

Оценка игристых свойств напитков

Лутков И.П.✉

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

✉ igorlutkov@mail.ru

Аннотация. Напитки, насыщенные диоксидом углерода, весьма популярны у потребителя. Однако с помощью действующих стандартов невозможно однозначно оценивать их игристые свойства. Известные инструментальные методы оценки игристых свойств не получили широкого распространения из-за своей сложности и низкой воспроизводимости. В связи с чем, методика оценки игристых свойств нуждается в доработке. Целью работы являлось дальнейшее совершенствование метода определения игристых свойств различных напитков, насыщенных диоксидом углерода, его унификация за счёт использования стандартной дегустационной посуды. Анализ игристых свойств осуществляли путём измерения при комнатной температуре массы бокала с напитком сразу после его заполнения через равные промежутки времени в течение 1 часа на лабораторных весах высокого класса точности. Исходное содержание CO₂ в пробе определяли по разности веса бокала с пробой сразу после налива в него напитка и после полной дегазации образца с помощью воздействия ультразвука. При сравнении тюльпанообразного бокала с бокалом типа «флейта» (flute) было установлено, что игристые свойства напитков лучше проявляются в бокале типа «флейта» (и при визуальном наблюдении и по динамике десорбции CO₂), в то же время тюльпанообразный бокал является стандартным и широко распространённым, что способствует хорошей воспроизводимости результатов при его использовании. Оптимальный объём пробы для проведения анализа составляет 50 см³. В ходе анализа различных напитков, было установлено, что самый большой коэффициент игристых свойств был у кваса и пива, а минимальный - у газированного винного напитка. Выявлена высокая обратная корреляция между показателем игристых свойств и концентрацией этанола ($k=-0,792$). Усовершенствованная методика определения игристых свойств может быть легко воспроизведена в условиях заводских и научных лабораторий.

Ключевые слова: диоксид углерода; методика; игристые свойства; центр кавитации; кривая десорбции.

Для цитирования: Лутков И.П. Оценка игристых свойств напитков // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2022; 24(1):63-70. DOI 10.35547/IM.2022.78.26.010

Evaluation of sparkling properties of beverages

Lutkov I.P.✉

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

✉ igorlutkov@mail.ru

Abstract. Beverages saturated with carbon dioxide are very popular with consumers. However, with the help of current standards, it is impossible to unambiguously assess their sparkling properties. Well-known instrumental methods for assessing sparkling properties have not been widely used due to their complexity and low reproducibility. In this connection, the methodology for assessing sparkling properties needs to be improved. The purpose of the work was to further improve the method of determining sparkling properties of various beverages saturated with carbon dioxide, its unification through the use of standard tasting glasses. The analysis of sparkling properties was carried out by measuring at room temperature the weight of a glass with a beverage immediately after filling it at regular intervals for 1 hour on laboratory scales of high accuracy class. The initial CO₂ content in the sample was determined by the difference in the weight of the glass with the sample immediately after pouring the beverage into it and after complete degassing of the sample by ultrasound. When comparing a standard tulip-shaped glass with a flute-type glass, it was found that sparkling properties of beverages were better manifested in a flute-type glass (both by visual observation and by the dynamics of CO₂ desorption). At the same time, a tulip-shaped glass is standard and widespread, which contributes to good reproducibility of results when using it. The optimal sample volume for analysis is 50 cm³. During the analysis of various beverages, it was found that the largest coefficient of sparkling properties was in kvass and beer, and the minimum was in carbonated wine drink. A high inverse correlation was revealed between the indicators of sparkling properties and the ethanol concentration ($k=-0,792$). The improved method of determining sparkling properties can be easily reproduced in the conditions of factory and scientific laboratories.

Key words: carbon dioxide; methodology; sparkling properties; cavitation center; desorption curve.

For citation: Lutkov I.P. Evaluation of sparkling properties of beverages. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2022; 24(1):63-70 (in Russian). DOI 10.35547/IM.2022.78.26.010

Введение

Характерной особенностью многих напитков, содержащих в своём составе диоксид углерода, являются

их игристые и пенные свойства. Помимо вспенивания и осуществления процесса «игры» диоксид углерода способствует усилению аромата [1-3] и освежает вкус [4, 5] за счёт частичного образования угольной кислоты при взаимодействии с водой. В связи с чем,

многие потребители предпочитают напитки, насыщенные CO_2 , напиткам без газа. Например, лимонад, природную столовую и минеральную воду, квас, пиво, сидр, пуаре, вино и т.д. В то же время согласно действующим стандартам в этих напитках, в основном, регламентируется содержание диоксида углерода (в виде массовой доли или давления), а игристые и пенистые свойства описываются словесно лишь для отдельных напитков (табл. 1).

В частности, согласно ГОСТ 6687.5-86 внешний вид и цвет безалкогольных и слабоалкогольных газированных напитков определяют визуально в чистом сухом цилиндре или стакане вместимостью 250 см^3 , аромат и вкус – в дегустационном бокале. Что касается винопродукции, то согласно ГОСТ 32051-2013 игристые свойства вин, насыщенных двуокисью углерода, определяют в пробе визуально, используя только органы чувств дегустатора и дегустационный бокал. Причём в стандарте в качестве дегустационной посуды может выступать как классический тюльпанообразный бокал, так и бокал типа «флейты» (flute) (высокий и тонкий на длинной ножке, слегка сужающийся и вновь расширяющийся в верхней части, объемом около 180 см^3).

