

збільшення терміну зберігання та контролю мікробіологічного забруднення м'яса та м'ясопродуктів.

Список літератури:

1. Баранова Е. В. Повышение устойчивости стартовых культур к замораживанию и термической обработке / Е. В. Баранова // Мясная индустрия. – № 9 Сентябрь. – 2009, с. 70–72.
2. Jeremiah L. E. Extension of Chilled Pork Storage Life, Agri-Food Canada Research Center / L. E. Jeremiah // National Pork Producers Council. – № 4/97. – P. 1–8.
3. Машенцева Н.Г. Создание функциональных бактериальных препаратов для мясной промышленности / Н.Г. Машенцева // Мясная индустрия. – 2008. – №1 Январь. – С. 26–29.
4. Gagri A. Antimicrobial edible films and coatings / A. Gagri, Z. Ustunol, E. T. // Journal of Food Protection. – vol 67. №4. – 2004. – P. 833–848.
5. Navratilova P. Prevalence of Listeria monocytogenes in milk, meat and foodstuff of animal origin and phenotype of antibiotic resistance of isolated strains / P. Navratilova, J. Schleeceleva, A. Sustackova, E. Napravnikova, J. Lukasova, E. Klimova // Vet. Med. – 2004. – № 7. – P. 243–252.
6. Кузнецова Л.С. Состав плесневых грибов, поражающих поверхность мясной продукции / Л.С. Кузнецова, Н.В. Михеева, Е.В. Казакова // Мясная индустрия. – №3 Март. – 2009. – С. 28–31.
7. Vogel R. F. et al. The competitive advantage of Lactobacillus curvatus LTH 1174 in sausage fermentation is caused by formation of curvacin // A. Syst Appl Microbiol. – 1993. – 16: 3: 457–462.
8. Caplice E., Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. Int [Text]/ E. Caplice, G. Fitzgerald. // J. Food Microbiol. – 1999. – № 50. – P. 131–149.
9. Egorov H. С. Микробы-антагонисты и биологические методы определения антибиотической активности. – М.: Высшая школа, 2009. – С. 28–49.
10. Gagri A., Osburn Inhibition of Listeria monocytogenes on hot dogs using antimicrobial whey protein-based edible coatings / A. Gagri, Z. Ustunol. // Journal of Food Protection. – Vol 68. №2. – 2003. – P. 291–299.
11. Костенко Ю.Г. Санитарно-микробиологические аспекты производства охлажденной свинины длительного срока годности / Ю.Г. Костенко, Д.С. Батаева, М.А. Краснова // Мясная индустрия. – №4, Сентябрь. – 2014. – С. 66–67.

DETERMINE THE EFFECT OF LACTICACIDBA CTERIAON THE SURFACE MICRO FLORA OF MEAT

L.G. Vinnikov, Ph.D., professor *

G.V. Yamborko, Ph.D., assistant professor of microbiology, virology and biotechnology **

A.V. Kyshenya, a graduate student, E-mail: andrey.kishenya@mail.ru

* Odessa National Academy of Food Technologies, Kanatnaya str., 112, Odessa, Ukraine, 65039

** Odessa National University II Mechnikov

Annotation. This paper presents the results of research concerning the possible impact of different strains of lactic acid bacteria of the family *Lactobacillus plantarum* on suppressing the meat's own pathogenic microflora. Specimens of chilled meat were collected on the production plant from different parts beef carcass (middle neck, flank, hip), because microbial contamination of these parts is considered to be the highest one. Qualitative and quantitative composition of the surface microorganisms of meat was established. The antagonistic effect of lactic acid on saprogenic microbiota of meat was identified.

Spoilage of refrigerated products (especially meat) occurs primarily as a result of vital activity of a great number of microorganisms: bacteria, fungi (mold, yeast), viruses and microparasites. Today, to preserve the product, innovative technologies are needed. An alternative to chemical drugs (benzoic acid, sorbic acid, etc.) are substances of microbial origin – bacteriocins, enzymes.

The research findings show that lactic acid bacteria of *Lactobacillus plantarum* family can be used in meat industry as a biological barrier will slow down the development of pathogenic microflora.

Keywords: microbiota of meat, *Lactobacillus plantarum*, shelf life, antagonistic effect

References

1. Baranova EV Povyshenie ustoychivosti startovykh kultur k zamorazhivaniyu i termicheskoy obrabotke. Mясnaya industriya. 2009; 9: 70-72.
2. Jeremiah LE Extension of Chilled Pork Storage Life. National Pork Producers Council. 1997; 4: 1-8
3. Mashentseva NG Sozdanie funktsionalnykh bakterialnykh preparatov dlya myasnoy promyshlennosti. Mясnaya industriya. 2008; 1: 26-29.
4. Gagri A, Ustunol Z, Ryser ET Antimicrobial edible films and coatings. Journal of Food Protection. 2004; 4: 833-848
5. Navratilova P, Schleeceleva J, A. Sustackova A, Napravnikova E, Lukasova J, Klimova E Prevalence of Listeria monocytogenes in milk, meat and foodstuff of animal origin and phenotype of antibiotic resistance of isolated strains. 2004; 7: 243-252.
6. Kuznetsova LS, Miheeva NV, Kazakova EV Sostav Plesnevyykh gribov, porazhayushchih poverhnost myasnoy produktsii. Mясnaya industriya. 2009; 3: 28-31
7. Vogel R, Pohle B., Tichaczek PS The competitive advantage of Lactobacillus curvatus LTH 1174 in sausage fermentation is caused by formation of curvacin A. Syst Appl Microbiol. 1993; 3: 457-462
8. Caplice E Food fermentations: Role of microorganisms in food production and preservation. Food Microbiol. 1999; 50: 131-149
9. Egorov NS Mikroby-antagonisty i biologicheskie metody opredeleniya antibioticheskoy aktivnosti. – М.: Vysshaya shkola; 2009.
10. Gagri Z, Ustunol W Osburn Inhibition of Listeria monocytogenes on hot dogs using antimicrobial whey protein-based edible coatings. Journal of Food Protection. 2003; 2: 291-299.
11. Kostenko YuG Bataeva DS Krasnova MA Sanitarно-mikrobiologicheskie aspekty proizvodstva ohlazhdennoy svinyiny dlitelnoy stroka godnosti. Mясnaya industriya. 2014; 4: 66-67

