

УДК 663.221

## 2-БУТАНОЛ КАК ОДИН ИЗ КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КОНЬЯЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Оселедцева И.В., канд. техн. наук, Гугучкина Т.И., д-р с.-х. наук

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства»  
(Краснодар)

**Реферат.** Представлены результаты исследований по определению концентрации 2-бутанола в производственных образцах коньячных дистиллятов, выработанных в разных зонах производства, и коньяках, произведенных ведущими предприятиями коньячной отрасли РФ; а также в дистиллятах, полученных на основе использования в качестве сырья столового вина, виноградной выжимки и дрожжевых осадков.

**Ключевые слова:** 2-Бутанол, коньяк, дистиллят, вино, виноградная выжимка, дрожжевые осадки

**Summary.** The results of study of determination of 2-butanol concentration in the production samples of cognac distillates, developed in the different areas of production, and in the cognac, produced by leading enterprises of Russia cognac industry; as well as distillates received from table wine, grapes pomace and yeast sediments as row materials.

**Key words:** 2-Butanol, cognac, distillate wine, grapes pomace, yeast precipitate

**Введение.** Высшие спирты представляют собой важный источник информации о качестве продуктов брожения. Особая роль при этом отводится вторичному спирту – 2-бутанолу, который является естественным компонентом продуктов брожения, его концентрация в зависимости от используемого сырья может составлять от 0,4 до 320 мг/дм<sup>3</sup> (в пересчете на 40%-ный этанол) [1]. Согласно данным исследований ученых разных стран, наивысший уровень концентрации 2-бутанола является характерным для дистиллятов из фруктов и ягод. Уровень концентрации вторичного бутанола в дистиллятах из сливы может достигать 12,5 мг/100 мл безводного спирта, а в дистиллятах из груши – 61,09 мг/100 мл безводного спирта [2]. В бренди из сидра, выработанных в Испании, идентифицирован 2-бутанол на уровне концентраций от 52,0 до 356,3 мг/дм<sup>3</sup> [3]. При этом в зерновых дистиллятах содержание 2-бутанола не превышает, как правило, 2,0 мг/дм<sup>3</sup>, поэтому данный показатель предлагают использовать в качестве критерия, позволяющего различать дистилляты разного происхождения, однако при таком подходе необходимо учитывать тот факт, что синтетические спирты также характеризуются наличием высоких концентраций втор-бутанола (15-150 мг/дм<sup>3</sup>) [4].

Помимо того, что 2-бутанол является типичным соединением спиртных напитков, его считают одним из основных маркеров жизнедеятельности микроорганизмов, в том числе маркеров гниения. Установлено, например, что 2-бутанол и его предшественник 2-бутанон оказывают влияние на формирование свойств сыров Cheddar при использовании разных штаммов *Lactobacillus* [5]. Предшественник 2-бутанола 2-бутанон входит в группу маркеров идентификации гнили при хранении картофеля [6]. В спиртных напитках из фруктов и ягод очень высокий уровень концентрации 2-бутанола обычно связывают с низким качеством используемого сырья, при этом особое внимание уделяют контролю содержания 2-бутанола в дистиллятах, вырабатываемых из виноградной выжимки.

Спирты и дистилляты, получаемые из ферментированной виноградной выжимки, производят в разных странах ЕС (Испания, Португалия, Франция, Италия и др.), к ним предъявляют ряд требований, в том числе по уровню концентрации 2-бутанола, который должен быть менее 300 мг/дм<sup>3</sup> безводного спирта [7]. Это связано с тем, что виноградные

выжимки являются средой, на которой легко развиваются различные дрожжи и бактерии, главным образом молочнокислые и уксуснокислые, оказывающие значительное влияние на формирование органолептических свойств продукции, так как продуцируют рост концентраций различных летучих компонентов, в том числе 2-бутанола [7].

Согласно данным E. Nieke, 2-бутанол активно синтезируется под действием *L. Brevis* на виноградной выжимке и винных дрожжах, но не в здоровом сусле [8], в связи с чем высокий уровень концентрации в дистиллятах может свидетельствовать о низком качестве используемого сырья. Концентрация 2-бутанола в португальском Bagaceira может составлять  $53,0 \pm 36,8$  мг/дм<sup>3</sup>, в итальянской Grappa – от 2,5-13,2 до  $206,5 \pm 33,2$  мг/дм<sup>3</sup> [7], в испанском Orujo – от 6 до 15 мг/дм<sup>3</sup> [9].