При оценке игристых свойств отмечают размеры выделяющихся пузырьков CO_2 – (мелкие, средние, крупные); интенсивность «игры» (с фонтанированием брызг на поверхности вина, средняя, слабая), продолжительность «игры».

В то же время такая оценка «игры» является в достаточной степени субъективной, что может стать причиной разногласий, и даже судебных споров, если из-за слабой «игры» в бокале будет забракована вся партия напитка. В связи с чем результаты визуальной оценки игристых свойств желательно подкреплять данными, полученными с помощью инструментальных методов анализа.

Существует несколько методов определения игристых свойств напитков. В частности, известен предложенный Е.М. Козенко и А.А. Мержанианом метод оценки игристых свойств, основанный на исследовании кинетики десорбции CO_2 из напитка, для чего с помощью специальной установки фиксируется объём выделившегося за определённое время диоксида углерода и с помощью самописца строится график процесса «игры» и проводятся расчёты, используя полученные данные в точках, когда выделится $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ содержащегося в пробе CO_2 и произойдёт его полное

Таблица 1. Требования к типичным свойствам напитков, насыщенных CO_2
Table 1. Requirements for typical properties of beverages saturated with CO_2

Напиток	Нормативный документ	Характеристика игристых и пенистых свойств
Вода питьевая газированная	ГОСТ 32220-2013	–
Вода минеральная природная питьевая	ГОСТ Р 54316-2020	–
Напиток безалкогольный газированный	ГОСТ 28188-2014	–
Напиток слабоалкогольный газированный	ГОСТ Р 52700-2018	–
Квас	ГОСТ 31494-2012	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных продукту.
Пиво	ГОСТ 31711-2012	Прозрачная пенящаяся жидкость без осадка и посторонних включений, не свойственных пиву. Высота пены - не менее 40 мм, пеностойкость - не менее 3 мин.
Сидр	ГОСТ Р 58011-2017	При наливе в бокал традиционного сидра, насыщенного двуокисью углерода, должна образовываться пена с выделением пузырьков двуокиси углерода
Пуаре	ГОСТ Р 58010-2017	При наливе в бокал традиционного пуаре, насыщенного двуокисью углерода, должна образовываться пена с выделением пузырьков двуокиси углерода
Винные напитки газированные	ГОСТ 31729-2015	При наливе в бокал винного напитка, насыщенного двуокисью углерода, должна образовываться пена с выделением пузырьков двуокиси углерода
Вино газированное	ГОСТ Р 52558-2006	При наливе газированных и газированных жемчужных вин в бокал должна образовываться характерная пена с выделением пузырьков двуокиси углерода
Вино игристое	ГОСТ 33336-2015	При наливе вина в бокал должна образовываться пена и происходить выделение пузырьков двуокиси углерода

выделение [6].

Е.В. Посмитным (КубГТУ) разработана экспериментальная установка (информационно-измерительная система, состоящая из программной и аппаратной части), позволяющая в автоматическом режиме регистрировать динамику выделения CO_2 в процессе его кавитационной десорбции из вина при открывании бутылки [7]. Мишин М.В. и Таланян О.Р. предложили в автоматическом режиме с помощью программно-аппаратного комплекса определять уровень избыточного давления в бутылке и показатель игристых свойств вин, насыщенных диоксидом углерода [8, 9].

Лабораторией игристых вин института «Магарач» был разработан метод определения игристых свойств напитков, основанный на измерении динамики десорбции CO_2 из пробы вина, который лег в основу стандарта организации (СТО 01586301.022–2019) и был защищен патентом РФ [10]. Ранее с помощью подобной методики исследовались игристые свойства вин, насыщенных диоксидом углерода различными способами [11], а также молодых игристых вин, полу-

ченных с использованием различных штаммов дрожжей и дикой микрофлоры [12-14]. Кроме того, был предложен показатель, более полно характеризующий игристые свойства напитков [15].

Вместе с тем, анализ игристых свойств корректнее проводить в стандартном дегустационном бокале, поскольку и профессиональный дегустатор, и потребитель судят о типичных свойствах напитка, наблюдая за десорбцией CO_2 из бокала, а не из бутылки или пробирки. В то же время следует отметить, что «игра» в бокале может зависеть от многих факторов. Например, в работе В. Fabien и сопр. [16] было показано, что форма бокала существенно влияет на процесс игры. В частности, в вине, налитом в тюльпанообразный бокал INAO в течение первых 10 минут теряется 34% от первоначальной концентрации растворенного CO_2 , а из вина, налитого в бокал типа «флейта» (flute), – 58%. Кроме того, было установлено, что скорость молекул CO_2 , выделяющихся из перенасыщенной жидкой среды, была выше в стакане с узкой формой и большей высотой заполнения [17]. В другом исследовании было показано, что в течение первых 10 мин после налива вина десорбция CO_2 из напитка в бокале типа «купе» (coupe) происходит быстрее, чем в бокале типа «флейта» (flute) [18]. Кроме того, некоторые производители бокалов для шампанского наносят на дно бокала вокруг оси симметрии специальную гравировку в виде точек, благодаря чему «игра» становится более интенсивной и визуально привлекательной [19, 20]. Также, следует учитывать, что десорбция диоксида углерода из вина в основном протекает двумя путями. Помимо механизма образования пузырьков на центрах кавитации (микротрещинах и сколах стекла на внутренней поверхности бокала, а также микропузырьках воздуха, содержащихся внутри целлюлозных волокон [21, 22], попадающих внутрь бокала при его протирании или в виде пылинок), протекает невидимый процесс диффузии через границу раздела воздух/игристое вино [23].

