

Влияние углекислотной мацерации на качество белых игристых вин

Лутков И.П.[✉], Макаров А.С.

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

[✉]igorlutkov@mail.ru

Аннотация. Для увеличения выпуска оригинальных игристых вин из распространённых белых сортов винограда можно использовать технологию углекислотной мацерации. Такие вина обладают насыщенным цветом и ярким ароматом. Однако процессы, проходящие в них при выдержке в бутылке, являются малоизученными. Цель исследования заключалась в изучении влияния углекислотной мацерации винограда на качество белых игристых вин, в том числе выдержаных, выработанных путем первичного и вторичного брожения в бутылке. Материалы исследования: игристые вина, выработанные дробрживанием сусла в бутылке на первичных дрожжах; игристые вина после вторичного брожения в бутылке, выдержаные 9 мес., полученные с использованием углекислотной мацерации (опыт, с выдержкой и без) и по белому способу (контроль). Во всех случаях использовался сорт винограда Шардоне. Физико-химические показатели определяли общепринятыми в виноделии методами анализа. Органолептическую оценку проводили по ГОСТ 32051-2013. Установлено, что процесс выдержки на дрожжевом осадке игристых вин, выработанных с использованием углекислотной мацерации, способствует потемнению окраски до светло-янтарной и янтарной. При этом происходит снижение содержания суммы фенольных веществ и увеличение массовой доли полифенолов. Пенистые свойства снижаются на ~10%. Игристые свойства улучшаются за счёт увеличения массовой доли связанных форм CO₂. Дегустационная оценка выдержанного опытного игристого вина, выработанного путём вторичного брожения в бутылке, была низкой из-за нетипичного янтарного цвета, гребневых оттенков в букете и терпкой танинной горчинки во вкусе, что делало образец разбалансированным. Вывод – использование углекислотной мацерации винограда при приготовлении игристых вин первичным брожением позволяет получать образцы хорошего качества с оригинальным ярким и сложным букетом, гармоничным вкусом, улучшенными игристыми свойствами. Полученные результаты открывают перспективы расширения спектра игристых вин первичного брожения без выдержки и выдержаных в течение 9 месяцев за счет применения углекислотной мацерации винограда.

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

Для цитирования: Лутков И.П., Макаров А.С. Влияние углекислотной мацерации на качество белых игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2025;27(4):343-350. EDN PPYYUS.

The effect of carbon dioxide maceration on the quality of white sparkling wines

Lutkov I.P.[✉], Makarov A.S.

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

[✉]igorlutkov@mail.ru

Abstract. In order to increase the production of original sparkling wines from common white grapevine cultivars, the method of carbon dioxide maceration can be employed. Such wines possess a rich color and vibrant aroma. However, the processes occurring during bottle aging are poorly understood. The aim of this study was to investigate the effect of carbon dioxide maceration of grapes on the quality of white sparkling wines, including aged ones, produced using primary and secondary fermentation in a bottle. The materials for the study consisted of sparkling wines produced by bottling the must with primary yeast; sparkling wines after secondary fermentation in bottles, aged for 9 months, obtained using carbon dioxide maceration (experimental, aged and non-aged), and using white winemaking method (control). In all cases, the 'Chardonnay' grape cultivar was used. Physicochemical parameters were determined using standard for winemaking analytical methods. Organoleptic assessment was conducted in accordance with GOST 32051-2013. It was found that the process of aging on the yeast lees of sparkling wines made with carbon dioxide maceration leads to a darkening the color to light amber and amber. At the same time, there is a decrease in the total phenolic content, and an increase in the mass fraction of polyphenols. Foaming properties decrease by approximately 10%. Sparkling properties improve due to the increase in the mass fraction of bound CO₂. Tasting assessment of experimental aged sparkling wine, produced using secondary fermentation in a bottle, was low due to its untypical amber color, stemmy notes in bouquet, and astringent tannic bitterness in flavor, resulting in the imbalance of wine sample. The conclusion is that the use of carbon dioxide maceration of grapes in producing sparkling wines by primary fermentation allows obtaining high-quality samples with an original, vibrant and complex bouquet, balanced flavor, along with improved sparkling properties. The results obtained open up prospects for expanding the range of non-aged and 9-month aged sparkling wines of primary fermentation, produced using carbon dioxide maceration of grapes.

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

For citation: Lutkov I.P., Makarov A.S. The effect of carbon dioxide maceration on the quality of white sparkling wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2025;27(4):343-350. EDN PPYYUS (in Russian).

