

Влияние штаммов дрожжей на ароматический комплекс виноматериалов из винограда сорта Цитронный Магарача

Шаламитский М.Ю.✉, Танащук Т.Н., Загоруйко В.А.

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

Аннотация. Одним из важных современных направлений виноделия является получение высококачественных вин с узнаваемой сортовой индивидуальностью. В данном аспекте наиболее привлекательными для потребителя являются вина из мускатных сортов винограда. Работа посвящена изучению влияния штаммов дрожжей рода *Saccharomyces* на формирование сортового аромата виноматериалов из винограда сорта Цитронный Магарача и отбору перспективных штаммов для их производства. Объектами исследования являлись виноматериалы, приготовленные с использованием 20 штаммов дрожжей вида *S. cerevisiae*. В результате хроматографического анализа было идентифицировано 17 компонентов, относящихся к различным группам химических соединений: высшим спиртам, сложным эфирам, терпеновым спиртам. Исследуемые штаммы способствовали накоплению в виноматериалах терпеновых спиртов в концентрации от 0,46 до 1,51 мг/л, высших спиртов – от 153,86 до 263,89 мг/л, сложных эфиров – от 3,96 до 19,09 мг/л. По результатам органолептической оценки опытных образцов для производства вин из винограда сорта Цитронный Магарача рекомендованы два коллекционных штамма Алиготе М (I-76) и Мускат 4 (P) (I-637) из КМВ «Магарач». Использование данных штаммов позволило получить виноматериалы с ярким развитым ароматом цветочно-фруктового направления с проявлением тонов цитрусовых и розы. Отмечено, что штамм Алиготе М (I-76) способствовал обогащению виноматериалов терпеновыми спиртами и сложными эфирами, штамм Мускат 4 (P) (I-637) – сложными эфирами.

Ключевые слова: дрожжи *S. cerevisiae*; сортовой аромат; терпеновые спирты; высшие спирты; сложные эфиры; органолептическая оценка.

Для цитирования: Шаламитский М.Ю., Танащук Т.Н., Загоруйко В.А. Влияние штаммов дрожжей на ароматический комплекс виноматериалов из винограда сорта Цитронный Магарача // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2021; 23(1): 66-71. DOI 10.35547/IM.2021.96.26.011

The effect of yeast strains on the formation of aroma complex of base wines from 'Tsitronnyi Magaracha' grape variety

Shalamitskiy M.Yu.✉, Tanashchuk T.N., Zagorouiko V.A.

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

Abstract. One of the important modern trends in winemaking is the production of high quality wines with recognizable varietal identity. In this aspect, the most attractive for consumers are the wines from muscat grape varieties. The work is devoted to the study of the effect of yeast strains of the *Saccharomyces* genus on the formation of varietal aroma of base wines from grapes of 'Tsitronnyi Magaracha' variety and selection of promising strains for their production. The objects of the study were base wines prepared using 20 strains of *S. cerevisiae* yeast species. As a result of chromatographic analysis, 17 components of various groups of chemical compounds were identified: higher alcohols, esters, terpene alcohols. The studied strains contributed to the accumulation of terpene alcohols in concentration from 0.46 to 1.51 mg/l, higher alcohols - from 153.86 to 263.89 mg/l, esters - from 3.96 to 19.09 mg/l. According to the results of organoleptic evaluation of experimental samples for wine production from grapes of 'Tsitronnyi Magaracha' variety, two strains 'Aligote M' (I-76) and 'Muscat 4' (P) (I-637) from the Magarach Collection of Microorganisms of Winemaking are recommended. The use of these strains have made it possible to obtain base wines with advanced rich aroma of a floral-fruity direction with demonstration of citrus and rose hues. It was noted that the strain 'Aligote M' (I-76) contributed to the enrichment of base wines with terpene alcohols and esters, the strain 'Muscat 4' (P) (I-637) - with esters.

Key words: *S. cerevisiae* yeast; varietal aroma; terpene alcohols; higher alcohols; esters; organoleptic evaluation.

For citation: Shalamitskiy M. Yu., Tanashchuk T.N., Zagorouiko V.A. The effect of yeast strains on the formation of aroma complex of base wines from 'Tsitronnyi Magaracha' grape variety. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2021; 23(1): 66-71 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2021.96.26.011

Введение

Одним из важных современных направлений виноделия является получение высококачественных вин с узнаваемой сортовой индивидуальностью. В данном

аспекте наиболее привлекательными для потребителя являются вина из мускатных сортов винограда. Перспективным среди всего разнообразия таких сортов следует отметить комплексно устойчивый сорт винограда Цитронный Магарача, посадки которого в Крыму составляют 54 га (на территории РФ - 527 га). Данный сорт относится к универсальным и использу-

ется для производства всех типов вин [1, 2], его ароматический профиль сопоставим с сортом винограда Мускат белый [3]. Решение проблемы сохранения и усиления этой сортовой особенности делает Цитронный Магарача перспективным для производства белых вин с мускатным ароматом.

