



А.С. Макаров, д.т.н., профессор, зав. лабораторией игристых вин отдела технологии вин, коньяков и вторичных продуктов,
И.П. Лутков, к.т.н., ст. н. с. лабораторией игристых вин отдела технологии вин, коньяков и вторичных продуктов,
Т.Р. Шалимова, мл. н. с. лаборатории игристых вин отдела технологии вин, коньяков и вторичных продуктов
 Национальный институт винограда и вина «Магарач»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ НАСЫЩЕНИЯ НАПИТКОВ ДИОКСИДОМ УГЛЕРОДА ПРИ СТАНДАРТИЗАЦИИ ОБЪЁМНОГО МЕТОДА ЕГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Научные эксперименты, связанные с измерением массовой концентрации диоксида углерода в напитках, должны включать в себя периодическую калибровку приборов (установок) с использованием стандартных образцов, содержащих заданное количество CO_2 . Как показали исследования, ранее проведённые в лаборатории игристых вин [1], приготовление стандартных образцов сопряжено с определёнными проблемами. Например, при использовании процесса вторичного брожения для насыщения напитков диоксидом углерода трудно добиться необходимой воспроизводимости результатов, в связи с тем, что процесс брожения проходит в течение длительного времени (более 14 сут.) и зависит от очень большого числа факторов, которые трудно стандартизировать. Кроме того, иногда брожение может проходить не до конца, с параллельным протеканием побочных процессов.

Использование прямого внесения твёрдого или жидкого диоксида углерода связано с определёнными сложностями при отборе заданного количества и растворении его в жидкости, поэтому без соответствующего оборудования не обойтись [2, 3]. Газообразный диоксид углерода также трудно дозируется и без специальных сатураторов насытить им раствор до заданной концентрации невозможно [4]. Химический способ позволяет, сделав правильный расчёт необходимого количества реагентов, добиться заданной массовой концентрации CO_2 в напитке [4]. Ещё одним положительным моментом данного способа является простота и быстрота приготовления стандартного образца. Для газирования водных модельных образцов с помощью химического способа можно использовать как органические, так и неорганические кислоты. А для газирования модельных образцов на основе вино-материалов необходимо использовать естественную для вина кислоту (например, винную, яблочную, янтарную или молочную). В качестве карбонизирующих агентов обычно используют соли щелочных и щелочно-земельных металлов (Na_2CO_3 , NaHCO_3 , K_2CO_3 , KHCO_3 , CaCO_3 , BaCO_3 , MgCO_3). При этом сле-

Статья посвящена использованию стандартных образцов напитков, насыщенных диоксидом углерода разными способами, при калибровке установок усовершенствованных методик определения CO_2 .

Ключевые слова: стандартный образец, CO_2 , калибровка, методика.

дует учитывать, что тартраты, сукцинаты, малаты натрия растворимы, а соли бария ядовиты.

А.А.Мержаниан [5] в своих экспериментах использовал мел и винную кислоту, которые помещались в папиросную бумагу. К недостаткам данного способа можно отнести тот факт, что мел плохо растворим, и в процессе взаимодействия с винной кислотой на его поверхности может образовываться слой тартрата кальция, препятствующий дальнейшему протеканию реакции. Наблюдается так называемое явление «коксования» особенно внутри «патрона» из папиросной бумаги. Чтобы этого избежать, лучше использовать растворимые карбонаты, например, калия или натрия. Однако при этом следует учитывать, что в растворе кроме диоксида углерода будут накапливаться растворимые продукты реакции, а ионы солей снижают растворимость диоксида углерода согласно уравнению

$$S = S_0 \cdot e^{-kc}$$

где: S – растворимость CO_2 в растворе, содержащем электролит;

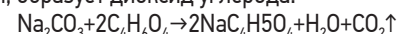
S_0 – растворимость CO_2 в чистом растворителе; e – основание натурального логарифма; k – электрическая постоянная электролита; c – концентрация электролита.

Таким образом, использование химического метода для приготовления стандартных образцов наряду с классическим способом насыщения представляется весьма перспективным.

Целью работы являлась сравнитель-

ная оценка различных способов насыщения напитков диоксидом углерода при стандартизации модифицированного объёмного метода определения массовой концентрации различных форм CO_2 .

На первом этапе готовили стандартные образцы с использованием химического способа насыщения. При выборе реагентов для насыщения образцов диоксидом углерода важно, чтобы соблюдались следующие условия: реакция должна быть необратимой, не очень интенсивной, чтобы не разрушить бутылку; реагенты должны быть чистыми, химически стойкими при хранении и взвешивании, полностью расходоваться в ходе реакции без побочных процессов; реакция должна начинаться в бутылке только после укуривания пробкой и мюзлевания. Для подкисления была выбрана янтарная кислота, поскольку в отличие от содержащейся в вине яблочной и винной кислоты она имеет меньшую молярную массу, молочная кислота доступна только в виде раствора, а уксусная кислота летуча. В качестве карбонизирующего агента использовали широко распространённый реагент соду, которая, взаимодействуя с янтарной кислотой, образует диоксид углерода:



Насыщение проводили из расчёта 5 и 7 г CO_2 в бутылке. После чего проводили измерения с помощью модифицированного объёмного метода определения CO_2 [6]. Результаты представлены в табл. 1.

