано, что в период с первых по третьи сутки брожения в заквасках содержались посторонние не заквасочные бактерии семейств *Enterobacteriaceae*, *Erwiniaceae*, *Pseudomonadaceae*, плесневые грибы, «дикие» дрожжи, источником которых является мука. При дальнейшем ведении заквасок через 10 сут. доминировали представители филума *Firmicutes* молочнокислые бактерии рода *Lactobacillus*.

Источник финансирования

Исследования проводились в рамках гранта РФФИ №19-016-00085 «Исследование видового разнообразия и симбиотических взаимодействий в микробиомах крахмало-белковых гидроколлоидных систем (хлебных заквасок)».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хлесткин В.К., Локачук М.Н., Савкина О.А. и др. Таксономическая структура бактериальных сообществ в хлебных заквасках спонтанного брожения // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2022;26(4):385-393.
2. Афанасьева О.В. Микробиология хлебопекарного производства. СПб.: Береста. 2003:1-220.
3. Picozzi C. et. al. Comparison of cultural media for the enumeration of sourdough lactic acid bacteria. *Annals of microbiology*. 2005;55(4):317-320.
4. Vera A., Rigobello V., Demarigny Y. Comparative study of culture media used for sourdough lactobacilli. *Food Microbiology*. 2009;26:728-733.

Поступила 26.07.2023
© Авторы

УДК 664.642.2;663.18

Семенова Карина Александровна, мл. науч. сотр.; e-мэйл: karina.semenova.2013@mail.ru;

Танащук Татьяна Николаевна, канд. техн. наук., вед. науч. сотр.;

Шаламитский Максим Юрьевич, канд. техн. наук, науч. сотр.

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

Исследование дрожжевой микрофлоры виноградного сусла на стадии брожения методом ПЦР-ПДРФ анализа

В данной статье описаны результаты генетических исследований видового состава дрожжевой микрофлоры виноделия. Исследование направлено на создание коллекции природных штаммов дрожжей виноделия, а также базы данных об их экологии и видовом разнообразии. Объектами исследования были изоляты дрожжей, выделенные из спонтанно забродившего сусла из винограда, собранного в пяти природно-виноградских районах Крыма (горно-долинном, южном берегу Крыма, горно-долинном приморском, западном предгорно-приморском, предгорном) и отличающиеся между собой морфологией клеток и колоний. Видовую идентификацию природных изолятов проводили с помощью ПЦР-ПДРФ метода. Из 81 исследованных изолятов дрожжей идентифицировано 25 штаммов дрожжей вида *S. cerevisiae* и 56 штаммов дрожжей non-*Saccharomyces*, принадлежащих к 6 родам и 13 видам, из которых наиболее часто встречались виды *Hanseniaspora uvarum*, *Candida stellata*, *Pichia kudriavzevii* и *Pichia fermentans*. Исследование подтвердило данные о том, что вид *H. uvarum* является наиболее часто встречаемым среди представителей дрожжей не-сахаромицетов. Из технологически перспективных для виноделия штаммов дрожжей были выделены – 7 штаммов вида *C. stellata*, 2 штамма вида *Metschnikowia pulcherrima*, 1 штамм вида *Zygosaccharomyces bailii* и 1 штамм вида *Pichia anomala*.

Ключевые слова: виноград; изоляты дрожжей; дрожжи не-сахаромицеты; идентификация; ПЦР-ПДРФ-анализ.

Semenova Karina Alexandrovna, Tanashchuk Tatiana Nikolaevna, Shalamitskiy Maksim Yurievich

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

The research of yeast microflora of fermenting grape must using method of PCR-RFLP analysis

This article describes the genetic study results of yeast microflora species composition in winemaking. The study is aimed at creating a collection of natural winemaking yeast strains, as well as a database of their ecology and diversity. The study objects were yeast isolates separated from spontaneously fermented must of grapes harvested in five natural viticultural regions of Crimea (Mountain-Valley, South Coast of Crimea, Mountain-Valley Coastal, Western Piedmont-Coastal, Piedmont), and differing from each other in the morphology of cells and colonies. Species identification of natural isolates was carried out using PCR-RFLP method. Among 81 studied yeast isolates, 25 strains of *S. cerevisiae* and 56 non-*Saccharomyces* yeast strains of 6 genera and 13 species were identified, of which *Hanseniaspora uvarum*, *Candida stellata*, *Pichia kudriavzevii*, and *Pichia fermentans* were the most common ones. The study confirmed the data that *H. uvarum* species is the most common among non-*Saccharomyces* yeasts. Of the technologically promising for winemaking yeast strains, 7 strains of *C. stellata* species, 2 strains of *Metschnikowia pulcherrima* species, 1 strain of *Zygosaccharomyces bailii* species, and 1 strain of *Pichia anomala* species were isolated.

Key words: grapes; yeast isolates; non-*Saccharomyces* yeast; identification; PCR-RFLP analysis.

Введение

Важной составляющей определения подходов к поиску перспективных для виноделия штаммов дрожжей и разработки рекомендаций по их использованию прежде всего является создание коллекций природных штаммов и обширной базы данных об их экологии, видовом разнообразии и физиолого-биохимических свойствах.

В технологии производства вина дрожжи, не относящиеся к роду *Saccharomyces*, долгое время считались нежелательными, однако на сегодняшний день проводятся исследования, которые указывают на их возможное применение в виноделии [1]. В современной мировой винодельческой практике популярно использование дрожжей не-сахаромицетов как в виде чистых культур, так и совместно с дрожжами сахаромицетов. Предлагаемые штаммы в основном рекомендовано применять для раскрытия сортовых ароматов и подкисления виноматериалов [2]. До 75% предлагаемых на мировом рынке препаратов представлены *Torulaspora delbrueckii*, *Metschnikowia pulcherrima* и *Lachancea thermotolerans*. Другие виды, такие как *Metschnikowia fructicola*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Pichia kluyveri*, *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces parvibailii*, *Starmerella bacillaris* (ранее *Candida stellata*), *Wickerhamomyces anomalus* (ранее *Pichia anomala*) и *Kluyveromyces wickerhamii*, также представляют интерес для виноделия [3].

Продукты метаболизма этих дрожжей могут оказывать существенное влияние на формирование физико-химических и органолептических характеристик вин и способствовать расширению их ассортимента.

Цель исследования – оценка видового разнообразия дрожжей виноградного сусла на стадии брожения с применением ПЦР-ПДРФ метода анализа.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования были изоляты дрожжей из рабочей коллекции лаборатории микробиологии института «Магарач», выделенные из спонтанно забродившего сусла из винограда, собранного в пяти природно-виноградских районах Крыма (горно-долинном, южном берегу Крыма, горно-долинном приморском, западном предгорно-приморском, предгорном). Для исследования отбирали изоляты, отличающиеся между собой морфологией клеток и колоний, выросших на агаризованном виноградном сусле.

При проведении исследований были использованы подходы и методы, общепринятые в микробиологии виноделия [4].