Для мускатных сортов винограда характерны цветочные тона в аромате и вкусе (оттенки розы, шалфея, акации) и легкие цитрусовые ноты [4, 5], формирование которых в большой степени зависит от терпенов виноградной ягоды [4, 6]. Ценные особенности букета и вкусовые характеристики вина обусловлены не только веществами виноградной ягоды, но и соединениями, образующимися в результате брожения. Дрожжи выделяют в среду различные ароматические вещества, которые играют важную роль в формировании основного и фоновых аромата будущего вина [7–10]. По литературным данным, влияние дрожжей-сахаромицетов в процессе брожения на ароматический профиль вин из мускатных сортов винограда во многом обусловлено их способностью к синтезу терпеновых спиртов, β -фенилэтилового спирта и этиловых эфиров жирных кислот [11–14]. Однако, обладая различными ферментными системами, штаммы способны продуцировать вторичные продукты брожения, отличающиеся по качественному составу и их количественному содержанию, тем самым в разной степени способствуя проявлению сортового аромата [15–20].

Цель работы – изучение влияния штаммов дрожжей рода *Saccharomyces* на формирование сортового аромата виноматериалов из винограда сорта Цитронный Магарача и отбор перспективных штаммов для их производства.

Материалы и методы

Объектами исследования являлись виноматериалы из винограда сорта Цитронный Магарача (пос. Гурзуф, Республика Крым) разных годов урожая, приготовленные в условиях микровиноделия с использованием 20 штаммов дрожжей вида *S. cerevisiae*: 8 природных изолятов «аборигенных» дрожжей (И-2, И-6, И-11, И-14, И-15, И-16, И-21, И-30), выделенные из винограда мускатных сортов с виноградников на территории Крыма, и 12 селекционных штаммов (Штейнберг 1892 г. (I-1), Алиготе М (I-76), Мускат венгерский (I-144), Кокур 3 (I-279), Ужгород 231-1 (I-421), Берегово 2-10 (I-438), Мускат белый (I-491), Мускат розовый (I-492), Алеатико (I-493), Севастопольская 23 (I-525), Мускат 4 (Р) (I-637), Меганом белый (I-638) из коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач» (КМВ «Магарач») [21].

Предварительно дрожжи несколько раз пересеивали на виноградное сусло с массовой концентрацией сахаров 200 г/л и после использовали для приготовления дрожжевых развонок. Дрожжевую разводку в активном состоянии (100–110 млн. клеток/мл, 45–50 % почкующихся клеток, 1–2 % мертвых клеток) задавали в сусло в количестве 3 %. Виноматериалы готовили по следующей технологической схеме: дробление винограда с гребнеотделением, прессование мезги и сульфитация сусла из расчета 75 \pm 5 мг/л общего диоксида серы, осветление методом отстаивания. Последующее

брожение проводили при температуре 16–18 °С.

Массовую концентрацию летучих кислот определяли по ГОСТ 32001, массовую концентрацию остаточных сахаров по ГОСТ 13192, объемную долю этилового спирта по ГОСТ 32029. Определение качественного состава и количественного содержания компонентов ароматобразующего комплекса осуществляли методом газовой хроматографии (хроматограф Agilent Technologies 6890 с масс-спектрометрическим детектором, колонка кварцевая капиллярная HP-1100wax, газ-носитель – гелий). Органолептическую оценку виноматериалов проводили согласно ГОСТ 32051-2013 и методов, принятых в виноделии [22].

Результаты и обсуждение

Для приготовления виноматериалов использовали виноград с массовой концентрацией сахаров 180–195 г/л, поскольку по литературным данным известно, что наибольшее накопление терпеновых спиртов, отвечающих за мускатный аромат, было отмечено в винограде с массовой концентрацией сахаров в диапазоне 170–190 г/л [4, 23]. Первый этап исследования влияния штаммов дрожжей-сахаромицетов на формирование сортового аромата предусматривал оценку виноматериалов на соответствие требованиям ГОСТ 32030. Объемная доля этилового спирта во всех образцах находилась в диапазоне 11,4–12,0 % об.; массовая концентрация остаточных сахаров составляла 1,8 – 4,4 г/л, титруемых кислот – 6,9–8,3 г/л, летучих кислот – 0,15–0,82 г/л.

В результате хроматографического анализа было идентифицировано 17 компонентов, относящихся к различным группам химических соединений: высшим спиртам, сложным эфирам, терпеновым спиртам.