Отримано в редакцію 1.06.2015

Прийнято до друку 3.08.2015

УДК 663.22:661.971

МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ІГРИСТИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИНА

О. Б. Ткаченко, доктор технічних наук, доцент *, E-mail: oksana_tkachenko@mail.ru

С. С. Древова, аспірант *, E-mail: svetik_shum@mail.ru

В. П. Железний, доктор технічних наук, професор **, E-mail: vzhelzny@mail.ru

Т. Л. Лозовський, кандидат технічних наук, асистент **, E-mail: lozstar@rambler.ru

А. Г. Нікулін, кандидат технічних наук, молодший науковий співробітник **, E-mail: arteomng@gmail.com

* Кафедра технологій вина і енології

** Кафедра теплофізики та прикладної екології

Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, г. Одеса, Україна, 65039

Анотация. У статті представлено опис удосконаленого методу оцінки показників якості игристых властивостей вина. Метод передбачає фотографування процесу виділення вуглекислого газу із вина в оптичній ємності з метою отримання первинної інформації про бульбашки на протязі визначеного часу. В процесі експериментального дослідження визначається час появи бульбашки, її розмір та глибина занурення. Запропоновано методику обробки отриманих експериментальних даних методами «комп'ютерного зору».

Запропоновано дві математичні моделі, що описують процес зміни концентрації бульбашок та середнього діаметру бульбашки при її спливанні. Використання таких моделей дає можливість отримати узагальнені характеристики процесу газовиділення. В роботі представлено результати опису динаміки газовиділення та зміни розмірів бульбашок в часі. Показано, що моделі дозволяють адекватно описувати процеси появи, росту та спливання бульбашок з використанням малої кількості параметрів. Запропоновані моделі рекомендовано використовувати для кількісної та об'єктивної оцінки игристых властивостей вина.

Ключові слова: игристі властивості, бульбашки діоксиду вуглецю, експериментальна установка, математична модель, розпізнавання бульбашок

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИГРИСТЫХ СВОЙСТВ ВИНА

О.Б. Ткаченко, доктор технических наук, доцент*, E-mail: oksana_tkachenko@mail.ru

С.С. Древова, аспирант*, E-mail: svetik_shum@mail.ru

В.П. Железный, доктор технических наук, профессор**, E-mail: vzhelzny@mail.ru

Т.Л. Лозовский, кандидат технических наук, ассистент**, E-mail: lozstar@rambler.ru

А.Г. Никулин, кандидат технических наук, младший научный сотрудник**, E-mail: arteomng@gmail.com

*Кафедра технологии вина и энологии

** Кафедра теплофизики и прикладной экологии

Одесская национальная академия пищевых технологий, ул. Канатная, 112, г. Одесса, Украина, 65039

Аннотация. В статье представлено описание усовершенствованного метода оценки показателей качества игристых свойств вина. Метод основан на фотографировании процесса выделения углекислоты из игристого вина в оптической ячейке с целью получения первичной информации о поведении пузырьков в течении определенного времени. В процессе экспериментального исследования определяется время появления пузырька, его размер и глубина образования. Предложена методика обработки полученных экспериментальных данных методами «компьютерного зрения».

Предложены две математические модели для описания процессов изменения концентрации пузырьков и среднего диаметра всплывающих пузырьков. Применение этих моделей позволяет получить обобщенные характеристики процесса «игры» вина. В работе представлены результаты описания динамики выделения пузырьков и изменения размеров пузырьков во времени. Показано, что модели позволяют адекватно описывать процессы образования, роста и всплытия пузырьков с использованием небольшого количества параметров. Предложенные модели рекомендуются использовать для количественной и объективной оценки игристых свойств вина.

Ключевые слова: игристые свойства, пузырьки диоксида углерода, экспериментальная установка, математическая модель, распознавание пузырьков.

Copyright © 2015 by author and the journal "Food Science and Technology".

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



DOI:

Введение

Игристые вина – это вина, пенные и игристые свойства которых образуются в результате насыщения их диоксидом углерода эндогенного происхождения в процессе брожения под давлением суслу или вторичного брожения виноматериалов в герметично

закрытых емкостях. Углекислый газ в жидкости находится в трех формах: газообразной, растворенной и связанной, которые имеют ряд особенностей формирующих типичные свойства вин.

Игристые свойства являются важнейшей характеристикой, которая учитывается в системе органолеп-

тической оценки качества готовой продукции. При наливке вина в бокал наблюдается бурное выделение пузырьков CO_2 в виде «цепочек». Интенсивно всплывая и увеличиваясь, они над поверхностью жидкости образуют пену [1,2].

С точки зрения современной технологии качество игристых вин зависит от дисперсности (размеров) пузырьков, частоты новообразования и скорости их движения. Считается, что чем медленнее выделяется из вина диоксид углерода и меньше размер пузырьков, тем плотнее и устойчивее пена в виде колечка (венчика) вдоль стенок или в виде движущихся «островков» на поверхности вина [1,3].

Следует отметить, что «игра» является не только визуальным показателем качества вина, но и благоприятно влияет на органолептический профиль вина. Бурное выделение углекислоты, которое характеризуется большим размером пузырьков, оказывает агрессивное воздействие на полость рта в процессе дегустации. Такой процесс способствует стремительной дегазации вина и быстрому снижению игристых свойств. Напротив, высококачественные игристые вина создают приятные вкусовые ощущения в виде легкого покалывания в полости рта. При этом в бокале наблюдается длительное выделение пузырьков в виде «цепочек» и устойчивое пенообразование [4-6].

Постановка проблемы и литературный обзор

Результаты органолептического анализа, реализованного в рамках производственных дегустаций и работы конкурсных комиссий, показывают, что большая часть отечественных игристых вин характеризуется низкими значениями игристых свойств.