В значительной мере на процесс десорбции влияет и температура подачи напитка [24, 25]. Чем выше температура, тем быстрее протекает десорбция CO_2 .

Целью работы являлось дальнейшее совершенствование метода определения игристых свойств напитков, его унификация за счёт использования стандартной дегустационной посуды.

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследований были выбраны методики оценки игристых свойств напитков, дегустационные бокалы (тюльпанообразный и «флейта»), образцы напитков, содержащих диоксид углерода: квас ржаной фильтрованный, пастеризованный, натурального брожения (ГОСТ 31494-2012), сидр традиционный, фильтрованный полусладкий, насыщенный диоксидом углерода (ГОСТ Р 58011-2017), пиво светлое пастеризованное (ГОСТ 31711-2012), напиток винный газированный белый полусладкий (ГОСТ 31729-2015), вино игристое белое экстрабрют и вино игристое красное экстрабрют (ГОСТ 33336-2015). Анализ игристых свойств осуществляли путём проведения измерения динамики десорбции диокси-

да углерода при комнатной температуре с помощью взвешивания бокала с напитком сразу после его заполнения через равные промежутки времени (интервал 1 мин., в течение 60 мин.) на лабораторных весах высокого класса точности. Модификация метода по сравнению с ранее применявшимися [10, 11] заключается в том, что измерения проводятся непосредственно в стандартизированной дегустационной посуде, а не в пробирке или бутылках, форма и объём которых может меняться по желанию производителя. Исходное содержание CO_2 в пробе определяли по разности веса бокала с напитком сразу после налива и после полной дегазации образца с помощью воздействия ультразвука. Расчёт коэффициента игристых свойств осуществляли по формуле:

$$K = \frac{C}{V},$$

где C – содержание CO_2 в пробе, г, V – скорость десорбции в диапазоне времени от 0 до 60 мин., г/мин. [10].

Измерения проводили в 3-5 повторностях (при $p=0,05$), полученные данные обрабатывались с помощью методов математической статистики с использованием программного обеспечения MS Office Excel.

Результаты и их обсуждение

На первом этапе работы определяли оптимальный объём пробы, необходимый для визуальной и инструментальной оценки игристых свойств, поскольку, согласно действующего ГОСТ 32051-2013, рекомендуемый объём лежит в достаточно широком диапазоне ($35-70 \text{ см}^3$). В три одинаковых бокала было налито соответственно 35 см^3 , 50 см^3 и 70 см^3 игристого вина. Было установлено, что для тюльпанообразного бо-



Рис. 1. Бокал с напитком: а – «тюльпан»; б – «флейта»
Fig. 1. A glass with a drink: a – tulip; b – flute

кала 35 см³ напитка недостаточно для корректной визуальной оценки игристых свойств, поскольку высота столба жидкости была слишком маленькой, в связи с чем трудно было увидеть образование характерных цепочек из мелких пузырьков. С другой стороны, для бокала типа «флейта» объём 70 см³ вина имел большую высоту столба жидкости, близкую к краю бокала, и существовала большая вероятность потери части напитка в виде брызг при лопании пузырьков, что могло бы исказить результаты измерений.

В итоге в качестве оптимального был выбран средний объём пробы 50 см³. При таком количестве образца граница раздела фаз жидкость/воздух находится в самой широкой части тюльпанообразного бокала и чуть ниже середины условного перевернутого конуса бокала «флейты» (рис. 1).

В ходе проведения последовательных измерений динамики десорбции CO₂ из одного и того же бокала типа «флейта» одного и того же образца игристого вина, налитого сначала в объёме 50 см³, а затем 70 см³, было установлено, что скорость десорбции диоксида углерода была выше там, где объём пробы был больше (рис. 2, табл. 2, представлены средние значения). Это можно объяснить увеличением общего содержания CO₂ в пробе и большей площадью поверхности вина, через которую выделялся газ. В то же время следует заметить, что общее содержание CO₂ в пробе увеличивалось не пропорционально объёму налитой пробы, поскольку второй анализ проводился в том же бокале (спустя 1 ч сразу после первого анализа) уже не из полной бутылки и образец был частично дегазирован.