Установлено, что специфический мускатный аромат во многом зависит от присутствия в вине терпеновых соединений, количество которых в опытных виноматериалах обнаружено в диапазоне 0,46–1,51 мг/л (рис. 1). Известно, что α -терпинеол отвечает за ноты сирени и общий цветочный аромат с пороговой концентрацией 80 мкг/л, линалоол – за ноты цитрусов (15 мкг/л), транс- и цис-линалоолоксида – за тонкий, цветочно-фруктовый аромат, гераниол обладает нежным ароматом розы и цветов (30 мкг/л) [18–20]. По степени влияния исследуемых штаммов дрожжей-сахаромицетов на содержание терпеновых спиртов нами были выделены три группы: девять штаммов (I-76, I-421, I-438, I-491, I-492, I-493, I-525, И-6, И-16) способствовали увеличению количества терпеновых спиртов в виноматериале по сравнению с суслом (1,04 мг/л); восемь штаммов не оказали значительного влияния на их содержание (I-1, I-144, I-279, I-638, И-2, И-15, И-21, И-30); в трех вариантах (I-637, И-11, И-14) отмечено снижение концентрации компонентов (рис. 1). При этом нами отмечено, что во всех исследуемых образцах концентрация α -терпинеола снизилась на 0,34 – 0,59 мг/л. Кроме того, все штаммы в процессе брожения способствовали повышению концентрации линалоола на 0,13 – 0,67 мг/л, за исключением штамма И-15. Увеличение содержания гераниола отмечено в 75% случаев (I-1, I-76, I-144, I-279, I-421, I-438, I-491, I-492, I-493, I-525, I-638, И-2, И-6, И-16, И-21).

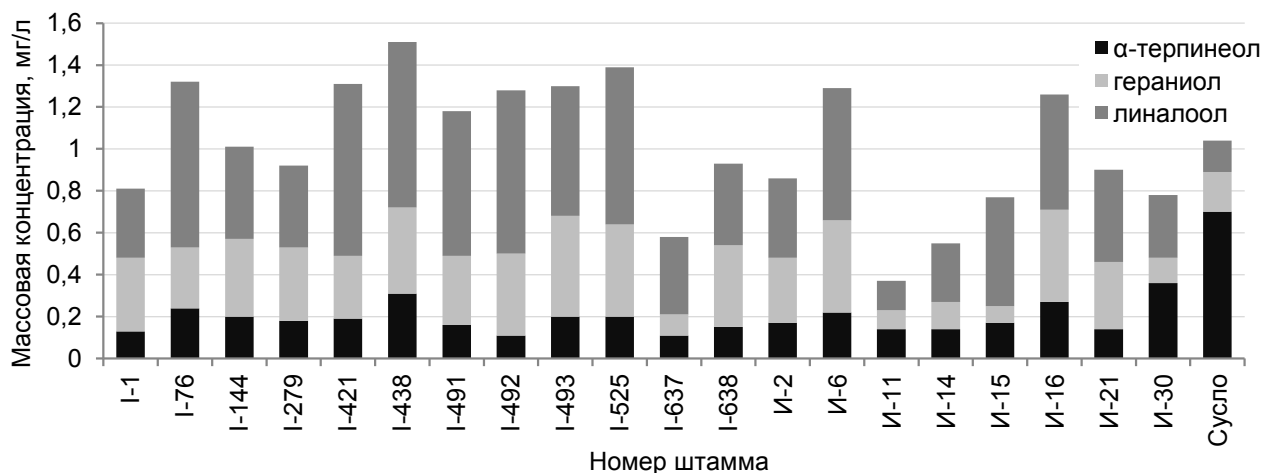


Рисунок 1. Массовая концентрация терпеновых спиртов в опытных виноматериалах
Figure 1. Mass concentration of terpene alcohols in experimental base wines

