

УДК 634.85:663.223.11(470.75)
EDN OTTBFF

О Р И Г И Н А Л Ь Н О Е И С С Л Е Д О В А Н И Е

Влияние процесса выдержки кюве на дрожжах на качество игристых вин из крымских автохтонных сортов винограда

Лутков И.П.[✉], Шмигельская Н.А., Макаров А.С.Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН,
г. Ялта, Республика Крым, Россия[✉] igorlutkov@mail.ru

Аннотация. Для увеличения выпуска высококачественных оригинальных игристых вин можно использовать крымские автохтонные сорта винограда. Но для раскрытия потенциала этих сортов необходимо выбрать оптимальную технологию их производства. Цель исследования заключалась в изучении влияния процесса выдержки кюве на дрожжевом осадке на качество игристых вин, выработанных из крымских аборигенных сортов винограда. Объектами исследования являлись молодые (без выдержки) и выдержанные (9 мес.) игристые вина из винограда сортов Солдайя, Кокур белый, Сары пандас, Джеват кара, Эким кара и Кефесия. Содержание органических кислот определяли методом ВЭЖХ, аминного азота – формольным титрованием, оптические характеристики – колориметрическим методом, пенистые свойства – барботированием пробы вина воздухом в мерном цилиндре, игристые свойства – измерением скорости десорбции CO₂ из пробы игристого вина, содержание CO₂ – волюметрическим методом, вязкость – с помощью вискозиметра. Органолептическую оценку проводили по ГОСТ 32051-2013, ISO 5492:2008 и ISO 11035:1994. Установлено, что для приготовления высококачественных игристых вин с оригинальными органолептическими показателями и хорошими типичными свойствами можно использовать крымские аборигенные сорта винограда. Особенностью окрашенных крымских аборигенных сортов является низкая концентрация органических кислот. Игристые вина, приготовленные с использованием выдержки кюве на дрожжах, получили более низкие дегустационные оценки по сравнению с аналогичными образцами, выработанными по технологии молодых игристых вин без выдержки, по причине более низкого содержания титруемых кислот (на 10-20 %), антоцианов в красных винах (на 50-60 %) и ослабления типичных свойств. По совокупности различных показателей качества наиболее перспективными для приготовления игристых вин без выдержки являются Кокур белый, Сары пандас, Солдайя и Кефесия, выдержанных – Кокур белый и Кефесия. Для остальных сортов необходимо подбирать технологические приёмы, способствующие улучшению типичных свойств и сохранению баланса между веществами ароматического комплекса, органическими кислотами и фенольными веществами.

Ключевые слова: виноматериал; фенольные вещества; органические кислоты; пенистые свойства; игристые свойства; диоксид углерода; качество; дескрипторы.

Для цитирования: Лутков И.П., Шмигельская Н.А., Макаров А.С. Влияние процесса выдержки кюве на дрожжах на качество игристых вин из крымских автохтонных сортов винограда // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(3):279-288. EDN OTTBFF.

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

The effect of cuvée aging in yeast process on the quality of sparkling wines from Crimean autochthonous grape varieties

Lutkov I.P.[✉], Shmigelskaia N.A., Makarov A.S.All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea,
Russia[✉] igorlutkov@mail.ru

Abstract. In order to increase the production of high-quality original sparkling wines, it is possible to use Crimean autochthonous grape varieties. But to reveal the potential of these varieties, it is necessary to select the optimal technology for their production. The goal of research was to study the effect of aging process of cuvée in yeast sediment on the quality of sparkling wines produced from Crimean autochthonous grape varieties. The objects of research were young (without aging) and aged (for 9 months) sparkling wines from the following grape varieties: 'Soldaiya', 'Kokur Belyi', 'Sary Pandas', 'Gevat Kara', 'Ekim Kara' and 'Kefesiya'. The content of organic acids was determined by the method of HPLC, amine nitrogen – by formal titration, optical characteristics – by colorimetric method, foaming capacity – by barbotage of wine sample with air in a measuring flask, sparkling properties – by measuring the rate of CO₂ desorption from a sparkling wine sample, CO₂ content – by volumetric method, viscosity – by means of a viscosity meter. Organoleptic evaluation was carried out according to GOST 32051-2013, ISO 5492:2008 and ISO 11035:1994. It was found that Crimean autochthonous grape varieties can be used for the production of high-quality sparkling wines with original organoleptic indicators and good typical properties. A feature of Crimean aboriginal varieties with intensive-color berries is a low concentration of organic acids. Sparkling wines prepared using the aging of cuvée in yeast have received a lower tasting assessment compared to similar samples produced using the technology of young sparkling wines without aging, due to the lower content of titratable acids (by 10-20 %), anthocyanins in red wines (by 50-60%), and the weakening of typical properties. Based on the combination of various quality indicators, the most promising for production of sparkling wines without aging are 'Kokur Belyi', 'Sary Pandas', 'Soldaiya' and 'Kefesiya', with aging – 'Kokur Belyi' and 'Kefesiya'. For other varieties, it is necessary to select technological methods that contribute to improving typical properties and maintaining a balance between the substances of aromatic complex, organic acids and phenolic compounds.

Key words: base wine; phenolic substances; organic acids; foaming capacity; sparkling properties; carbon dioxide; quality; descriptors.

For citation: Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Makarov A.S. The effect of cuvée aging in yeast process on the quality of sparkling wines from Crimean autochthonous grape varieties. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(3):279-288. EDN OTTBFF (in Russian).

Введение

В условиях рыночной экономики и жёсткой конкуренции потребитель предпочитает оригинальную, высококачественную и доступную по цене продукцию. В Российской Федерации в настоящее время представлен большой ассортимент отечественных и импортных игристых вин разных категорий, в том числе с различными сроками выдержки (без выдержки, выдержанное и коллекционное игристое вино). К коллекционным игристым винам относят Российское шампанское, выдержанное не менее 36 мес. после окончания вторичной ферментации в емкостях, являющихся упаковкой при их розничной реализации. Соответственно, производство игристых вин из винограда, не входящего в список шампанских сортов (согласно ГОСТ 33336), подразумевает выпуск только выдержанных или игристых вин без выдержки.

Как правило, выдержанные вина стоят дороже невыдержанных вин, что связано с более развитым букетом и в то же время большими затратами на их производство. В связи с этим проводятся исследования по сокращению сроков послетиражной выдержки кюве за счёт термического воздействия на тиражную смесь с целью интенсификации процессов созревания [1], а также за счёт внесения в тиражную смесь дрожжевых осадков, инактивированных сухих дрожжей или структурно разрушенных дрожжевых автолизатов, что способствует хорошему пенообразованию игристого вина и накоплению связанных форм диоксида углерода [2-4]. Кроме того, внесение автолизатов улучшает органолептические показатели готовой продукции, и может способствовать сближению качества игристых вин, полученных резервуарным способом без выдержки, с качеством выдержанных игристых вин, приготовленных бутылочным способом [5]. Однако использование в качестве добавок препаратов дрожжей обогащает вино веществами экзогенной природы, то есть не перешедшими из винограда и не образовавшимися в процессе брожения данного образца, что снижает уникальность продукции. Кроме того, любые дополнительные технологические операции способствуют повышению себестоимости готовой продукции.