Идентификацию изолятов дрожжей проводили с помощью ПЦР-ПДРФ анализа. Предварительно исследуемые изоляты рассевали в чашки Петри на агаризованную среду YPD (г/л, глюкоза – 20, пептон – 20, дрожжевой экстракт – 10, агар – 20) и инкубировали при температу-

ре ($26 \pm 0,5$)°C. ДНК двух-трёхсуточных сформированных колоний выделяли литий-ацетатным методом [5]. Полученные образцы ДНК хранили при минус 20°C. ПЦР проводили с использованием праймеров ITS1 (5' TCC GTA GGT GAA CCT GCG G 3'), ITS4 (5' TCC TCC GCT TAT TGA TAT GC 3') в 25 мкл буфера, содержащего 1,5 mM MgCl₂, 0,25 mM dNTP, 0,7 мкМ каждого праймера, 1,5 единицы Taq-полимеразы ("Синтол", Россия). Условия проведения ПЦР были следующие: начальная денатурация 95°C в течение 5 мин., затем 35 циклов в режиме: денатурация при 94°C в течение 1 мин., отжиг праймеров при 55°C в течение 2 мин., синтез ДНК при 72°C в течение 2 мин. с последующим финальным этапом элонгации при 72°C в течение 10 мин.

ПЦР-продукт в количестве 4 мкл разделяли в 1%-ном агарозном геле в TAE буфере при 60–65 В в течение 2–3 ч. Для проведения рестрикции использовали 5 мкл ПЦР-продукта, который обрабатывали эндонуклеазами рестрикции *Hinf* I, *Hae* III и *Asp*LE I в соответствии с инструкцией производителя рестриктаз (SibEnzyme, Россия). Полученные продукты разделяли в 2% агарозном геле в TAE буфере при 60–65 В в течение 3–4 ч. Гели окрашивали бромистым этидием, визуализировали под УФ-светом и фотографировали. Размеры полос рассчитывались по отношению к маркеру 1000 п.н. для ITS и 100 п.н. для рестриктаз. Предварительную идентификацию изолятов дрожжей проводили путем сравнения размеров ампликонов ITS с известными видами, включая типовые штаммы с последующим сравнением рестрикционных профилей, полученных с помощью эндонуклеаз рестрикции [6].

Результаты и их обсуждение

Из 81 исследованных изолятов дрожжей было идентифицировано 25 штаммов дрожжей вида *S. cerevisiae* и 56 штаммов дрожжей *non-Saccharomyces*, принадлежащих к 6 родам и 13 видам, которые составили 69% от общего числа исследованных изолятов (рис. 1).

Видовая принадлежность выделенных изолятов дрожжей по их генетической характеристике представлена в табл. Размеры ПЦР-продуктов и их рестрикционные профили некоторых исследованных штаммов дрожжей представлены на рис. 2 и 3.

Полученные результаты видовой принадлежности группы дрожжей не-сахаромицетов показали преобладание среди них штаммов, относящихся к родам *Hanseniaspora* (39%), *Candida* (23%) и *Pichia* (16%). Род *Hanseniaspora* представлен видами *H. uvarum* и *H. occidentalis*, преобладающим из которых являлся вид *H. uvarum*. Следует отметить, что дрожжи данного вида наиболее часто встречались по сравнению с другими видами дрожжей

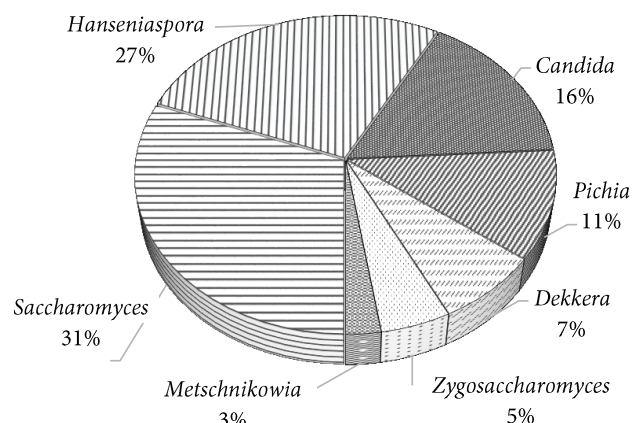


Рис. 1. Родовой состав дрожжевой микрофлоры виноградного сусла на стадии брожения

Таблица. Видовой состав дрожжевой микрофлоры виноградного сусла на стадии брожения

№	Название	Кол-во штаммов	Размер ПЦР-продуктов, 5.8S-ITS п.н.	Размер рестриктазных фрагментов 5.8S-ITS, п.н.		
				Hae III	Hinf I	AspLE I
1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	25	880	100, 200, 350	50, 350	50, 150, 350
2	<i>Hanseniaspora uvarum</i>	20	750	750	100-150, 350	100, 325
3	<i>Candida stellata</i>	7	500	480	250	50-100, 200
4	<i>Candida boidinii</i>	5	750	700	50, 350	50, 350
5	<i>Dekkera bruxellensis</i>	5	450	100, 350	50, 250	<100, 225
6	<i>Pichia kudriavzevii</i>	4	500	50, 400	50, 200	50, 200
7	<i>Pichia fermentans</i>	4	450	100, 300	200	50-100
8	<i>Zygosaccharomyces bisporus</i>	3	800	700	100, 350	50, 300
9	<i>Hanseniaspora occidentalis</i>	2	750	100,650	100, 200, 250, 350	100, 300, 350
10	<i>Metschnikowia pulcherrima</i>	2	400	100,300	200-220	100,225
11	<i>Pichia terricola</i>	1	450	100,300	100,250	50-100
12	<i>Candida maltosa</i>	1	850	50, 150, 250, 350	50,350	100,3 20
13	<i>Dekkera anomala</i>	1	800	700	100, 350	50, 350
14	<i>Zygosaccharomyces bailii</i>	1	800	50,700	50, 250-300	100, 250, 300-350

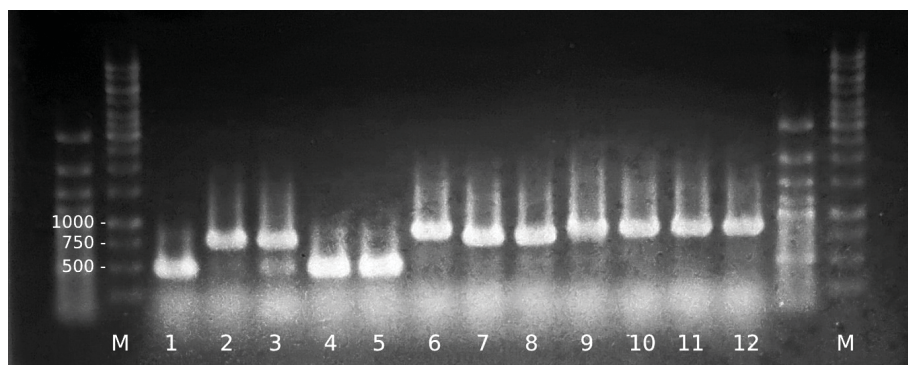


Рис. 2. Размер ПЦР амплификации регионов 5,8S-ITS исследованных штаммов: 1, 4, 5 – *Candida stellata* 500 п.н., 2 – *Dekkera anomala* 800 п.н., 7, 8 – *Zygosaccharomyces* spp. – 800 п.н., 6, 9-12 – *Saccharomyces cerevisiae* 880 п.н.