Согласно ДСТУ 4807:2007 «Вина игристі. Технічні умови» не предусмотрен контроль качества игристых свойств с помощью физико-химических методов анализа. Отсутствуют конкретные значения и диапазоны этих характеристик. Поэтому большое значение в решении проблемы занимают вопросы разработки и усовершенствования инструментальных методов и их использования в реальной оценке и прогнозировании игристых свойств вина.

Следовательно, для успешной реализации режимов и параметров технологических процессов шампанских виноматериалов и игристых вин актуальной задачей является разработка новых и усовершенствование действующих методов оценки специфических показателей игристых вин.

Согласно отечественным и зарубежным литературным источникам наиболее часто применяют методы, основанные на введении в виноматериал или дегазированное игристое вино газовых пузырьков, выделяющихся на одном ядре кавитации [7,8]. Для характеристики процесса газообмена в системе вино – CO_2 после нарушения герметичности используют следующие величины: отрывные диаметры нескольких пузырьков, время и скорость их всплывания, количество пропущенных пузырьков, объем га-

зов, растворенных в жидкости и выделившихся из жидкости с пузырьками, всплывающими на поверхность вина в бокале.

Для оценки контроля игристых свойств G. Liger-Belair, A. Maujean и др [5,6,9] предложили математическую модель, описывающую процесс кавитационной десорбции углекислого газа в шампанских и игристых винах. В их работах изложена методика наблюдения за пузырьками в бокале с помощью скоростной фотосъемки (до 2000 кадров в секунду) и микроскопа в условиях естественно протекающего процесса газовой выделения из игристого вина. Фотографирование осуществляется при строго определенной экспозиции со стробоскопическим источником света. В качестве критериев оценки «игры» выступают: размер пузырьков, частота отделения пузырьков от центра их образования, скорость всплывания пузырьков, формирование и слияние пузырьков.

Также большой интерес представляет «Система технического зрения с использованием ЭВМ» [7]. Данная установка, укомплектованная видеокамерой и зеркалом под углом 45° , позволяет в реальных условиях получить систему параметров, характеризующих «игру»: быстроту появления пузырьков, длительность их новообразования, а также их размер и количество в жидкости.

Описание установки для исследования размеров и динамики выделения пузырьков в игристом вине

Целью настоящей работы явилось усовершенствование существующих инструментальных методов количественной оценки игристых свойств в реальных условиях (в бокале).

Объектами исследований для тестирования установки и алгоритмов обработки служили образцы игристых вин: игристое вино белое брют (образец №1), игристое вино белое полусухое (образец №2), игристое вино белое полусладкое (образец №3), игристое вино розовое полусладкое (образец №4).

Созданная установка позволяет исследовать игристые свойства вина, с помощью регистрации и последующего анализа пузырьков углекислоты, выделяющейся из образца после вскрытия бутылки. Для решения этой задачи с помощью цифровой фотокамеры проводится съемка процесса выделения CO_2 в оптической ячейке, а полученный фотоматериал обрабатывается методами «компьютерного зрения» (computer vision), для получения первичной информации о пузырях (время появления, размер, глубина погружения). Дальнейшая обработка полученной информации позволила выделить интегральные характеристики процесса «игры» вина, которые можно использовать для сравнения игристых свойств различных образцов вина.

Установка для исследования образования пузырьков состоит из ячейки с исследуемым вином, осветительной системы и фотокамеры (Canon PowerShot SX150 IS) для регистрации серии изображений ячей-

ки в течении заданного времени (рис. 1). В качестве ячейки для вина использовалась стандартная оптическая кювета с длиной оптического пути 5,095 мм, объем заправки вином $\sim 2,4$ мл. К боковой стенке снаружи приклеена шкала со штрихами каждые $0,169 \pm 0,002$ мм (измерено на УИМ-21), с помощью которой определяется масштабный коэффициент, позволяющий переход от системы координат изображения к истинным размерам.

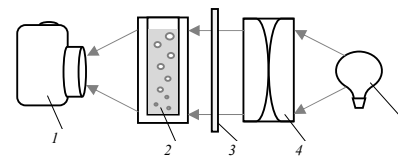


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования образования пузырьков в игристых винах.

1 – фотокамера; 2 – ячейка с исследуемым образцом; 3 – молочное стекло; 4 – конденсор; 5 – лампа

Методика исследования игристых свойств включает следующие этапы:

- **Подготовительный** – промывка и высушивание ячейки; помещение где будет проводится исследование кондиционируется до температуры 20°C ; образцы для исследования несколько часов выдерживаются при комнатной температуре (20°C);

- **заправка и запуск установки** – включается и выполняется настройка фотокамеры; откупоривается бутылка и выполняется два наливания вина в ячейку для промывки (это позволяет существенно снизить количество пузырьков неподвижно растущих на стенках); затем ячейка заполняется образцом вина (недоливая 3-4 мм до кромки); заполненная ячейка помещается в установку и запускается съемка процесса дегазации вина фотокамерой;

- **регистрация кадров** – в течении 30-40 мин (в зависимости от длительности «игры» исследуемого образца вина) регистрируются кадры по следующей схеме: блок из 10 кадров с интервалом 1 с, затем пауза 25 с (каждая следующая пауза увеличивается на 15%), повторение блока из 10 кадров и т. д.;

- **обработка и распознавание изображений** – на этом этапе в каждом кадре распознаются пузырьки и определяются размеры и положение каждого пузырька, в результате чего можно получить следующую информацию: диаметр и положение пузырька; положение мениска жидкости относительно дна ячейки, время, прошедшее с момента регистрации первого кадра для каждого пузырька;

- **обработка полученной информации** – из массива данных полученных на предыдущем этапе определяются параметры, характеризующие длительность «игры», концентрацию и размеры пузырьков.