Затем определяли, как на результаты анализа одного и того же образца игристого вина, налитого в одном и том же объёме, но сделанного в разное время, влияет налив вина в бокал из полной и неполной бутылки. Интервал между измерениями составлял 2 ч, объём оставшегося вина в бутылке (0,75 дм³) составлял 0,50 дм³.

Результаты представлены на рис. 3 и в табл.3.

Согласно полученным данным, скорость десорбции диоксида углерода из пробы игристого вина, налитого в бокал из полной бутылки, была больше, чем скорость десорбции CO₂ из пробы этого же игристого вина, но налитого в бокал позднее (через 2 ч) из неполной бутылки. Однако несмотря на это, в целом игристые свойства образца, налитого из неполной бутылки были хуже, коэффициент игристых свойств был меньше. Связано это было с частичной дегазацией пробы игристого вина, находившегося в неполной бутылке.

Затем определяли, как форма бокала влияет на игристые свойства напитка. Для этого 50 см³ од-

Таблица 2. Показатели игристых свойств проб игристого вина разного объёма

Table 2. Indicators of sparkling properties of sparkling wine samples of different volumes

Тип бокала	Объём пробы, см ³	Содержание CO ₂ в пробе, г	Площадь поверхности вина, см ²	Скорость десорбции CO ₂ на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO ₂ , °	Коэффициент игристых свойств
флейта	50	0,492	19,6	4,983	0,2855	98,7
флейта	70	0,533	21,2	5,367	0,3075	99,3

Таблица 3. Показатели игристых свойств проб игристого вина, взятых из бутылки разной степени заполнения, из бокала типа «тюльпан»

Table 3. Indicators of sparkling properties of sparkling wine samples taken from bottles of varying filling degree, from a tulip-type glass

Степень заполнения бутылки	Содержание CO ₂ в пробе, г	Площадь поверхности вина, см ²	Скорость десорбции CO ₂ на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO ₂ , °	Коэффициент игристых свойств
полная	0,476	34,2	5,550	0,3180	85,8
неполная	0,279	34,2	3,433	0,1967	81,3

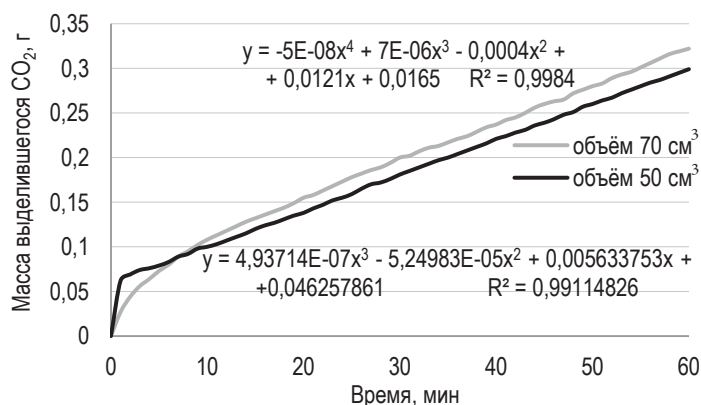


Рис. 2. Динамика десорбции диоксида углерода из проб игристого вина разного объёма

Fig. 2. Dynamics of carbon dioxide desorption from sparkling wine samples of different volumes

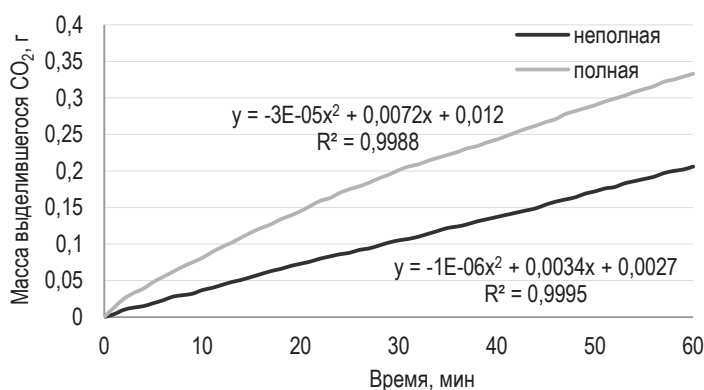


Рис. 3. Динамика десорбции диоксида углерода из проб игристого вина, взятых из бутылки разной степени заполнения, из бокала типа «тюльпан»

Fig. 3. Dynamics of carbon dioxide desorption of sparkling wine samples taken from bottles of varying filling degree, from a tulip-type glass

ного и того же образца наливали сразу и в бокал «флейта» и в тюльпанообразный бокал и проводили измерения. На рис. 4 и в табл. 4 представлены результаты для белого игристого вина.

На рис. 5 и в табл. 5 представлены результаты для красного игристого вина.