По мнению ряда ученых, уровень концентрации 2-бутанола в напитках данного направления тем выше, чем ниже качество используемой выжимки, так как биосинтез втор-бутанола является следствием нежелательных процессов при ферментации [10]. Соответственно, наличие и уровень концентрации 2-бутанола могут выступать в качестве индикаторов начального качества виноградной выжимки; в процессе последующей ферментации содержание втор-бутанола увеличивается в результате бактериальной активности [9]. Считают, что образование 2-бутанола может осуществляться через ферментативно-опосредованную редукцию 2,3-бутандиола молочнокислыми бактериями [11], или спонтанно через окислительную дегградацию 2,3-бутиленгликоля [12, 13, 14].

По данным F. Radleri, J. Zorg, из 2,3-бутандиола под действием диол-дегидратаз образуется 2-бутанон, который затем восстанавливается до 2-бутанола под действием вторичной алкогольдегидрогеназы в результате гидрогенизации [15]. По данным E. Nieke и D. Vollbrecht, 2-бутанол образуется главным образом из мезо-2,3-бутандиола (меньше из D- или R-форм 2,3-бутандиола) под действием *L. Brevis* на виноградной выжимке и винных дрожжах.

*L. Brevis*, выделенная из винных дрожжей, при высоких значениях уровня pH оказывает значительное влияние на формирование состава легколетучей фракции дистиллятов; тогда как при pH (3-4,5) метаболическая активность *L. Brevis* снижается [8]. Известно, что спирты, в том числе вторичные, легче окисляется до соответствующих кетонов [16], но в результате метаболической активности *L. Brevis* наблюдается восстановление 2-бутанона, полученного из 2,3-бутандиола, до 2-бутанола, чем объясняется наличие значительных концентраций втор-бутанола в дистиллятах [17].

G. Speranza и др. при скрининге штаммов *Lactobacillus* spp. показали, что, как минимум, три штамма *L. Brevis* способны превращать мезо-2,3-бутандиол во вторичный спирт [17]. Кроме того, согласно данным P. Ghiaci и др., 2-бутанол и 2-бутанон могут продуцироваться также дрожжами *Saccharomyces cerevisiae* [18]. Согласно данным Н.М. Агеевой и др., применение спонтанной микрофлоры в целом способствует увеличению концентрации 2-бутанола [29]. Образование их предшественника 2,3-бутандиола идет по пути пируват-диацетил-ацетонин посредством не только молочнокислых бактерий [19], но и также посредством широкого диапазона винных дрожжей [20, 21].

Таким образом, накопление 2-бутанола в дистиллятах связывают с нежелательной активностью дрожжей и бактерий, что оказывает негативное влияние на органолептические свойства продукции. Согласно данным T. De Rosa и R. Castagner, повышение концентрации 2-бутанола до уровня свыше 30 г/100дм<sup>3</sup> абсолютного этанола приводит к снижению качественных показателей дистиллятов [22]. Так как в здоровом сусле и вине отсутствуют условия для активации биосинтеза 2-бутанола [8], в высококачественных дистиллятах из столового вина он, как правило, идентифицируется в незначительном количестве. Согласно данным различных исследований, концентрация 2-бутанола во французских коньяках не превышает 5 мг/дм<sup>3</sup>, однако в бренди она может достигать 90 мг/дм<sup>3</sup> [23]. По мнению R. Cantagrel, существуют определенные пределы концентраций ряда кри-

териальных компонентов в коньячных дистиллятах, превышение которых может свидетельствовать о дефектности продукции. К таким показателям, в том числе, относят концентрацию 2-бутанола, которая не должна превышать 6-7 мг/дм<sup>3</sup> [24].

Согласно Инструкции по организации органолептической оценки продукции, вырабатываемой как продукция географического указания АОС «COGNAC» (INSTRUCTION-SPOURL'EXAMENORGANOLEPTIQUEEXTERNEDU «COGNAC» АОС), в опытных образцах, представляемых на органолептические испытания, проводят предварительные лабораторные исследования с целью определения уровня концентрации ряда критериально значимых компонентов, в том числе 2-бутанола. Несмотря на тот факт, что высокий уровень концентрации 2-бутанола в спиртных напитках обычно связывают с низким качеством используемого сырья, имеются данные о том, что 2-бутанол в значительных концентрациях идентифицируют во многих образцах дистиллятов, выработанных из высококачественного сырья [25].