Введение

В современных условиях рыночной экономики производители игристых вин стараются разнообразить свой ассортимент новой оригинальной продукцией, способной привлечь покупателя своими необычными свойствами. Для этого используют технологические приёмы, разрешённые в виноделии, но не часто встречающиеся при производстве игристых вин. К такой продукции можно отнести вина, вырабатываемые из белых сортов винограда с использованием процессов мацерации: путём настаивания, частичного брожения мезги или углекислотной мацерации. При этом получаемое вино за характерные оттенки цвета (от золотистого до янтарного) иногда называют «оранжевым». Это связано с тем, что в процессе мацерации происходит накопление в белом вине полифенолов винограда, которые и усиливают интенсивность цвета [1], также усиливается и приобретает новые оттенки ароматический комплекс вина. В частности, было показано, что в зависимости от используемых способов мацерации при выдержке целых гроздей в атмосфере CO_2 8 сут. при $t=35^\circ\text{C}$ и при выдержке целых гроздей в атмосфере CO_2 в течение 1 сут. при $t=-20^\circ\text{C}$, затем в течение 8 сут. при $t=35^\circ\text{C}$ происходило значительное увеличение содержания фенольных веществ (в 6-7 раз) [2]. А при брожении мезги белого винограда с гребнями увеличение концентрации фенольных веществ доходило до 400% по сравнению с традиционным способом приготовления белых вин [3]. Однако повышенное содержание фенольных веществ, особенно перешедших из гребней, может придавать вину грубость и танинную горечь, что не согласуется с традиционными представлениями об игристых винах.

Помимо увеличения концентрации фенольных веществ процесс мацерации способствует усилиению фруктовой составляющей ароматического комплекса [4]. При этом следует полагать, что полученные с помощью мацерации и насыщенные фенольными веществами вина целесообразней употреблять молодыми, пока они не потеряли свой яркий аромат и не произошла трансформация фенольного комплекса. К примеру, винодельческое хозяйство Chateau Pinot из Новороссийска выпускает «Петнат Оранж» из винограда белых сортов Вионье и Рислинг рейнский [5]. Вино имеет телесный цвет и сложный аромат, с нотами абрикоса, персика и полевых цветов. В Крыму выпускают молодое игристое вино светло-янтарного цвета «Petnat Orange Pavel Shvets», которое вырабатывают из сортов Кокур белый и Совиньон белый путём добавления в сусло при брожении 20% целых гроздей (частичная углекислотная мацерация) [6]. Его ароматический комплекс включает

яркие фруктовые ноты (абрикоса, алычи, груши), оттенки кураги и свежего сена, а также свежий вкус, с фруктовым послевкусием. Данные вина вырабатывают путём одного брожения с дублированием в бутылке. Известны и другие вина, на этикетках которых может быть написано: «оранжевое», «янтарное», «амбер». В целом, по данным Роскачества, с 2021 г. выпуск «оранжевых» вин и петнатов вырос в шесть раз, а данные первого квартала 2024 г. подтверждают устойчивость данной тенденции [7]. При этом следует заметить, что в России, как и во многих других странах, до недавнего времени производство вин, полученных с использованием мацерации и углекислотной мацерации, никак не регламентировалось и лишь недавно, например, в ЮАР, белые вина, полученные путём брожения мезги, были признаны отдельной категорией винопродукции [8]. В то же время в РФ с точки зрения законодательства, «оранж» пока относится к обычному белому вину, а «петнат» – к обычному игристому [7].

Вместе с этим, малоизученным остаётся вопрос, как меняется состав вин, полученных с помощью мацерации (в том числе, углекислотной) игристых вин, при выдержке на дрожжах после брожения в бутылке. Повышенное содержание фенольных веществ может существенно повлиять на физико-химические показатели готовой продукции (выдержаных игристых вин). К примеру, согласно ряду исследований, при выдержке кюве на дрожжевом осадке в результате автолиза дрожжей проходит трансформация ряда веществ, способствующая дальнейшему развитию вкусо-ароматического комплекса [9], изменению цветовых характеристик [10] и типичных свойств игристых вин [11-14]. В работах [15-17] отмечено улучшение пенообразования выдержаных игристых вин бутылочного способа производства за счёт увеличения концентрации дрожжевых маннопротеинов. При этом происходит снижение массовой концентрации полисахаридов, перешедших в вино из винограда [18]. Также увеличению пенистых свойств выдержаных игристых вин способствует сохранение и накопление в них белков и аминокислот [19, 20]. Однако в отличие от обычных белых игристых вин, вина, полученные с использованием углекислотной мацерации (УМ), имеют свою специфику, связанную с повышенным содержанием полифенолов, которые могут образовывать нерастворимые комплексы с белками и полипептидами, выделившимися при автолизе дрожжей, и выпадать в осадок, что, в свою очередь, может повлиять на типичные свойства игристых вин. В связи с этим исследования влияния УМ, а также процесса выдержки на дрожжах после брожения в бутылке на качество игристых

вин, полученных с использованием УМ, представляются актуальными.