Согласно ряду исследований, в процессе выдержки кюве на дрожжевом осадке проходит автолиз дрожжей, в результате чего протекает трансформация ряда веществ, что способствует дальнейшему развитию вкусо-ароматического комплекса [6], изменению цветовых характеристик [7] и типичных свойств игристых вин [8-11]. Так, показано улучшение пенообразования выдержанных игристых вин бутылочного способа производства за счёт увеличения концентрации дрожжевых маннопротеинов [12-14]. При этом происходит снижение массовой концентрации полисахаридов, перешедших в вино из винограда [15]. Также увеличению пенистых свойств выдержанных игристых вин способствует сохранение и накопление в них белков и аминокислот [16, 17].

Вместе с тем, в последнее время особой популярностью стали пользоваться молодые игристые вина

или так называемые «петнаты» (от фр. «petillant» и «naturel» – «игристое натуральное» вино, сокращённо PetNat), которые вырабатывают без выдержки. Такие вина ценят за яркий аромат, свойственный используемому сорту винограда, свежий гармоничный вкус и доступную цену, которая иногда может увеличиваться в зависимости от маркетинговой политики и эксклюзивности товара. Вырабатывают «петнаты» чаще всего из распространённых европейских сортов винограда, произрастающих в данной местности. В частности, В.И. Ботнарь запатентовала способ производства игристых вин, при котором дображивание виноградного сусла происходит в акратофорах сразу на марку (патент ЕА025028В1). В результате получается молодое игристое вино, которое сохраняет аромат и вкус свежего винограда и поверхностно-активные вещества, способствующие формированию устойчивой пены и хороших игристых свойств.

Лабораторией игристых вин института «Магарач» был разработан бутылочный способ производства вина игристого розового (патент РФ №2747210С1), который позволяет получать молодые розовые игристые вина с ярким и чистым сортовым ароматом, гармоничным вкусом и хорошими типичными свойствами в год урожая.

Стоит заметить, что, согласно ряду последних исследований, способ проведения вторичного брожения не является определяющим фактором возможных различий, которые в настоящее время связывают с игристыми винами, произведенными традиционным методом и методом Charmat [18, 19]. А существующие различия, наблюдаемые некоторыми авторами [20], связаны не с механизмом протекания процессов при брожении в бутылках и акратофорах, а с разными условиями его проведения. Поэтому схожие по органолептическим характеристикам высококачественные молодые (без выдержки) и выдержанные игристые вина можно получать как бутылочным способом, так и акратофорным (методом Charmat).

В частности, в России известен «старый казачий» способ, применяемый при производстве красного игристого вина «Цимлянское игристое», при реализации которого для проведения вторичного брожения в бутылках используют сусло-недоброд. Популярность этому вину придает развитый ароматический комплекс и вкус, формирующийся за счет использования донских автохтонных сортов винограда Цимлянский черный, Плечистик и Красностоп золотовский. На Кубани вырабатывают молодое красное акратофорное игристое вино «Шато Тамань. Красностоп». Также выпускается белое игристое вино «Арпачино. Сибирьковский» ЗГУ «Долина Дона» и белый экстрабрют «Сибирьковский. Ведерников» из донского аборигенного сорта винограда Сибирьковский. А в Крыму несколько производителей выпускают игристое вино Кокур из местного автохтонного сорта винограда Кокур белый, который входит в список рекомендуемых сортов для шампанского.

В последние годы перспективность использования автохтонных сортов винограда для получения

различных типов вин с уникальными характеристиками стало предметом исследования многих ученых и специалистов отечественных виноградарских и винодельческих предприятий [21-25]. Ранее лабораторией игристых вин проводилась технологическая оценка крымских аборигенных сортов винограда для производства игристых вин, а также исследования качества молодых игристых вин из крымских аборигенных сортов винограда [26, 27]. Однако не изученным вопросом является определение влияния отдельных технологических приёмов (в частности, выдержки на дрожжах) на качество готовой продукции, выработанной из автохтонных сортов винограда, в связи с этим исследования в этом направлении представляются весьма актуальными.

Целью исследований являлось изучение влияния процесса выдержки кюве на дрожжевом осадке на качество игристых вин, выработанных из крымских аборигенных сортов винограда.

Материалы и методы исследований

Исследовались 6 крымских автохтонных сортов винограда: *белые* – Солдаёй из Ампелографической коллекции института «Магарач» (с. Вилино Бахчисарайского района) и Кокур белый, Сары пандас из с. Морское; *окрашенные* – Джеват кара, Эким кара, Кефесия из с. Морское. Переработку винограда осуществляли в условиях микровиноделия: белых сортов – по белому способу (п/б), окрашенных сортов – по красному способу (п/к) с использованием 2 штаммов дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* из Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач» (для проведения брожения сусла по белому (п/б) способу использовали штамм дрожжей *S. cerevisiae* I-527 (47-К); для проведения брожения по красному (п/к) способу использовали штамм дрожжей *S. cerevisiae* I-25 (Каберне 5)). Брожение сусла и мезги проходило при температуре 15-18°C. Мезгу сбраживали (на 2/3 сахаров) и пресовали. Полученное сусло дображивало в отдельных резервуарах.

При значении показателя массовой концентрации остаточных сахаров 22–24 г/дм³ часть недоброженного сусла направляли на шампанизацию. Для этого проводили розлив недоброженного сусла в бутылки и добавляли бентонит (0,2 г/дм³). Бутылки укупоривали и укладывали в штабели, хранили при температуре 12–14°C. По истечении 45 сут. проводили сведение осадка на горлышко (ремюаж) и его сброс (дегортаж).

Оставшаяся часть сусла выбраживала насухо, а полученные виноматериалы затем направлялись на шампанизацию с добавлением тиражного ликёра, бентонита (0,2 г/дм³) и чистой культуры дрожжей. Бутылки укупоривали и укладывали в штабели, хранили при температуре 12–14°C. По истечении 9 мес. провели сведение осадка на горлышко (ремюаж) и его сброс (дегортаж).

В полученных игристых винах определяли физико-химические показатели согласно действующей нормативной документации и общепринятым в

виноделии методом анализа [28]. Пенные свойства (максимальный объем пены и время разрушения пены) определяли по СТО 01580301.015-2017. Содержание органических кислот – методом ВЭЖХ [29]. Общее содержание диоксида углерода – согласно СТО 01580301.016-2017. Расчет содержания связанных форм диоксида углерода осуществляли методом А.А. Мержаниана по разности между измеренным содержанием CO₂ и его растворимостью при определенном давлении и концентрации этанола [30]. Игристые свойства определяли по методике СТО 01586301.040-2022. Органолептическую оценку виноматериалов и игристых вин осуществляли согласно ГОСТ 32051-2013, ISO 5492:2008 и ISO 11035:1994. Органолептическую оценку проводили члены дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» по 10-балльной системе (по шкале оценки игристых вин – от 8,8 до 9,2 баллов) и по количественному выражению вклада отдельных дескрипторов в сложение цвета, вкуса и аромата вин. Выбор дескрипторов осуществляли в соответствии с ISO 5492, ISO 11035 и [31].