По действующим на территории Таможенного Союза нормативным документам, концентрация 2-бутанола в коньячных дистиллятах и российских коньяках не нормируется. В связи с вышеизложенным нами были проведены исследования по определению уровня концентрации 2-бутанола в коньячных дистиллятах, выработанных в разных зонах производства, и коньяках, произведенных ведущими предприятиями коньячной отрасли РФ; а также осуществлена оценка влияния некоторых факторов на интенсификацию процесса биосинтеза 2-бутанола в коньячной продукции.

**Объекты и методы исследований.** Объекты исследования – российские коньяки, молодые и выдержанные коньячные дистилляты (от 1 до 40 лет), выработанные по полному технологическому циклу из собственного сырья в разных агроэкологических зонах стран СНГ и Западной Европы; столовые (коньячные) виноматериалы и молодые коньячные дистилляты (2008-2014 гг.), выработанных из европейских сортов коньячного направления и сортов межвидового происхождения, используемых в Краснодарском крае (Алиготе, Дунавски Лозур, Бианка, Подарок Магарача, Первенец Магарача), в условиях микровиноделия СКЗНИИСиВ с применением разных штаммов дрожжей рода *Saccharomyces*.

Использовались: газовая хромато-масс-спектрометрия (прибор PerkinElmerClarus 600 T (колонка Elite-WaxETR длиной 50 м, с внутренним диаметром 0,32 мм), капиллярная газовая хроматография (прибор Кристалл-2000М). Для аналитического сравнения изучаемых образцов продукции по установленному признаку использовали программный пакет «ASS», основанный на методе сопряженных признаков; статистическую обработку результатов исследований проводили с использованием компьютерной программы Statistica 6.

**Обсуждение результатов.** Согласно результатам многолетних исследований состава коньячных дистиллятов и коньяков с высоким уровнем органолептической оценки, выработанных в хозяйствах разных агроэкологических зон, концентрация 2-бутанола значительно варьирует даже в пределах продукции одного хозяйства-изготовителя. Результаты исследования коньячных дистиллятов, полученных в условиях разных зон производства, и российских коньяков представлены в табл. 1, 2.

Экспериментально установлено, что уровень концентрации 2-бутанола в опытных образцах в целом составил от 0,4 до 58,9 мг/дм<sup>3</sup>. Следует отметить, что для большинства образцов, выработанных в ЗАО «Новокубанское», типичным является диапазон 0,5-4,0 мг/дм<sup>3</sup>, а 2-бутанол в количестве, превышающем 10 мг/дм<sup>3</sup>, идентифицирован только в одном образце из 236. В группе коньячных дистиллятов данного хозяйства со сроком выдержки свыше 20 лет в некоторых образцах концентрация втор-бутанола достигала 7 мг/дм<sup>3</sup>. Возможно, это связано с процессами, происходящими при выдержке.

Это в определенной степени согласуется с данными А.Л. Сирбиладзе и др., согласно которым при выдержке коньячных дистиллятов в дубовых бочках концентрация бутанола-2 растет [26]. Установлено, что в представленной выборке образцов по хозяйствам ООО «Коньячный завод «Темрюк» и ГУП «Дербентский коньячный комбинат» типичным является диапазон 1,0-5,0 г/дм<sup>3</sup>, а более высокие значения определены лишь в единичных образцах. В коньячных дистиллятах ЗАО «Прасковейское» концентрация втор-бутанола очень сильно варьирует, но для 80 % образцов характерным является диапазон 2,0-7,0 мг/дм<sup>3</sup>. Значительный разброс по уровню концентрации 2-бутанола установлен в коньячных дистиллятах, выработанных в Армении (Арагатский винзавод): от 0,5 до 58,9 мг/дм<sup>3</sup>, тем не менее, в большинстве из представленных на исследование образцов концентрация 2-бутанола составляла менее 5,0 мг/дм<sup>3</sup>.

Таблица 1 – Уровень концентраций 2-бутанола в коньячных дистиллятах молодых и выдержанных (от 1 до 40 лет), мг/дм<sup>3</sup>

Зона производства (хозяйство-изготовитель)	Min	Max	Характерный диапазон
Западная часть Северного Кавказа (ЗАО «Новокубанское»)	0,4	10,2	0,5-4,0
Западная часть Северного Кавказа (ООО «Коньячный завод «Темрюк»)	0,6	10,6	1,0-5,0
Каспийское побережье Кавказа (ГУП «Дербентский коньячный комбинат»)	0,8	16,5	1,0-5,0
Долина реки Кумы, Ставрополье (ЗАО «Прасковейское»)	0,6	13,7	2,0-7,0
Восточное побережье полуострова Крым (ТОД «Коньячный Дом Коктебель»)	0,8	5,9	1,0-2,0
Северо-восток Армянского нагорья (Армения, «Арагатский винзавод»)	0,5	58,9	1,0-5,0
Юго-западное побережье Каспийского моря (Восточная часть Южного Кавказа, Азербайджан)	0,7	2,2	1,0-2,0
Департамент Шаранта (Франция)	0,5	4,5	1,0-2,0
Центральная часть Пиренейского полуострова (регион Ла Манча, Испания)	0,4	4,8	1,0-2,0