Целью исследований являлось изучение влияния углекислотной мацерации винограда на качество белых игристых вин (выдержаных и без выдержки), выработанных путем первичного и вторичного брожения в бутылке.

Материалы и методы исследований

Для проведения исследований использовали достигший технической зрелости виноград сорта Шардоне (п. Гурзуф) с массовой концентрацией сахаров 205 г/дм³ и титруемых кислот – 6,0 г/дм³. Переработку винограда осуществляли по двум схемам: контроль – по белому способу, опыт – с использованием углекислотной мацерации. Выработку образцов игристых вин проводили в условиях микровиноделия путём бутылочной шампанизации. Для проведения брожения образцов использовали расу дрожжей Севастопольская 23 (I-525) из Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач».

При переработке винограда по белому способу сусло получали путём прессования мезги на корзиночном прессе. Выход сусла составил 50 дм³ из 100 кг винограда. Затем проводили его сульфитацию (75 мг/дм³ SO₂), отстаивание при температуре 15°C и декантацию. Брожение сусла проходило на чистой культуре дрожжей (ЧКД) при температуре +15°C.

Способ углекислотной мацерации включал отделение целых ягод от гребней без дробления, наполнение ими ёмкости дополнна, сульфитацию (50 мг SO₂ на 1 кг винограда), внесение ЧКД в объёме 2%, укупорку ёмкости под гидрозатвором. При этом выделявшийся из разводки ЧКД диоксид углерода заполнял всё свободное пространство внутри ёмкости, вытесняя оставшийся воздух. Процесс углекислотной мацерации проходил в течение 45 сут. при температуре +15°C. После этого проводили прессование мезги и дображивание сусла в отдельной ёмкости.

Полученные образцы при концентрации остаточных сахаров 22-24 г/дм³ частично отправляли на шампанизацию, а вторую часть оставляли дображивать насухо для получения виноматериалов, которые затем направлялись на бутылочную шампанизацию по обычной технологии с использованием тиражного ликёра.

Для получения молодых игристых вин (без выдержки) проводили розлив недоброженного сусла в бутылки, добавляли бентонит (0,2 г/дм³), бутылки укупоривали и укладывали в штабели, хранили

при температуре 12-14°C. По истечении 45 сут. (для молодых игристых вин) и по истечении 9 мес. (для выдержаных игристых вин) проводили сведение осадка на горлышко (ремюаж) и его сброс (дегоржаж).

Всего были выработаны пять образцов игристых вин: МНК – молодое игристое вино; МНО – игристое вино без выдержки, полученное путём дображивания сусла в бутылке; ВЛК – выдержанное игристое вино; ВЛО – выдержанное игристое вино, полученное путём вторичного брожения в бутылке; ВНО – выдержанное игристое вино, полученное путём дображивания сусла в бутылке (табл. 1).

В полученных игристых винах определяли физико-химические показатели согласно [21]. Оптические характеристики – путём измерения оптической плотности в кювете толщиной 10 мм при различных длинах волн (от 310 до 800 нм). Пенистые свойства (максимальный объём пены и время разрушения пены) определяли по разработанной методике СТО 01580301.015-2017, путём барботирования воздухом дегазированной пробы игристого вина в мерном цилиндре с фиксацией образовавшегося объёма и времени разрушения пены.

Содержание органических кислот определяли методом ВЭЖХ [22]. Общее содержание диоксида углерода в игристых винах определяли согласно разработанной методике СТО 01580301.016-2017, по которой выделившийся из вина под действием ультразвука CO₂ вытеснял затворную жидкость из градуированной ёмкости. Объём вытесненной затворной жидкости соответствовал объёму диоксида углерода, содержавшегося в бутылке с игристым вином. Расчёт содержания связанных форм диоксида углерода осуществляли по методу А.А.Мерджаниана [23], по разности между измеренным содержанием CO₂ и растворимостью CO₂ при определённом давлении и концентрации этанола. Игристые свойства определяли согласно разработанной методике СТО 01586301.040-2022 [24].

Органолептическую оценку игристых вин осу-

Таблица 1. Варианты опытных игристых вин

Table 1. Variants of experimental sparkling wines

Шифр	Схема приготовления
МНК	виноград → сусло → недоброженное сусло → тираж (дображивание сусла в укупоренной бутылке на дрожжах первичного брожения) → игристое вино
МНО	виноград → УМ → недоброженное сусло → тираж (дображивание сусла в укупоренной бутылке на дрожжах первичного брожения) → игристое вино
ВЛК	виноград → сусло → в/м → тиражная смесь (в/м + ликёр + ЧКД) → выдержка 9 мес. → игристое вино
ВЛО	виноград → УМ → в/м → тиражная смесь (в/м + ликёр + ЧКД) → выдержка 9 мес. → игристое вино
ВНО	виноград → УМ → недоброженное сусло → тираж (дображивание сусла в укупоренной бутылке на дрожжах первичного брожения) → выдержка 9 мес. → игристое вино

ществляли согласно ГОСТ 32051-2013 с привлечением членов дегустационной комиссии ФГБУН «ВНИИИВиВ «Магарач» НИЦ Курчатовский институт» по 10-балльной системе (минимально допустимое значение 8,8 баллов). Опыты проводились в 3-5 повторностях. Обработку полученных данных осуществляли с помощью пакета программ MS Excel.