Исходя из полученных данных, можно заключить, содержание диоксида углерода в обоих бокалах и для белого и для красного игристого вина было близким, небольшая разница в содержании объясняется очередностью наполнения бокалов: та проба, в которой содержалось меньше CO_2 , наливалась в бокал последней. Для белого игристого вина выделение CO_2 в первые 10 мин. проходило более интенсивно в бокале типа «флейта», затем десорбция CO_2 интенсивнее протекала в бокале типа «тюльпан», а к концу измерений снова интенсивней шел процесс в бокале типа «флейта». Данную ситуацию можно объяснить тем, что в начале процесса, когда концентрация CO_2 в пробе была достаточно высока, преобладал эффект усиления десорбции за счёт более продолжительного конвективного потока, образующегося в бокале типа «флейта» и идущего из вершины перевернутого конуса к поверхности раздела фаз вино/воздух. По прошествии 10 мин., когда концентрация CO_2 в пробе уже снижалась, начинал усиливаться фактор диффузии через границу раздела игристое вино/воздух. Поскольку площадь поверхности вина в бокале «тюльпан» была больше, чем в бокале «флейта» (34,2 см² и 19,6 см², соответственно), следовательно, и потеря CO_2 в результате процесса диффузии также была больше в бокале «тюльпан». Для красного игристого кривые десорбции начали расходиться с первой минуты процесса и эффекта усиления конвективного потока на начальном этапе процесса десорбции CO_2 не наблюдалось.

В целом, скорости десорбции CO_2 и углы наклона кривых десорбции CO_2 для белого игристого вина были близкими, а для красного игристого были меньше у образца, находившегося в бокале типа «флейта». Коэффициенты игристых свойств для образцов, находившихся в бокале типа «флейта», были выше, чем для таких же образцов, находившихся в бокале типа «тюльпан». Физический смысл этого коэффициента буквально означает время, которое потребуется, чтобы весь диоксид углерода, содержащийся в пробе, при установленной скорости десорбции выделился из напитка.

В связи с этим, для проведения сравнительных анализов различных образцов напитков необходимо использовать один и тот же бокал, в который необходимо наливать один и тот же объём пробы (50 см³) из полной, только что открытой бутылки.

С помощью усовершенствованной методики был проведен сравнительный анализ игристых

Таблица 4. Показатели игристых свойств белого игристого вина в бокалах разной формы

Table 4. Indicators of sparkling properties of white sparkling wine in different shaped glasses

Тип бокала	Содержание CO_2 в пробе, г	Площадь поверхности вина, см ²	Скорость десорбции CO_2 на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO_2 , °	Коэффициент игристых свойств
флейта	0,492	19,6	4,983	0,2855	98,7
тюльпан	0,433	34,2	4,800	0,3075	90,2

Таблица 5. Показатели игристых свойств красного игристого вина в бокалах разной формы

Table 5. Indicators of sparkling properties of red sparkling wine in different shaped glasses

Тип бокала	Содержание CO_2 в пробе, г	Площадь поверхности вина, см ²	Скорость десорбции CO_2 на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO_2 , °	Коэффициент игристых свойств
флейта	0,470	19,6	4,933	0,2827	95,3
тюльпан	0,476	34,2	5,550	0,3180	85,8

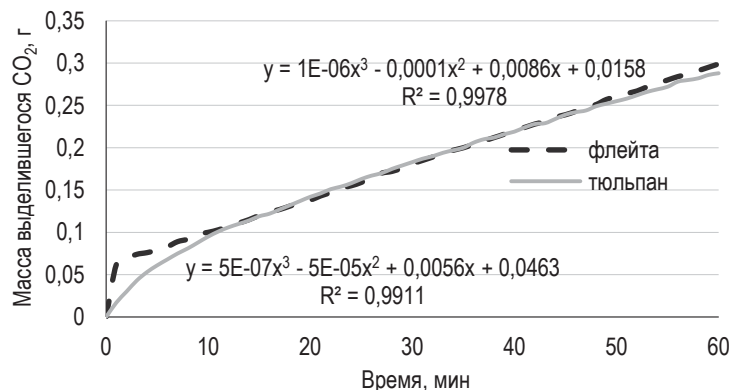


Рис. 4. Динамика десорбции диоксида углерода из белого игристого вина в бокалах разной формы

Fig. 4. Dynamics of carbon dioxide desorption from white sparkling wine in different shaped glasses

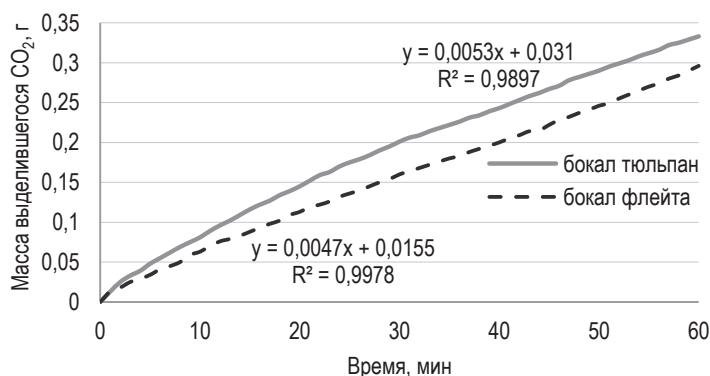


Рис. 5. Динамика десорбции диоксида углерода из красного игристого вина в бокалах разной формы

Fig. 5. Dynamics of carbon dioxide desorption from red sparkling wine in different shaped glasses

Таблица 6. Показатели игристых свойств различных напитков в тюльпанообразном бокале**Table 6.** Indicators of sparkling properties of various drinks in a tulip-shaped glass

Напиток	Содержание CO ₂ в пробе, г	Объёмная доля, % этанола	Скорость десорбции CO ₂ на отрезке времени (0-60 мин.), мг/мин.	Угол наклона кривой десорбции CO ₂ , °	Коэффициент игристых свойств
Квас	0,460	1,2	4,933	0,2826	93,2
Пиво	0,501	4,2	5,483	0,3142	91,4
Сидр	0,416	6,0	4,617	0,2645	90,1
Газированный винный напиток	0,474	8,0	5,633	0,3228	84,1
Игристое вино	0,433	12,5	4,800	0,2750	90,2

свойств различных напитков. Результаты представлены в табл. 6.