Исходя из полученных данных, следует

Таблица 1

Различные формы CO_2 в стандартных образцах, полученных при химическом насыщении

| № | Наименование | Избыточное давление в бутылке*, кПа | Объём, см ³ | | | Масса CO_2 , г | | | | | Массовая доля связанного CO_2 , % |
|---|--|-------------------------------------|---------------------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------------|---------------|----------------|------------|--|
| | | | выделенного CO_2 | вина в бутылке | газа в бутылке | общего (измеренная) | общего (расчётная) | растворённого | в газовой фазе | связанного | |
| 1 | Алиготе (насыщение 5 г CO_2 в бутылке) | 340(360) | 2250 | 755 | 27 | 4,118 | 5,0 | 3,664 | 0,168 | 0,286 | 6,95 |
| 2 | Рислинг Магарача (насыщение 5 г CO_2 в бутылке) | 350(350) | 2250 | 755 | 28 | 4,118 | 5,0 | 3,664 | 0,180 | 0,274 | 6,65 |
| 3 | Рислинг Магарача (насыщение 7 г CO_2 в бутылке) | 450(540) | 3500 | 750 | 37 | 6,406 | 7,0 | 4,747 | 0,306 | 1,353 | 21,12 |

*В таблице указано равновесное давление CO_2 , (в скобках указано давление, измеренное после встряхивания бутылки).



отметить, что измеренное содержание диоксида углерода отличалось от расчётной величины, что, по-видимому, связано с неполным протеканием реакции в вине. Ещё одним выявленным недостатком этого способа является то, что образующиеся в ходе реакции соли янтарной кислоты портят вкус вина. Поэтому параллельно были поставлены эксперименты по насыщению образцов виноматериалов диоксидом углерода при помощи вторичного брожения с использованием имеющихся в торговой сети (свободно доступных) сухих дрожжей (табл. 2), в которых затем проводили анализ физико-химических и органолептических показателей.

Исходя из полученных данных, было установлено, что в образцах №2,6,7 сахара практически полностью сбродили. А в образцах №3,4,5 сбродили только наполовину, поэтому использовать их в качестве стандартных образцов игристых вин нельзя. Это же подтверждает равновесное давление в бутылках и результаты органолептической оценки.

Известно, что реакция спиртового брожения описывается следующим уравнением:

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2 C_2H_5OH + 2CO_2$$

180 г/моль 2·46 г/моль 2·44 г/моль

Однако, в связи с тем, что в ходе вторичного брожения параллельно с ним проходят и другие реакции (например, глицеро-пировиноградное брожение), расчёт массы выделившегося CO_2 необходимо проводить не по количеству сбродившего сахара, а по фактическому приросту объёмной доли этилового спирта, которая, к примеру, в образце №2 составляла 0,9% (или с учётом плотности, 7,1034 г). Это соответствует 6,794 г CO_2 , а с учётом объёма вина в бутылке – 5,062 г (табл. 3).

Из полученных данных (табл. 3) следует, что наиболее близкое к расчётной величине значение массовой концентрации CO_2 дают образцы, приготовленные с использованием вторичного брожения в бутылке. Однако для расчёта необходимо знать точную объёмную долю этилового спирта в исходном виноматериале и в готовом образце. Стандартные образцы, приготовленные химическим способом, имеют меньшую по сравнению с расчётной концентрацию CO_2 . Обращает на себя внимание то, что при близком значении равновесного давления в образцах с химическим насыщением под №1,2, а также в образцах с классическим способом насыщения под №1,5,6 – в последних содержится большее количество диоксида углерода, в том числе и его связанных форм. Тем не менее связанные формы CO_2 в достаточном количестве образуются и при химическом способе насыщения, особенно в образце №3.

Таким образом, в зависимости

Физико-химические показатели стандартных образцов, насыщенных диоксидом углерода при вторичном брожении