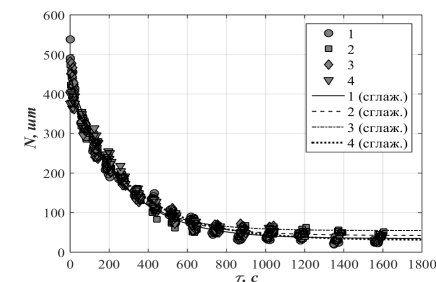


Рис. 2. Зависимость количества пузырьков при различных способах наливания вина в ячейку:

- 1 – образец №1, быстрое заполнение ячейки в течении примерно 4-6 с;
- 2 – образец №1, медленное заполнение ячейки в течении примерно 8-10 с;
- 3 – образец №2, медленное заполнение ячейки в течении примерно 8-10 с;
- 4 – образец №2, быстрое заполнение ячейки в течении примерно 4-6 с

Концентрация пузырьков n (см^{-3}) в образце определяется по следующей зависимости:

$$n = \frac{N}{V(h_m)} \quad (1)$$

где N – кол-во пузырьков, зарегистрированных в кадре; h_m – уровень жидкости в ячейке, определяется в процессе распознавания, см; $V(h_m)$ – объем жидкости в ячейке (2), см^3 , при уровне жидкости в ней h_m , с учетом поправки, определенной из геометрических построений. Эта поправка учитывает тот факт, что в процессе распознавания пузырьков CO_2 из-за эффекта перспективы не участвуют области вблизи боковых стенок и доннышка ячейки ($\sim 9\%$ от объема заполнения).

$$V(h_m) = 0.8779 \pm 0.0002 \cdot h_m - 0.1068 \pm 0.0005 \quad (2)$$

Отсчет времени ведется от момента съемки первого кадра, по EXIF данным (доверительный интервал нижним индексом) каждого кадра с разрешением в 1 с. Предварительные испытания показали, что неучтенный промежуток времени между откупориванием бутылки и съемкой первого кадра (20-45 с) незначительно влияет только на начальном этапе «игры» (см. рис. 2). Спустя 40 – 60 с существенных различий ни в концентрации, ни в средних размерах пузырьков не наблюдается.

Обработка и распознавание изображений

Для получения информации об игристых свойствах исследуемого образца вина после фотографирования процесса газовой выделения проводится обработка полученных изображений. В результате этой обработки на изображениях идентифицируются: ячейка с

образом, уровень жидкости в ячейке, масштабная шкала и пузырьки. При этом из массива распознанных пузырьков отсеиваются пузырьки, растущие на стенках ячейки. Для этого с помощью разработанно-

го программного обеспечения проводится пакетная обработка всех изображений. Последовательность распознавания и обработки одного кадра представлена в табл. 1.

Таблица 1 – Алгоритм распознавания и обработки кадра

1.	Загрузка исходного изображения (рис. 3а) и определение масштаба изображения (по изображению прикреплённой к ячейке шкалы).
2.	Подготовка изображения к распознаванию (рис. 3б) [10]: а) кадрирование; б) конвертация цветного изображения в оттенки серого; в) медианная фильтрация (для удаления высокочастотных шумов); г) инвертирование яркости (негатив).
3.	Выделение и вычитание фона (рис. 3в) [10].
4.	Распознавание окружностей с помощью алгоритма Хаффа [11] (рис. 3г).
5.	Распознавание мениска жидкости (рис. 3д). Т. к. мениск представляет собой светлую полосу отраженного света, выполняется поиск линии отвечающей максимальному градиенту яркости вдоль вертикальной оси. В качестве уровня жидкости берется расстояние от самой нижней точки этой линии до специальной метки на ячейке с прибавлением известного расстояния от метки до дна ячейки.
6.	Первичная обработка результатов распознавания: а) поиск и удаление пузырьков неподвижно растущих на стенках ячейки (для этого выполняется сравнение двух последовательных кадров и если на них присутствуют пузырьки с близкими координатами и размерами они считаются растущими неподвижно и подлежат исключению из набора данных); б) поиск и удаление пузырьков, находящихся выше уровня жидкости (см. п. 5); в) вычисление диаметров и глубины (расстояние между центром пузырька и мениском жидкости в оптической ячейке) пузырьков с учетом масштабного коэффициента.
7.	Сохранение в файле полученной информации о времени регистрации (τ) (соответствует времени съемки кадра), диаметре (d) и глубине каждого пузырька (h).

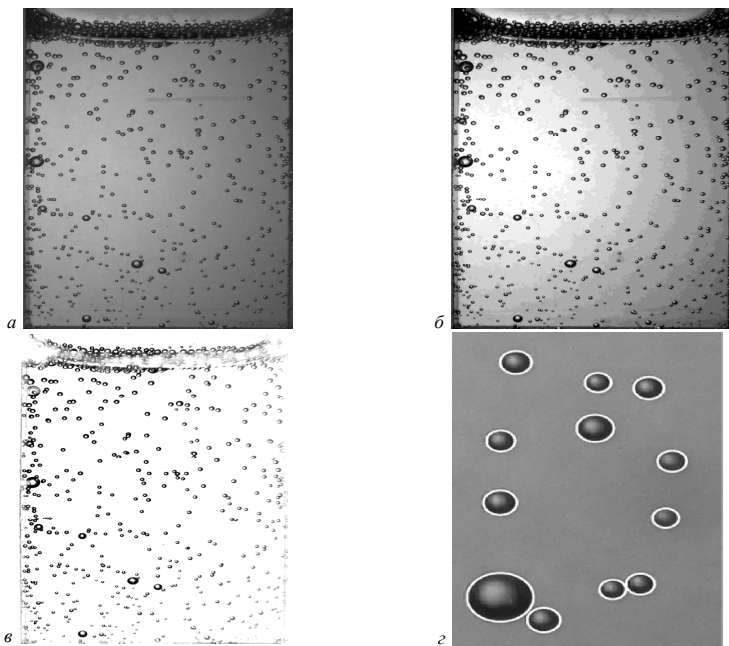


Рис. 3. Результаты обработки изображения всплывающих пузырьков в вине:

а – часть исходного изображения, в котором выполняется распознавание пузырьков; б – часть исходного изображения, после предварительной подготовки; в – часть исходного изображения, после вычитания фона; г – результат распознавания пузырьков, показанный на исходном изображении

Обработка полученной информации

Дальнейшая обработка полученной в результате распознавания информации о всплывающих пузырьках в вине предусматривает выделение обобщенных характеристик процесса «игры» вина, удобных для сравнительного анализа образцов. Для этого предлагается описывать процессы изменения концентрации пузырьков и изменения среднего диаметра, всплывающих пузырьков двумя математическими моделями. Небольшое количество параметров предлагаемых моделей, которые характеризуют важные аспекты «игры» вина, позволяют решить задачу количественного описания игристых свойств вина.