Результаты и их обсуждение

В полученных игристых винах массовая концентрация остаточных сахаров составляла менее 6 г/дм³ (все образцы выбродили на марку «экстрабрюют»). В игристых винах определяли массовую концентрацию органических кислот и объемную долю этанола. Результаты представлены в таблицах 2 и 3.

Массовая концентрация лимонной кислоты в игристых винах находилась в пределах 0,23-0,40 г/дм³. Янтарной кислоты больше накапливалось в опытных винах (в среднем на 12-17%). При сравнении опытных и контрольных образцов было отмечено, что углекислотная мацерация привела к снижению массовой концентрации яблочной и винной кислот. В первом случае за счёт расходования на процесс дыхания, а во втором случае за счёт выпадения винного камня. Поскольку согласно данным [25] в кожице винограда (в том числе Шардоне) содержится в 2-7 раз больше калия, чем в мякоти ягоды, в ходе продолжительного контак-

та с твёрдыми частями ягоды винограда в сусло больше переходит катионов калия, которые затем образуют малорастворимые соли с винной кислотой и выпадают в осадок. Это было заметно по большему объёму кристаллического осадка, выпавшего при получении опытных виноматериалов и дегоражаже опытных игристых вин.

Уксусной кислоты в опытных образцах содержалось меньше, чем в контрольных образцах, за счёт более продолжительного брожения в анаэробной среде. При этом массовая концентрация титруемых кислот в опытных образцах была ниже предельно допустимой величины (согласно ГОСТ 33336) – 5 г/дм³. Причём это не было связано с естественным процессом яблочно-молочного брожения, поскольку в опытных образцах яблочная кислота присутствовала, а массовая концентрация молочной кислоты не превышала 1 г/дм³. Такое снижение массовой концентрации титруемых кислот привело к увеличению значения показателя pH до 3,8-4,1 ($r=0,975$) (табл. 3). В связи с этим во время сбора урожая при определении оптимальных кондиций винограда, направляемого для приготовления игристых вин с использованием углекислотной мацерации, для соблюдения требований нормативной документации необходимо учитывать возможное снижение массовой концентрации титруемых кислот до 40%.

Значения показателя Eh (табл. 3) находились в

Таблица 2. Массовая концентрация органических кислот и объемная доля этанола в образцах игристых вин

Table 2. Mass concentration of organic acids and volume fraction of ethanol in sparkling wine samples

Наименование образца	Массовая концентрация, г/дм ³							Объёмная доля этанола, %
	титруемых кислот	лимонной	винной	яблочной	янтарной	молочной	уксусной	
МНК	5,6±0,05	0,25 ±0,02	2,55 ±0,03	1,76 ±0,03	0,70 ±0,02	0,12 ±0,01	0,20 ±0,01	12,4±0,05
МНО	4,1±0,05	0,40 ±0,02	1,50 ±0,03	0,90 ±0,03	0,85 ±0,02	0,35 ±0,01	0,16 ±0,01	13,5±0,05
ВЛК	5,1±0,05	0,23 ±0,02	2,30 ±0,03	1,60 ±0,03	0,70 ±0,02	0,12 ±0,01	0,20 ±0,01	13,5±0,05
ВЛО	3,4±0,05	0,40 ±0,02	1,00 ±0,03	0,75 ±0,03	0,80 ±0,02	0,35 ±0,01	0,15 ±0,01	13,5±0,05
ВНО	3,9±0,05	0,40 ±0,02	1,35 ±0,03	0,8 ±0,03	0,80 ±0,02	0,35 ±0,01	0,17 ±0,01	13,5±0,05

Таблица 3. Физико-химические показатели образцов игристых вин

Table 3. Physicochemical parameters of sparkling wine samples

Наименование образца	Массовая концентрация, мг/дм ³ ($\Delta \approx 1\%$)				ПФ%	Показатели							
	АА	ОФ	МФ	ПФ		pH	Eh	V _{max}	t _{паз}	D ₃₈₀	И	Т	G
МНК	119	237	212	25	10,5	3,40	223	240±10	10,0	0,404	0,169	4,452	13,00
МНО	294	662	351	311	47,0	3,80	187	360±10	21,0	1,433	1,404	2,191	78,00
ВЛК	112	190	169	21	11,1	3,42	198	320±10	18,5	0,333	0,114	5,000	10,70
ВЛО	154	505	185	320	63,4	4,10	167	300±10	59,0	1,445	1,496	2,136	80,00
ВНО	203	487	197	290	59,5	4,00	172	330±10	36,0	1,287	1,248	2,136	72,00

