

Роль буферной емкости в системе идентификации разбавления вин водой

Виктория Григорьевна Гержилова, д-р техн. наук, проф., гл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, hv26@mail.ru; Надежда Станиславовна Аникина, д-р техн. наук, начальник лаборатории химии и биохимии вина, hv26@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5282-3426>;

Дмитрий Юрьевич Погорелов, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, pogdmi@ro.ru, <http://orcid.org/0000-0001-6388-9706>;

Марианна Вадимовна Ермихина, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, mariannaermikhina@mail.ru;

Лилия Анатольевна Михеева, мл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, lili_mih@ro.ru;

Антонина Валерьевна Весютова, канд. техн. наук, науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, foxt.80@mail.ru;

Ольга Викторовна Рябинина, мл. науч. сотр. лаборатории химии и биохимии вина, olgar@list.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5078-4515>

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

Результаты исследований последних лет показывают, что внесение воды в сусло или вино нарушает баланс ионов, изменяет значения физико-химических, органолептических и интегральных показателей. Одним из наиболее важных показателей, позволяющих установить добавку воды, является буферная емкость вина (БЕ). Буферная емкость вина представляет собой его способность противостоять изменениям pH после добавления сильной кислоты или основания. Сила кислоты характеризуется константой диссоциации. Её отрицательный логарифм рКа означает значение pH, при котором соотношение недиссоциированной и диссоциированной по I ступени форм кислоты составляет 1:1. Нами модифицирован метод определения буферной емкости, основанный на результатах ацидиметрического (БЕК) и алкалиметрического (БЕЩ) титрования вина, с помощью которого можно оценить степень диссоциации органических кислот, соотношение их молекулярных и ионизированных форм, состояние ионов металлов, способность регулировать скорость химических реакций окисления и восстановления. В работе были использованы подлинныи сухие белые и красные виноматериалы, полученные в условиях микровиноделия и производства в сезоны виноделия 2017–2018 гг. из винограда сортов Алиготе, Шардоне, Совиньон зеленый, Кокур белый, Каберне-Совиньон, Мерло, Санджовезе. Для изучения влияния разбавления виноматериалов водопроводной водой проводили ее добавку в количестве 10–70 %. Объем выборки составил 151 образец. Разбавление вина водой – это смешивание двух систем, одна из которых (вино) представляет собой раствор, содержащий органические кислоты и их кислые соли, обладающий pH и буферностью. Вода содержит соли жесткости, обуславливающие ее pH, но не обладает буферностью, соизмеримой по величине с той, которая встречается в винопродукции. Изучены некоторые характеристики смеси вина и воды: значение соотношений кислотной и щелочной составляющих буферной емкости, при которых буферные свойства системы меняют свой характер, что соответствует 70 % разбавлению; описаны математические модели процесса внесения воды в вино, позволяющие определить значения в любой точке разбавления, в том числе в контроле. Систематизация всей выборки позволила разделить образцы на два кластера, детерминирующие подлинныи и разбавленные вина по показателю буферных свойств (ПБС), установлены значения показателя буферных свойств системы для подлинных (50–80) и разбавленных (80–100) вин.

Ключевые слова: показатель буферных свойств вина; столовые белые и красные виноматериалы и вина; pH; катионы; анионы; ацидиметрическое титрование; алкалиметрическое титрование.

Как цитировать эту статью:

Гержилова В.Г., Аникина Н.С., Погорелов Д.Ю., Ермихина М.В., Михеева Л.А., Весютова А.В., Рябинина О.В. Роль буферной емкости в системе идентификации разбавления вин водой // «Магарач». Виноградарство и виноделие, 2019; 21(2). С.153–157. DOI 10.35547/IM.2019.21.2.015

How to cite this article:

Gerzhikova V.G., Anikina N.S., Pogorelov D.Yu., Ermikhina M.V., Mikheyeva L.A., Vesjutova A.V., Riabinina O.V. The role of buffering capacity in identification of wine dilution with water. Magarach. Viticulture and Winemaking, 2019; 21(2). pp. 153–157. DOI 10.35547/IM.2019.21.2.015