Результаты исследования

В игристых винах проводили определение содержания органических кислот и объемной доли этанола.

Согласно полученным данным массовая концентрация титруемых кислот в белых игристых винах соответствовала требованиям нормативной документации, а в красных игристых винах была ниже минимально допустимого значения (5 г/дм³). Причём все образцы выдержанных игристых вин содержали меньше титруемых кислот, чем такие же образцы без выдержки. Снижение массовой концентрации титруемых кислот происходило за счёт выпадения в осадок солей винной кислоты, растворимость которых падает при увеличении спиртуозности выдержанных игристых вин. А также за счёт процесса яблочно-молочного брожения, проходившего в отдельных образцах на стадии виноматериалов (перед закладкой их в тираж). Массовая концентрация лимонной кислоты в белых игристых винах находилось в пределах 0,27-0,43 г/дм³, а в красных винах – в диапазоне 0,58-0,76 г/дм³. Янтарной кислоты также было больше в красных винах (в среднем в 1,5 раза), что могло быть связано с влиянием штамма дрожжей, используемого для приготовления красных вин, поскольку основное количество янтарной кислоты вина образуется в процессе брожения. Во всех образцах, кроме игристого вина из сорта Кефесия п/к, соотношения массовых концентраций винной и яблочных кислот было больше 1,0, что положительно сказалось на вкусовых характеристиках. В то же время массовая концентрация титруемых кислот в образцах красных игристых вин была ниже предельно допустимой величины (согласно ГОСТ 33336) – 5 г/дм³. Причём процесс яблочно-молочного брожения (ЯМБ), проходивший в образце выдержанного вина из сорта Кефесия, способствовал снижению свежести во вкусе. В целом же, можно заключить, что для исследуемых красных сортов вино-

Таблица 1. Физико-химические показатели опытных образцов игристых вин
Table 1. Physicochemical parameters of experimental samples of sparkling wines

Наименование образца		pH	Eh	V _{max} , см ³	τ _{раз} , с	B, мм ² /с	АА, мг/дм ³	И	T	G	ДО
Белые											
Солдайя	молодое без выдержки	3,10	232	210	8	1,518	192,5	0,205	3,555	17,92	9,00
	выдержанное 9 мес.	3,21	208	300	12,7	1,673	80,5	0,150	3,167	12,43	8,83
Кокур белый	молодое без выдержки	3,00	237	>1000	>60	1,521	259,0	0,306	2,517	23,57	9,08
	выдержанное 9 мес.	3,14	211	800	>60	1,631	70,0	0,095	4,938	8,43	8,90
Сары пандас	молодое без выдержки	3,30	222	600	39	1,614	294,0	0,102	4,100	8,42	9,06
	выдержанное 9 мес.	3,40	198	600	>60	1,711	112,0	0,121	3,6538	9,96	8,82
Красные											
Джеват кара	молодое без выдержки	3,80	188	330	18	1,515	249,2	0,241	0,868	–	8,82
	выдержанное 9 мес.	4,00	167	250	11,5	1,614	56,0	0,255	1,143	–	8,82
Эким кара	молодое без выдержки	3,80	193	500	>60	1,548	249,2	0,552	0,658	–	8,86
	выдержанное 9 мес.	4,00	168	450	>60	1,661	84,0	0,480	0,825	–	8,83
Кефесия	молодое без выдержки	3,90	182	400	>60	1,648	476,0	1,808	0,683	–	8,95
	выдержанное 9 мес.	4,30	155	350	19	1,734	175,0	1,419	0,902	–	8,94

Примечания: pH – значение водородного показателя, Eh – значение окислительно-восстановительного потенциала, V_{max} – максимальный объём пены, τ_{раз} – время разрушения пены, B – значение динамической вязкости, АА – массовая концентрация аминного азота, И – значение интенсивности цвета (D₄₂₀ + D₅₂₀), T – значение оттенка цвета (D₄₂₀/D₅₂₀), G – значение показателя желтизны, ДО – дегустационная оценка

града низкая массовая концентрация органических кислот является их природной особенностью. Кроме того, исследовали показатели качества, не входящие в ГОСТ (табл. 1).

Значения массовых концентраций титруемых кислот отразились на показателе pH ($r = -0,891$), величина которого поднималась до 4,3 единиц. Причём значения этого показателя были выше в выдержанных игристых винах. При этом показатель Eh в красных винах был ниже, чем в белых, что может свидетельствовать об их меньшем окислении за счёт большего содержания природных редуктонов. В образце молодого игристого вина, выработанного из винограда Солдайя (с. Вилино), содержалось меньшее количество аминного азота по сравнению с белыми образцами из с. Морское, что, по-видимому, связано с содержанием азота в почвах. Лучшими пенистыми свойствами характеризовались образцы из Кокура белого (V_{max} ≥ 1000 см³) и сорта Сары пандас (V_{max} = 600 см³). Выдержка на дрожжах способствовала снижению максимального объёма пены в образцах красных игристых вин и образце из Кокура белого. Это можно объяснить тем, что во время брожения кюве в качестве азотного питания дрожжи преимущественно используют аминокислоты, содержащиеся в среде, а белковые молекулы и их комплексы практически не используются. Уменьшение содержания белков может происходить как за счёт выпадения в осадок белково-полифенольных комплексов с последующим удалением при дегоржаже, так и за счёт протеолитических реакций, протекающих уже после завершения брожения. Во время автолиза дрожжей в процессе выдержки может увеличиваться концентрация аминокислот [32, 33] и низкомолекулярных

полипептидов, которые меньше, чем белки, влияют на пенистые свойства. Улучшение пенистых свойств образца из сорта Солдайя, по-видимому, связано с преобладающим влиянием других поверхностно-активных веществ, образовавшихся в процессе выдержки. Большой динамической вязкостью характеризовались выдержанные игристые вина по сравнению с образцами без выдержки, среди них игристые вина из сортов Сары пандас и Кефесия. В данном случае вязкость напрямую зависела от объёмной доли этилового спирта ($r = 0,972$). Наибольшей интенсивностью цвета и показателем желтизны среди белых вин характеризовались образцы, полученные без выдержки из сортов винограда Кокур белый и Солдайя. Если для игристого вина из сорта Солдайя это было связано с большей массовой концентрацией полифенолов (табл. 2), то для образца из сорта Кокур белый, склонного к окислительному покоричневению, это могло быть связано с прохождением процессов окисления фенольных веществ, а также меланоидинообразования за счёт взаимодействия остаточных сахаров и аминокислот. В свою очередь среди красных вин наибольшая интенсивность цвета была в образце из сорта Кефесия, что напрямую зависело от содержания антоцианов ($r = 0,997$). Причём в большинстве выдержанных образцов интенсивность цвета была ниже, чем в невыдержанных. Показатель оттенка цвета T, характеризующий вклад жёлто-коричневых пигментов в окраску вина, в красных винах был наибольшим в образце из сорта Джеват кара, что было связано с наименьшей массовой концентрацией красящих веществ в этом образце. Причём во всех выдержанных образцах показатель оттенка цвета (T) был выше, чем в невыдержанных.