Для характеристики динамики выделения пузырьков из вина авторами предлагается использовать параметры модели (3), которой описываются (аппроксимируются) данные по концентрации пузырьков, зарегистрированных в фотокадре в разные моменты времени

Таблица 2 – Результаты описания динамики выделения пузырьков моделью (2). Параметры модели с доверительным интервалом (значимость 95%) и стандартное отклонение $n_{RMSD} = \sqrt{\sum_{i=1}^m (n_i - n(\tau_i))^2 / m}$

Образец	$V, \text{см}^3$	$n_{start}, \text{см}^{-3}$	$n_{end}, \text{см}^{-3}$	$\tau_n, \text{с}$	$\tau_n/V, \text{с}/\text{см}^3$	$n_{RMSD}, \text{см}^{-3}$
№1	2.38	151.3 ± 2.9	2.2 ± 2.5	394 ± 22	165.3 ± 9.4	5.7
№2	2.33	145.1 ± 2.3	8.2 ± 1.5	319 ± 14	136.8 ± 6.0	4.3
№3	2.31	120.2 ± 1.8	6.1 ± 1.5	391 ± 18	169.3 ± 7.8	3.6
№4	2.24	117.6 ± 2.2	0.0 ± 2.1	424 ± 25	189.5 ± 11.3	4.5

Очевидно, что длительность процесса газовой выделение из вина определяется содержанием углекислого газа в образце, которое пропорционально объему образца. Как видно из результатов описания моделью (3) (табл. 2) процессов газовой выделение из различ-

$$n(\tau) = (n_{start} - n_{end}) \exp\left(-\frac{\tau}{\tau_n}\right) + n_{end} \quad (3)$$

ных образцов вина постоянная времени при различной технологической обработке может изменяться от нескольких процентов (образцы №1 и №3) до 34% (образцы №2 и №4).

Для описания динамики выделения пузырьков для четырех образцов игристого вина. Наиболее интересным параметром модели (3) является постоянная времени. Для оценки характерного времени выделения пузырьков целесообразнее рассматривать отношение постоянной времени к объему образца τ_n/V , здесь V определяется по формуле (2).

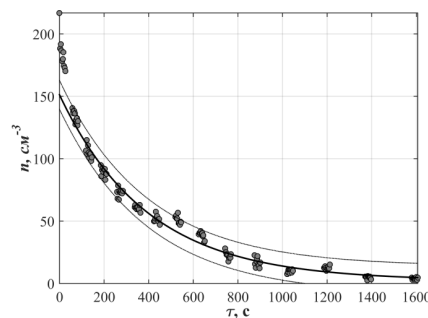


Рис. 4. Зависимость концентрации пузырьков в измерительной ячейке от времени (O) и результат описания моделью (3) (—) с доверительным интервалом (значимость 95%) (.....) – образец №1

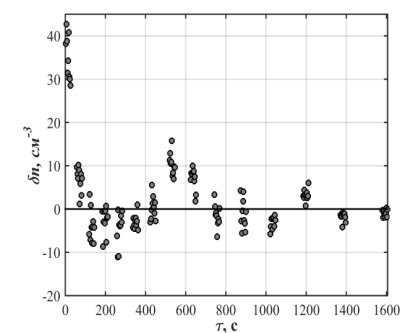


Рис. 5. Отклонения экспериментальных данных о концентрации пузырьков образца №1 в измерительной ячейке от рассчитанных значений по модели (3)

Помимо концентрации пузырьков в вине, важным аспектом «игры» игристого вина являются размеры всплывающих пузырьков. После нарушения равновесия системы вино-СО₂ (откупоривание бутылки и наливание в ячейку) в вине начинают образовываться, «расти» и всплывать пузырьки углекислого газа. Центрами образования пузырьков служат микрочастицы, содержащиеся в вине (пылинки, кристаллы). После образования пузырька он начинает «расти» – увеличивать свой размер за счет газовыделения в пузырек углекислого газа из вина и расширения газа в результате уменьшения гидростатической составляющей давления. Следует заметить, что на этот процесс влияет изменение поверхностного натяжения, вызванное изменением состава поверхностного слоя на границе раздела фаз. Пузырьки, образовавшиеся на стенке ячейки, некоторое время растут не всплывая, удерживаемые силами поверхностного натяжения на

границе межфазного контакта: вино-углекислый газ-стекло. Когда архимедова сила превысит силу, удерживающую пузырек на поверхности стекла, пузырек оторвется и начнет всплывать, продолжая увеличиваться в размерах. Пузырьки, образовавшиеся на микрочастицах в объеме вина, начинают всплывать сразу под действием выталкивающих сил. Интенсивность образования пузырьков и процесса газовыделения углекислоты в пузырьки определяется в первую очередь содержанием СО₂ в вине, которое постепенно снижается в процессе «игры» вина, что приводит к постепенному снижению концентрации и скорости роста пузырьков (и, следовательно, уменьшению размеров пузырьков в объеме вина). Таким образом, зафиксированные размеры пузырьков (регистрируемые в процессе исследования оптической системой установки) сложным образом изменяются как по объему вина, так и во времени (рис. 6).