УДК 663.221/.222:54-45/.061:543.241/.257

Поступила 14.05.2019

Принята к публикации 16.05.2019

© Авторы, 2019

ORIGINAL ARTICLE

The role of buffering capacity in identification of wine dilution with water

Viktoriya Grigoryevna Gerzhikova, Nadezhda Stanislavovna Anikina, Dmitry Yurievich Pogorelov, Marianna Vadimovna Ermikhina, Lilia Anatolyevna Mikheyeva, Antonina Valerievna Vesjutova, Olga Viktorovna Riabinina

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of RAS, 31 Kirova Street, 298600 Yalta, Republic of Crimea, Russia

Studies of recent years demonstrate that introduction of water into must or wine upsets the balance of ions, changes the values of physico-chemical, organoleptic and integral indicators. One of the most important indicators to establish the addition of water is the buffering capacity of wine (BC). Buffering capacity of wine is its ability to resist changes in pH after addition of a strong acid or base. Acid strength is characterized by dissociation constant. Its negative pKa logarithm means pH value at which the non-dissociated and dissociated by stage I acid forms ratio is 1:1. We have modified the method for buffer capacity determination based on acidimetric and alkalimetric wine titration results, which can be used to assess organic acids dissociation degree, the ratio between their molecular and ionized forms, the state of metal ions, the ability to control the chemical oxidation reactions and recovery rate. In our work we used genuine dry white and red base wines obtained in conditions of micro-winemaking and production during the wine-making seasons of 2017–2018 from grapevine cultivars 'Aligote', 'Chardonnay', 'Sauvignon verde', 'Kokur Belyi', 'Cabernet Sauvignon', 'Merlot', 'Sangiovese'. To study the effect of base wines dilution with tap water, it was added in the amount of 10–70%. The sample size made 151 samples. Dilution of wine with water is the mixing of two systems, one of which (wine) is a solution containing organic acids and their acid salts, possessing a pH and buffering capacity. Water contains hardness salts that determine its pH, but does not possess buffering capacity comparable in quantity to that found in wine products. Certain characteristics of wine-water mixture were studied: the ratio between the acidic and alkaline components of the buffering capacity at which the buffering properties of the system change their nature, which corresponds to 70% dilution; mathematical models of the process of water introduction into wine were described, allowing to determine the values at any point of dilution, including the control. The entire sample systematization allowed dividing samples into two clusters, determining genuine and diluted wines by buffering property index (PBI); the system buffering property values for genuine (50–80) and diluted (80–100) wines were established.

Key words: wine buffering property indicator; table white and red base wines and wines; pH; cations; anions; acidimetric titration; alkalimetric titration.

Интеграционные процессы, проходящие в экономике Российской Федерации, выдвигают более жесткие требования к контролю качества и безопасности винодельческой продукции. Недобросовестные производители применяют запрещенные добавки и приемы, которые представляют угрозу экономическим интересам страны. Международная организация винограда и вина (MOBB) вводит нормы для ряда компонентов, связанные с качеством и безопасностью вин, представленные в «Компендиуме международных методов анализа вкуса и вина», который является основой научной, правовой и практической деятельности в виноделии [1].

Одним из способов подделки винопродукции является разбавление виноматериалов водой [2]. Результаты исследований последних лет свидетельствуют о том, что внесение воды в сусло или вино нарушает баланс катионов и анионов, изменяет значение физико-химических, органолептических и интегральных показателей [3-5]. Одним из показателей описания физико-химического состава винопродукции является буферная емкость, зависящая от степени диссоциации органических кислот, соотношения их молекулярных и ионизированных форм, состояния ионов металлов и влияющая на способность вина сопротивляться сдвигу pH, технологическое действие диоксида серы и сорбиновой кислоты при обработке, регулировку скорости химических реакций окисления и восстановления [6].