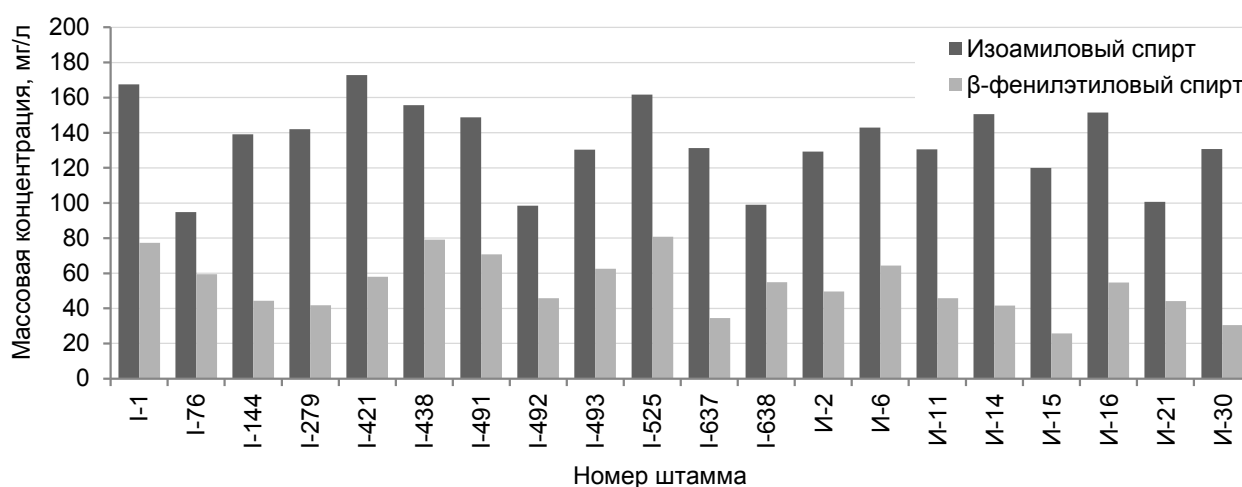


Рисунок 2. Массовая концентрация высших спиртов в опытных виноматериалах
Figure 2. Mass concentration of higher alcohols in experimental base wines

Высшие спирты значительно влияют на сложение аромата и вкуса виноматериалов [26]. Суммарное содержание высших спиртов (пропанол, изобутанол, гексанол, изоамилол, β-фенилэтиловый спирт) в опытных виноматериалах находилось в диапазоне от 153,86 до 263,89 мг/л. Из высших спиртов, обладающих фруктовым запахом и способных оказывать отрицательное действие на букет вина при концентрации выше порогового значения восприятия, основное количество приходилось на изоамиловый спирт. В виноматериалах, полученных с использованием штаммов дрожжей I-76, I-492, I-638, И-21, его количество составило 94,81–100,70 мг/л, что находится на пороговом уровне восприятия данного вещества в 100 мг/л. Для других образцов значения показателя варьировало в диапазоне 120,06 – 172,80 мг/л (рис. 2).

Значительную роль в формировании цветочных оттенков аромата играют ароматические спирты, в частности β-фенилэтанол. Этот компонент с пороговой концентрацией 1,5 мг/л [26, 27] оказывает положительное влияние на развитие аромата вина и обладает цветочно-фруктовым запахом с оттенками свежескошенной травы [28], меда и чайной розы [29]. Исследование показало, что штаммы обладали разной способностью к синтезу β-фенилэтилового

спирта, массовая концентрация которого в опытных образцах варьировала в широком диапазоне от 25,81 до 80,70 мг/л (рис. 2). Наибольшее количество этого компонента было обнаружено в виноматериале, полученном с использованием коллекционного штамма дрожжей I-525 и составило 80,7 мг/л. Минимальным содержанием β-фенилэтанола характеризовался образец, полученный с использованием штамма И-15, содержание которого составило 25,81 мг/л. В 85 % образцов содержание β-фенилэтанола составило более 40 мг/л. Остальные идентифицированные спирты (изобутанол, пропанол и гексанол) находились в количествах, значительно меньших, чем их пороговые концентрации и не могли оказывать влияния на формирование аромата виноматериалов.

Сложные эфиры, образуемые при брожении, также являются важными составляющими аромата вин. Они образуются в процессе биологической этерификации и, как правило, могут обладать различными фруктовыми и цветочными запахами. Так, изоамилацетат напоминает по запаху смесь груши и банана, у этилбутирата характерный ананасовый тон; этилкаприлат, этилкапринат, этилкапронат и другие высококипящие эфиры вносят фруктово-плодовый тон в аромат [15]. Разнообразные сложные эфиры не равно-