Таблица 2. Массовая концентрация фенольных веществ и оптические характеристики игристых вин
Table 2. Mass concentration of phenolic substances and optical characteristics of sparkling wines

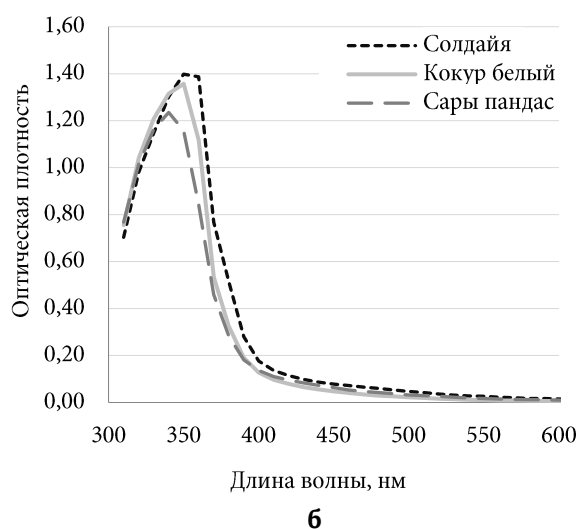
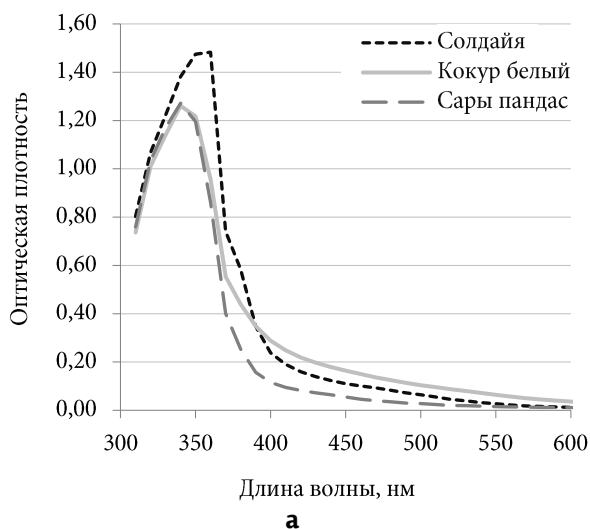
Наименование образца		Массовая концентрация, мг/дм ³				Показатель желтизны (G)	D ₃₈₀	D ₄₂₀	D ₅₂₀
		суммы фенольных веществ	мономерной фракции фенольных веществ	полимерной	красящих веществ				
Белые									
Солдайя	молодое без выдержки	365	280	85	–	17,92	0,583	0,160	0,045
	выдержанное 9 мес.	289	204	84	–	12,43	0,515	0,114	0,036
Кокур белый	молодое без выдержки	168	139	29	–	23,57	0,440	0,219	0,087
	выдержанное 9 мес.	158	140	18	–	8,43	0,326	0,079	0,016
Сары пандас	молодое без выдержки	178	173	5	–	8,42	0,253	0,082	0,020
	выдержанное 9 мес.	161	115	47	–	9,96	0,283	0,095	0,026
Красные									
Джеват кара	молодое без выдержки	801	483	318	93	–	0,202	0,112	0,129
	выдержанное 9 мес.	727	302	425	39	–	0,214	0,136	0,119
Эким кара	молодое без выдержки	796	560	236	232	–	0,347	0,219	0,333
	выдержанное 9 мес.	642	385	257	113	–	0,312	0,217	0,263
Кефесия	молодое без выдержки	1889	1175	714	542	–	0,974	0,734	1,074
	выдержанное 9 мес.	1406	823	584	284	–	0,863	0,673	0,746

Анализировали спектры оптических плотностей игристых вин на разных длинах волн (рис. 1).

Анализ спектров белых игристых вин без выдержки (рис. 1а) показал, что наибольшая высота пиков в районе 340-360 нм отмечена в образце из сорта Солдайя, что связано с относительно высоким содержанием в нём фенольных веществ. У образцов из сортов Сары пандас и Кокур белый пики в районе 340-360 нм практически накладывались друг на друга, что было связано с близкими массовыми концентрациями суммы фенольных веществ в них. Отличия наблюдались в виде небольшой «ступеньки» в районе 380 нм, которая была на разной высоте (у образца игристого вина из Коккура белого немного выше). Графики выдержанных белых игристых вин (рис. 1б) на всех длинах волн находились ниже, чем у аналогичных образ-

цов без выдержки, за исключением образца из сорта Сары пандас, который имел более высокое значение оптической плотности в районе 380 нм. Установлена корреляция между массовой концентрацией полифенолов и значением оптической плотности при 380 нм ($r=0,834$).

В ходе анализа спектров красных игристых вин без выдержки (рис. 2а) установлено, что образцы из сортов Джеват кара и Эким кара имели близкие по высоте пики в районе 320-340 нм и близкие массовые концентрации суммы фенольных веществ. Однако в районе 520-540 нм пик образца из сорта Эким кара был существенно выше, чем у образца из сорта Джеват кара. График спектра оптической плотности красного образца игристого вина из сорта Кефесия находился значительно выше образцов из сортов

**Рис. 1.** Спектры оптических плотностей белых игристых вин: а – без выдержки; б – выдержанных 9 мес.**Fig. 1.** Optical density spectra of white sparkling wines: a – without aging; b – aged for 9 months

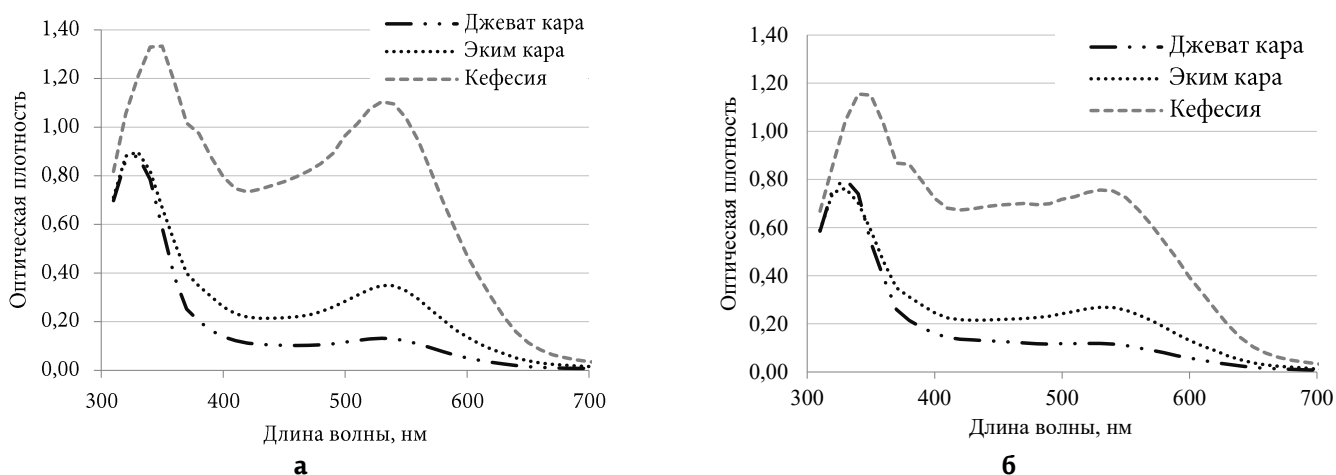


Рис. 2. Спектры оптических плотностей красных игристых вин: а – без выдержки; б – выдержанных 9 мес.
Fig. 2. Optical density spectra of red sparkling wines: a – without aging; b – aged for 9 months