Буферной емкостью характеризуются вина, способные противостоять изменениям значению pH после добавления сильной кислоты или основания. Основными буферными соединениями в вине являются органические кислоты и их кислые соли. Вино с большим значением буферности характеризуется и более высоким их содержанием [6, 7]. В современной отечественной и зарубежной литературе разделяют термины «сумма кислот» и «титруемая кислотность», первый из которых относится к количеству недиссоциированных и диссоциированных форм органических кислот вина, которое может быть определено путем оценки и математического суммирования результатов, полученных с использованием методов ВЭЖХ [8, 9]. Титруемая кислотность, как правило, представлена суммой свободных протонов и кислотных групп недиссоциированных органических кислот, которые могут быть оттитрованы щелочью, то есть $[H]^+$ и $[COOH]^-$. Практика определения содержания титруемых кислот основана на реакции нейтрализации вина щелочью до значения pH 7,0 (ЕЭС) и pH 8,2 (США). Водородный показатель pH представляет собой отрицательный десятичный логарифм концентрации катионов водорода, которые образуются при диссоциации неорганических и органических кислот, а также их кислых солей [10].

О силе кислоты по отношению к другим кислотам судят по константе диссоциации. Ее отрицательный логарифм обозначают рКа. Для двухосновных органических кислот рКа диссоциации – значение pH, при котором соотношение недиссоциированной и диссоциированной по I ступени ее формы составляет 1:1. Неорганические кислоты (соляная, серная) являются сильными электролитами и диссоциируют в вине полностью [11].

Оригинальное исследование проведено Obrequer-Slier E. et al. [12]. Авторами было доказано, что во время дегустации вино взаимодействует со слюной полости рта, значение pH которой составляет около 7. Буферная система слюны представлена парой карбонат/бикарбонат ($pK_a = 6,1$). Было установлено, что аликвота вина ($0,27 \text{ см}^3$) в полости рта приводит к снижению pH слюны, однако во время дегустации суммарная кислотность среды соответствует pH вина. Значение pH может проявляться в изменении степени диссоциации органических кислот и их кислых солей, зависит от величины буферной емкости и электропроводности.

Некоторые компоненты вин обладают незначительными буферными характеристиками, но могут оказывать влияние на них при добавлении в вина. Было установлено, что взаимодействие танинов с протеинами и внесение некоторых полифенолов позволяют усиливать действие буферной системы винная кислота – битартрат калия [13-15]. Изменение буферных свойств системы вина может быть связано с некоторыми компонентами вина, в частности, с полифенолами и аминокислотами [16-19].

В связи со сказанным целью настоящей работы была оценка роли pH и буферной емкости в системе идентификации разбавления вин водопроводной водой.

Методика проведения работы

В работе были использованы подлинныи сухие белые и красные виноматериалы, полученные в условиях микровиноделия и производства в сезоны виноделия 2017–2018 гг. из винограда сортов Алиготе, Шардоне, Совиньон белый, Кокур белый, Каберне-Совиньон, Мерло, Санджовезе и др. (Крым, с. Угловое, с. Ромашино, с. Морское, пгт. Гурзуф) по классическим технологиям с использованием чистой культуры дрожжей 47-К из коллекции микроорганизмов ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» (г. Ялта).

Для изучения влияния разбавления виноматериалов водопроводной водой проводили ее добавку в количестве 10-70 %. В образцы вносили винную кислоту в дозе 1-2 г/дм³. В работе использовали необработанные виноматериалы. Перед работой виноматериал отфильтровывали через бумажный фильтр и определяли значения следующих показателей: pH, БЕк (ацидиметрическое титрование), БЕщ (алкалометрическое титрование) исходного образца, ПБС, а также изменение их значений в ходе измерения.

Исследования проводили предложенным нами методом, основанным на измерении количества стандартного раствора 1 М NaOH или HCl, необходимо для смещения активной кислотности пробы вина (pH) на единицу в сторону ее повышения (щелочная составляющая буферной емкости) или понижения (кислотная составляющая буферной емкости) [3, 9], и расчете показателя буферных свойств вина (ПБС):

$$\text{ПБС} = \frac{\text{БЕк}}{\text{БЕщ}} \times 100,$$

где БЕк – кислотная составляющая буферной емкости, ммоль-экв/дм³; БЕщ – щелочная составляющая буферной емкости, ммоль-экв/дм³.