Согласно полученным данным минимальные скорость и угол наклона кривой десорбции CO₂ наблюдалась у сидра и игристого вина, а максимальные – у газированного винного напитка. В то же время самый большой коэффициент игристых свойств установлен для кваса и пива, а самый минимальный – у газированного винного напитка. Это можно объяснить тем, что все исследуемые напитки, за исключением газированного винного напитка насыщались, в основном, диоксидом углерода естественного происхождения, образуемым в процессе брожения. Вместе с тем, коэффициент растворимости CO₂ существенно зависит от концентрации спирта и сахара в напитках [6]. Поскольку из исследуемых напитков наименьшая спиртуозность была у кваса (не более 1,2%), следовательно и коэффициент растворимости CO₂ у него был наибольший. А это значит, что данный напиток из всех исследуемых при комнатной температуре и нормальном атмосферном давлении способен удерживать наибольшее количество CO₂. Если не брать в расчет газированный винный напиток, то для всех остальных напитков существует довольно высокая обратная корреляция между показателем игристых свойств и концентрацией этанола ($k=-0,792$).

Выводы

Предложена усовершенствованная методика определения игристых свойств напитков, которая заключается в измерении при комнатной температуре веса стандартного дегустационного бокала с напитком сразу после его заполнения из открытой непосредственно перед измерением бутылки через равные промежутки времени в течение 1 часа на лабораторных весах высокого класса точности. Оптимальный объём пробы для проведения анализа составляет 50 см³. При сравнении стандартного тюльпанообразного бокала с бокалом типа «флейта» (flute) было установлено, что игристые свойства напитков лучше проявляются в бокале типа «флейта», в то же время тюльпанообразный бокал является стандартным и широко распространенным, что способствует возможности широкого использования предлагаемой методики. Самый большой коэффициент игристых

свойств установлен для кваса и пива, а самый минимальный – у газированного винного напитка. Выявлена высокая обратная корреляция между показателем игристых свойств и концентрацией этанола ($k=-0,792$).

Исследования в данном направлении планируется продолжить.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № 0833-2019-0014.

Financing source

The work was conducted under public assignment No 0833-2019-0014.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы

1. Marchal R., Rondot S., Thuillier B. Influence du gaz carbonique et des conditions de service sur la perception sensorielle d'un vin effervescent. *Revue francaise d'oenologie*. 2011;246:27-31.
2. Liger-Belair G., Beaumont F., Bourget M., Pron H., Parvite B., Zeninari V., Polidori G., Cilindre C. Carbon dioxide and ethanol release from champagne glasses, under standard tasting conditions. *Adv. Food Nutr. Res.* 2012;67:289-340. DOI: 10.1016/B978-0-12-394598-3.00007-1.
3. Pozo-Bayon M.A., Santos M., Martin-Alvarez P.J., & Reineccius G. Influence of carbonation on aroma release from liquid systems using an artificial throat and a proton transfer reaction-mass spectrometric technique (PTR-MS). *Flavour and Fragrance Journal*. 2009;24(5):226-235.
4. Chandrashekar J., Yarmolinsky D., Von Buchholtz L., Oka Yu., Sly W., J. P. Ryba N., and S. Zuker Ch. The Taste of Carbonation. *SCIENCE*. 2009;326(5951):443-445. DOI: 10.1126/science.1174601.
5. Moritaka H., Kitade M., Sawamura Sh., Takihara T., Awano I., Ono T., Tamine K., Hori K. Effect of carbon dioxide in carbonated drinks on linguapalatal swallowing pressure. *Chemical Senses*. 2014;39(2):133-142. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjt062>.
6. Мержаниан А.А. Физико-химия игристых вин. Мержаниан. – М.: Пищевая промышленность, 1979:1-271.
7. Посмитный Е.В. Автоматизация распознавания газированных и игристых вин / Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2005;12:13-28.
8. Мишин М.В., Таланян О.Р. Новые методы оценки игристых свойств // Виноделие и виноградарство. 2013;3:12-13.
9. Мишин М.В., Таланян О.Р. Оценка шампанских качеств игристых вин // Научные труды КубГТУ. 2015;8:1-5.
10. Патент № 2760945 С1 Российская Федерация, МПК G01N 33/14, C12G 1/00. Способ определения игристых свойств напитков, насыщенных двуокисью углерода: № 2021109379: заявл. 05.04.2021: опубл. 01.12.2021 / А. С. Макаров, И. П. Лутков; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магараç» РАН.
11. Макаров А.С., Лутков И.П., Пескова И.В. Исследование игристых свойств напитков // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2016;42(06):155-163.