Таблица 2 – Уровень концентраций 2-бутанола в российских коньяках (трех-, пятилетние, КВ, КВВК, КС, ОС), мг/дм<sup>3</sup>

Зона производства (хозяйство-изготовитель)	Min	Max	Характерный диапазон
Западная часть Северного Кавказа (ЗАО «Новокубанское»)	0,3	5,1	0,5-4,0
Западная часть Северного Кавказа (ООО «Коньячный завод «Темрюк»)	0,4	8,1	1,0-5,0
Каспийское побережье Кавказа (ГУП «Дербентский коньячный комбинат»)	0,5	6,2	1,0-5,0
Долина реки Кумы, Ставрополье (ЗАО «Прасковейское»)	0,6	6,6	1,0-5,0



Коньячные дистилляты ТОД «Коньячный дом Коктебель» (Крым), а также дистилляты, выработанные в Азербайджане, Франции и Испании, отличались низким уровнем концентрации втор-бутанола, содержание которого для основной массы образцов находилось на уровне менее  $2 \text{ мг/дм}^3$ . В опытных образцах российских коньяков прослеживались аналогичные зависимости, установленные для коньячных дистиллятов соответствующих хозяйств-изготовителей.

Согласно результатам статистической обработки экспериментальных данных, достоверный уровень корреляции между уровнем концентрации 2-бутанола и уровнем дегустационной оценки, хозяйством-изготовителем и возрастом дистиллята (категорией коньяка) не установлен [27]. Это свидетельствует о том, 2-бутанол не может быть абсолютным критерием с точки зрения органолептической оценки, так как образцы с высоким содержанием втор-бутанола экспертами-дегустаторами забракованы не были. Кроме того, следует отметить, что согласно результатам статобработки концентрация 2-бутанола в целом не зависит от срока выдержки коньячного дистиллята, а также не может рассматриваться в качестве критерия, позволяющего ориентировочно определять хозяйство-изготовитель.

Причины такого значительного варьирования втор-бутанола в коньячной продукции однозначно определить трудно. Как было указано ранее, биосинтез 2-бутанола активизируется в результате жизнедеятельности бактерий на виноградной выжимке и винных дрожжах, но не в здоровом сусле. [8]. Согласно результатам исследований Т.С. Хибахова, 2-бутанол является естественным компонентом коньячного дистиллята и коньяка, источником 2-бутанола могут быть дрожжевые осадки [28].

Результаты проведенных нами исследований коньячных виноматериалов и молодых коньячных дистиллятов (2008-2014 гг.), выработанных из европейских сортов коньячного направления и сортов межвидового происхождения, используемых в Краснодарском крае (Алиготе, Дунавски Лозур, Бианка, Подарок Магарача, Первенец Магарача), в условиях микровиноделия с применением разных штаммов дрожжей видов *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces oviformis*, *Saccharomyces vini* и спонтанной микрофлоры, свидетельствуют о том, что при выработке коньячных дистиллятов согласно установленным требованиям не наблюдается экстремального роста концентрации 2-бутанола. Во всех опытных образцах уровень концентрации 2-бутанола не превышал  $2 \text{ мг/дм}^3$  и в большинстве образцов составлял менее  $1 \text{ мг/дм}^3$  как в виноматериалах, так и в дистиллятах.

Для определения степени влияния используемого сырья (виноградное направление) на изменение концентрации 2-бутанола в продуктах дистилляции нами были исследованы образцы дистиллятов, выработанные из виноградной выжимки и дрожжевых осадков, полученные в условиях микровиноделия и в условиях производства. В качестве контроля использован молодой коньячный дистиллят из столового вина. Результаты исследований представлены в табл. 3.