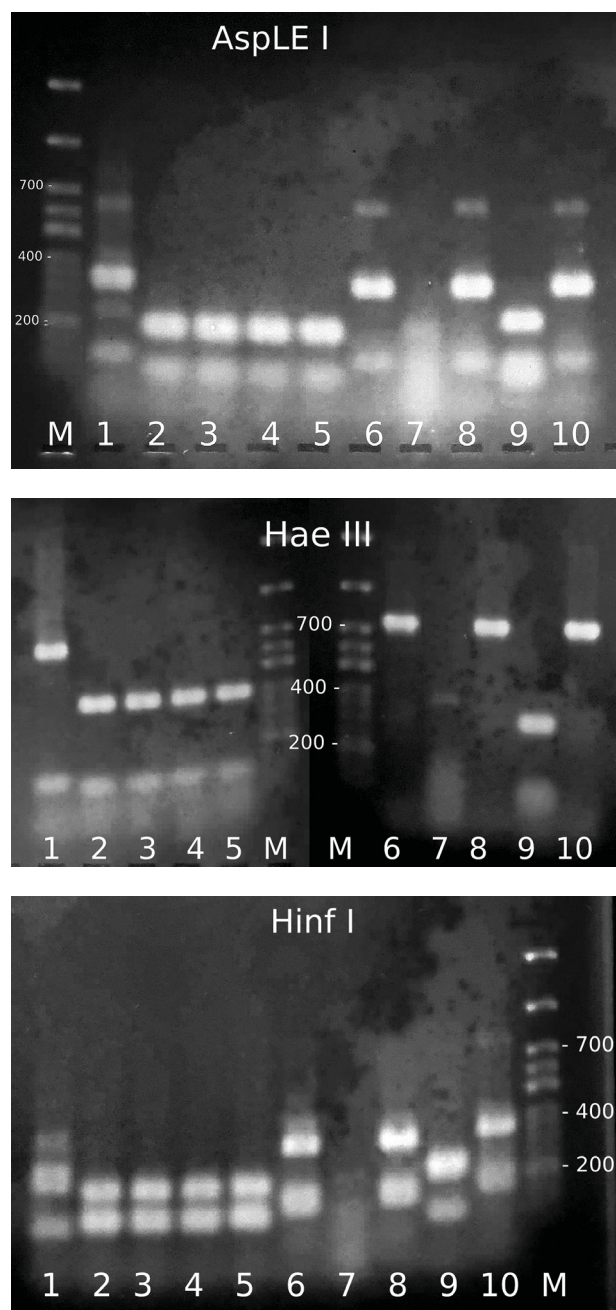


Рис. 3. Гель электрофорез продуктов рестрикции фрагмента ITS 1-4. М – маркер 100 п.н., 1 – *Zygosaccharomyces bailii*, 2-5 – *Pichia kudriavzevii*, 6, 8, 10 – *Hanseniaspora uvarum*, 9 – *Dekkera bruxellensis*

не-сахаромицетов. Полученные данные согласуются с имеющимися сведениями о том, что *H. uvarum* является наиболее часто встречаемым видом, относящимся к не-сахаромицетам, обнаруженным во многих виноградо-винодельческих зонах мира. Использование дрожжей данного вида в виноделии ограничено из-за производства штаммами этилацетата и уксусной кислоты, однако они не толерантны к этанолу и в присутствии дрожжей *S. cerevisiae* теряют жизнеспособность. Среди представителей данного рода встречаются виды, которые могут быть интересны виноделам. Так, в научной литературе описан вид *H. vineae*, способный выдерживать высокие концентрации этанола и влиять на усиление фруктовых ароматов вина [2].

Дрожжи рода *Candida* также часто встречаются в виноделии, могут вызывать помутнения вин в бутылках и провоцировать заболевания виноматериалов при хра-

нении. Род *Candida* в нашем исследовании представлен тремя видами, преобладающий из которых *C. stellata*. Этот вид показал себя конкурентоспособным и устойчивым при ферментации вина в различных винных регионах мира. Отмечено его влияние на улучшение некоторых технологических свойств, таких как скорость ферментации, выраживание сахаров сусла с предпочтением потребления фруктозы и способность производить продукты метаболизма, которые могут существенно повлиять на аромат вина. В связи с этим существует реальная возможность использования его отдельных штаммов при ферментации сусла [7].

Род *Pichia* представлен тремя видами, из которых наиболее часто встречались представители двух видов *P. fermentans* и *P. kudriavzevii*. Они могут способствовать снижению физиологической активности дрожжей сахаромицетов, увеличению в винах количества летучих кислот, эфиров, уменьшению экстрактивности и окраски вина, влиять на появление фруктовых и лекарственных тонов, вызывать помутнение вина [3]. В литературе немного сведений о перспективах применения дрожжей рода *Pichia* в виноделии, однако были отмечены два потенциальных вида: *P. kluverii* и *P. fermentans*. Опубликовано исследование, что смешанное брожение *P. fermentans* и *S. cerevisiae* может приводить к получению вин с повышенной концентрацией полисахаридов, которые могут повлиять на улучшение вкусовых характеристик вина [8].

Было обнаружено достаточное количество дрожжей рода *Dekkera* (11%) (бреттаномикетов), представленных двумя видами *D. bruxellensis* и *D. anomala*. Это указывает на сохранение рисков снижения качества вина при производстве виноматериалов и игристых вин, ухудшения розливостойкости виноматериалов [9].

В небольшом количестве обнаружены дрожжи родов *Zygosaccharomyces* (7%) и *Metschnikowia* (4%). Из этих родов значимыми для современного виноделия являются виды *M. pulcherrima* и *Z. bailii*. Селекционные штаммы этих видов не так давно стали использоваться в виноделии: *M. pulcherrima* для улучшения сенсорных характеристик вина при совместном брожении с сахаромицетами благодаря выраженной β -глюкозидазной активности [10], штамм *Z. bailii* характеризуется способностью к сбраживанию яблочной кислоты в сусле и низкой активностью к синтезу H_2S [8].

Выводы

Проведенное исследование позволило идентифицировать из 81 исследованных изолятов дрожжи вида *S. cerevisiae* и 6 родов (13 видов) дрожжей *non-Saccharomyces*, среди которых преобладающими были виды *H. uvarum*, *C. stellata*, *P. kudriavzevii*. Из технологически перспективных для виноделия штаммов дрожжей были выделены – 7 штаммов вида *C. stellata*, 2 штамма вида *M. pulcherrima*, 1 штамм вида *Z. bailii* и 1 штамм вида *P. anomala*. На данном этапе нами были обнаружены не все представители не-сахаромицетной дрожжевой микрофлоры винограда, развивающиеся при ферментации виноградного сусла. Не были обнаружены виды дрожжей *L. thermotolerans* и *T. delbrueckii*, которые активно используются в современном виноделии в качестве препаратов активных сухих дрожжей. Исследование показало необходимость и перспективность проведения дальнейших работ в этом направлении.