Эким кара и Джеват кара на всём диапазоне волн, что было связано с большей массовой концентрацией фенольных веществ. Графики выдержанных красных игристых вин (рис. 2б) на всех длинах волн находились ниже, чем у аналогичных образцов без выдержки. Установлена корреляция между массовой концентрацией полифенолов и значением оптической плотности при 380 нм ($r=0,874$). Корреляция между оптической плотностью при длине волны 520 нм и массовой концентрацией красящих веществ составила ($r=0,855$). В выдержанных винах, по сравнению с аналогичными образцами без выдержки, происходит снижение (до 50 %) массовой концентрации антоцианов, что сказывается на интенсивности их окраски и усиливает вклад коричневых пигментов в сложения цвета вина.

Также было проведено сравнительное тестирование по основным дескрипторам, которые объединили в подгруппы по направлению восприятия букета и вкуса. Основу ароматического профиля трёх белых игристых вин без выдержки, получивших высокие дегустационные оценки, составляли цветочные и плодово-фруктовые дескрипторы с различными оттенками. В процессе выдержки произошло снижение вклада цветочного и дышесного дескрипторов в ароматический комплекс и усиление различных травянистых оттенков, причём в образцах из сортов Солдайка и Сары пандас усилились фруктовые и плодовые дескрипторы.

В ароматическом комплексе красного игристого вина без выдержки из сорта Джеват кара обнаружены ягодные, фруктовые и различные травянистые дескрипторы, с плодовыми и овощными оттенками, а также лёгкая дрожжевая «задушка». В ароматическом комплексе красного игристого вина без выдержки из сорта Эким кара также обнаружены ягодные и травянистые оттенки с фруктовыми и плодовыми оттенками, тонами сухофруктов и лёгкой дрожжевой «задушкой». Травянистые оттенки красных игристых вин из сортов Эким кара и Джеват кара свидетельствовали о недостаточно развитом ароматическом комплексе, не позволившем раскрыться

сортовым особенностям, связанным с относительно ранним сбором винограда при массовой концентрации сахаров <18 г/100 см³. Основу ароматического комплекса красного игристого вина без выдержки из сорта Кефесия составили ягодные, сухофруктовые, пряные и фруктовые дескрипторы, с дымно-копчёными оттенками. В процессе выдержки в образце из сорта Джеват кара произошло усиление растительного и фруктового дескрипторов, при этом вклад овощного и неприятного дескрипторов был минимальным; в образце из сорта Эким кара усилился ягодный, плодовой и сухофруктовый дескрипторы, при этом интенсивность травянистого и неприятного дескрипторов была минимальной; в образце из сорта Кефесия произошло усиление ягодного,пряного и сухофруктового дескрипторов, и ослабление растительного и травянистого дескрипторов.

Основу вкусового профиля белых игристых вин составили фруктово-плодовый и кислый дескрипторы, с пряно-травянистым и танинными оттенками. В процессе выдержки во всех белых винах интенсивность кислого дескриптора снижалась, в образце из Кокура белого увеличивалась интенсивность фруктово-плодового дескриптора, в образцах Солдайка и Сары пандас усиливался пряно-травянистый дескриптор. Вкусовой профиль красного игристого вина Джеват кара состоял из фруктово-ягодного, пряно-травянистого, вяжущего дескрипторов, а также слабых бархатистого и кислого дескрипторов, что нарушало гармонию вкуса. Процесс выдержки способствовал ослаблению кислого дескриптора и небольшому усилению бархатистости и пряно-травянистых оттенков. Вкусовой профиль красного игристого вина Эким кара состоял из фруктово-ягодного, кислого, вяжущего и бархатистого дескрипторов, а также слабых пряно-травянистого, горького и терпкого дескрипторов, что способствовало более сбалансированному вкусу, чем в образце из сорта Джеват кара. Вкусовой профиль красного игристого вина из сорта Кефесия состоял из фруктово-ягодного, кислого, вяжущего и бархатистого дескрипторов, а также слабых горького и терпкого дескрипторов. Вкус этого

Таблица 3. Содержание различных форм CO₂ и игристые свойства молодых игристых вин
Table 3. The content of various forms of CO₂ and sparkling properties of young sparkling wines

Наименование образца	Равновесное избыточное давление CO ₂ , кПа	Содержание CO ₂ в бутылке (0,75 дм ³), г				Массовая доля связанного CO ₂ , %	Игристые свойства			
		всего в бутылке	газообразного	растворённого	связанного		скорость десорбции CO ₂ , мг/мин	угол кри- сорбции CO ₂ , °	коэффициент десорбции CO ₂	
Белые										
Солдайя	без выдержки	750	10,154	0,305	8,229	1,620	15,953	6,133	0,3514	82,174
	выдержанное 9 мес.	620	7,775	0,340	6,731	0,705	9,062	5,783	0,3314	69,510
Кокур белый	без выдержки	600	8,004	0,251	7,023	0,730	9,122	7,450	0,4268	69,664
	выдержанное 9 мес.	610	8,233	0,269	6,927	1,038	12,603	4,767	0,2731	78,462
Сары пандас	без выдержки	620	8,233	0,259	7,045	0,929	11,282	6,683	0,3829	74,065
	выдержанное 9 мес.	600	7,867	0,232	6,750	0,885	11,248	5,067	0,2903	73,618
Красные										
Джеват кара	без выдержки	600	8,599	0,199	7,087	1,313	15,267	5,833	0,3340	85,029
	выдержанное 9 мес.	545	7,501	0,317	6,278	0,906	12,078	5,483	0,3142	74,954
Эким кара	без выдержки	760	10,292	0,268	8,471	1,552	15,078	6,133	0,3510	83,152
	выдержанное 9 мес.	530	7,135	0,268	6,198	0,669	9,376	5,583	0,3199	70,209
Кефесия	без выдержки	720	9,605	0,326	7,827	1,453	15,124	6,767	0,3880	81,133
	выдержанное 9 мес.	545	7,501	0,317	6,151	1,033	13,775	4,733	0,2712	79,648

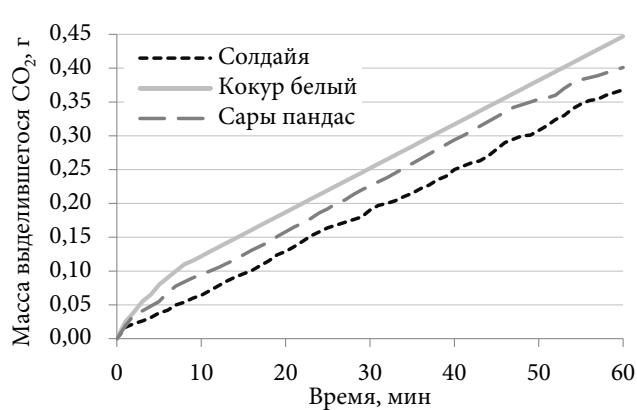
вина был ещё более сбалансирован за счёт большей кислотности, придавшей гармонию данному образцу. Процесс выдержки в образцах Эким кара и Кефесия приводил к ослаблению кислого и вяжущего дескрипторов и усилению фруктово-ягодного дескриптора и бархатистости. В целом процесс выдержки приводил к снижению дегустационных оценок опытных игристых вин.