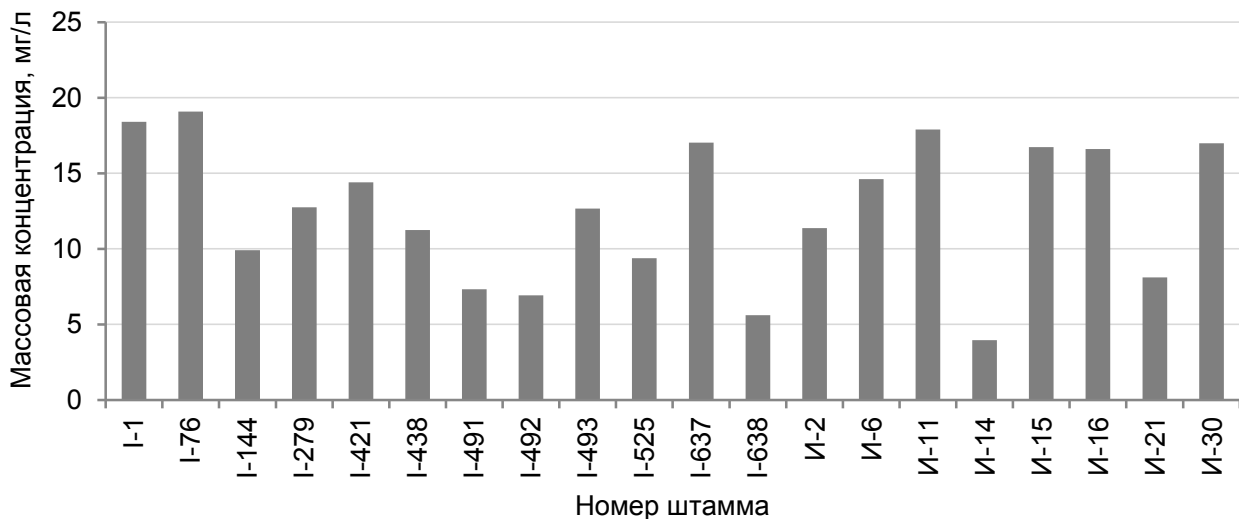


Рисунок 3. Массовая концентрация суммы сложных эфиров в опытных виноматериалах
Figure 3. Mass concentration of total esters in experimental base wines

ценны по своим запахам, и ценность в аромате во многом зависит от их гармоничного сочетания. Содержание сложных эфиров в опытных виноматериалах заметно отличалось в зависимости от использованного штамма и варьировало в диапазоне 3,96–19,09 мг/л. Сравнительно высокой эфинообразующей способностью (более 15 мг/л) характеризовались 7 штаммов (I-1, I-76, I-637, И-11, И-15, И-16, И-30); для 11 штаммов (I-144, I-279, I-421, I-436, I-491, I-492, I-493, I-525, И-2, И-6, И-21) концентрация компонентов была в диапазоне от 6,92 до 14,62 мг/л; для 2 штаммов (I-638, И-14) их содержание не превышало 5,62 мг/л.

По результатам органолептической оценки виноматериалов нами были отобраны 7 образцов, у которых были отмечены сортовые ароматы цветочно-фруктового направления с разной степенью проявления тонов цитрусовых и розы, приготовленных с использованием штаммов дрожжей I-1, I-76, I-279, I-438, I-492, I-637, I-638 (табл.). В то же время виноматериалы, приготовленные с использованием штаммов I-76 и I-637, отличались более полным и гармоничным вкусом с медово-цитрусовыми оттенками по сравнению с другими вариантами опыта.

Следует отметить, что виноматериалы, брожение которых проводилось с использованием природных изолятов «аборигенных» дрожжей характеризовались либо слабым сортовым ароматом, либо его отсутствием и наличием парфюмерных, дюшесных и карамельных тонов в аромате и вкусе, а также другими посторонними тонами, что указывает на необходимость проведения с ними дальнейших селекционных работ.

Выводы

Для производства столовых вин из винограда сорта Цитронный Магарача рекомендованы два коллекционных штамма (I-76, I-637) из КМВ «Магарач». Использование данных штаммов позволяет получить виноматериалы с ярким развитым ароматом цветочно-фруктового направления с проявлением тонов цитрусовых и розы. Отмечено, что штамм I-76 способствовал обогащению виноматериалов терпеновыми спиртами и сложными эфирами, штамм I-637 – слож-

Таблица. Органолептическая оценка опытных образцов виноматериалов

Table. Organoleptic evaluation of experimental base wines

Название (номер) штамма	Описание	Дегустационная оценка, балл
Штейнберг 1892 г. (I-1)	Аромат цветочный с нотами розы и шалфея. Вкус экстрактивный, слегка окисленный с горчинкой	7,75
Алиготе М (I-76)	Аромат яркий, пряно-медовый с цветочными тонами и цитроном. Вкус гармоничный, с легкой горчинкой, медовой нотой и цитроном	7,80
Кокур 3 (I-279)	Аромат сортовой, с мускатными оттенками. Вкус фруктового направления	7,72
Берегово 2-10 (I-438)	Аромат слабовыраженный с мускатными и цитронными нотами. Вкус слаженный, мягкий	7,74
Мускат розовый (I-492)	Аромат чистый с нотами шалфея и розы. Вкус полный, гармоничный с медовыми оттенками	7,76
Мускат 4 (Р) (I-637)	Аромат тонкий цветочного направления с тонами розы и цитрона. Вкус округлый, цветочно-фруктовый с легкой горчинкой	7,81
Меганом белый (I-638)	Аромат слабовыраженный мускатно-цветочного направления. Вкус полный, слегка окисленный	7,72

ными эфирами.