При исследовании состава опытных образцов методом хромато-масс-спектрометрии в целом было идентифицировано 142 компонента, из них 95 соединений были обнаружены во всех опытных образцах. Следует отметить, что по качественному составу летучей фракции образцы, выработанные из столовых виноматериалов, и образцы, полученные на основе использования виноградной выжимки, идентичны. Однако, следует отметить, что в дистиллятах, выработанных из виноградной выжимки, уровень концентрации 2-бутанола был более чем в 5 раз выше, чем в контроле, там он не превышал  $6 \text{ мг/дм}^3$ . Наряду с увеличением концентрации 2-бутанола в образцах из виноградной выжимки было идентифицировано более высокое содержание диацетила, этилацетата, этилацетала, масляной и изомаляной кислот, что может быть следствием повышения ферментативной активности в результате деятельности микрофлоры.

При исследовании состава летучих компонентов опытных образцов дистиллятов некоторые соединения (3-этоксипропанол, 3-метил-3-бутен-1-ол, метилоктаноат, изоамил-

гексаноат, 1,1,3-триэтоксипутан, этил-2-гидроксигексаноат, 3,3-диэтокси-1-пропанол, валериановая кислота, 4-этоксипутиролацетат, 2-(2-бутоксизтокси) этанол, 3-метил-1,2-циклопентадион, 2,2-диметил-1-деканол) были идентифицированы только в дистиллятах из дрожжевых осадков.

Таблица 3 – Состав легколетучих компонентов опытных образцов дистиллятов

Компонент, мг/дм <sup>3</sup>	Вид используемого сырья				
	Столовое вино	Виноградная выжимка*	Виноградная выжимка**	Дрожжевые осадки*	Дрожжевые осадки**
Ацетоин	2,6	1,2	1,3	6,0	0,7
Диацетил	□1,0	3,2	21,3	4,3	18,5
Ацетальдегид	32,8	33,1	48,6	30,0	62,5
Мезо -2,3-бутиленгликоль	2,5	4,2	5,8	5,5	2,1
2,3-Бутиленгликоль (рацемат D+L)	□1,0	□1,0	16,6	1,1	□1,0
Этилацетат	98,6	101,1	184,6	135,6	298,0
Этиллактат	0,4	0,5	0,2	2,8	4,6
Этилацеталь	4,4	8,8	15,3	6,6	10,3
2-Бутанол	0,5	5,3	5,8	27,8	222,3
Пропионовая кислота	0,4	0,4	0,2	4,3	15,5
Изомасляная кислота	2,3	3,2	8,9	9,9	13,3
Масляная кислота	3,8	6,6	17,6	20,1	85,8
Уксусная кислота	15,6	18,2	22,3	31,2	86,2

\* – образец выработан в условиях микровиноделия

\*\* – образец выработан в производственных условиях

Указанные вещества представляют собой смешанную группу соединений (сложные эфиры, спирты и кетоны), которые являются вторичными и побочными продуктами брожения. Эти вещества также могут являться продуктами метаболизма дрожжей, которые могут накапливаться в результате автолиза. В образцах из дрожжевых осадков был отмечен высокий уровень концентрации 2-бутанола: 27,8 мг/дм<sup>3</sup> в образце, полученном в условиях микровиноделия, и 222,3 мг/дм<sup>3</sup> в производственном образце. Повышенное содержание 2-бутанола может быть обусловлено тем, что дрожжевой осадок, как среда, подвержен микробиальной порче, что, безусловно, способствует развитию нежелательных процессов, в результате которых активизируется биосинтез 2-бутанола. Такой высокий уровень концентрации втор-бутанола сопровождался повышенным содержанием диацетила, этилацетата, этиллактата, этилацетала, пропионовой, масляной, изомасляной и уксусной кислот. Это согласуется с данными E. Nieke и D. Vollbrecht, согласно которым в результате метаболической активности L. Brevis вместе с 2-бутанолом накапливаются ацетон и этилацетат [8].

Исходя из того, что дрожжевые осадки могут являться источником 2-бутанола, нами были проведены исследования по установлению степени влияния дрожжевых осадков, полученных в результате брожения виноматериалов, и автолизатов дрожжей на накопление 2-бутанола в молодых коньячных дистиллятах.

Для обогащения коньячных виноматериалов компонентами дрожжей были использованы дрожжевые осадки, полученные после сбраживания насухо белых и красных ви-

номатериалов активными сухими дрожжами (АСД), и дрожжевые осадки после сбраживания виноматериалов на хересных дрожжах, а также автолизаты дрожжей.