Результаты измерений обрабатывали методами математического анализа с помощью пакета прикладных программ MS Excel Office (Windows). Объем вы-

Таблица. Результаты щелочного и кислотного титрования образцов
Table. Alkaline and acid titration of samples data

Образец	Титрование щелочью				Титрование кислотой				ПБС
	pH ₁	pH ₂	V*, дм ³	БЕщ, ммоль-экв/дм ³	pH ₁	pH ₂	V, дм ³	БЕк, ммоль-экв/дм ³	
<i>Алиготе 1</i>									
Контроль	3,251	4,261	1,95	39,0	3,256	2,234	1,25	25,0	64,1
Опыт 1	3,193	4,199	1,54	30,8	3,197	2,198	1,20	24,0	77,9
Опыт 2	3,048	4,044	1,80	36,0	3,049	2,039	1,28	25,6	71,1
Опыт 3	2,941	3,950	2,10	42,0	2,941	1,938	1,48	29,6	70,5
Опыт 4	3,203	4,197	1,00	20,0	3,206	2,204	0,95	19,0	95,0
Опыт 5	2,981	3,998	1,28	25,6	2,980	1,983	1,10	22,0	85,9
Опыт 6	2,834	3,84	1,51	30,2	2,832	1,835	1,45	29,0	96,0
<i>Алиготе 2</i>									
Контроль	2,921	3,921	2,50	50,0	2,927	1,920	1,66	33,2	66,4
Опыт 1	2,898	3,902	1,96	39,2	2,901	1,898	1,46	29,2	74,5
Опыт 2	2,819	3,823	2,34	46,8	2,818	1,817	1,67	33,4	71,4
Опыт 3	2,743	3,744	2,50	50,0	2,745	1,740	1,80	36,0	72,0
Опыт 4	2,908	3,910	1,26	25,2	2,909	1,902	1,20	24,0	95,2
Опыт 5	2,774	3,780	1,51	30,2	2,770	1,773	1,46	29,2	96,7
Опыт 6	2,702	3,704	1,85	37,0	2,696	1,699	1,65	33,0	89,2
<i>Мерло</i>									
Контроль	3,681	4,693	1,90	38,0	3,675	2,669	1,55	31,0	81,6
Опыт 1	3,640	4,661	1,60	32,0	3,646	2,658	1,30	26,0	81,3
Опыт 2	3,448	4,452	1,95	39,0	3,437	2,434	1,45	29,0	74,4
Опыт 3	3,289	4,294	2,25	45,0	3,287	2,280	1,65	33,0	73,3
Опыт 4	3,636	4,643	1,00	20,0	3,637	2,628	0,85	17,0	85,0
Опыт 5	3,290	4,288	1,30	26,0	3,291	2,293	1,10	22,0	84,6
Опыт 6	3,130	4,126	1,58	31,6	3,129	2,123	1,35	27,0	85,4
<i>Каберне-Совиньон</i>									
Контроль	3,546	4,542	2,01	40,2	3,538	2,529	1,59	31,8	79,1
Опыт 1	3,495	4,491	1,63	32,6	3,503	2,501	1,30	26,0	79,8
Опыт 2	3,315	4,316	1,91	38,2	3,324	2,320	1,50	30,0	78,5
Опыт 3	3,172	4,181	2,21	44,2	3,202	2,196	1,66	33,2	75,1
Опыт 4	3,457	4,472	1,02	20,4	3,465	2,458	0,95	19,0	93,1
Опыт 5	3,250	4,252	1,33	26,6	3,194	2,190	1,20	24,0	90,2
Опыт 6	3,068	4,065	1,65	33,0	3,068	2,059	1,43	28,6	86,7

Примечание: V* – объем титранта, пошедшего на титрование; Опыт 1 – разбавление водой на 20 %; Опыт 2 – разбавление водой на 20 % + 1 г/дм³ винной кислоты; Опыт 3 – разбавление водой на 20 % + 2 г/дм³ винной кислоты; Опыт 4 – разбавление водой на 50 %; Опыт 5 – разбавление водой на 50 % + 1 г/дм³ винной кислоты; Опыт 6 – разбавление водой на 50 % + 2 г/дм³ винной кислоты; pH₁ – активная кислотность исходного образца; pH₂ – активная кислотность после титрования; БЕщ – щелочная составляющая буферной емкости, ммоль-экв/дм³; БЕк – кислотная составляющая буферной емкости, ммоль-экв/дм³; ПБС – показатель буферных свойств

борки составил 131 образец.