Источник финансирования

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

Financing source

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

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Мелконян М.В., Волынкин В.А., Пытель И.Ф., Таран В.А., Локтионова В.А., Ласкавый В.Н. Технологическая оценка новых сортов винограда селекции ИВиВ «Магарач» // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2003; 1:15-17.
2. Макаров А.С., Таран В.А., Лутков И.П., Меркурьева Ю.С., Пытель И.Ф. Состав органических кислот в виноматериалах, выработанных из новых сортов винограда селекции института «Магарач» // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2007; 1:23-24.
3. Бейбулатов М.Р., Макаров А.С., Лутков И.П., Ульянов С.О., Луткова Н.Ю., Шалимова Т.Р. Перспективные сорта винограда селекции института "Магарач" с мускатным ароматом // Русский виноград. 2017; 5:108-115.
4. Пескова И.В., Луткова Н.Ю., Остроухова Е.В. Влияние рас дрожжей на формирование ароматобразующего комплекса столовых виноматериалов из винограда сорта Мускат белый // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2016; 3:21-24.
5. Selli S., Canbas A., Cabaroglu T., Erten H., Gunata Z. Aroma components of cv. Muscat of Bornova wines and influence of skin contact treatment. *Food Chemistry*. 2006; 94:319-326.
6. Jesus D., Campos F.M., Ferreira M., Couto J.A. Characterization of the aroma and colour profiles of fortified Muscat wines: comparison of Muscat Blanc "a petit grains" grape variety with Red Muscat. *Eur. Food Res. Technol.* 2017; 243:1277-1285.
7. Palomo E.S., Díaz-Maroto M.C., González Vinas M.A., Soriano-Pérez A., Pérez-Coello M.S. Aroma profile of wines from Albillo and Muscat grape varieties at different stages of ripening. *Food Control*. 2007; 18:398-403.
8. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова В.А., Виноградов Б.А. Влияние рас дрожжей на формирование ароматобразующего комплекса и профиля аромата красных столовых виноматериалов из винограда сорта Эким кара // Виноградарство и виноделие. 2013; 43:51-55.
9. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Виноградов Б.А. Исследование способности культур дрожжей для производства красных столовых виноматериалов к биосинтезу ароматобразующих соединений. // Проблемы развития АПК региона. 2013; 4:64-70.
10. Рубения Р.Р., Иванова Е.В., Кишковская С.А., Виноградов Б.А. Влияние нового селекционного аборигенного штамма винных дрожжей Мускат Р-4 на состав ароматических веществ десертных мускатных вин // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2007; 3:18-19.
11. Carrau F.M., Medina K., Boido E., Farina L., Gaggero C., Dellacassa E., Versini G., Henschke P.A. De novo synthesis of monoterpenes by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. *FEMS Microbiology Letters*. 2005; 243:107-115.
12. Kanter J.P., Benito S., Brezina S., Beisert B., Fritsch S., Patz C.D., Rauhut D. The impact of hybrid yeasts on the aroma profile of cool climate Riesling wines. *Food Chemistry*. 2020; 5:100072.
13. Mateo J.J., Jiménez M. Monoterpenes in grape juice and wines. *Journal of Chromatography A*. 2000; 881:557-567.
14. King A., Dickinson J.R. Biotransformation of monoterpene alcohols by *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulaspora delbrueckii* and *Kluyveromyces*. *Yeast*. 2000; 16:499-506.
15. Furdíková K., Malík F. Influence of yeast on the aroma profile of wine. *Kvasny Průmysl*. 2007; 53:215-221.
16. Liu J., Zhang W., Du G., Chen J., Zhou J. Overproduction of geraniol by enhanced precursor supply in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Biotechnology*. 2013; 168:446-451.
17. Carrau F.M., Medina K., Boido E., Farina L., Gaggero C., Dellacassa E., Versini G., Henschke P.A., De novo synthesis of monoterpenes by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. *FEMS Microbiology Letters*. 2005; 243:107-115.
18. Peinado R.A., Moreno J., Medina M., Mauricio J.C. Changes in volatile compounds and aromatic series in sherry wine with high gluconic acid levels subjected to aging by submerged flor yeast cultures. *Biotechnology Letters*. 2004; 26:757-762.
19. Oswald M., Fischer M., Dirninger N., Karst F. Monoterpenoid biosynthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Yeast Res.* 2007; 7:413-421.
20. Tate D., Reynolds G.A. Validation of a rapid method for measuring b-Glucosidase activity in fermenting muscat grape musts. *Am. J. Enol. Vitic.* 2006; 57:60-68.
21. Коллекция микроорганизмов виноделия. Каталог культур / Танашук Т.Н., Кишковская С.А., Иванова Е.В., Скорикова Т.К. // Ялта: Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия "Магарач" РАН". 2016: 252 с.
22. Валуйко Г.Г., Шольц-Куликов Е.П. Теория и практика дегустации вин, 2 изд. – Таврида: Симферополь, 2005: 232 с.
23. Зотов А.Н., Косюра В.Т., Загоруйко В.А. Результаты исследования изменения содержания терпеновых и ароматических спиртов в ходе созревания мускатных сортов винограда // Вестник аграрной науки. 1997; 11:54-56.
24. Ribereau-Gayon P., Maujean A., Dubourdieu D. Varietal aroma. *Handbook of Enology. The chemistry of wine stabilization and treatments*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 2006: 450 p.
25. Ugliano M., Moio L. Free and hydrolytically released volatile compounds of *Vitis vinifera* L. cv. Fiano grapes as odour-active constituents of Fiano wine. *Anal Chim Acta*. 2008; 62:79-85.
26. Styger G., Bauer F.F. Wine flavor and aroma. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 2011; 38:1145-1159.
27. Zamuz S., Vilanova M. Volatile composition of the *Vitis vinifera* Albarico musts according to geographic areas from Rias Baixas D.O. (Spain). *Ital J Food Sci.* 2006; 18:323-327.
28. Noble A.C., Flath R.A., Forrey R.R. Wine head space analysis. Reproducibility and application to varietal classification. *J Agric Food Chem.* 1980; 28:346-353.
29. Franco M., Peinado R.A., Medina M., Moreno J. Off-vine grape drying effect on volatile compounds and aromatic series in must from Pedro Ximénez grape variety. *Agric Food Chem.* 2004; 52:3905-3910.