Таблица 2

| № | Наименование | Объёмная доля этилового спирта, % | Массовая концентрация, г/дм ³ | | | Дегустационная оценка, балл |
|---|---|-----------------------------------|--|---|------------------|-----------------------------|
| | | | сахаров | сброженных сахаров (вторичное брожение) | титруемых кислот | |
| 1 | Исходный купаж в/м Алиготе+Рислинг рейнский (1:1) (контроль) | 11,4 | 0,75 | - | 6,45 | - |
| 2 | Игристое (Французские винные дрожжи Litto Levure CHA Saccharomyces cerevisiae (bayanus)) | 12,30 | 1,5 | 21,25 | 6,15 | 9,13 |
| 3 | Игристое (немецкие сухие дрожжи Dr. Oetker, ТОВ «Др Оеткер», Киев) | 11,90 | 9,0 | 13,75 | 6,15 | 8,91 |
| 4 | Игристое (Французские сухие дрожжи «Саф-момент», «ТОВ Лесафр Украина», Киев) | 11,95 | 9,1 | 13,65 | 6,15 | 8,94 |
| 5 | Игристое (французские сухие дрожжи «Саф-левюр» «ТОВ Лесафр Украина», Киев) | 11,85 | 9,6 | 13,05 | 6,15 | 8,93 |
| 6 | Игристое (львовские сухие дрожжи ЗАО «Энзим», Львов (Saccharomyces cerevisiae)) | 12,25 | 1,2 | 21,55 | 6,15 | 9,01 |
| 7 | Игристое (Криворожские дрожжи (паста), ТУУ 15.8-00383295-005-2005 (LESALFRE GROUP, Кривой Рог)) | 12,25 | 1,6 | 21,15 | 6,08 | 9,04 |

сти от поставленных целей, имеющегося в распоряжении времени и, зная указанные особенности приготовления стандартных образцов, исследователь может использовать как первый, так и второй способ их приготовления. В результате использования в ходе измерений модифицированного объёмного метода определения диоксида углерода в напитках, насыщенных CO_2 , подтверждена его эффективность.

На следующем этапе работы планируется провести сравнительный анализ стандартных образцов, приготовленных путём вторичного брожения и сатурации жидким диоксидом углерода с использованием модельной установки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лутков И.П. Совершенствование методов контроля качества игристых вин: Дисс. ... к.т.н. - 05.18.07. - Ялта: ИВиВ «Магарач». - 2004. - 225 с.
2. Паршин Б.Д. Совершенствование технологии

газирования напитков с использованием жидкого диоксида углерода: Дисс. ... к.т.н. - Ялта: ИВиВ «Магарач». - 1991. - 177 с.

3. Арутюнян А.Ф. Разработка метода газирования вин и безалкогольных напитков с применением жидкого диоксида углерода: Дисс. ... к.т.н. - 05.18.07. - Ялта: ИВиВ «Магарач». - 1985. - 169 с.

4. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств. - М.: Колос, 1998. - 448 с.

5. Мерджаниан А.А. Физико-химия игристых вин. М.: Пищевая промышленность, 1979. - 271 с.

6. Лутков И.П. Совершенствование объёмного метода определения массовой концентрации диоксида углерода. - Виноградарство и виноделие: Сб. науч. тр. ИВиВ «Магарач». Т.ХЛ., ч. 1. - Ялта, 2011. - С. 71-74.

Поступила 28.01.2013

© А.С.Макаров, 2013

© И.П.Лутков, 2013

© Т.Р.Шалимова, 2013

Различные формы CO_2 в стандартных образцах, насыщенных диоксидом углерода в процессе вторичного брожения

Таблица 3

| № | Наименование | Избыточное давление в бутылке*, кПа | Объём, см ³ | | | Масса CO_2 , г | | | | | Массовая доля связанного CO_2 , % |
|---|---|-------------------------------------|------------------------|----------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------|----------------|------------|-------------------------------------|
| | | | выделившегося CO_2 | вина в бутылке | газа в бутылке | общего (измеренная) | общего (расчётная) | растворённого | в газовой фазе | связанного | |
| 1 | Игристое (французские винные дрожжи Litto Levure CHA Saccharomyces cerevisiae (bayanus)) | 360(450) | 2770 | 745 | 37 | 5,09 | 5,06 | 3,84 | 0,25 | 1,005 | 19,74 |
| 2 | Игристое (немецкие сухие дрожжи Dr. Oetker, ТОВ «Др Оеткер», Киев) | 210(300) | 1650 | 767 | 23 | 3,03 | 2,90 | 2,33 | 0,09 | 0,619 | 20,39 |
| 3 | Игристое (французские сухие дрожжи «Сафмомент», «ТОВ Лесафр Украина», Киев) | 230(300) | 1700 | 770 | 28 | 3,12 | 3,20 | 2,55 | 0,12 | 0,452 | 14,46 |
| 4 | Игристое (французские сухие дрожжи «Сафлевюр» «ТОВ Лесафр Украина», Киев) | 190(240) | 1400 | 767 | 21,5 | 2,57 | 2,61 | 2,10 | 0,08 | 0,394 | 15,32 |
| 5 | Игристое (львовские сухие дрожжи ЗАО «Энзим», Львов (Saccharomyces cerevisiae)) | 330(410) | 2670 | 770 | 21,5 | 4,90 | 4,85 | 3,65 | 0,13 | 1,132 | 23,07 |
| 6 | Игристое (Криворожские дрожжи (паста), ТУУ 15.8-00383295-005-2005 (LESALFRE GROUP, Кривой Рог)) | 330(410) | 2550 | 755 | 37 | 4,68 | 4,85 | 3,57 | 0,22 | 0,889 | 18,96 |

*В таблице указано равновесное давление CO_2 , (в скобках указано давление, измеренное после встряхивания бутылки).