Результаты и обсуждение

Буферная емкость образцов определяется исходной величиной pH₁ (табл.). В белых столовых винома- териалах, полученных из одного сорта винограда с раз- ным pH₁ (Алиготе 1) и (Алиготе 2), значения щелоч- ной и кислотной составляющих БЕ равняются 39,0 и 25,0 ммоль-экв/дм³ и 50,0 и 33,2 ммоль-экв/дм³ со- ответственно. Разбавление винома- териалов водой на 20 % (опыт 1) снижает исходные значения БЕщ и БЕк образца Алиготе 1 на 8,2 и 1,0 ммоль-экв/дм³ соответственно, а Алиготе 2 – на 10,8 и 4,0 ммоль-экв/ дм³. Увеличение доли вносимой воды до 50 % (опыт 4) приводит к снижению значения буферной емкости в образце Алиготе 1 на 19,0 и 6,0 ммоль-экв/дм³, Алиго- те 2 – на 24,8 и 9,2 ммоль-экв/дм³.

Отмеченная разница в значениях БЕщ и БЕк сви- детельствует о значительном снижении буферных

свойств системы вина при ее разбавлении водой (рис. 1). Прямые разведения сходятся в одной точке, соответствующей 70 % доле внесенной воды, которая означает деформацию буферных свойств системы. Установленная взаимосвязь описывается линейными уравнениями регрессии (R² = 0,99):

$$\text{БЕщ} = -3,95w + 45,27;$$

$$\text{БЕк} = -1,32w + 24,05,$$

где w – доля внесенной воды, %.

На основании полученных данных нами предло- жен способ, позволяющий определить исходную ве- личину показателя буферных свойств винома- териала или вина. При анализе испытуемого образца произво- дят его разведение водой на 10-70 %, измеряют БЕщ и БЕк, полученные значения наносят на график, соеди- няют их прямой, которую продлевают до пересечения с осью ординат. Отрезки, отсекаемые по оси ординат, являются исходными значениями показателей БЕщ и

БЕк, которые используют для расчета эмпирического ПБС пробы. В подлинных винах разница между эмпирическим и фактическим значениями ПБС не превышает 10 %.

Оценивая влияние разбавления вин водой, следует отметить, что смешиванию подвергаются две системы, обладающие различным составом и свойствами. Вино представляет собой буферную систему, состоящую в основном из органических кислот и их кислых солей, способных к диссоциации и защите своего рН от изменений. Вода содержит соли жесткости, в основном кальция и магния, обуславливающие значение рН среды, но не характеризующиеся выраженным буферным действием. После добавления воды в вино значение рН полученной смеси немного снижается, что свидетельствует о защитном действии буферной системы вина на значения собственного рН.

Для компенсации изменения буферных свойств разбавленных образцов было осуществлено внесение в них винной кислоты в количестве 1 и 2 г/дм³. Полученные результаты показали, что при разбавлении белых столовых винообразцов на 20 % компенсация щелочной и кислотной составляющих буферной емкости возможна при внесении 2 г/дм³ винной кислоты. При разбавлении образцов на 50 % компенсация буферных свойств вина путем подкисления винной кислотой невозможна. Аналогичные результаты получены и для выборки красных винообразцов, отличие которых заключается в более высоких значениях рН.

В результате регрессионного анализа экспериментального массива данных была установлена математическая взаимосвязь между показателем ПБС, подкислением (С) и степенью разбавления (Р) пробы водой (рис. 2):

$PBS = 77,66 - 2,88 C + 0,19 P$ (для красных столовых винообразцов, $R^2 = 0,8$),

$PBS = 63,95 - 2,74 C + 0,64 P$ (для белых столовых винообразцов, $R^2 = 0,9$).

Согласно полученным результатам, разбавление образцов винообразцов водой приводило к увеличению показателя ПБС, а внесение винной кислоты – к его уменьшению [3, 6]. Отличие установленных закономерностей для белых и красных винообразцов можно объяснить наличием в составе последних более высокого содержания веществ фенольной природы (процианидинов, антоцианов и их олигомеров), имеющих слабую селективность к титрантам в условиях определения показателя ПБС и способных влиять на результат анализа [15, 16].