12. Lutkov I. Using the microflora of grapes for the production of young sparkling wines. E3s Web of Conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021), Krasnodar, Russia, 24–26.05.2021: EDP Sciences, 2021;05015. DOI 10.1051/e3sconf/202128505015.
 13. Makarov A.S., Lutkov I.P. Yeast race effect on the quality of base and young sparkling wines. Foods and Raw Materials. 2021;9(2):290-301. DOI 10.21603/2308-4057-2021-2-290-301.
 14. Лутков И.П., Ермолин Д.В., Задорожная Д.С., Луткова Н.Ю. Перспективные расы дрожжей для молодых игристых вин с мускатным ароматом. Техника и технология пищевых производств. 2021;51(2):312-322. DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-312-322.
 15. Лутков И.П. Некоторые подходы к оценке типичных свойств игристых вин. Виноградарство и виноделие. Сб. науч. тр. ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач». 2020;49:232-236.
 16. Fabien B., Clara C., Ellie A., Marjorie M., Guillaume P. The Role of Glass Shapes on the Release of Dissolved CO₂ in Effervescent Wine. Current Research in Nutrition and Food Science. 2019;7(1):227-235. DOI: 10.12944/CRNFSJ.7.1.22.
 17. Beaumont F., Liger-Belair G., Polidori G. Unsteady evolution of the two-phase flow in sparkling wine tasting and the subsequent role of glass shape. Experiments in Fluids. 2019;60(7):1-7.
 18. Liger-Belair G., Villaume S., Cilindre C., Polidori G., Jeandet P. CO₂ volume fluxes outgassing from champagne glasses in tasting conditions: flute versus coupe. Journal of agricultural and food chemistry. 2009; 57: 4939-4947. DOI: 10.1021/jf900804j.
 19. Liger-Belair G., Religieux J.B., Fohanno S., Vialatte M.A., Jeandet Ph. and Polidori G. Visualization of Mixing Flow Phenomena in Champagne Glasses under Various Glass-Shape and Engraving Conditions. J. Agric. Food Chem. 2007;55(3):882-888. <https://doi.org/10.1021/jf062973+>.
 20. Polidori G., Beaumont F., Jeandet P. et al. Visualization of swirling flows in champagne glasses. J Vis 2008;11:184. <https://doi.org/10.1007/BF03181703>
 21. Liger-Belair G., Parmentier M., Jeandet P. Modeling the Kinetics of Bubble Nucleation in Champagne and Carbonated Beverages. J. Phys. Chem. 2006;110:21145-21151. <https://doi.org/10.1021/jp0640427>.
 22. Polidori G., Jeandet P. and Liger-Belair G. Bubbles and flow patterns in champagne. American Scientist. 2009;97:294-301.
 23. Pron H., Caron D., Beaumont F., Liger-Belair G., Polidori G. Dynamic-tracking desorption of CO₂ in Champagne wine using infrared thermography J Vis. 2010;13:181-182. DOI 10.1007/s12650-010-0040-3.
 24. Liger-Belair G., Bourget M., Villaume S., Jeandet Ph., Pron H., and Polidori G. On the Losses of Dissolved CO₂ during Champagne Serving. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010;58(15):8768-8775. DOI: 10.1021/jf101239w.
 25. Liger-Belair G., Villaume S., Cilindre C. and Jeandet Ph. Kinetics of CO₂ Fluxes Outgassing from Champagne Glasses in Tasting Conditions: The Role of Temperature J. Agric. Food Chem. 2009;57:5. <https://doi.org/10.1021/jf803278b>.
- References**
1. Marchal R., Rondot S., Thuillier B. Influence du gaz carbonique et des conditions de service sur la perception sensorielle d'un vin effervescent. Revue française d'oenologie. 2011;246:27-31.
 2. Liger-Belair G., Beaumont F., Bourget M., Pron H., Parvite B., Zeninari V., Polidori G., Cilindre C. Carbon dioxide and ethanol release from champagne glasses, under standard tasting conditions. Adv. Food Nutr. Res. 2012;67:289-340. DOI: 10.1016/B978-0-12-394598-3.00007-1.
 3. Pozo-Bayon M.A., Santos M., Martin-Alvarez P.J., & Reineccius G. Influence of carbonation on aroma release from liquid systems using an artificial throat and a proton transfer reaction-mass spectrometric technique (PTR-MS). Flavour and Fragrance Journal. 2009;24(5):226-233.
 4. Chandrashekar J., Yarmolinsky D., Von Buchholtz L., Oka Yu., Sly W., J. P. Ryba N., and S. Zuker Ch. The Taste of Carbonation. SCIENCE. 2009;326(5951):443-445. DOI: 10.1126/science.1174601.
 5. Moritaka H., Kitade M., Sawamura Sh., Takihara T., Awano I., Ono T., Tamine K., Hori K. Effect of carbon dioxide in carbonated drinks on linguapalatal swallowing pressure. Chemical Senses. 2014;39(2):133-142. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjt062>.
 6. Merzhanian A.A. Physico-chemistry of sparkling wines. M.: Food industry, 1979:1-271 (in Russian).
 7. Posmitny E.V. Automation of recognition of carbonated and sparkling wines. Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University. 2005;12:13-28 (in Russian).
 8. Mishin M.V., Talanyan O.R. New methods for assessing sparkling properties. Winemaking and viticulture. 2013;3:12-13 (in Russian).
 9. Mishin M.V., Talanyan O.R. Evaluation of champagne qualities of sparkling wines. Scientific works of KubSTU. 2015;8:1-5 (in Russian).
 10. Patent No. 2760945 C1 Russian Federation, IPC G01N 33/14, C12G 1/00. Method for determining the sparkling properties of beverages saturated with carbon dioxide: No. 2021109379 : application 05.04.2021: publ. 01.12.2021. A. S. Makarov, I. P. Lutkov; applicant Federal State Budgetary Institution of Science All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking "Magarach" RAS (in Russian).
 11. Makarov A.S., Lutkov I.P., Peskova I.V. Investigation of sparkling properties of beverages. Fruit growing and viticulture of the South of Russia. 2016;42(06):155-163 (in Russian).
 12. Lutkov I. Using the microflora of grapes for the production of young sparkling wines. E3s Web of Conferences: International Conference on Advances in Agrobusiness and Biotechnology Research (ABR 2021), Krasnodar, Russia, 24–26.05.2021: EDP Sciences, 2021;05015. DOI 10.1051/e3sconf/202128505015.
 13. Makarov A.S., Lutkov I.P. Yeast race effect on the quality of base and young sparkling wines. Foods and Raw Materials. 2021;9(2):290-301. DOI 10.21603/2308-4057-2021-2-290-301.
 14. Lutkov I.P., Ermolin D.V., Zadorozhnaya D.S., Lutkova N.Yu. Perspective Yeast Races for Young Sparkling Wines with a Muscat Aroma. Food Processing: Techniques and Technology. 2021;51(2):312-322. DOI 10.21603/2074-9414-2021-2-312-322 (in Russian).
 15. Lutkov I.P. Some approaches to assessing the typical properties of sparkling wines. Viticulture and Winemaking. Collection of scientific works FSBSI Magarch. 2020;49:232-236 (in Russian).
 16. Fabien B., Clara C., Ellie A., Marjorie M., Guillaume P. The Role of Glass Shapes on the Release of Dissolved CO₂ in Effervescent Wine. Current Research in Nutrition and Food Science. 2019;7(1):227-235. DOI: 10.12944/CRNFSJ.7.1.22.
 17. Beaumont F., Liger-Belair G., Polidori G. Unsteady evolution of the two-phase flow in sparkling wine tasting and