Из белых игристых вин высокие дегустационные оценки (≥9,0 баллов) получили образцы без выдержки из сортов Кокур белый, Сары пандас и Солдайя за чистый яркий сортовой аромат и достаточно гармоничный вкус. Из выдержанных белых игристых вин относительно высокую дегустационную оценку (8,9 баллов) получил образец из Кокура белого. Из

красных игристых вин более высокие дегустационные оценки получили образцы без выдержки и с выдержкой, выработанные из сорта Кефесия, которые имели насыщенный тёмно-гранатовый цвет, чистый сортовой аромат, достаточно гармоничный вкус, с лёгкой горчинкой, появившейся, по-видимому, из-за относительно высокой массовой концентрации полифенолов.

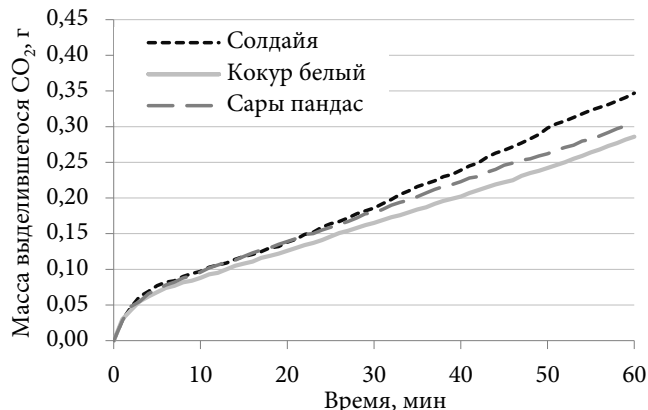
В полученных игристых винах определяли показатели типичных свойств (табл. 3, рис. 3, 4).

Согласно полученным данным, насыщенность диоксидом углерода всех образцов была высокой, равновесное избыточное давление CO₂ в бутылке находилось в диапазоне 530-760 кПа. Содержание диоксида углерода в бутылке составляло 7,135-10,292 г,



$y=0,0061x + 0,0063$ (Солдайя) $R^2=0,9992$
 $y=0,0068x + 0,0458$ (Кокур белый) $R^2=0,9947$
 $y=0,0065x + 0,0264$ (Сары пандас) $R^2=0,9967$

а



$y=0,0051x + 0,0386$ (Солдайя) $R^2=0,9937$
 $y=0,004x + 0,043$ (Кокур белый) $R^2=0,9913$
 $y=0,0044x + 0,0475$ (Сары пандас) $R^2=0,9899$

б

Рис. 3. Динамика десорбции CO₂ из белых игристых вин: а – без выдержки; б – выдержанных 9 мес.

Fig. 3. Dynamics of CO₂ desorption from white sparkling wines: a – without aging; b – aged for 9 months

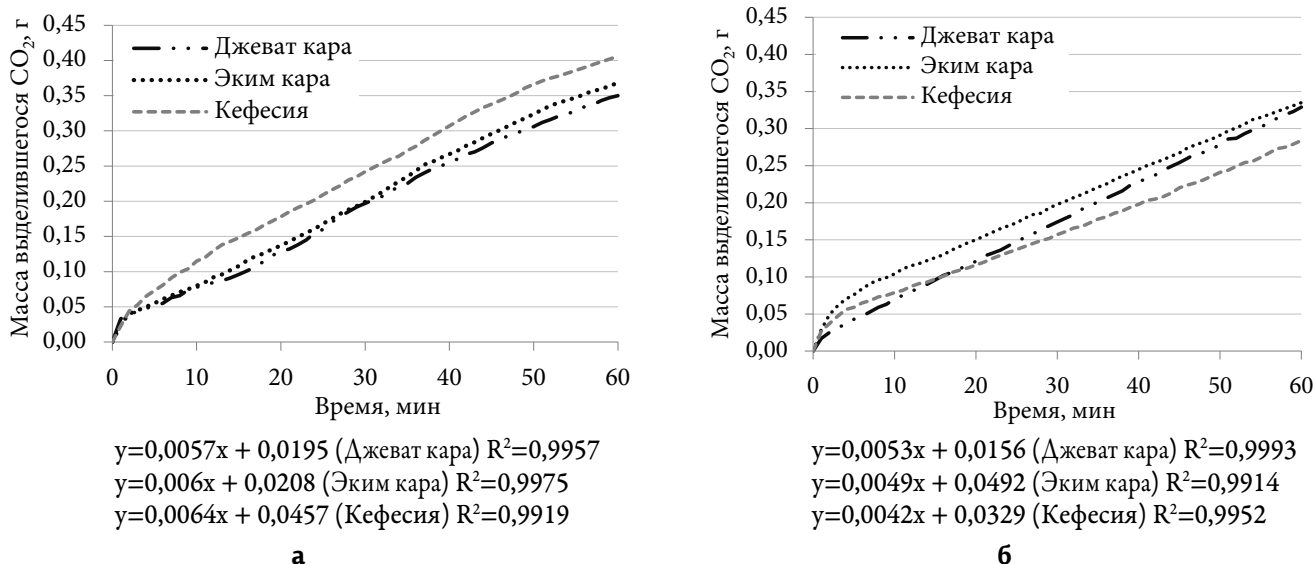


Рис. 4. Динамика десорбции CO₂ из красных игристых вин: а – без выдержки; б – выдержанных 9 мес.
Fig. 4. Dynamics of CO₂ desorption from red sparkling wines: a – without aging; b – aged for 9 months

что было связано не с сортовыми особенностями и продолжительностью выдержки на дрожжах, а с содержанием остаточных сахаров и CO₂ в виноматериалах и недобродах при приготовлении тиражной смеси в момент закладки тиража. По показателю массовой доли связанных форм CO₂ игристые вина без выдержки в основном превосходили образцы выдержанных игристых вин, за исключением образцов из сорта Кокур белый, что, по-видимому, было связано с большим содержанием веществ экстракта, способных связывать при повышении давления диоксид углерода. К ним в основном относятся природные полимеры и их комплексы (полисахариды, белково-полифенольные комплексы и т.п.). Кроме того, накоплению связанных форм CO₂ способствует медленная скорость сбраживания сахаров в ходе вторичного брожения в бутылке при отсутствии перепадов температуры и лишних механических воздействий.