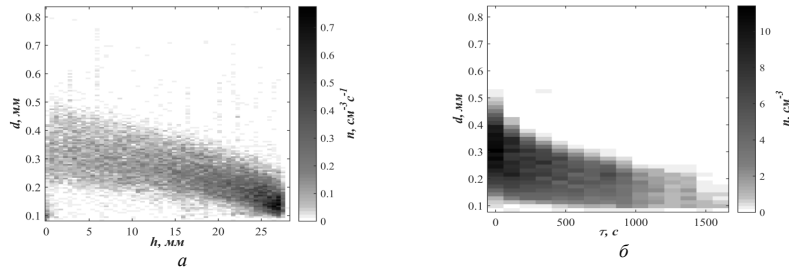


Рис. 6. Распределение концентрации пузырьков по размерам и глубине ячейки (а) и по размерам и времени регистрации (б) для образца №1

Для характеристики размеров пузырьков предлагается использовать параметры модели (4), которая позволяет описывать набор следующих данных: время регистрации (τ), глубина пузырька (h) и диаметр (d) каждого пузырька:

$$d(x, \tau) = a(\tau) \left[\frac{x + x_0}{x_{bias}} \right]^{1/2}, \quad (4)$$

где $d(x, \tau)$ – средний диаметр пузырьков, мм; τ – время от начала съемки процесса газовыделения из вина, с; $a(\tau)$ – параметр модели, изменяющийся во времени, мм; $x = h_m - h$ – высота всплытия пузырька – расстояние от дна ячейки до центра пузырька, мм; x_0 – параметр модели, который имеет смысл расстояния ниже дна ячейки, на котором диаметры всех пузырьков равны нулю, мм; $x_{bias} = const$ – масштабный множитель, принятый в проведенных исследованиях равным 70 мм (имеющий смысл уровня заполнения бокала вином); c – показатель степени – один из параметров, характеризующий динамику изменения размера пузырька при его всплывании. Ис-

пользование предложенного масштабного множителя x_{bias} позволяет интерпретировать параметр $a(\tau)$ как диаметр пузырьков всплывших на высоту x_{bias} . В том случае, если это уровень вина в бокале, то из пузырьков этого размера будет формироваться пена. С течением времени параметр a изменяется ввиду уменьшения концентрации СО₂ в вине. Это изменение предложено описывать моделью (5), содержащей еще три параметра, которые характеризуют процесс изменения размера пузырька, приведенного к высоте x_{bias} , со временем:

$$a(\tau) = (a_{start} - a_{end}) \exp\left(-\frac{\tau}{\tau_a}\right) + a_{end}, \quad (5)$$

где a_{start} и a_{end} являются, соответственно, размером пузырьков на высоте x_{bias} в начале и в конце процесса «игры», мм; τ_a – постоянная времени процесса изменения указанного размера пузырьков, с.

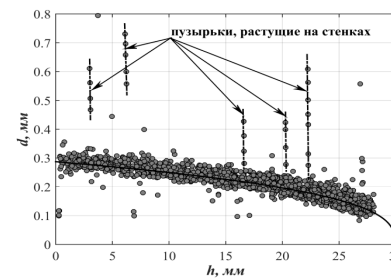


Рис. 7. Зависимость размеров пузырьков от высоты h для образца №1 в промежутке времени $337 \text{ с} < \tau < 363 \text{ с}$ (○ – (τ, h, d)-данные)

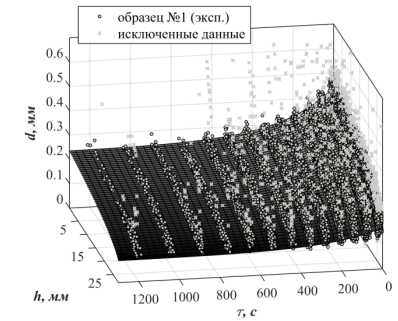


Рис. 8. Зависимость диаметров пузырьков СО₂ от высоты h и времени τ для образца вина №1.

Таблица 3 – Результаты описания (τ, h, d)-данных пузырьков моделью (4, 5). Параметры модели c доверительным интервалом (значимость 95%) и стандартное отклонение $d_{RMSD} = \sqrt{\sum_{i=1}^m (d_i - d(\tau_i))^2 / m}$

Образец	$h_m, \text{ мм}$	$x_0, \text{ мм}$	$a_{start}, \text{ мм}$	$a_{end}, \text{ мм}$	$\tau_a, \text{ с}$	c	$d_{RMSD}, \text{ мм}$
№1	27.99	1.9 ± 0.2	0.591 ± 0.004	0.314 ± 0.007	258.3 ± 5.7	2.89 ± 0.05	0.026
№2	27.37	3.0 ± 0.2	0.601 ± 0.004	0.308 ± 0.003	269.7 ± 5.9	2.91 ± 0.06	0.027
№3	27.13	2.7 ± 0.2	0.574 ± 0.004	0.305 ± 0.004	363.8 ± 9.7	2.98 ± 0.06	0.026
№4	26.36	2.8 ± 0.2	0.626 ± 0.005	0.287 ± 0.004	293.4 ± 6.8	2.95 ± 0.06	0.028

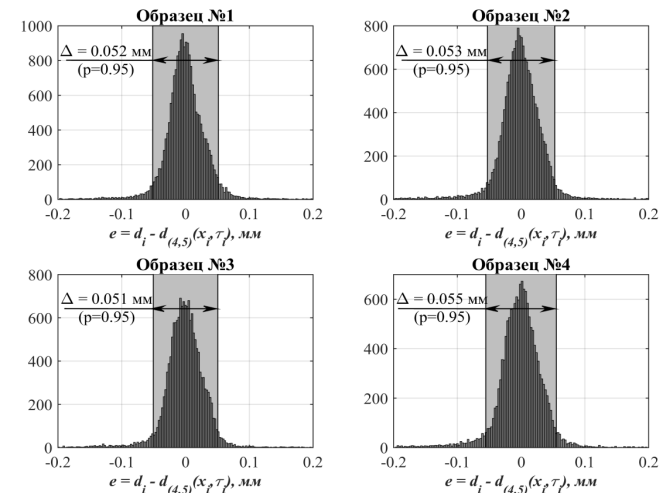


Рис. 9. Распределение отклонений (τ, h, d)-данных от модели (4, 5) для четырех образцов игристого вина

Для определения параметров предложенной модели по (τ, h, d)-данным используется робастная оценка параметров модели методом наименьших квадратов (robust least squares) с биквадратной весо-