В результате было получено 10 экспериментальных образцов виноматериалов (вместе с контролем), предназначенных для последующей перекурки:

- Образец 1 – контроль (виноматериал коньячный из сортов винограда Бианка и Первенец Магарача без добавок);
- Образец 2 – виноматериал с добавлением 2 % дрожжевого осадка, оставшегося после сбраживания белых виноматериалов на активных сухих дрожжах ИОС 9002 (Институт энологии Шампани);
- Образец 3 – виноматериал с добавлением 2 % дрожжевого осадка после сбраживания белых виноматериалов на активных сухих дрожжах ИОС 9002 (Институт энологии Шампани) с настаиванием в течение 2 недель;
- Образец 4 – виноматериал с добавлением 2 % дрожжевого осадка, оставшегося после сбраживания красных виноматериалов на активных сухих дрожжах ИОС 9002;
- Образец 5 – виноматериал с добавлением 2 % дрожжевого осадка, оставшегося после сбраживания красных виноматериалов на активных сухих дрожжах ИОС 9002 с настаиванием в течение 2 недель;
- Образец 6 – виноматериал с добавлением 2 % дрожжевого осадка, оставшегося после сбраживания виноматериалов на хересных дрожжах;
- Образец 7 – виноматериал с добавлением 2 % дрожжевого осадка, оставшегося после сбраживания виноматериалов на хересных дрожжах с настаиванием в течение 2 недель;
- Образец 8 – виноматериал с добавлением 2 % автолизата дрожжевого осадка, оставшегося после сбраживания белых виноматериалов на активных сухих дрожжах;
- Образец 9 – виноматериал с добавлением 2 % автолизата дрожжевого осадка, оставшегося после сбраживания красных виноматериалов на активных сухих дрожжах;
- Образец 10 – виноматериал с добавлением 2 % автолизата дрожжевого осадка, оставшегося после сбраживания виноматериалов на хересных дрожжах.

Дистилляцию подготовленных виноматериалов осуществляли на аппаратах двойной сгонки шарантского типа с вместимостью нагревательного куба 20 дм<sup>3</sup>. Объемная доля этилового спирта в спирте-сырце составляла 30-32 %. Головную фракцию отбирали в количестве 3% от содержания безводного спирта в навалке; отбор коньячного дистиллята прекращали при объемной доле этилового спирта в дистилляте 45%.

В результате исследования состава легколетучих компонентов опытных образцов установлено, что во всех образцах увеличилась концентрация 2-бутанола, 1-пропанола, изобутанола и 1-бутанола, однако такой прирост составил не более 15 %, и во всех опытных образцах уровень втор-бутанола составил не более 1 мг/дм<sup>3</sup>. Следует отметить, что только в одном образце (Образец № 2) было установлено повышенное содержание 2-бутанола (5,8 мг/дм<sup>3</sup>), при этом данный образец был получен без приема настаивания виноматериала на дрожжах, перегонка осуществлялась непосредственно сразу после добавления дрожжей. Это возможно связано с тем, что образование 2-бутанола может осуществляться спонтанно через окислительную деградацию 2,3-бутиленгликоля [12]. Тем не менее, учитывая тот факт, что при производстве коньячных виноматериалов сульфитация запрещена, по-видимому, целесообразнее в случае использования дрожжевых осадков осуществлять их перегонку сразу, не допуская длительного хранения, либо жестко контролировать условия хранения и микробиальное состояние.

**Выводы.** Достоверный уровень корреляции между концентрацией 2-бутанола и уровнем органолептической оценки, хозяйством-изготовителем и возрастом дистиллята (категорией коньяка) не установлен.

В дистиллятах, выработанных из виноградной выжимки при соблюдении правил производства, повышение концентрации 2-бутанола не является существенным и составило в экспериментальных образцах не более 6 мг/дм<sup>3</sup>.

В образцах дистиллятов, выработанных из дрожжевых осадков, установлен высокий уровень концентрации 2-бутанола – 27,8 мг/дм<sup>3</sup> и 222,3 мг/дм<sup>3</sup>, который сопровождался существенным повышением концентрации диацетила, этилацетата, этиллактата, этилацетата, пропионовой, масляной, изомаляной и уксусной кислот.

При добавлении дрожжей и их автолизатов в виноматериал перед дистилляцией экстремального повышения концентрации 2-бутанола не наблюдалось.

2-Бутанол является важным соединением состава коньячных дистиллятов, с одной стороны позволяющим оценить подлинность происхождения продукции, с другой – качество исходного сырья. Контроль содержания 2-бутанола целесообразно осуществлять в процессе производства коньяка на стадии получения молодых коньячных дистиллятов, а также в готовой продукции.