Примечание. АА – аминный азот; ОФ – сумма фенольных веществ; МФ – мономерные формы фенольных веществ; ПФ – полифенолы; ПФ% – массовая доля полифенолов от суммы фенольных веществ; V_{max} – максимальный объём пены, см³; t_{паз} – время существования пены, с; D₃₈₀ – оптическая плотность при 380 нн; И – интенсивность цвета; Т – оттенок; G – желтизна

диапазоне, характерном для игристых вин ($Eh < 250$ мВ) [26], причём в опытных образцах они были меньше, чем в контрольных образцах (на 15-16%).

Пенистые свойства в опытных образцах были выше, чем в контрольных, что имело достаточно высокую корреляцию с содержанием аминного азота ($r=0,746$). В данном случае это может быть связано с тем, что аминогруппы входят в состав белков и полипептидов, а также их комплексов с полифенолами и полисахаридами, которые способствуют пенообразованию и стабилизации пены.

Анализ содержания различных фракций фенольных веществ показал, что в опытных образцах, по сравнению с контролем содержалось больше фенольных веществ: в молодых игристых винах – в 2,8 раза (и доли полимеров в 4,5 раза), в выдержаных игристых винах – в 2,7 раза (и доли полимеров в 5,7 раза).

Выдержка на дрожжах опытного игристого вина, полученного путём дображивания сусла в бутылке, приводила к снижению суммы фенольных веществ на 26,4%, в основном за счёт полимеризации и частичного выпадения в осадок полифенолов. При этом массовая доля полифенолов в игристом вине возрастила на 16,4%.

Изменения состава фенольных веществ напрямую отразились на оптических показателях образцов. Так, значение массовой концентрации полифенолов имело высокую корреляцию с показателями D_{380} ($r=0,998$), И ($r=0,998$), Т ($r=-0,989$), Г ($r=0,999$).

Анализ спектров оптических плотностей контрольных образцов игристых вин на разных длинах волн (рис. 1) показал, что график выдержанного игристого вина (ВЛК) на всём диапазоне длин волн находился ниже, чем график молодого игристого вина (МНК).

Анализ спектров оптических плотностей опытных игристых вин на разных длинах волн (рис. 2) показал, что все графики имели два чётко выраженных пика в районе 360 нм и 380 нм. При этом первый пик выдержанного игристого вина,

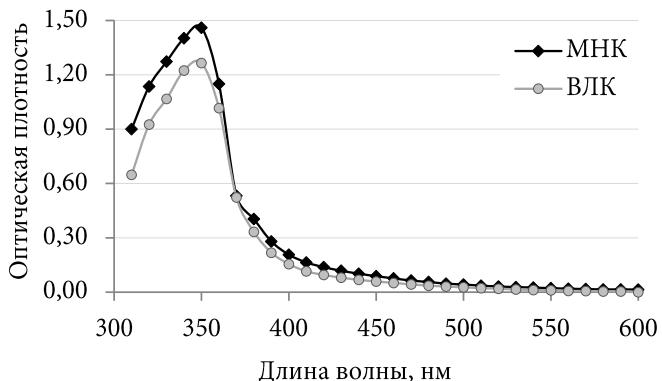


Рис. 1. Спектры оптических плотностей контрольных образцов игристых вин, выработанных по белому способу

Fig. 1. Optical density spectra of sparkling wine control samples produced using white winemaking

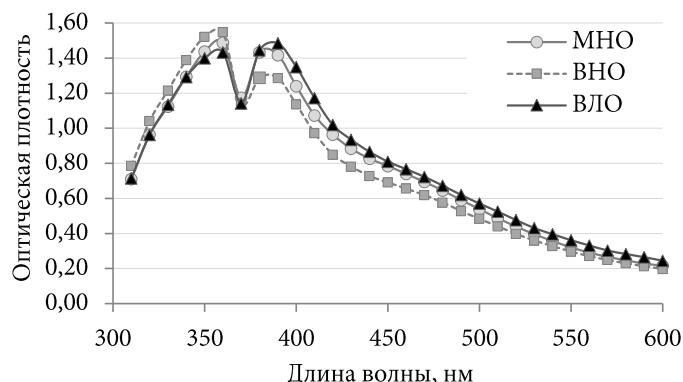


Рис. 2. Спектры оптических плотностей опытных игристых вин, выработанных с использованием углекислотной макерации

Fig. 2. Optical density spectra of experimental sparkling wines produced using carbon dioxide maceration