Источник финансирования

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Escalante W.D.E. Frontiers and new trends in the science of fermented food and beverages. *IntechOpen*. 2018:1-19.
2. Mas A., Carmen Portillo M. Strategies for microbiological control of the alcoholic fermentation in wines by exploiting the microbial terroir complexity: A mini-review. *International Journal of Food Microbiology*. 2022;367:1-6.
3. Roudil L., Russo P., Berbegal C., Albertin W., Spano G., Capozzi V. *Non-Saccharomyces* commercial starter cultures: scientific trends, recent patents and innovation in the wine sector. *Recent Pat Food Nutr Agric*. 2020;11(1):27-39.
4. Бурьян Н.И. Практическая микробиология виноделия. Симферополь: Таврида. 2003:1-560.
5. Looke M., Kristjuhan K., Kristjuhan A. Extraction of genomic DNA from yeasts for PCR-based applications. *Biotechniques*. 2011;50(5):325-328.
6. Pham T., Wimalasena T., Box W. G., Koivuranta K., Storgards E., Smart K. A., Gibson B. R. Evaluation of ITS PCR and RFLP for differentiation and identification of brewing yeast and brewery 'wild' yeast contaminants. *J. Inst. Brew.* 2011;117(4):556-568.
7. García M., Esteve-Zarzoso B., Cabellos J. M., Arroyo T. Advances in the study of *Candida stellata*. *Fermentation*. 2018;4(3),74:1-22.
8. Jolly N. P., Varela C., Pretorius I. S. Not your ordinary yeast: *non-Saccharomyces* yeasts in wine production uncovered. *FEMS Yeast Research*. 2014;14(2):215-237.
9. Howell K. Spoilage: yeast spoilage of food and beverages. *Encyclopedia of Food and Health*. 2016:112-117.
10. Morata A., Loira I., Escott C., Manuel del Fresno J., Bañuelo M. A., Suárez-Lepe J.A. Applications of *Metschnikowia pulcherrima* in wine biotechnology. *Fermentation*. 2019;5(3),63:1-9.

Поступила 31.07.2023
© Авторы

УДК 663.256

Феодосиди Константин Федорович¹, главный инженер технолог-винодел;

Сильвестров Антон Владимирович², канд. техн. наук, вед. науч. сотр., зав. лабораторией технологического оборудования и механизации сельского хозяйства, нач. отделения проектирования и внедрения научных разработок;

Загоруйко Виктор Афанасьевич², д-р техн. наук, член-корреспондент НААН, профессор, зав. лабораторией коньяка, гл. науч. сотр.

¹Общество с ограниченной ответственностью «Завод марочных вин «Коктебель», Россия, 298100, Республика Крым, г. Феодосия;

²Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Россия, 298600, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31

Оценка энергосберегающих технологий осветления виноградного сусла

В работе представлены результаты энергетической оценки различных технологических схем осветления виноградного сусла, применяемых на ООО «Завод марочных вин «Коктебель». Кроме традиционных схем осветления проанализированы инновационные способы: флотация и сепарирование. Описаны методики определения качества получаемого сусла и расхода электроэнергии при различных вариантах осветления. Установлено, что наиболее энергосберегающим способом осветления сусла является флотация – по сравнению с отстаиванием на холоде, при флотационном осветлении расход электроэнергии в 5,9-8,2 раза меньше. Представлена сравнительная технологическая характеристика отстаивания и флотации. Отмечены недостатки итальянской флотационной установки Flottaflux. Этим недостаткам лишена флотационная установка, разработанная в институте «Магарач». Результаты исследований будут использованы при разработке математической модели определения удельного расхода электроэнергии для различных способов осветления виноградного сусла.

Ключевые слова: вино; виноградное сусло; осветление сусла; отстаивание сусла; флотация; технологическое оборудование; флотатор; декантер; сепаратор.

Feodosidi Konstantin Fedorovich¹, **Silvestrov Anton Vladimirovich**², **Zagorouiko Viktor Afanasievich**²

¹Factory of Vintage Wines "Koktebel" LLC, 298100 Feodosiya, Republic of Crimea, Russia;

²All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova str., 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

Evaluation of energy-saving technologies for grape must clarification

This article presents the results of energy evaluation of various technological schemes for clarification of grape must, used at the Factory of Vintage Wines "Koktebel" LLC. In addition to traditional clarification schemes, such innovative methods as flotation and separation are analyzed. Methods for determining the quality of the resulting must and power consumption for various clarification schemes are described. It is established that the most energy-saving way of must clarification is a flotation. Power consumption with flotation clarification is 5.9-8.2 times less compared to cold settling. A comparative technological characteristic of settling and flotation is presented. The disadvantages of the Italian flotation unit Flottaflux are observed. The flotation unit developed at the Institute Magarach is free from these deficiencies. The research results will be used in the development of mathematical model for determining the specific energy consumption for various methods of grape must clarification.

Key words: wine; grape must; must clarification; must settling; flotation; technological equipment; flotator; decanter; separator.

Введение

В процессе получения сусла при переработке винограда происходит обогащение сусла различными твердыми частями – обрывками тканей мякоти ягод, гребней, листьев, микроорганизмами (дрожжами, бактериями, пле-

сенью), частицами почвы, а также высокомолекулярными соединениями (фенольными и белковыми веществами, полисахаридами). Поэтому обязательной и ответственной технологической операцией при производстве высококачественных виноматериалов для столовых и игристых

вин является осветление сусла перед подачей его на брожение [1, 2].

От эффективного осветления сусла в многом зависит качество производимого вина. Проведенными ранее исследованиями по определению оптимального количества взвесей в виноградном сусле перед брожением установлено, что на качество белого столового вина положительно влияет наличие в сусле взвесей в количестве 1,5-2,0% об. Вина, приготовленные из сусла с указанным количеством взвесей, обладали выраженным сортовым ароматом, гармоничностью и легкостью. Дегустационная оценка таких вин была в среднем на 0,2-0,3 балла выше, чем у вин, приготовленных с большей или меньшей долей взвесей. При использовании неосветленного сусла (при объемной доле взвесей 5-8 %) вина имели грубые, терпкие тона [3].

Для осветления виноградного сусла перед подачей его на брожение используются различные методы: отстаивание, фильтрование, осветление при помощи центробежных сил и во взвешенной среде осадка, флотация [1, 2, 4].

Выбор способа осветления сусла зависит от массовой концентрации взвесей, их дисперсности, технологических требований к осветленному суслу (требуемой степени осветления).

Наибольшее практическое применение получил способ осветления сусла отстаиванием как наиболее часто применяемый на практике. Однако отстаивание характеризуется периодичностью и длительностью проведения, для его осуществления требуется определенный парк резервуаров, занимающих значительную производственную площадь. Длительное отстаивание (12-24 ч и более) без применения холода требует сульфитацию сусла повышенными дозами диоксида серы. С целью сокращения времени осветления сусло обрабатывают различными осветляющими средствами (бентонит, желатин, коллоидный раствор диоксида кремния, флокулянты) и ферментными препаратами. Но при обработке бентонитом образуется значительное количество густых осадков, которые необходимо дополнительно перерабатывать для извлечения сусла.

В последние годы в винодельческом производстве зарубежных стран часто используется центробежное оборудование – декантеры и сепараторы, как для осветления сусла и виноматериалов, так и для переработки густых и дрожжевых осадков [5].

Несмотря на разнообразие способов осветления сусла в настоящее время не существует универсального способа, который удовлетворял бы современным запросам производства, таким как простота конструкции оборудования, экономичность, быстрота и непрерывность процесса, низкий расход вспомогательных материалов.