Систематизация экспериментальных данных (рис. 3) позволила выделить два кластера: I – подлинные образцы, II – фальсификаты (разбавленные водой). Установлено, что значения показателя буферных свойств системы ПБС подлинных вин варьируют от 50 до 80, а разбавленных – от 80 до 100.

Выводы. Таким образом, проведенные исследования показали, что значение соотношений кислотной и щелочной составляющих буферной емкости, при которых буферные свойства системы меняют свой характер, как правило наступает при 70 % разбав-

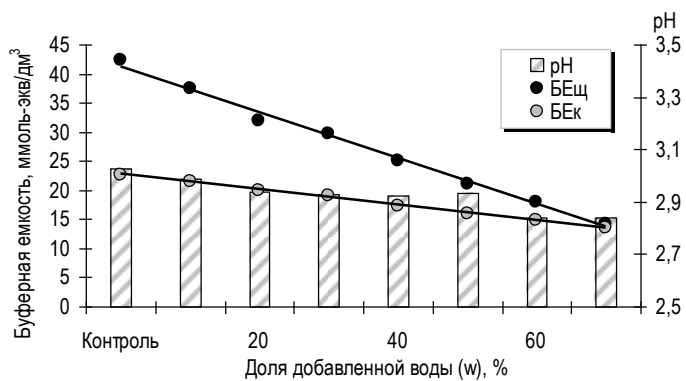


Рис. 1. Влияние разбавления водой столового винообразца Каберне-Совиньон на значения показателей буферной емкости
Fig. 1. The effect of 'Cabernet Sauvignon' table base wine dilution with water on buffering capacity indicator values

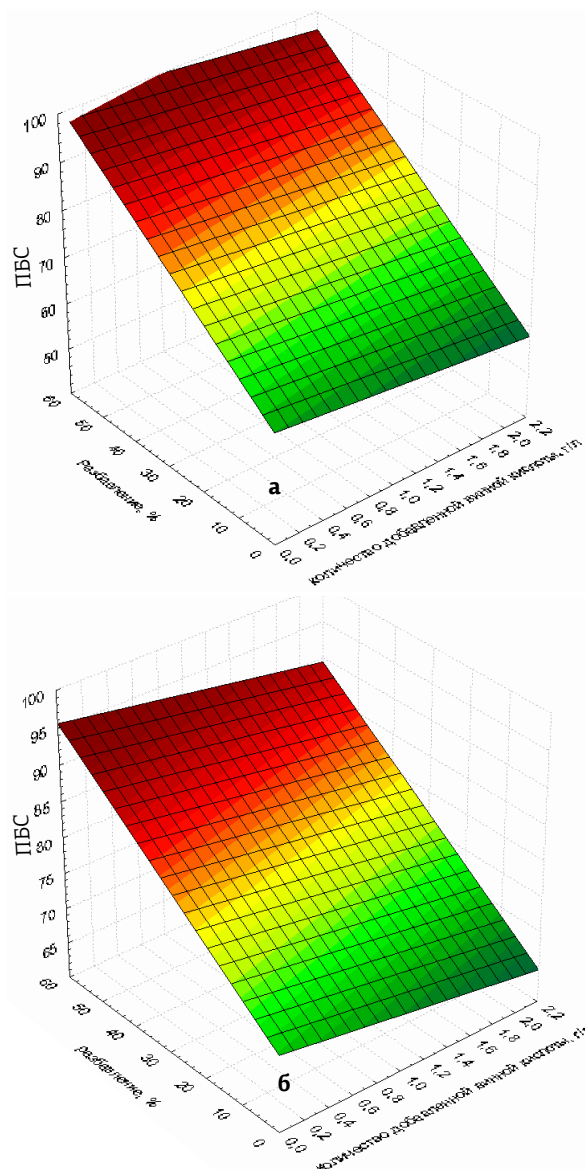


Рис. 2. Влияние разбавления винообразцов водой (Р) и подкисления (С) на значения ПБС: а – белые столовые винообразцы, б – красные столовые винообразцы
Fig. 2. The effect of base wines dilution with water (P) and acidification (C) on PBI values: а – white table base wines, б – red table base wines