References

1. Melkonian M.V., Volynkin V.A., Pitel I.F., Taran V.A., Loktionova V.A., Laskavyi V.N. Technological assessment of new grape varieties of IV&W selection "Magarach". *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2003; 1:15-17 (in Russian).
2. Makarov A.S., Taran V.A., Lutkov I.P., Merkurieva U.S., Pitel I.F. Composition of organic acids in wine materials produced from new grape varieties bred by the Magarach Institute. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2007; 1:23-24 (in Russian).
3. Beibulatov M.R., Makarov A.S., Lutkov I.P., Ul'yantsev S.O., Lutkova N.Yu., Shalimova T.R. Perspective grape varieties with muscat aroma selected by Institute "Magarach". *Russian grapes*. 2017; 5:108-115 (in Russian).
4. Peskova I.V., Lutkova N.Yu., Ostroukhova E.V. The influence of yeast races on the formation of flavour-building complex in table base wines of Muscat white variety. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2016; 3:21-24 (in Russian).
5. Selli S., Canbas A., Cabaroglu T., Erten H., Gunata Z. Aroma components of cv. Muscat of Bornova wines and influence of

- skin contact treatment. *Food Chemistry*. 2006; 94:319-326.
6. Jesus D., Campos F.M., Ferreira M., Couto J.A. Characterization of the aroma and colour profiles of fortified Muscat wines: comparison of Muscat Blanc "a petit grains" grape variety with Red Muscat. *Eur. Food Res. Technol.* 2017; 243:1277-1285.
 7. Palomo E.S., Díaz-Maroto M.C., González Vinas M.A., Soriano-Pérez A., Pérez-Coello M.S. Aroma profile of wines from Albillo and Muscat grape varieties at different stages of ripening. *Food Control*. 2007; 18:398-403.
 8. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Vinogradov B.A. The effect of yeast races on the formation of the aroma-producing complex and the aroma profile of Ekim kara red table wine materials. *Viticulture and Winemaking*. 2013; 43: 51-55 (in Russian).
 9. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Vinogradov B.A. Investigation of the ability of yeast cultures for the production of red table wine materials for the biosynthesis of aromatic compounds. *Problems of development of the agro-industrial complex of the region*. 2013; 4:64-70 (in Russian).
 10. Rubebia R.R., Ivanova E.V., Kishkovskaya S.A., Vinogradov B.A. The effect of the newly-bred autochthonous strain of wine yeast "Muscat P-4" on the aroma of dessert muscat wines. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2007; 3:18-19 (in Russian).
 11. Carrau F.M., Medina K., Boido E., Farina L., Gaggero C., Dellacassa E., Versini G., Henschke P.A. De novo synthesis of monoterpenes by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. *FEMS Microbiology Letters*. 2005; 243:107-115.
 12. Kanter J.P., Benito S., Brezina S., Beisert B., Fritsch S., Patz C.D., Rauhut D. The impact of hybrid yeasts on the aroma profile of cool climate Riesling wines. *Food Chemistry*. 2020; 5:100072.
 13. Mateo J.J., Jiménez M. Monoterpenes in grape juice and wines. *Journal of Chromatography A*. 2000; 881:557-567.
 14. King A., Dickinson J.R. Biotransformation of monoterpene alcohols by *Saccharomyces cerevisiae*, *Torulaspota delbrueckii* and *Kluyveromyces*. *Yeast*. 2000; 16:499-506.
 15. Furdíková K., Malík F. Influence of yeast on the aroma profile of wine. *Kvasny Průmysl*. 2007; 53:215-221.
 16. Liu J., Zhang W., Du G., Chen J., Zhou J. Overproduction of geraniol by enhanced precursor supply in *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal of Biotechnology*. 2013; 168:446-451.