### Литература

1. Flavours and Fragrances: Chemistry, Bioprocessing and Sustainability (Электронная книга Google) Ralf Günter Berger Springer Science & Business Media, 6 марта 2007 г. – 648 с. Режим доступа: [https://books.google.ru/books?id=ax1OvyH8jGoC&dq=compounds+in+spirits&hl=ru&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.ru/books?id=ax1OvyH8jGoC&dq=compounds+in+spirits&hl=ru&source=gbs_navlinks_s).
2. Coldea, T. Gas-Chromatographic Analysis of Major Volatile Compounds Found in Traditional Fruit Brandies from Transylvania, Romania /T. COLDEA, C SOCACIU, M. VODNAR //Not Bot Horti-Agrobo, 2011, 39(2):109-116.
3. J.Mangas, J. Changes in the Major Volatile Compounds of Cider Distillates During Maturation/ J. Mangas, R. Rodríguez, J. Moreno, D. Blanco // Lebensm.-Wiss. u.-Technol., 29, 357–364 (1996).
4. Савчук, С.А. Химия и токсикология этилового спирта и напитков, изготовленных на его основе: Хроматографический анализ спиртных напитков / С.А.Савчук, В.П. Нужный, В.В. Рожанец.– М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. – 184 с.
5. Keen, A.R. The formation of 2-butanone and 2-butanol in Cheddar cheese/ Keen AR, Walker N.J., Peberdy M.F.// J. Dairy Res.(1974) 41: 249–257.
6. Biondi, E. Detection of potato brown rot and ring rot by electronic nose: From laboratory to real scale / E. Biondi, S. Blasioli, A. Galeone, F. Spinelli, A. Cellini, C. Lucchese, I. Braschi // Talanta 129(2014)422–430
7. Silva, M.L. Review: Steam distilled spirits from fermented grape pomace / M.L. Silva, A.C. Macedo, F.X. Malcata // Food Sci. Tech. Int. 2000; 6(4):285-3000.
8. Hieke, E. Metabolic Activities of Lactobacillus brevis. Effect of pH, Glucose and Butane-2,3-diol / E.Hieke, D. Vollbrecht // Z. Lebensm. Unters.Forch. 171.38-40 (1980).
9. Cortés, S. Comparative study between Italian and Spanish grape marc spirits in terms of major volatile compounds / Cortés, R. Rodríguez, J.M. Salgado, J.M. Domínguez // Food Control 22 (2011) 673-680.
10. Masino, F. Composition of some commercial grappas (grape marc spirit): the anomalous presence of 1,1-diethoxy-3-methylbutane: a case study / F. Masino, G. Montevecchi, C. Riponi, A. Antonelli // European Food Research and Technology, 228 (2009), 565-569.
11. Villalon, M.M. Études des constituants des rhums par chromatographie en phase gazeuse: contrôle de qualité / Villalon M.M., García-López H., Martínez-Lopez M.C. // Analysis (1988)16: 341-345.
12. Bertrand, A. Formation du 2-butanol par les bactéries lactiques isolées du vin / Bertrand A., Sukuta K. // Connaissance de la Vigne et du Vin 10 (1976) 409-426.
13. Speranza, G. Evidence for enantiomeric-enantiotopic group discrimination in diol dehydratase-catalyzed dehydration of meso-2,3-butanediol / Speranza G., Manitto P., Fontana G., Monti D., Galli A. // Tetrahedron Lett(1996) 37: 4247-4250.