За рубежом в последнее время нашел применение флотационный способ осветления сусла, который, так же, как и отстаивание, использует разность плотности между взвесями и суслом. При этом способе взвеси, облегченные за счет прикрепления к ним пузырьков газа, всплывают на поверхность и удаляются. При флотации осветление происходит намного быстрее в сравнении с отстаиванием (1-2 ч), обеспечивается высокий выход осветленного сусла (90-95 %) с хорошо обессушенной фло-

тационной пеной [4, 7].

В институте «Магарач» проведен комплекс исследований по применению флотационного метода осветления виноградного сусла, которые подтвердили его перспективность и эффективность использования [6].

Перспективным направлением использования препаратов диоксида кремния в винодельческой и соковой промышленности является совершенствование метода флотации, для которого впервые предложен препарат диоксида кремния флотационного действия – Флотосорб [7].

Целью настоящей работы явилось обоснование наиболее эффективных технологий осветления виноградного сусла с точки зрения энергосбережения и получения оптимального количества взвесей в сусле перед брожением.

Объекты и методы исследований

Исследования выполнялись методом наблюдения и расчетно-аналитическим методом. Источниками информации служили сводные данные и отчетные материалы по расходу энергоресурсов ООО «Завод марочных вин «Коктебель», а также непосредственные замеры потребляемой мощности и времени работы оборудования.

Объектом исследований служило энергопотребление различных типов технологического оборудования для осветления виноградного сусла. В ООО «ЗМВ Коктебель» осветление сусла проводится в основном периодическим способом – путем отстаивания в резервуарах от 2000 до 5000 дал, оснащенных рубашками охлаждения. В качестве инновационного оборудования, которое введено в эксплуатацию и используется для осветления сусла, представлены сепаратор модели Claга 80 фирмы Alfa Laval (Швеция) и флотационная установка модели Flottaflux 150 фирмы TMCI Padovan (Италия) – рис. 1.

В указанной модели флотационной установки, реализующей принцип напорной флотации, в поток сусла дозируются вспомогательные вещества, после чего сусло насыщается газом (азотом или воздухом). Пузырьки газа, всплывая, увлекают с собой твердые частицы взвесей. Осветленное сусло отбирают из средней части флотатора, а взвеси отделяются специальным устройством сверху и фильтруются на вакуум-фильтре [4, 8].

При флотационном осветлении использовались бен-



Рис. 1. Общий вид флотационной установки Flottaflux 150

Таблица 1. Энергетическая характеристика различных схем осветления сусла

№ схемы	Наименование схемы осветления	Используемое оборудование	Удельный расход		Потери сусла, дал/тыс. дал	Среднее содержание взвесей в осветленном сусле, г/дм ³
			электроэнергии, кВт ч/тыс. дал	холода, Гкал/тыс. дал		
1.	Отстаивание с сульфитацией (без холода)	Резервуар 2000 дал	24,9	0	0,697	17,2
2.	Отстаивание с бентонитом (без холода)	Резервуар 2000 дал	24,9	0	0,697	14,5
3.	Отстаивание с сульфитацией (с холодом)	Резервуар с рубашкой 5000 дал	83	0,208	0,697	13,7
4.	Сепарирование	Сепаратор Clara 80	21,9	0	1,484	8,1
5.	Флотация	Флотационная установка Flottaflux 150	14,1	0	0,114	11,8

тонит (0,5 г/дм³), желатин (0,1 г/дм³), коллоидный раствор диоксида кремния (0,6 г/дм³).

В ходе опытов осветлялось сусло из сортов винограда Алиготе и Ркацители. Исходная массовая концентрация взвесей в сусле составляла от 44 до 51 г/дм³.

Массовая концентрация взвесей является основным показателем требований к технологическому оборудованию [9].

Степень осветления перед брожением должна быть оптимальной по содержанию взвешенных частиц: от 10 до 30 г/дм³. При слишком высокой степени осветления (содержании взвесей менее 10 г/дм³) брожение сусла замедляется и могут быть недоброды, а при количестве взвесей более 30 г/дм³ брожение наоборот происходит слишком бурно, вина получаются грубыми, простыми, часто с порочными тонами во вкусе [10].

Определение массовой концентрации взвесей в сусле проводилось согласно методике [9].

Объем сусла до и после осветления измерялся при помощи поверенных (тарированных) резервуаров соответствующей вместимости. Расход электроэнергии при различных вариантах осветления сусла измерялся путем замера номинальной мощности, потребляемой оборудованием, при помощи ваттметра с последующим определением времени работы оборудования.

Обсуждение результатов

В рамках используемых на производстве технологических схем осветления сусла, нами была проведена оценка эффективности их использования. Энергетическая характеристика технологической операции осветления виноградного сусла, проводившейся по различным технологическим схемам, представлена в табл. 1.

Анализ результатов проведенных исследований свидетельствует, что наиболее энергосберегающим технологическим процессом осветления виноградного сусла является флотация. По сравнению с традиционным способом осветления – отстаиванием с использованием холода при флотационном осветлении затраты электроэнергии в 5,9 раза ниже при одинаковом качестве осветления. Во время флотации процесс осветления осуществляется за 1,5–2 ч при периодическом режиме или за 15–30 мин. при непрерывном режиме. По сравнению с сепарированием энергозатраты при флотации также ниже в 1,55 раза [11].

Преимущества флотационного способа осветления по сравнению с отстаиванием на холоде представлены в табл. 2.

Вместе с тем в ходе эксплуатации флотационной установки Flottaflux 150 были отмечены некоторые ее недостатки, касающиеся вопросов более эффективного ис-

пользования оборудования и организации производства.

Во-первых, флотационная установка представляет собой моноблочную конструкцию, включающую в себя узел дозирования вспомогательных веществ. Использовать этот узел можно только для данной установки. Вместе с тем, в производстве есть потребность использования дозирующего узла для других технологических операций, например при обработке виноматериалов различными вспомогательными материалами. Если бы узел дозирования можно было легко отсоединять от установки и перемещать, это позволило бы использовать его при обработках виноматериала в других технологических процессах.

Во-вторых, флотационный резервуар установки выполнен в открытом исполнении (не имеет сверху крышки, рис. 1). Поэтому его невозможно использовать его как резервуар для хранения или обработки виноматериалов вне сезона виноделия.

В третьих, время работы флотационной установки в году составляет максимум 60 дней, в остальное время она не используется и занимает значительную производственную площадь.

Таким образом, флотационная установка Flottaflux 150 имеет узкоспециализированную технологическую направленность – только для осветления виноградного сусла, возможность ее использования для других процессов виноделия исключена.

Этих недостатков лишена установка ВФУ-3, разработанная во ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» [6]. Схема установки представлена на рис. 2.

Для сравнения приводим преимущества установки ВФУ-3 перед флотационной установкой Flottaflux 150.