полученного путём дображивания сусла в бутылке (ВНО), был самым высоким, а второй пик был ниже остальных, что свидетельствует о снижении содержания полифенолов при выдержке, по сравнению аналогичным образом игристого вина без выдержки (МНО). Самым высоким вторым пиком был у образца выдержанного игристого вина, полученного путём вторичного брожения в бутылке (ВЛО), у него отмечена янтарная окраска, наиболь-

Таблица 4. Содержание различных форм диоксида углерода в игристых винах и их игристые свойства
Table 4. The content of various forms of carbon dioxide in sparkling wines and their sparkling properties

Наименование образца	Равновесное избыточное давление CO_2 , кПа	Содержание CO_2 в бутылке ($0,75 \text{ дм}^3$), г				Массовая доля связанных CO_2 , %	Игристые свойства		
		всего в бутылке	газообразного	растворённого	связанного		скорость десорбции CO_2 , мг/мин	угол кривой десорбции CO_2 , °	коэффициент десорбции CO_2
МНК	700±10	9,834±1%	0,318	7,635	1,881	19,1±0,1	7,917	0,454	79,8
МНО	760±10	10,062±1%	0,285	8,156	1,622	16,1±0,1	4,717	0,270	75,3
ВЛК	580±10	8,141±1%	0,193	6,608	1,340	16,5±0,1	5,183	0,297	76,0
ВЛО	590±10	8,443±1%	0,196	6,567	1,680	19,9±0,1	4,883	0,280	84,6
ВНО	750±10	10,062±1%	0,241	7,944	1,877	18,7±0,1	6,767	0,388	79,8

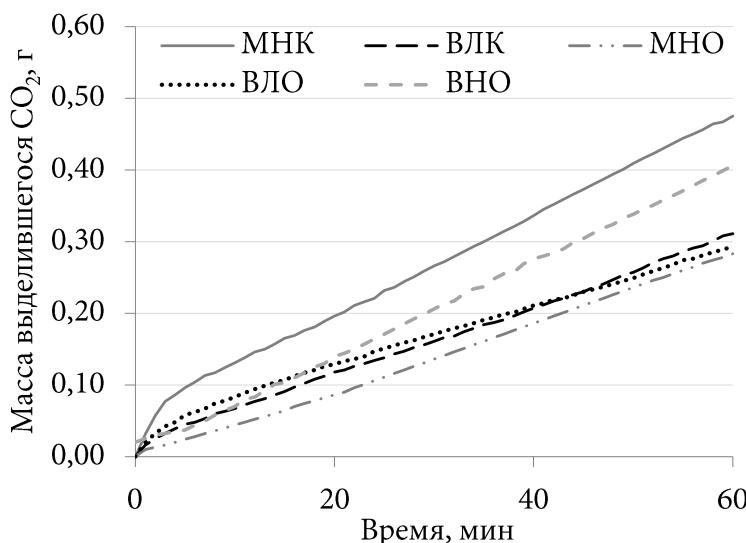


Рис. 3. Динамика десорбции CO_2 из образцов игристых вин

Fig. 3. Dynamics of CO_2 desorption from sparkling wine samples

шее значение интенсивности цвета и желтизны.

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

Установлено, что насыщенность диоксидом углерода всех образцов игристых вин была высокой (8,141-10,062 г в бутылке), что обеспечивало равновесное давление 580-760 кПа. Причём, игристые вина, выработанные путём дробривания сусла в бутылке (МНК и МНО), содержали больше CO_2 (около 10 г в бутылке), чем вина, выработанные путём вторичного брожения (ВЛК и

ВЛО). Оба выдержаных опытных образца (ВЛО и ВНО) отличались лучшими игристыми свойствами по сравнению с опытным образцом без выдержки (МНО). Этому способствовала более высокая массовая доля связанных форм диоксида углерода в этих образцах (19,9% и 18,7% соответственно). Несмотря на то, что скорость десорбции CO_2 у образца ВНО была достаточно высокой (6,767 мг/мин), что отразилось на его графике, угол наклона которого составлял $0,388^\circ$, за счёт хорошей насыщенности (>10 г CO_2) данный образец отличался достаточно продолжительной игрой и хорошими игристыми свойствами ($K=79,8$).

На следующем этапе проводилась органолептическая оценка игристых вин. В таблице 5 представлены характеристики аромата и вкуса, а также дегустационные оценки, выставленные дегустационной комиссией по 10-балльной системе (минимально допустимая – 8,8 баллов).