вой функцией (6) (bisquare weights) [12]. Такой метод оценивания позволяет исключить влияние отдельных данных, являющихся выбросами (рис. 7). Эти выбросы появляются из-за того, что алгоритм «пропускает»

некоторый процент пузырьков, растущих на стенках ячейки, на этапе распознавания изображений (см. табл. 1, п. 6.a). Это приводит к появлению в финальной выборке (τ, h, d)-данных точек, соответствующих одному и тому же пузырьку растущему на стенке ячейки. Поскольку такие пузырьки растут в других условиях и могут вырастать до больших размеров чем свободно всплывающие пузырьки (рис. 7), то необходимо их отсеивать из выборки как выбросы, используя биквадратную весовую функцию [12]:

$$w(e) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{e}{4.685\sigma} \right)^2 & \text{для } |e| \leq 4.685\sigma \\ 0 & \text{для } |e| > 4.685\sigma \end{cases}, \quad (6)$$

где $e = d_i - d_{(4,5)}(x_i, \tau_i)$ – абсолютное отклонение точки данных от прогноза по модели; σ – стандартное отклонение.

На рис. 7 сплошная линия демонстрирует качество описания экспериментальных данных моделью (4). На рис. 8, 9 и в табл. 3 показаны результаты описания полного набора (τ, h, d)-данных по пузырькам для четырех образцов вина. Качество описания моделью (4, 5) экспериментальных данных составляет 5 – 10 % (без учета пузырьков, образовавшихся на стенке).

Поверхность изображенная на рис. 8 и плотности распределения отклонений (рис. 9) отражают высокое качество предложенной в статье модели (4, 5) описания процесса образования пузырьков в вине, а также изменения их диаметра от времени.

Следует обратить внимание на существенные изменения параметров моделей (3) (4), (5) для различ-

ных образцов, что позволяет рекомендовать рассмотренный метод анализа процессов образования пузырьков для идентификации шампанских вин.

Выводы

Таким образом, полученные в результате экспериментального исследования и процедуры распознавания изображений наборы данных τ, h и d (около 12 – 18 тыс. точек) и данных по концентрации пузырьков в ячейке (~150 точек) позволили получить три параметра – τ_n, n_{start} и n_{end} модели (3), и пять параметров модели (4), (5) – $\tau_a, a_{start}, a_{end}, c, x_p$. Предложенные модели адекватно описывают процессы образования, роста и всплытия пузырьков с использованием небольшого количества параметров. При этом предложенные параметры имеют конкретную физическую интерпретацию: τ_n, τ_a – характерные времена, соответственно, процесса образования пузырьков в образце вина и процесса уменьшения размеров пузырьков с течением времени; $n_{start}, n_{end}, a_{start}, a_{end}$ – количественно характеризуют эти процессы.

Предложенные в статье модели рекомендуется использовать для анализа качества игристых свойств разных образцов вина. Простота реализации предлагаемого подхода (предложенная авторами установка и алгоритмы обработки изображений ячейки и первичных данных) позволяют широко использовать данный подход для количественной и объективной оценки качества игристых свойств вина.

Список литературы:

1. Poinault P Le Mosalux, appareil de mesure du pouvoir moussant d'un vin [Text] / P. Poinault // Revue des Oenologues. – 1991. - № 59. – P.35-43.
2. Макаров, А.С. Производство шампанского [Текст] / А.С. Макаров. – Симферополь: Таврия, 2008. – 41с.
3. Influence du type de clarification du vin de base et des adjuvants de tirage sur la qualité de la mousse des vins effervescents [Text] / G. Vanrell, M. Estenuelas, J.-M. Canals, F. Zamora, P. Poinault, N. Sieczkowski, D. Leboeuf // Rev. Fr. Oenol. – 2005. - № 114. – P. 28-30.
4. Jordan, A. D. Some aspects of the physical chemistry of bubble and foam phenomena in sparkling wine [Text] / A. D. Jordan, D. H. Napper // In: Proceedings of the Sixth Australian Wine Industry Technical Conference. – 1987. – P. 237 – 246.
5. Study of Effervescence in a Glass of Champagne: Frequencies of Bubble Formation, Growth Rates, and Velocities of Rising Bubbles [Text] / G. Liger-Belair, R. Marchal, B. Robillard, M. Vignes-Adler, A. Maujean, P. Jeandet // Am. J. Enol. Vitic. – 1999, 50 – № 3. – P. 317 – 323.
6. The Secrets of Fizz in Champagne Wines: A Phenomenological Study [Text] / G. Liger-Belair, H. Lemaesquier, B. Robillard, B. Duteurtre, P. Jeandet // Am. J. Enol. Vitic. – 2001, 52. – № 2. – P. 88 – 92.
7. Khalil About Saleh, M. Soutenu le Caractérisation de la colerette du champagne: Relations entre les propriétés optiques de la couche d'adsorption, la stabilité des bulles et l'étendue de la colerette [Text] / M. Khalil About Saleh // Thèse de doctorat, Université de Reims Champagne-Ardenne, Reims, 2007.
8. Мерзханий, А. Физико-химия игристых вин [Текст] / А.А. Мерзханий. – Москва: Пищевая промышленность, 1979. – 271 с.
9. Marchal, R. Divers paramètres influençant les propriétés moussantes des vins effervescents [Text] / R. Marchal // Journée Technique Vins de Base et Prise de Mousse. – 2010.
10. Szeliski R. Computer Vision. Algorithms and Applications [Text] / R. Szeliski // Springer-Verlag London Limited, 2011 – 979 p. – ISBN: 978-1-84882-934-3 (Print), 978-1-84882-935-0 (Online), DOI 10.1007/978-1-84882-935-0
11. Atherton, T.J. Size invariant circle detection [Text] / T.J. Atherton, D.J. Kerbyson // Image and Vision Computing. – 1999, 17. - № 11. – P. 795 – 803.
12. Huber, P. J. Robust Statistics [Text] / P. J. Huber // John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA. – 1981. – P. – 308 p. – ISBN: 9780471418054.