ления образца водой; описаны математические модели процесса внесения воды в вино, позволяющие определить значения в любой точке разбавления, в том числе

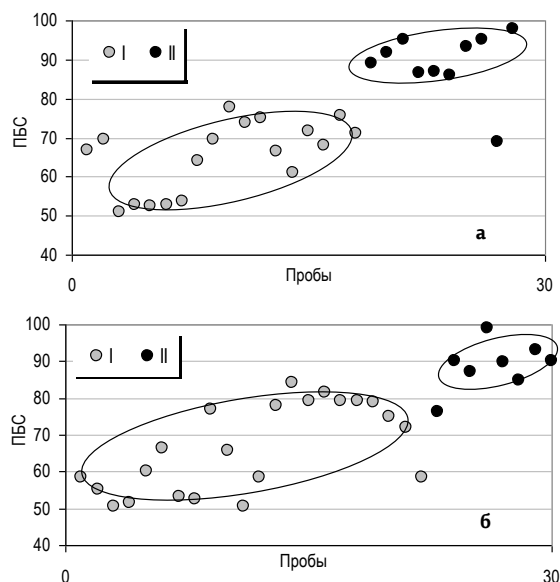


Рис. 3. Варьирование показателя ПБС для выборки столовых виноматериалов из белых (а) и красных (б) сортов винограда: I – подлинные образцы II – фальсификаты, полученные разбавлением водой
Fig. 3. PBI value variation for sampling table base wines from white (a) and red (b) grapevine cultivars: I – authentic samples II – adulterated, obtained by dilution with water

в контроле. Систематизация всей выборки позволила разделить образцы на два кластера, детерминирующие подлинные и разбавленные вина по показателю буферных свойств (ПБС), установлены значения показателя буферных свойств системы для подлинных (50-80) и разбавленных (80-100) вин.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0833-2019-0024.

Financing source

The study was conducted under public assignment № 0833-2019-0024.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of inter ests

No declared.

Список литературы/Reference

1. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis//OIV Paris 2016 V.2 [электронный ресурс] Режим доступа: www.oiv.int/public/medias/4005/compendium.2016.Vol.2.pdf (дата обращения: 15.03.2016).
2. Kamiloglu S. Authenticity and traceability in beverages // Food Chemistry, 2019. № 277. pp. 12-24. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.091>.
3. Аникина Н.С., Гержилова В.Г., Гнилomedова Н.В., Погорелов Д.Ю. Методология идентификации подлинности вин // Симферополь: ДИАИ ПИ, 2017. 152 с.
Anikina N., Gerzhikova V., Gnilomedova N., Pogorelov D. *Metodologiya identifikatsii podlinnosti vin* [Wine Authentication Methodology]. Simpheropol: DIAI PI, 2017. 152 p. (in Russian)
4. Шелудько О.Н., Гугучкина Т.И., Стрижов Н.К. Интегральный подход к оценке качества винодельческой продукции // Виноделие и виноградарство. – 2014. № 6. С. 17-22.
Shelud'ko O.N., Guguchkina T.I., Strizhov N.K. *Integral'nyy podhod k ocenke kachestva vinodel'cheskoj produkcii* // *Vinodelie i vinogradarstvo*. – 2014. № 6. pp. 17-22. (in Russian)