Установка ВФУ-3 использует эжекторный принцип флотации, т.е. насыщение сусла газом происходит в

Таблица 2. Сравнительные характеристики отстаивания и флотации при осветлении виноградного сусла

Наименование показателя	Отстаивание	Флотация
Тип газа	-	воздух или азот
Время осветления	12–24 ч	10–15 мин. (непрерывная) 2–4 ч (периодическая)
Выход осветленной части сусла, %	75	89,5–92
Массовая концентрация взвесей, г/дм ³	20–30	8
Экономия: холод, Гкал	-	0,208
электроэнергия, кВт-ч/тыс. дал	-	68,9

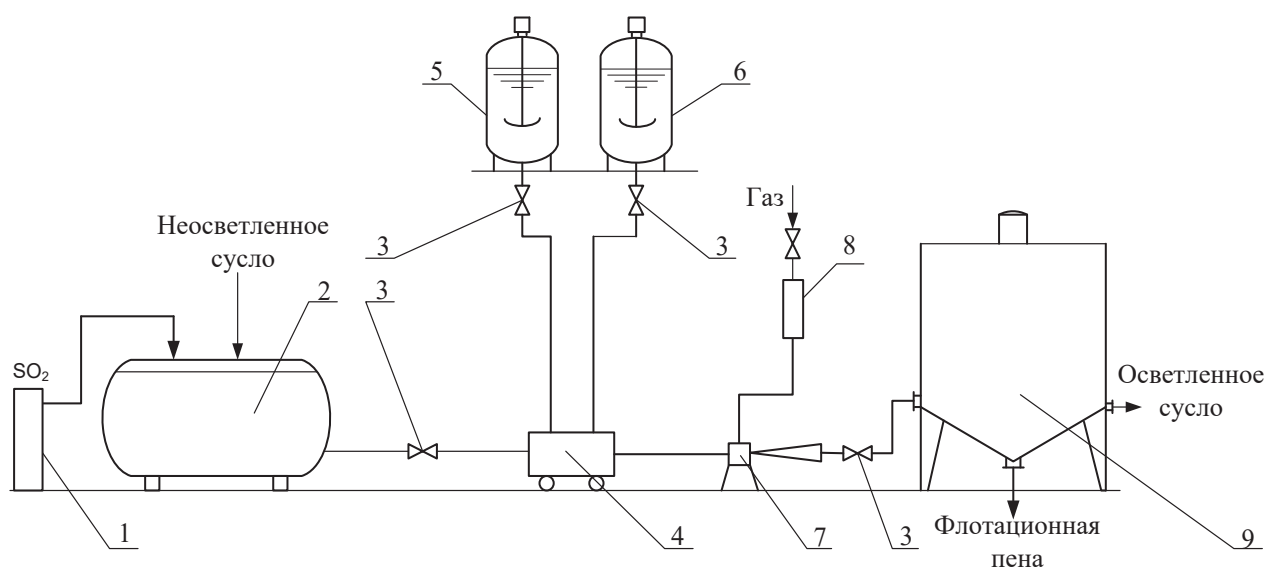


Рис. 2. Флотационная установка для осветления виноградного сусла качественных фракций ВФУ-3: 1 – дозатор диоксида серы; 2 – накопительный резервуар для сусла; 3 – шаровой кран; 4 – установка для дозирования вспомогательных веществ ВДС-10; 5 – резервуар для приготовления коллоидного раствора диоксида кремния; 6 – резервуар для приготовления рабочего раствора желатина; 7 – эжектор; 8 – ротаметр газовый; 9 – флотационный резервуар

специальном устройстве – эжекторе при обычном перекачивании сусла из суслосборника во флотационный резервуар с дозированием коллоидного раствора диоксида кремния и желатина.

При этом для перекачивания и дозирования вспомогательных веществ используется разработанная в институте «Магарач» установка марки ВДС-10, которая сочетает в себе поршневой насос и два насоса-дозатора. Установка ВДС-10 выполнена в передвижном исполнении, поэтому она может использоваться круглогодично для дозирования различных веществ при обработке виноматериалов или как обычный поршневой насос [12].

Флотационный резервуар установки ВФУ-3 имеет закрытую конструкцию, поэтому легко может использоваться после сезона виноделия как емкость для хранения или обработки виноматериалов.

Выводы

Проведенными исследованиями по сравнительной оценке различных способов осветления виноградного сусла были установлены достоинства и недостатки этих способов. Наибольшей энергетической эффективностью обладает флотационный способ осветления сусла. Полученные результаты будут использованы для разработки экономико-математической модели определения удельного расхода электроэнергии на производство 1 тыс. дал виноградного сусла с учетом применения различного оборудования для технологической операции осветления сусла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборник технологических инструкций, правил и нормативных материалов по винодельческой промышленности. Под ред. Г.Г. Валушко. М.: Агропромиздат. 1985:1-512.
2. Збірник технологічних інструкцій, правил і нормативних матеріалів з виноробної промисловості. Симферополь: Таврида. 2014;1:1-544.
3. Бобнова Л.М. Влияние степени мутности сусла на брожение и качество вина // Виноградарство и виноделие СССР. 1968;4:20-22.
4. Зайчик Ц.Р. Технологическое оборудование винодельческих предприятий. М.: Инфра-М. 2022:1-496.
5. Виноградов В.А., Загоруйко В.А., Зинькевич Э.Л. Новое технологическое оборудование для осветления продуктов виноделия центробежными силами // Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». 2007;36:138-141.
6. Загоруйко В.А., Сильвестров А.В., Виноградов В.А. Применение флотационного эжекторного способа для осветления виноградного сусла и яблочного сока // Научные труды Куб ГТУ. 2015;8:95-96.
7. Чурсина О.А., Загоруйко В.А. Стабилизация вин: наука и практика. Симферополь: Полипринт. 2023:1-280.
8. Виноградов В.А. Оборудование винодельческих заводов. Симферополь: Таврида. 2003;2:1-352.
9. Методы теххимического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида. 2009:1-304.
10. Шольц Е.П., Пономарев В.Ф. Технология переработки винограда. М.: Агропромиздат. 1990:1-447.
11. Виноградов В.А., Передерий В.П., Феодосиди К.Ф. Энергетическая оценка и выбор ресурсосберегающих технологий осветления виноградного сусла при производстве белых столовых вин // Виноград. 2010;8:80-82.
12. Сильвестров А.В., Чаплыгина Н.Б., Ермихина М.В., Рыжков В.В. Применение технологии и оборудования для поточно-сорбционной обработки виноматериалов с целью обеспечения розливостойкости винодельческой продукции // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(1):77-82.

Поступила 31.07.2023
© Авторы

УДК: 634.862/.863:663.252.6/.253.34:613.292

Черноусова Инна Владимировна, канд. техн. наук, вед. науч. сотр; e-мэйл: cherninna1@mail.ru;

Зайцев Георгий Павлович, канд. техн. наук, науч. сотр; e-мэйл: gorg-83@mail.ru;

Жилякова Татьяна Александровна, канд. биол. наук, ст. науч. сотр; e-мэйл: golden.heart@mail.ru;

Соловьева Людмила Михайловна, канд. техн. наук, вед. науч. сотр; e-мэйл: luda_magarach@mail.ru;

Гришин Юрий Владимирович, мл. науч. сотр.; e-мэйл: grishin.iurij2010@mail.ru;

Мосолкова Виктория Евгеньевна, мл. науч. сотр.; e-мэйл: 84vme@mail.ru

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

Продукты переработки винограда с нормируемым количеством полифенолов: свойства, биологическая эффективность

В настоящей работе приведены сведения о физико-химическом составе, суммарном содержании водорастворимых антиоксидантов, пищевой и энергетической ценности разработанной пищевой продукции с нормируемым количеством полифенолов: экстракта виноградной выжимки (ЭВВ), концентратов полифенолов лозы (БКЛВ) и семян винограда (КСВ). Показано, что в составе пищевой продукции присутствуют функциональные ингредиенты (флавоноиды, в том числе антоцианы, флавонолы, флаванолы) и биологически активные вещества (транс-ресвератрол, гидроксibenзойные и гидроксикоричные кислоты, процианидины). Показана эффективность использования разработанной пищевой продукции из семян, лозы, выжимки винограда при коррекции действия метаболического синдрома.