WINE SPARKLING PROPERTIES TEST METHOD

O.B. Tkachenko, Ph.D., Associate Professor *, E-mail: oksana_tkachenko@mail.ru
S.S. Drevova, a graduate student *, E-mail: svetik_shum@mail.ru
V.P. Zhelezny, Doctor of Technical Sciences, Professor **, E-mail: vzhelezny@mail.ru
T.L. Lozovsky, Ph.D., Assistant **, E-mail: loztar@rambler.ru

A.G. Nikulin, Ph.D., Research Associate **, E-mail: arteomng@gmail.com

* Department of Technology of wine and oenology

** Department of Thermal Physics and Applied Ecology

Odessa National Academy of Food Technologies, ul. Cable, 112, Odessa, Ukraine, 65039

Annotation. The article describes an improved method of estimation the parameters of wine sparkling properties quality. The method is based on photographing the carbon dioxide evolution process from sparkling wine in the optical cell in order to obtain initial information about the behavior of bubbles within a specified time. During experimental research it is determined the time of appearance of the bubble, the size and depth of formation. "Computer vision" is offered as a method of experimental data processing.

The authors suggested two mathematical models to describe the changes in the bubbles concentration and average diameter of rising bubbles. The use of these models allows receiving generalized characteristics of wine "sparkle". The results of bubbles evolution dynamics description and change of bubbles size in course of time are represented in the research. It is shown that the models allow describing the processes of formation, growth and rising of bubbles adequately using a small number of parameters. Suggested models are recommended for quantitative and objective evaluation of wine sparkling properties.

Keywords: sparkling properties, bubbles of carbon dioxide, the experimental setup, the mathematical model, the recognition of bubbles.

References:

1. Poinault P Le Mosalux, appareil de mesure du pouvoir moussant d'un vin. Revue des Oenologues. 1991; 59: 35-43.
2. Makarov AS Proizvodstvo shampanskogo. Simferopol: Tavriya. 2008.
3. Vanrell G, Estenuelas M, Canals J-M, Zamora F, Poinault P, Sieczkowski N, Leboeuf D (Influence du type de clarification du vin de base et des adjuvants de tirage sur la qualité de la mousse des vins effervescents. Rev. Fr. Oenol. 2005; 114: 28-30.
4. Jordan AD, Napper DH Some aspects of the physical chemistry of bubble and foam phenomena in sparkling wine. In: Proceedings of the Sixth Australian Wine Industry Technical Conference. 1987; 237 – 246.
5. Liger-Belair G, Marchal R, Robillard B, Vignes-Adler M, Maujean A, Jeandet P Study of Effervescence in a Glass of Champagne: Frequencies of Bubble Formation, Growth Rates, and Velocities of Rising Bubbles. Am. J. Enol. Vitic. 1999; 3: 317 - 323.
6. Liger-Belair G, Lemaesquier H, Robillard B, Duteurtre B, Jeandet P The Secrets of Fizz in Champagne Wines: A Phenomenological Study. Am. J. Enol. Vitic. 2001; 2: 88 - 92.
7. Khalil About Saleh M. Soutenu le Caractérisation de la colerette du champagne: Relations entre les propriétés optiques de la couche d'adsorption, la stabilité des bulles et l'étendue de la colerette. Thèse de doctorat, Université de Reims Champagne-Ardenne, Reims. 2007.
8. Merzhanian A Fiziko-khimiya igristykh vin. Moskva: Pishchevaia promyshlennost. 1979.
9. Marchal R Divers paramètres influençant les propriétés moussantes des vins effervescents. Journée Technique Vins de Base et Prise de Mousse. 2010.
10. Szeliski R. Computer Vision. Algorithms and Applications. Springer-Verlag London Limited. 2011. P. 979 – ISBN: 978-1-84882-934-3 (Print), 978-1-84882-935-0 (Online), DOI 10.1007/978-1-84882-935-0
11. Atherton T.J. Kerbyson DJ Size invariant circle detection. Image and Vision Computing. 1999; 11: 795 - 803.
12. Huber PJ Robust Statistics. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ, USA. 1981; 308. – ISBN: 9780471418054.

Отримано в редакцію 15.06.2015

Прийнято до друку 15.08.2015

УДК 663.225

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕРОБКИ ВІНОГРАДУ СОРТУ ШАРДОНЕ З МЕТОЮ ОТРИМАННЯ ВІН КОНТРОЛЬОВАНИХ НАЙМЕНУВАНЬ ЗА ПОХОДЖЕННЯМ В УМОВАХ ТЕРУАРУ ШАБО

Е.Ж. Іукорідзе, кандидат технічних наук, голова правління, E-mail: office@shabo.ua
 ТОВ «Промислово-торгівельна компанія Шабо», Лідерський бульвар, 3, м. Одеса, Україна, 65014
Т.С. Лозовська, кандидат технічних наук, ст. викладач, E-mail: tanya.lozovskaia@ukr.net

Кафедра технології вина і енології,

Одеська національна академія харчових технологій, вул. Канатна, 112, м. Одеса, Україна, 65039

Анотація. Одним з основних завдань сучасного виноробного виробництва є забезпечення гарантованої постійної якості випущеної винопродукції, що повинно бути головною складовою іміджової політики підприємства.

На якість вина, формування його властивостей, особливо смакових, ароматичних і забарвлення, крім сортів винограду і екологічних умов його вирощування, вирішальний вплив має технологія виробництва. Із одного і того ж сорту винограду, використовуючи різні технології виробництва, можна отримати різні за якістю і характером вина. Кожна технологічна операція впливає на формування продукту, і від правильного її проведення залежить якість і властивості майбутнього вина.

У результаті проведених досліджень, з вивчення впливу технологічних особливостей переробки винограду сорту Шардоне з метою отримання вин контрольованих найменувань за походженням, розроблено і затверджено технологічну інструкцію на виробництво вина ординарного витриманого столового сухого сортового білого «Шардоне Шабо».

Ключові слова: сорт винограду Шардоне, теруар, технологія, виноград, переробка, виноматеріали.