 17. Carrau F.M., Medina K., Boido E., Farina L., Gaggero C., Dellacassa E., Versini G., Henschke P.A., De novo synthesis of monoterpenes by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. *FEMS Microbiology Letters*. 2005; 243:107-115.
 18. Peinado R.A., Moreno J., Medina M., Mauricio J.C. Changes in volatile compounds and aromatic series in sherry wine with high gluconic acid levels subjected to aging by submerged flor yeast cultures. *Biotechnology Letters*. 2004; 26:757-762.
 19. Oswald M., Fischer M., Dirninger N., Karst F. Monoterpenoid biosynthesis in *Saccharomyces cerevisiae*. *FEMS Yeast Res.* 2007; 7:413-421.
 20. Tate D., Reynolds G.A. Validation of a rapid method for measuring b-Glucosidase activity in fermenting muscat grape musts. *Am. J. Enol. Vitic.* 2006; 57:60-68.
 21. Collection of microorganisms of winemaking. Catalog of cultures / Tanashuk T.N., Kishkovskaya S.A., Ivanova E.V., Skorikova T.K. Yalta: All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" Russian Academy of Sciences. 2016: 252 p. (in Russian).
 22. Valuiko G.G., Sholz-Kulikov E.P. Theory and Practice of Wine Tasting, 2nd ed. Tavrida: Simferopol. 2005: 232 p. (in Russian).
 23. Zotov A.N., Kosura V.T., Zagorouiko V.A. Research results of changes in the content of terpenic and aromatic alcohols during the ripening of muscat grape varieties. *Agricultural Science Bulletin*. 1997; 11:54-56 (in Russian).
 24. Ribereau-Gayon P., Maujean A., Dubourdieu D. Varietal aroma. *Handbook of Enology. The chemistry of wine stabilization and treatments*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. 2006: 450 p.
 25. Ugliano M., Moio L. Free and hydrolytically released volatile compounds of *Vitis vinifera* L. cv. Fiano grapes as odour-active constituents of Fiano wine. *Anal Chim Acta*. 2008; 62:79-85.
 26. Styger G., Bauer F.F. Wine flavor and aroma. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.* 2011; 38:1145-1159.
 27. Zamuz S., Vilanova M. Volatile composition of the *Vitis vinifera* Albarico musts according to geographic areas from Rias Baixas D.O. (Spain). *Ital J Food Sci.* 2006; 18:323-327.
 28. Noble A.C., Flath R.A., Forrey R.R. Wine head space analysis. Reproducibility and application to varietal classification. *J Agric Food Chem.* 1980; 28:346-353.
 29. Franco M., Peinado R.A., Medina M., Moreno J. Off-vine grape drying effect on volatile compounds and aromatic series in must from Pedro Ximénez grape variety. *Agric Food Chem.* 2004; 52:3905-3910.

Информация об авторах

Максим Юрьевич Шаламитский, мл. науч. сотр. лаборатории микробиологии, mshalamitskiy@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-5888-6228>;

Татьяна Николаевна Танащук, канд. техн. наук, зав. лабораторией микробиологии, magarach_microbiol.lab@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-7847-1246>;

Виктор Афанасьевич Загоруйко, д-р техн. наук, профессор, член-корр. НААН, гл. науч. сотр., зав. лабораторией коньяка, vikzag51@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>

Information about authors

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

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

Victor A. Zagorouiko, Dr.Techn.Sci., Professor, Corresponding member of the National Academy of Agrarian Sciences (NAAS), Chief Staff Scientist, Head of Laboratory of Cognac and Brandy, vikzag51@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1350-7551>

Статья поступила в редакцию 10.02.2021, одобрена после рецензии 18.02.2021, принята к публикации 20.02.2021