Ключевые слова: виноград; выжимка; семена; лоза; пищевые продукты; полифенолы.

Chernousova Inna Vladimirovna, Zaitsev Georgiy Pavlovich, Zhilyakova Tatiana Aleksandrovna, Soloviyova Ludmila Mikhailovna, Grishin Yuriy Vladimirovich, Mosolkova Victoria Evgenievna

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

Grape processing products with a regulated amount of polyphenols: properties, biological efficiency

This paper gives information on the physicochemical composition, total content of water-soluble antioxidants, nutritional and caloric value of the developed food products with a ration amount of polyphenols: extract of grape pomace, concentrates of vine polyphenols and grape seeds. It is shown that food products contain functional ingredients (flavonoids, including anthocyanins, flavonols, flavanols), and biologically active substances (trans-resveratrol, hydroxybenzoic and hydroxycinnamic acids, procyanidins). The effectiveness of using the developed food products from seeds, vines, pomace of grapes in correcting the action of metabolic syndrome is shown.

Key words: grapes; pomace; seeds; vine; food products; polyphenols.

Введение

Одним из направлений приоритетного развития научно-технологического комплекса России «Науки о жизни» является снижение потерь от социально-значимых заболеваний. В этой связи развитие технологий производства качественно новой продукции винодельческого производства, предназначенной для здорового питания населения, приобретает актуальное значение. Исследования биологической активности продуктов виноградарства и виноделия, проведенные учеными института «Магарач», института «Медицинская академия им. С.И. Георгиевского», СКФНИИСВВ показывают, что как алкогольсодержащие (виноматериалы, вино), так и безалкогольные продукты (концентраты полифенолов) обладают значительной биологической активностью, в связи с наличием в них основного компонента – полифенолов винограда [1–4]. Экспериментальные данные о доклинических и клинических исследованиях по различным аспектам биологической активности полифенолов винограда обобщены в работе [5]. По плану прикладных научных исследований Соглашения о предоставлении субсидий Минобразования и науки России с институтом «Магарач» № 14.604.21.00077 от 27 июня 2014 г. разработаны технологии новых видов продуктов из красных сортов винограда: вино «Здоровье», виноградосодержащий напиток «Здоровье», регламентирующие показатель суммарной концентрации фенольных веществ на уровне не ниже 2,5 г/дм³; экстракт полифенолов винограда (ЭВВ) с суммарной концентрацией полифенолов винограда не менее 20,0 г/дм³. Способы получения виноградосодержащего напитка «Здоровье», экстракта (ЭВВ) основаны на

использовании основного вторичного сырья виноделия – виноградной выжимки [6, 7].

Результатами исследований *in vitro*, *in vivo* показано, что новые виды продукции из красных сортов винограда при пероральном потреблении блокируют развитие метаболического синдрома и ишемического повреждения миокарда у экспериментальных животных. Клиническими исследованиями установлено, что включение в состав рациона санаторно-курортного лечения больных ишемической болезнью сердца и гипертонической болезнью насыщенной полифенолами винограда инновационной продукции достоверно способствует улучшению состояния больных [3].

В институте «Магарач» продолжена работа по разработке новых видов продукции с нормируемым количеством полифенолов из вторичного сырья виноградарства и виноделия – лозы, выжимки, семян. Разработаны способы получения пищевой продукции с нормируемым количеством полифенолов из семян, лозы винограда [8, 9]. Разработана нормативная документация на пищевую продукцию с нормируемым количеством полифенолов. Получены безалкогольные концентраты из лозы и семян винограда основных промышленных технических сортов винограда Алиготе, Рислинг рейнский, Цитронный Магарача, Пино нуар, спиртосодержащий концентрированный экстракт из сладкой выжимки красного сорта винограда Каберне Совиньон.

В настоящей работе приведены сведения о физико-химическом составе разработанной продукции с нормируемым количеством полифенолов, показателях, определяющих биологические свойства продукции.

Объекты и методы исследований

Объектами исследований явились разработанная продукция с нормируемым количеством полифенолов:

- концентрированный экстракт сладкой выжимки спиртосодержащей пищевой СТО 01580301-034-2021

«Экстракт виноградной выжимки спиртосодержащей пищевой. Технические условия» (ЭВП);

- концентрат полифенолов семян винограда безалкогольный пищевой СТО 01580301-045-2023 «Концентрат полифенолов семян винограда безалкогольный пищевой. Технические условия» (БКЛВ);

- концентрат полифенолов лозы винограда безалкогольный пищевой СТО 01580301-036-2021 «Концентрат полифенолов лозы винограда безалкогольный пищевой. Технические условия» (КСВ).

Основные группы полифенолов в образцах продукции определяли методом ВЭЖХ с использованием хроматографической системы Agilent Technologies (модель 1100) с диодно-матричным детектором [3].

Определение содержания водорастворимых антиоксидантов проводили амперометрическим методом на приборе «Цвет-Яуза 01-АА» по ГОСТ Р 54037. Адекватную суточную дозу продукции рассчитывали по концентрации фенольных веществ в пересчете на величину суточного приема полифенолов в количестве 0,7 г согласно [10]. Энергетическую ценность продукции определяли путем суммирования энергетической ценности основных компонентов продукции с учетом их энергетических коэффициентов: содержание этилового спирта, сахаров, органических кислот, фенольных веществ [11]. Все определения проводили в трех повторностях, количественные параметры величин представляли с помощью среднего выборочного значения с указанием с указанием стандартной ошибки средней величины.

Обсуждение результатов

Физико-химические показатели разработанной пищевой продукции из виноградного сырья с нормируемым количеством полифенолов представлены в табл. 1.

Функциональные ингредиенты и биологически активные вещества, входящие в состав разработанной пищевой продукции с нормируемым количеством полифенолов, представлены в табл. 2.

Пищевая и энергетическая ценность разработанной пищевой продукции с нормируемым количеством полифенолов представлена в табл. 3.

Разработанная пищевая продукция соответствует требованиям Стандартов организации и ТР ТС 021/2011 [12].