- the subsequent role of glass shape. *Experiments in Fluids*. 2019;60(7):1-7.
18. Liger-Belair G., Villaume S., Cilindre C., Polidori G., Jeandet P. CO₂ volume fluxes outgassing from champagne glasses in tasting conditions: flute versus coupe. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2009; 57: 4939-4947. DOI: 10.1021/jf900804j.
19. Liger-Belair G., Religieux J.B., Fohanno S., Vialatte M.A., Jeandet Ph. and Polidori G. Visualization of Mixing Flow Phenomena in Champagne Glasses under Various Glass-Shape and Engraving Conditions. *J. Agric. Food Chem.* 2007;55(3):882-888. <https://doi.org/10.1021/jf062973+>.
20. Polidori G., Beaumont F., Jeandet P. et al. Visualization of swirling flows in champagne glasses. *J Vis* 2008;11:184. <https://doi.org/10.1007/BF03181703>
21. Liger-Belair G., Parmentier M., Jeandet P. Modeling the Kinetics of Bubble Nucleation in Champagne and Carbonated Beverages. *J. Phys. Chem.* 2006;110:21145-21151. <https://doi.org/10.1021/jp0640427>.
22. Polidori G., Jeandet P. and Liger-Belair G. Bubbles and flow patterns in champagne. *American Scientist*. 2009;97:294-301.
23. Pron H., Caron D., Beaumont F., Liger-Belair G., Polidori G. Dynamic-tracking desorption of CO₂ in Champagne wine using infrared thermography *J Vis*. 2010;13:181-182. DOI 10.1007/s12650-010-0040-3.
24. Liger-Belair G., Bourget M., Villaume S., Jeandet Ph., Pron H., and Polidori G. On the Losses of Dissolved CO₂ during Champagne Serving. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010;58(15):8768-8775. DOI: 10.1021/jf101239w.
25. Liger-Belair G., Villaume S., Cilindre C. and Jeandet Ph. Kinetics of CO₂ Fluxes Outgassing from Champagne Glasses in Tasting Conditions: The Role of Temperature *J. Agric. Food Chem.* 2009;57:5. <https://doi.org/10.1021/jf803278b>.

Информация об авторе

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

Information about author

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

Статья поступила в редакцию 09.02.2022, одобрена после рецензии 02.03.2022, принята к публикации 10.03.2022