Анализ игристых свойств образцов показал, что среди белых игристых вин без выдержки (рис. 3а, табл. 4) лучшими игристыми свойствами (высоким коэффициентом десорбции, низкой скоростью десорбции CO₂, меньшей величиной угла наклона кривой десорбции CO₂) обладал образец, выработанный из винограда сорта Солдайя. Причём процесс выдержки на дрожжах не способствовал улучшению его игристых свойств (рис. 3б). В то же время выдержанное игристое вино из сорта Кокур белый имело лучшие игристые свойства по сравнению с аналогичным образцом без выдержки. Среди игристых вин, выработанных из красных сортов винограда без выдержки, лучшими игристыми свойствами обладал образец красного игристого вина из сорта Джеват кара (рис. 4а, табл. 3). При этом для всех образцов выдержанных красных игристых вин (рис. 4б) были характерны более слабые игристые свойства, чем у образцов без выдержки. Корреляция между коэффициентом десорбции CO₂ и массовой долей связанных форм CO₂ составила ($r=0,977$).

Выводы

Для приготовления высококачественных игристых вин с оригинальными органолептическими показателями и хорошими типичными свойствами можно использовать крымские аборигенные сорта винограда. Особенностью окрашенных крымских аборигенных сортов является низкая массовая концентрация органических кислот. Игристые вина, приготовленные с использованием выдержки кюве в течение 9 мес., получили более низкие дегустационные оценки по сравнению с аналогичными образцами, выработанными по технологии молодых игристых вин без выдержки на дрожжах, по причине снижения массовой концентрации титруемых кислот (на 10-20%), антоцианов в красных винах (на 50-60 %) и ухудшения типичных свойств. По совокупности различных показателей качества наиболее перспективными из исследуемых сортов винограда для приготовления игристых вин без выдержки являются Кокур белый, Сары пандас, Солдайя и Кефесия, выдержанных – Кокур белый и Кефесия. Для остальных сортов необходимо подбирать технологические приёмы, способствующие улучшению типичных свойств и сохранению баланса между веществами ароматического комплекса, органическими кислотами и фенольными веществами.

Благодарности

Выражаем благодарность В.А. Олейниковой, Е.А. Тимошенко за помощь в проведении анализов.

Источник финансирования

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

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FZNM-0022-0003.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Дроздова Т.А., Агеева Н.М., Пospelov М.В. Исследования влияния термических обработок на качественные показатели игристых вин // Ползуновский вестник. 2022;3:22-27. DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.003.
Drozhdova T.A., Ageeva N.M., Pospelov M.V. Studies of the influence of heat treatments on the quality indicators of sparkling wines. *Polzunovskiy Vestnik*. 2022;3:22-27. DOI 10.25712/ASTU.2072-8921.2022.03.003 (in Russian).
2. Martí-Raga M., Martín V., Gil M., Sancho M., Zamora F., Mas A., Beltran G. Contribution of yeast and base wine supplementation to sparkling wine composition. *J Sci Food Agric*. 2016;96(15):4962-4972. DOI 10.1002/jfsa.7905.
3. Малахов А.А., Набережных И.А. Регулирование качества игристых вин структурно разрушенным автолизом дрожжей // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2010;4(316):57-59.
Malakhov A.A., Naberezhnykh I.A. Regulation the quality of sparkling wines with structurally destroyed autolysis of yeast. *Izvestiya Vuzov. Food Technology*. 2010;4(316):57-59 (in Russian).
4. Рейтблат Б.Б., Оганесянц Л.А., Дубинчук Л.В., Моисеева А.А. Исследование процесса обогащения игристых вин биологически активными веществами осадочных дрожжей // Виноделие и виноградарство. 2016;5:20-24.
Reitblat B.B., Oganesyants L.A., Dubinchuk L.V., Moiseeva A.A. The research of the enrichment process with biologically active substances of sedimentary yeast in sparkling wine. *Winemaking and Viticulture*. 2016;5:20-24 (in Russian).
5. Макаров А.С., Яланецкий А.Я., Лутков И.П., Шалимова Т.Р., Иванова Е.В., Пробейголова П.А., Ульянцев С.О. Влияние способа приготовления дрожжевых автолизатов, добавляемых в тиражную смесь, на качество игристых вин // Виноградарство и виноделие: Сборник научных трудов ГБУ ННИИВиВ «Магарач». 2015;45:82-87.
Makarov A.S., Yalanetskii A.Ya., Lutkov I.P., Shalimova T.R., Ivanova E.V., Probeigolova P.A., Uliantsev S.O. The effect of a method for producing yeast autolysates to be added to the tirage liquor on the quality of sparkling wines. *Viticulture and Winemaking: Collection of Scientific Works of the FSBSI Institute Magarach*. 2015;45:82-87 (in Russian).
6. Buxaderas S., López-Tamames E. Sparkling wines: features and trends from tradition. *Adv Food Nutr Res*. 2012;66:1-45. DOI 10.1016/B978-0-12-394597-6.00001-X.
7. Sartor S., Burin V.M., Ferreira-Lima N.E., Caliarì V., Bordignon-Luiz M.T. Polyphenolic profiling, browning, and glutathione content of sparkling wines produced with nontraditional grape varieties: indicator of quality during the biological aging. *J Food Sci*. 2019;84(12):3546-3554. DOI 10.1111/1750-3841.14849.
8. Buxaderas S., López-Tamames E. 19 - Managing the quality of sparkling wines. *Managing Wine Quality*. 2010:553-588. DOI 10.1533/9781845699987.2.553.
9. Иукурдидзе Э.Ж., Ткаченко О.Б., Сугаченко Т.С. Влияние бутылочной выдержки на динамику качественных показателей вин контролируемых наименований по происхождению. *Технологический аудит и резервы производства*. 2016;6 (3(32)):27-31.
Iukuridze E.Zh., Tkachenko O.B., Sugachenko T.S. Influence of bottle aging on the dynamics of quality indicators of wines of controlled names of origin. *Technology Audit and Production Reserves*. 2016;6(3(32)):27-31. DOI 10.15587/2312-8372.2016.86506 (in Russian).
10. Charnock H., Pickering G., Kemp B. The impact of dosage sugar-type and aging on Maillard reaction-associated products in traditional method sparkling wines. *OENO One*. 2023;57(2):303-322. DOI 10.20870/oeno-one.2023.57.2.7370
11. Lambert-Royo M.I., Ubeda C., Del Barrio-Galán R., Siczkowski N., Canals J.M., Peña-Neira Á., Gil I Cortiella M. The diversity of effects of yeast derivatives during sparkling wine aging. *Food Chemistry*. 2022;390:133174. DOI 10.1016/j.foodchem.2022.133174.
12. Culbert J.A., McRae J.M., Condé B.C., Schmidtke L.M., Nicholson E.L., Smith P.A., Howell K.S., Boss P.K., Wilkinson K.L. Influence of production method on the chemical composition, foaming properties, and quality of Australian carbonated and sparkling white wines. *J Agric Food Chem*. 2017;65(7):1378-1386. DOI 10.1021/acs.jafc.6b05678.
13. Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B., Ortega-Heras M., Pérez-Magariño S. Changes in polysaccharide composition during sparkling wine making and aging. *J. Agric Food Chem*. 2013;61(50):12362-12373. DOI 10.1021/jf403059p.
14. Martínez-Lapuente L., Apolinar-Valiente R., Guadalupe Z., Ayestarán B., Pérez-Magariño S., Williams P., Doco T. Polysaccharides, oligosaccharides and nitrogenous compounds change during the ageing of Tempranillo and Verdejo sparkling wines. *J. Sci. Food Agric*. 2018;98(1):291-303. DOI 10.1002/jfsa.8470.
15. Martínez-Lapuente L., Apolinar-Valiente R., Guadalupe Z., Ayestarán B., Pérez-Magariño S., Williams P., Doco T. Influence of grape maturity on complex carbohydrate composition of red sparkling wines. *J. Agric Food Chem*. 2016;64(24):5020-5030. DOI 10.1021/acs.jafc.6b00207.
16. Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B., Pérez-Magariño S. Role of major wine constituents in the foam properties of white and rosé sparkling wines. *Food Chem*. 2015;174:330-338. DOI 10.1016/j.foodchem.2014.10.080.
17. Condé B.C., Bouchard E., Culbert J.A., Wilkinson K.L., Fuentes S., Howell K.S. Soluble protein and amino acid content affects the foam quality of sparkling wine. *J. Agric. Food Chem*. 2017;65(41):9110-9119. DOI 10.1021/acs.jafc.7b02675.
18. Cisilotto B., Scariot F.J., Schwarz L.V., Mattos Rocha R.K., Longaray Delamare A.P., Echeverrigaray S. Are the characteristics of sparkling wines obtained by the Traditional or Charmat methods quite different from each other? *OENO One*. 2023;57(1):321-331. DOI 10.20870/oeno-one.2023.57.1.7313.
19. Cisilotto B., Scariot F.J., Schwarz L.V., Mattos Rocha R.K., Longaray Delamare A.P., Echeverrigaray S. Differences in yeast behavior during ageing of sparkling wines made with Charmat and Traditional methods. *Food Microbiology*. 2023;110:104171. DOI 10.1016/j.fm.2022.104171.
20. Culbert J., Cozzolino D., Ristic R., Wilkinson K. Classification of sparkling wine style and quality by MIR spectroscopy. *Molecules*. 2015;20(5):8341-8356. DOI 10.3390/molecules20058341.
21. Frioni T., Romanini E., Pagani S., Del Zozzo F., Lambri M., Vercesi A., Gatti M., Poni S., Gabrielli M. Reintroducing autochthonous minor grapevine varieties to improve wine quality and viticulture sustainability in a climate change scenario. *Australian Journal of Grape and Wine Research*. 2023;1482548. DOI 10.1155/2023/1482548.
22. Pérez-Magariño S., Ortega-Heras M., Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B. Multivariate analysis for the differentiation of sparkling wines elaborated from autochthonous Spanish grape varieties: volatile compounds, amino acids and biogenic amines. *Eur. Food Res. Technol*. 2013;236(5):827-841. DOI 10.1007/s00217-013-1934-9.