14. Ghiaci, P. Production of 2-butanol through meso-2,3-butanediol consumption in lactic acid bacteria/ P. Ghiaci, F. Lameiras, J. Norbeck, C. Larsson //FEMS Microbiol Lett 360 (2014) 70-75.
15. Radler, F. Characterization of the enzyme involved in formation of 2-butanol from meso-2,3-butanediol by lactic acid bacteria / F. Radler, J. Zorg // Am. J. Enol.Vitic., 1986, 37: 206–210.
16. Aarstad, K. Effects of inhalation of different butanol isomers / K. Aarstad, K. Zahlsen, OG. Nilsen//Faerg. Lack. Scand., 1986, 32, 69-74.
17. Speranza, G. Conversion of meso-2,3-Butanediol into 2-Butanol by Lactobacilli. Stereochemical and Enzymatic Aspects / G. Speranza, S. Corti , G.Fontana, P. Manitto, A. Galli,M. Scarpellini, F. Chialva // J. Agric. Food Chem., 1997, 45 (9), pp 3476-3480.
18. Ghiaci, P. 2-Butanol and butanone production in Saccharomyces cerevisiae through combination of a B12 dependent dehydratase and a secondary alcohol dehydrogenase using a TEV-based expression system / P. Ghiaci , J. Norbeck, C. Larsson // PLoS One. 2014 Jul 23;9(7):e102774. doi: 10.1371/journal.pone.0102774. eCollection 2014. Режимдоступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25054226>.
19. Kandler, O. Carbohydrate metabolism in lactic acid bacteria / O. Kandler //Antonie Van Leeuwenhoek, 1983, 49: 209-224.
20. Romano, P. The production of 2,3-butanediol as a differentiating character in wine yeasts / Romano P., Brandolini V., Ansaloni C., Menziani E. // World J.Microbiol.Biotechnol., 1998, 14: 649-653.
21. Romano, P. Evaluation of stereoisomers of 2,3-butanediol and acetoin to differentiate Saccharomyces cerevisiae and Kloeckeraapiculata wine strains / Romano P., Palla G., Caligiani A., Brandolini V., Maietti A., Salzano G.//Biotechnol.Lett., 2000, 22: 1947-1951.
22. De Rosa, T. Tecnologiadellegrape e deidistillatid'uva (3<sup>rd</sup> ed.)/ T. De Rosa, R. Castagner // Bologna: Edagricole, 1994.
23. Suomalainen, H. Aroma of Beer, Wine and Distilled Alcoholic Beverages / H. Suomalainen.Springer Science & Business Media, 31 мая 1983 г., 424 с. Режимдоступа: [http://books.google.ru/books/about/Aroma\\_of\\_Beer\\_Wine\\_and\\_Distilled\\_Alcohol.html?id=allg4XxlOM4C&redir\\_esc=y](http://books.google.ru/books/about/Aroma_of_Beer_Wine_and_Distilled_Alcohol.html?id=allg4XxlOM4C&redir_esc=y).
24. Bougas, Nina V.Evaluating the effect of pot still design on the resultant distillate/Thesis presented in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Agricultural Science at Stellenbosch University Department of Viticulture and Oenology, Faculty of AgriSciences Supervisor: Professor Marius Lambrechts Co-supervisor: Professor Pierre van Rensburg April 2009 Date: 19/01/2009. Режим доступа: [https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fscholar.sun.ac.za%2Fbitstream%2Fhandle%2F10019.1%2F4057%2Fbougas\\_evaluating\\_2009.pdf%3Fsequence%3D1&ei=kez\\_VMP8IMm0ygOYnIGABw&usq=AFQjCNFWkcVeloMtJKtIkhuAXkqL-u8Xkw&bvm=bv.87611401,d.bGQ&cad=rjt](https://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0CCMQFjAB&url=http%3A%2F%2Fscholar.sun.ac.za%2Fbitstream%2Fhandle%2F10019.1%2F4057%2Fbougas_evaluating_2009.pdf%3Fsequence%3D1&ei=kez_VMP8IMm0ygOYnIGABw&usq=AFQjCNFWkcVeloMtJKtIkhuAXkqL-u8Xkw&bvm=bv.87611401,d.bGQ&cad=rjt).
25. Orriols, I. Los aguardientes tradicionales Gallegos. Estudio de sus componentes volátiles y de la incidenciadelestado de conservación del orujosorbeellos / I. Orriols, A. Bertrand //Vitivinicultura, 1990, 3:52-58.
26. Сирбиладзе, А.Л. Вторичный бутанол в грузинских коньячных спиртах коньяках / А.Л. Сирбиладзе, Д.А. Долмазашвили, В.Н. Арзиани // Виноделие и виноградарство СССР. – 1982. – № 2. – С. 59-60.
27. Оселедцева, И.В. Характеристика легколетучих идентификационных показателей коньячной продукции с помощью метода сопряженных признаков (Часть 1) / И.В. Оселедцева, Т.И. Гугучкина, Л.М. Лопатина // Виноделие и виноградарство. – 2009. – № 3. – С. 12-16.
28. Хиабахов, Т.С. Бутанол-2 в винодельческой промышленности / Т.С. Хиабахов // Виноделие и виноградарство СССР. – 1982. – № 6. – С. 30-31.
29. Агеева, Н.М. Влияние способа брожения виноградного суслу на накопление высших спиртов в коньячных виноматериалах / Н.М. Агеева, Р.В. Аванесьянц, Г.Ф. Музыченко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – [Электронный ресурс]. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2013. – № 24 (06). – С. 115-122. – Режим доступа: <http://journal.kubansad.ru/pdf/13/06/13.pdf>.