Проведены медико-биологические испытания *in vivo*, на крысах линии Wistar, эффективности комплекса полифенолов в разработанных пищевых продуктах (ЭВП), (БКЛВ) на модели метаболического синдрома с использованием пищи с высокой

концентрацией фруктозы [13] и пищевого продукта (КСВ) на моделях сахарного диабета 1-го и 2-го типов [8]. Через 4 недели применения продукции (ЭПК) в количестве 1 мг на 100 г массы животных и (БКЛВ) в количестве 2 мг на 100 г массы животных при экспериментальном метабо-

Таблица 1. Физико-химические показатели экстракта и концентратов из выжимки, семян, лозы винограда

Наименование показателя	Наименование образцов продукции			Метод испытаний
	(ЭВП)	(КСВ)	(БКЛВ)	
Объемная доля этилового спирта, %	10,5±0,02	0,3±0,01	0,3±0,01	ГОСТ 32095
Относительная плотность при температуре 20 °С	1,1010±0,0003	1,1024±0,0003	1,1764±0,0004	ГОСТ 29030
Массовая доля сухих веществ, %	23,9	24,3	39,7	ГОСТ 29030
Массовая концентрация титруемых кислот, г/дм ³	6,5±0,06	6,3±0,05	1,8±0,02	ГОСТ 32114; ГОСТ 34127
pH	3,75±0,24	4,3±0,24	3,95±0,24	ГОСТ 26188
Массовая концентрация фенольных веществ, г/дм ³	22,6±0,04	80,5±0,04	9,8±0,05	Р 4.1.1672-03
Соответствие нормативной документации	соответствует СТО 01580301-034-2021	соответствует СТО 01580301-045-2023	соответствует СТО 01580301-036-2021	

Таблица 2. Функциональные ингредиенты и биологически активные вещества, входящие в состав разработанной пищевой продукции с нормируемым количеством полифенолов

Показатель, мг/дм ³	Наименование продукции		
	(ЭВП)	(КСВ)	(БКЛВ)
Функциональные ингредиенты			
Флавоноиды, в том числе	1655,1	3334,4	693,4
антоцианы	234,9	0,0	0,0
флаванолы	1405,7	3283,1	645,6
флавонолы	14,5	51,3	47,8
Биологически активные вещества			
Транс-ресвератрол	-	-	911,8
Гидроксикоричные кислоты	20,6	45,5	0,0
Гидроксibenзойные кислоты (галловая)	444,9	1055,3	23,1
Процианидины	22740,9	172662,8	6010,9
Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в пересчете на стандартный антиоксидант тролокс, г/дм ³	15,3±1,0	76,7±5,4	13,4±0,9
Адекватная суточная доза, мл в пересчете на величину суточного приема полифенолов в количестве 0,7 г	31,0	6,9	14,0*

Примечание: * - в пересчете на максимальную адекватную суточную дозу приема транс-ресвератрол 150 мг

Таблица 3. Пищевая и энергетическая ценность пищевой продукции с нормируемым количеством полифенолов

Наименование образца	Количество, г/100 г продукта				Энергетическая ценность, ккал (кДж)
	спирт	углеводы	органические кислоты	фенольные вещества	
ЭВП	10,5	22,2	0,59	2,05	176,5 (736,0)
БКЛВ	0,3	36,2	0,15	0,82	144,4 (602,1)
КСВ	0,3	4,3	0,57	8,02	90,8 (378,6)

лическом синдроме способствовало снижению концентрации глюкозы в крови животных с 6,8 ммоль/л до 5,3 ммоль/л. Концентрат (КСВ) проявлял гипогликемическое действие, снижая содержание глюкозы в сыворотке крови у крыс с сахарным диабетом 1-го типа на 35% с 24,8 ммоль/л до 7,0 ммоль /л, а с сахарным диабетом 2-го типа на 45% с 12,7 ммоль/л до 7,0 ммоль/л в течение 15 дней применения в дозе 9 мг на 100 г массы животных.

Выводы

Разработанная пищевая продукция с нормируемым количеством полифенолов: экстракт виноградной выжимки спиртосодержащей пищевой, концентрат полифенолов лозы винограда безалкогольный пищевой, концентрат семян винограда безалкогольный пищевой по физико-химическим показателям соответствуют требованиям разработанных Стандартов организации, ТР ТС 021/2011. Продукция в своем составе содержит функциональные ингредиенты и биологически активные вещества, проявляющие антиоксидантные свойства. Установленные положительные свойства (ЭПВ), (БКЛВ) позволяют рассматривать пищевую продукцию в качестве препаратов, модифицирующих течение метаболического синдрома. Концентрат семян винограда (КСВ) в дозе 9 мг на 100 г массы животных проявляет гипогликемическое действие при сахарном диабете 1-го и 2-го типов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркосов В.А., Агеева Н.М. Биохимия, технология и медико-биологические особенности красных вин. Краснодар. 2008:1-224.
2. Агеева Н.М., Маркосов В.А., Ханферьян Р.А., Бессонов В.В. Антиоксидантные и антирадикальные свойства красных виноградных вин // Вопросы питания. 2015;2:63–67.
3. Kubyshkin A., Ogai Yu., Fomochkina I. et. al. Polyphenols of red grape wines and alcohol-free food concentrates in rehabilitation technologies. In book: Polyphenols. 2018:99-120. DOI: 10.5772/intechpen.76655.
4. Petrenko V.I., Shevandova A.A., Kubyshkin A.V. et.al. The role of dysmetabolic mechanisms in the development of neurodegenerative processes in an experimental metabolic-cognitive syndrome model. Medical news of North Caucasus. 2021;16(2):187-191. DOI: 10.14300/mnnc.2021.16043.
5. Загайко А.Л. Биологические активные вещества винограда и здоровье: Монография. Харьков: форт. 2012:1-404.
6. Авидзба А.М., Егоров Е.А., Огай Ю.А., Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Гугучкина Т.И., Агеева Н.М., Маркосов В.А. Патент 2654667. Способ производства вина, насыщенного полифенолами винограда.
7. Авидзба А.М., Огай Ю.А., Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Маркосов В.А. Патент 2668815. Способ производства концентрированного экстракта полифенолов винограда.
8. Огай Ю.А., Черноусова И.В., Загайко А.Л. Патент 150139. Способ получения пищевого концентрата полифенолов винограда.
9. Огай Ю.А., Черноусова И.В., Зайцев Г.П., Мосолкова В.Е., Гришин Ю.В., Жилиякова Т.А., Кубышкин А.В., Фомочкина И.И., Петренко В.И. Патент 2748227. Способ получения пищевого концентрата полифенолов винограда.
10. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю)». Глава II. Раздел I «Требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов». Утверждено решением комиссии таможенного союза 20.05.2010 г., №299. Приложение 5. Величины суточного потребления пищевых и биологически активных веществ для взрослых в составе специализированных пищевых продуктов и БАД к пище: [сайт]. SVSCR: https://www.svscr.cz/wp-content/files/ziv-ocisne-produkty/rk_cu_299_2010_II_kapitola_rj.pdf (дата обращения 13.12.2020).
11. Аникина Н.С., Червяк С.Н., Гнилomedова Н.В. Энергетическая ценность вин: сравнительная характеристика. Индустрия питания. Food Industry. 2020;5(4):5–10. DOI: 10.29141/2500-1922-2020-5-4-1.
12. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» (с изменениями на 14 июля 2011 года) от 09.12.2011.
13. Зайцев Г.П., Черноусова И.В., Таримов К.О., Шрамко Ю.И., Фомочкина И.И., Жилиякова Т.А., Гришин Ю.В. Экспериментальный анализ биологической эффективности продуктов переработки винограда с нормируемым количеством полифенолов. Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ФГБУН ВНИИВиВ «Магarach» РАН. 2022;51:89-92. DOI 10.35547/10.34919.2022.43.41.001.

Поступила 27.08.2023

© Авторы

Научное издание

Виноградарство и виноделие

Сборник научных трудов

Том LII

Подписано к печати 07.09.2023. Формат 60x84 1/8

Объем 12,0 п.л. Тираж 70 экз.

Отпечатано: ФГБУН «ВНИИВиВ «Магarach» РАН», 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31.