Дегустационная оценка контрольных образцов показала, что выдержанное игристое вино (ВЛК) оценивалось выше, чем образец без выдержки (МНК), даже с учётом того, что дегустационная оценка его была незначительно снижена из-за наличия лёгкого дрожжевого тона в букете и травянистых оттенков во вкусе. Дегустационная оценка выдержанного опытного образца (ВЛО), выработанного путём вторичного брожения в бутылке, была ниже контроля по причине нети-

Таблица 5. Органолептическая характеристика образцов игристых вин

Table 5. Organoleptic characteristics of sparkling wine samples

Наименование образца	Характеристика	ДО, балл
МНК	Пенообразование хорошее. По размеру пена среднедисперсная, быстропроходящая. Время существования в бокале – 11 с. «Игра» интенсивная с образованием мелких «чёточек» и «фонтанчика» в центре бокала. Цвет – светло-соломенный. Букет – цветочно-травянистого направления, с легким дрожжевым тоном. Вкус – травянистый, с легкой горчинкой, хорошая насыщенность CO_2	8,85
МНО	Пенообразование хорошее. По размеру пена средне- и крупнодисперсная, быстро проходящая. Время существования в бокале – 12,1 с. «Игра» интенсивная, с образованием мелких «чёточек». Цвет – соломенный с золотистым оттенком. Букет – плодового направления, с цветочными нотками и дюшесно-леденцовыми оттенками. Вкус – плодовый, с танинной горчинкой, хорошая насыщенность CO_2	8,83
ВЛК	Пенообразование хорошее. По размеру пена среднедисперсная, умеренно устойчивая. Время существования в бокале – 16 с. «Игра» умеренная с образованием мелких «чёточек» и «островков» в центре бокала. Цвет – светло-соломенный. Букет – цветочно-пряно-травянистого направления, с фруктовыми оттенками (яблоко), с лёгкой дрожжевой нотой. Вкус – свежий, с легкой горчинкой, хорошая насыщенность CO_2	8,87
ВЛО	Пенообразование среднее. По размеру пена среднедисперсная, умеренно устойчивая. Время существования в бокале – 6,5 с. «Игра» умеренная с образованием мелких «чёточек» и «островков» в центре бокала. Цвет – янтарный. Букет – плодово-гребневой с дюшесной нотой. Вкус – терпко-горький, разложен, с оттенками трюфелей и гребней и лёгкими остаточными сахарами, умягчающий вкус, хорошая насыщенность CO_2	8,80
ВНО	Пенообразование хорошее. По размеру пена среднедисперсная, умеренно устойчивая. Время существования в бокале – 10 с. «Игра» умеренная с образованием мелких «чёточек» и «венчика» по краю бокала. Цвет – светло-янтарный. Букет – яркий, сложный, с конфитюрными, дюшесными оттенками, нотой молочного ириса. Вкус – полный, мягкий, достаточно свежий и гармоничный, хорошая насыщенность CO_2	9,00

Примечание. ДО – дегустационная оценка

личного янтарного цвета, гребневых оттенков в букете и терпкой танинной горчинки во вкусе, что делало образец разбалансированным. При этом дегустационная оценка выдержанного опытного образца, выработанного путём дображивания сусла в бутылке (ВНО), была относительно высокой (9,0 баллов). Несмотря на светло-янтарный цвет, данный образец обладал достаточно сложным, ярким букетом и полным, мягким гармоничным вкусом, несмотря на низкую концентрацию ти-труемых кислот, что, по-видимому, компенсировалось высоким содержанием диоксида углерода. Особенностью ароматического профиля опытных игристых вин (без выдержки и выдержанных), выработанных с помощью углекислотной макерации, являлось наличие ярких дюшесных нот, с различными оттенками.

Выходы

Использование углекислотной макерации винограда при приготовлении игристых вин первичным брожением позволило получить образцы хорошего качества с оригинальным ярким и сложным букетом, гармоничным вкусом, улучшенными игристыми свойствами. Полученные результаты открывают перспективы расширения спектра игристых вин первичного брожения без выдержки и выдержаных в течение 9 месяцев за счет применения углекислотной макерации винограда.

Исследования планируется продолжить.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Зайцеву Г.П., Сластье Е.А., Олейниковой В.А.