23. Peršurić D., Ilak Peršurić A.S. The gene collection of autochthonous wine grape varieties at the Institute as a contribution to the sustainable development of wine growing and viticulture in Istria. *Radovi Zavoda za Znanstveni i Umjetnički Rad u Požegi*. 2016;5:13-23. DOI 10.21857/y54jof6jpm.
24. Mirabela Iliana Dumitru A., Manolescu A.E., Sumedrea D.I., Popescu C.F., Cosmulescu S. Genetic diversity of some autochthonous white grape varieties from Romanian germplasm collections. *Czech J. Genet. Plant Breed.* 2023;59(2):55-66. DOI 10.17221/45/2022-CJGPB.
25. 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.
26. Шмигельская Н.А., Макаров А.С., Лутков И.П., Максимовская В.А., Сивочуб Г.В., Тимошенко Е.А., Хорошко А.А. Технологическая оценка крымских аборигенных сортов винограда для производства игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(2):201-208. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.014. Shmigelskaia N.A., Makarov A.S., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A., Sivochoub G.V., Timoshenko E.A., Khoroshko A.A. Technological assessment of Crimean native grape varieties for sparkling wine production. *Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2023;25(2):201-208. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.014 (in Russian).
27. Лутков И.П., Макаров А.С., Шмигельская Н.А. Исследование качества молодых игристых вин из крымских автохтонных сортов винограда // Техника и технология пищевых производств. 2024;54(1):1-17. DOI 10.21603/2074-9414-2024-1-2483. Lutkov I.P., Makarov A.S., Shmigelskaia N.A. Quality assessment of young sparkling wines of Crimean indigenous grape varieties. *Food Processing: Techniques and Technology*. 2024;54(1):1-17. DOI 10.21603/2074-9414-2024-1-2483 (in Russian).
28. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009:1-304. Methods of technochemical control in winemaking. Edited by Gerzhikova V.G. 2-nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
29. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Гниломедова Н.В., Погорелов Д.Ю. Методология идентификации подлинности вин. Симферополь: Диайпи, 2017:1-152. Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Gnilomedova N.V., Pogorelov D.Yu. Methodology for identifying the authenticity of wines. Simferopol: D.I.P. 2017:1-152 (in Russian).
30. Мерзжанян А.А. Физико-химия игристых вин. М.: Пищевая промышленность. 1979:1-271. Merzhanian A.A. Physics and chemistry of sparkling wines. M.: Pishchevaya promyshlennost'. 1979:1-271 (in Russian).
31. Niimi J., Boss P.K., Bastian S.E.P. Sensory profiling and quality assessment of research Cabernet Sauvignon and Chardonnay wines; quality discrimination depends on greater differences in multiple modalities. *Food Research International*. 2018;106:304-316. DOI 10.1016/j.foodres.2017.12.060.
32. Солдатенко Е.В., Таран Н.Г., Пономарева И.Н. Влияние высокомолекулярных веществ виноматериалов на пенистые и игристые свойства // Сборник научных трудов ГАУМ. 2007;15:161-164. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/161-164_16.pdf (дата обращения: 22.05.2024). Soldatenco E.V., Taran N.G., Ponomariova I.N. The effect of high molecular weight substances of wine materials on foaming and sparkling properties. *Collection of Scientific Works of SAUM*. 2007;15:161-164. https://ibn.idsi.md/sites/default/files/imag_file/161-164_16.pdf (date of access: 22.05.2024) (in Russian).
33. Su X., Zhang Z., Zhang Q., Yang J., Gao M., Hu H., Liu D. Optimization of yeast autolysis under solid-state fermentation conditions. *Sheng Wu Gong Cheng Xue Bao*. 2019;35(4):726-736. DOI 10.13345/j.cjb.180341.

Информация об авторах

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

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

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

Information about authors

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

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

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

Статья поступила в редакцию 29.05.2024, одобрена после рецензии 31.05.2024, принята к публикации 27.08.2024.