5. Гугучкина Т.И., Марковский М.Г., Антоненко М.В., Резниченко К.В., Бурцев Б.В., Абакумова А.А. / Методы контроля качества и безопасности винодельческой продукции: методические рекомендации. Краснодар: ФГБУН СКФНЦСВВ, 2018. 59 с.
6. Gerzhikova V.G., Chervyak S.N., Anikina N.S. et al. К вопросу о выявлении добавок воды в столовых виноматериалах. // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018. № 2. С. 44 – 46.
7. Gerzhikova V., Chervyak S., Anikina N. *K voprosu o vyavlenii dobavok vody v stolovykh vinomaterialakh* [On the issue of identifying water additives in table wine materials] // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2018. № 2. pp. 44-46. (in Russian)
8. Аникина Н.С., Жиликова Т.А., Михеева Л.А. и др. Изучение буферной системы подлинных виноградных виноматериалов и вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015. № 1. С. 31-33.
9. Anikina N., Zhilyakova T., Mikheieva L. et al. *Izucheniye bufernoy sistemy podlinnykh vinogradnykh vinomaterialov i vin* [Study of the Buffer System of Genuine Grape Wine Materials and Wines] // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2015. № 1. pp. 31-33. (in Russian)
10. Методы теххимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиловой. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.
11. *Metody tekhnokhimicheskogo kontrolya v vinodelii* [Techno-chemical control methods in winemaking] / Ed. by V. Gerzhikova. Simpheropol: Tavrida, 2009. 304 p. (in Russian)
12. Гержилова В.Г., Погорелов Д.Ю., Ермихина М.В., Михеева Л.А. Модификация метода определения буферной емкости столовых виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018. № 1. С. 44-46.
13. Gerzhikova V., Pogorelov D., Ermikhina M., Mikheieva L. *Modifikatsiya metoda opredeleniya bufernoy yemkosti stolovykh vinomaterialov* [Modification of the method for determining the buffer capacity of table wine materials] // «Magarach». *Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. Viticulture and Winemaking]. 2018. № 1. P. 44-46 (in Russian).
14. Waterhouse A.L. *Understanding wine chemistry*/ A.L. Waterhouse, G.L. Sacks, D.W. Jeffery. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, Inc. 2016. 443 p. <https://doi.org/10.1002/9781118730720.ch3>.
15. Moreno J., R. Peinado R. *Enological Chemistry*. Chapter 14. Buffering Capacity of Wines // Academic Press, UK. 2012. P. 223-251. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-388438-1.00014-5>.
16. Obreque-Slier E., Espinola – Espinola V., López-Solis R. Wine pH Prevails over Buffering of Human Saliva // J. Agric. Food Chem. 2016. Vol. 64, № 43. P. 8154-8159. <http://doi.org/10.1021/acs.jafc.6b03013>.
17. Otsuka K., Totsuka A., Nozu S. et al. Buffer Capacity of Red Wine. Part 1. Fractionation of Buffer-Substance // J. Soc. Brew. 1976. Vol. 71, № 5. P. 398-402. <https://doi.org/10.6013/jbrewsocjapan.1915.71.398>.
18. Otsuka K., Totsuka A., Imura Y., Suwa T. Buffer Capacity of Red Wine. Part 2. Source of Buffer Capacity // J. Soc. Brew. 1976. Vol. 71, № 7. P. 545-548. <https://doi.org/10.6013/jbrewsocjapan.1915.71.398>.
19. Lambri M., Colangelo D., Dordoni R., De Faveri D.M. The effects of different protein:tannin ratios on the tartrate-holding capacity of wine model solutions // Food research international. 2014. Vol. 62. P. 441-447. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2014.03.044>
20. Cosme F. Vilela A., Jordão A.M. The role of tartaric acid in grapes and wines (Book Chapter) // *Advances in Chemistry Research*. 2017. 80(2). P. 347-362. <https://novapublishers.com/shop/advances-in-chemistry-research-volume-40/> (дата обращения: 15.03.2019)
21. Sirromet Wines Pty (Ltd). Wine pH & acidity. Concepts and chemistry of pH organic acids, buffer capacity and wine quality implications of pH. <https://slideplayer.com/slide/8339529/> (дата обращения 22.04.2019).
22. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Погорелов Д.Ю. Профиль органических кислот винограда белых сортов, произрастающих в Крыму // Плодоводство и виноградарство Юга России, 2019. № 56 (02). С. 122-132.
23. Ostrokhova E., Peskova I., Pogorelov D. *The organic acids profile of white-berry grapevine cultivars growing in Crimea* // *Fruit-growing and viticulture of the South of Russia*, 2019. № 56 (02). pp. 122-132. (in Russian)
24. Dartiguenave C., Jeandet P., Maujean A. Study of the Contribution of the Major Organic Acids of Wine to the Buffering Capacity of Wine in Model Solutions // *Am. J. Enol. Vitic*. 2000. Vol. 51. P.352-356.