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. Schneider V., Chichua D. Orange wines: tannin extraction kinetics during maceration of white grapes. Internet Journal of Viticulture and Enology. 2021;7/3:1-9.
2. Olejar K.J., Fedrizzi B., Kilmartin P.A. Antioxidant activity and phenolic profiles of Sauvignon Blanc wines made by various maceration techniques. Australian Journal of Grape and Wine Research. 2015;21(1):57-68. DOI 10.1111/ajgw.12119.
3. Аристова Н.И., Гришин Ю.В., Панов Д.А. Исследование фенольного состава винопродукции в зависимости от способа переработки виноградной грозди. Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2019;5(71),1:212-220.
4. Grishin Yu.V., Aristova N.I., Panov D.A. Study of the dynamics of the phenolic composition of vine production depending on the method of processing grape harvest. Scientific Notes of the V.I. Vernadsky Crimean Federal University. Biology. Chemistry. 2019;5(71),1:212-220 (in Russian).
5. Maggu M., Winz R., Kilmartin P.A., Trought M.C.T., Nicolau L. Effect of skin contact and pressure on the composition of Sauvignon Blanc must. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2007;55(25):10281-10288. DOI 10.1021/jf072192o.
6. Petnat Оранж [Электронный ресурс]: <https://chateau-pinot.ru/petnat-pino-oranzh?ysclid=mfaumuzwi9n618646196> (дата обращения 08.09.2025). Petnat Orange. Access mode: <https://chateau-pinot.ru/petnat-pino-oranzh?ysclid=mfaumuzwi9n618646196> (date of access: 08.09.2025) (in Russian).
7. Petnat Orange 2020 [Электронный ресурс]: <https://upparwinery.ru/catalog/wine/pet-nat-orange-2020> (дата обращения 08.09.2025). Petnat Orange 2020. Access mode: <https://upparwinery.ru/catalog/wine/pet-nat-orange-2020> (date of access: 08.09.2025) (in Russian).
8. From a legal point of view, “orange” is a regular white wine, and “petnat” is a regular sparkling wine. Access mode: <https://rskrf.ru/tips/eksperty-obyasnyayut/kak-rossiyskie-oranzhi-i-petnaty-pokoryayut-vinnyy-rynok/> (date of access: 04.06.2025) (in Russian).
9. Lorteau S. A comparative legal analysis of skin-contact wine definitions in Ontario and South Africa. Journal of Wine Research. 2018;29(4):265-277. DOI 10.1080/09571264.2018.1532881.
10. 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.
11. Sartor S., Burin V.M., Ferreira-Lima N.E., Caliari V., Bordignon-Luiz M.T. Polyphenolic profiling, browning, and glutathione content of sparkling wines produced with non-traditional grape varieties: indicator of quality during the biological aging. J Food Sci. 2019;84(12):3546-3554. DOI 10.1111/1750-3841.14849.
12. Buxaderas S., López-Tamames E. 19-Managing the quality of sparkling wines. Managing Wine Quality, Elsevier. 2010:553-588. DOI 10.1533/9781845699987.2.553.
13. 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.
14. Lambert-Royo M.I., Ubeda C., Del Barrio-Galán R., Sieczkowski 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.
15. Culbert J.A., McRae J.M., Condé B.C., Schmidke 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. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2017;65(7):1378-1386. DOI 10.1021/acs.jafc.6b05678.
16. Martínez-Lapuente L., Guadalupe Z., Ayestarán B., Ortega-Heras M., Pérez-Magariño S. Changes in polysaccharide composition during sparkling wine making and aging. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2013;61(50):12362-73. DOI 10.1021/jf403059p.
17. 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. Journal of the Science of Food and Agriculture. 2018;98(1):291-303. DOI 10.1002/jsfa.8470.
18. 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. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2016;64(24):5020-5030. DOI 10.1021/acs.jafc.6b00207.
19. 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 Chemistry. 2015;174:330-8. DOI 10.1016/j.foodchem.2014.10.080.
20. 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. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2017;65(41):9110-9119. DOI 10.1021/acs.jafc.7b02675.
21. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. Гержиковой В.Г. 2-е изд. Симферополь: Таврида, 2009:1-304.
- Methods of technochemical control in winemaking. Edited by V.G. Gerzhikova. 2-nd edition. Simferopol: Tavrida. 2009:1-304 (in Russian).
22. 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).
23. Мержаниан 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).
24. Лутков И.П. Оценка игристых свойств напитков // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2022;24(1):63-70. DOI 10.35547/IM.2022.78.26.010. EDN YGFGB.
- Lutkov I.P. Evaluation of sparkling properties of beverages. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022;24(1):63-70. DOI 10.35547/IM.2022.78.26.010 (in Russian).
25. Rogiers S.Y., Coetze Z.A., Walker R.R., Deloire A., Tyerman S.D. Potassium in the grape (*Vitis vinifera* L.) Berry: transport and function. Frontiers in Plant Science. 2017;8:1629. DOI 10.3389/fpls.2017.01629.
26. Дубинина Е.В., Осипова В.П., Ротару И.А. Влияние физико-химического состава купажа виноматериалов на процесс вторичного брожения в бутылках // Актуальные проблемы индустрии напитков. 2019:83-91. DOI 10.21323/978-5-6043128-4-1-2019-3-83-91.
- Dubinina E.V., Osipova V.P., Rotaru I.A. Effect of physical chemical composition of wine materials coupage on secondary fermentation process in bottles. Current Issues in the Beverage Industry. 2019:83-91. DOI 10.21323/978-5-6043128-4-1-2019-3-83-91 (in Russian).

Информация об авторах

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

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

Information about the authors

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

Alexander S. Makarov, Dr. Tech. 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 04.08.2025, одобрена после рецензии 24.09.2025, принята к публикации 19.11.2025.