

Характеристика цвета коньячных дистиллятов в системе CIE Lab

Чурсина О.А.[✉], Легашева Л.А., Белякова М.С.

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

[✉]chursina@magarach-institut.ru

Аннотация. Цвет является важным критерием качества коньячного дистиллята, по которому можно оценить его возраст, состав и интенсивность преобразований в процессе выдержки. Визуальная оценка цвета при органолептическом анализе недоверенна и носит субъективный характер. Спектрофотометрические методы позволяют дать количественную характеристику цвету, однако отсутствие колориметрической спецификации для коньячной продукции сдерживает их широкое использование в отрасли. Цель работы – колориметрическая характеристика выдержанных коньячных дистиллятов в системе CIE Lab. Материалами исследований являлись производственные образцы коньячных дистиллятов разных сроков выдержки. Определение оптических характеристик образцов проводили с помощью спектрофотометра. Проведены исследования цветовых характеристик выдержанных коньячных дистиллятов в системе CIE Lab на основе упрощенного метода МОВВ и установлена их взаимосвязь с описательными характеристиками цвета при органолептическом анализе. Выявлено, что с увеличением срока выдержки коньячных дистиллятов значения L (светлоты) уменьшаются, а коэффициентов a и b возрастают. Проведено дифференцирование цвета коньячных дистиллятов на 3 группы (светло-янтарную, янтарную и темно-янтарную) и определены диапазоны трихроматических показателей каждой группы, что позволило повысить точность определения различий между ними. Выявлено, что наибольший вклад в определение различия между цветовыми группами вносит показатель светлоты L . Получены классификационные модели для определения принадлежности образца коньячного дистиллята к одной из цветовых групп при ошибке классификации менее 4%. Результаты исследований могут быть использованы в производственных и научных лабораториях для оценки цвета, качества и идентификации коньячных дистиллятов.

Ключевые слова: цветовая группа; оптическая плотность; длина волны; трихроматическая система; цветовая координата; качество.

Для цитирования: Чурсина О.А., Легашева Л.А., Белякова М.С. Характеристика цвета коньячных дистиллятов в системе CIE Lab // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(1):87-92. DOI 10.34919/IM.2024.74.79.014.

ORIGINAL RESEARCH

Color characteristics of brandy distillates in the CIE Lab system

Chursina O.A.[✉], Legasheva L.A., Belyakova M.S.

All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Yalta, Republic of Crimea,
Russian Federation

[✉]chursina@magarach-institut.ru

Abstract. Color is an important quality criterion of brandy distillate, by which its age, composition and intensity of transformations during the aging process can be evaluated. Visual assessment of color during organoleptic analysis is unreliable and subjective. Spectrophotometric methods make it possible to quantify color, but the lack of colorimetric specifications for brandy products limits their widespread use in the industry. The purpose of the work is the colorimetric characterization of aged brandy distillates in the CIE Lab system. The research materials were production samples of different aging brandy distillates. Determination of optical characteristics of the samples was carried out using a spectrophotometer. Studies of color characteristics of aged brandy distillates were carried out in the CIE Lab system based on the simplified OIV method, and their relationship with the descriptive characteristics of color in organoleptic analysis was established. It was revealed that with an increase in the aging period of brandy distillates, the values of L (color value) decrease, and of the coefficients a and b - increase. The color of brandy distillates was differentiated into 3 groups (light amber, amber and dark amber), and the ranges of trichromatic indicators of each group were determined, which made it possible to increase the accuracy of determining the differences between them. It was revealed that the greatest contribution to determining the difference between color groups was made by the index of color value L . Classification models were obtained to determine whether a sample of brandy distillate belonged to one of the color groups with a classification error of less than 4%. The research results can be used in production and scientific laboratories to assess the color, quality and identification of brandy distillates.

Key words: color group; optical density; wavelength; trichromatic system; color coordinate; quality.

For citation: Chursina O.A., Legasheva L.A., Belyakova M.S. Color characteristics of brandy distillates in the CIE Lab system. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(1):87-92. DOI 10.34919/IM.2024.74.79.014 (in Russian).

Введение

Цвет является важным органолептическим критерием качества винодельческой продукции [1-5]. Типичные свойства коньяка формируются при выдержке коньячного дистиллята в дубовой бочке благодаря экстракции из древесины компонентов фенольной, углеводной, ароматической структур и вовлечению их в физико-химические процессы (гидролиза, окис-

ления, этерификации и др.), способствующие превращению элементов дубовой древесины и их взаимодействию с веществами коньячного дистиллята [1, 6-16]. С увеличением длительности выдержки цвет коньячного дистиллята изменяется от светло-золотистого до темно-янтарного и насыщенного коричневого тона. По цвету коньячного дистиллята можно оценить его возраст, состав и интенсивность преобразований в процессе выдержки [10, 17-20].

Стандартный метод определения цвета винодельческой продукции путем визуальной оценки не всегда

позволяет однозначно его идентифицировать в связи с субъективным восприятием дегустаторов и многочисленностью терминов-синонимов и понятий. Более надежными и объективными являются спектрофотометрические методы, которые позволяют дать количественную характеристику цвету [21-24].

Известно, что цвет любого продукта можно охарактеризовать тремя показателями (координатами) трехмерного цветового пространства: цветовым тоном или цветностью (спектральное расположение), светлотой цвета или яркостью и насыщенностью (плотностью) цвета. Цветность соответствует доминирующей длине волны (оттенку) и чистоте, яркость – коэффициенту пропускания, который обратно пропорционален интенсивности цвета.

Для определения цвета существуют несколько цветовых пространств, которые отличаются основными цветами и системами координат: RGB (Максвелл, 1860); CIE XYZ (Международная комиссия по освещению (МКО), 1931); СМУК (Э. Мюллер, 1951); CIE Lab (МКО, 1976). Эталонной моделью является система CIE XYZ, созданная с учетом спектральной чувствительности зрительной системы человека к различным длинам волн света. Однако в силу ее недостатков (неоднородность цветового пространства, отсутствие корреляций между цветовым математическим и визуальным различием) эта система постоянно совершенствовалась. Цветовая модель CIE Lab (точнее CIE L*a*b*), преобразованная из CIE XYZ, лишена этих недостатков и позволяет выразить не только общие изменения цвета, но и отклонения по одному или нескольким параметрам, определяющим цветовое различие [25, 26].

В настоящее время CIE L*a*b* (далее по тексту CIE Lab) является международным стандартом и рекомендован Международной организацией виноградарства и виноделия (МОВВ) в качестве арбитражного метода для определения хроматических характеристик алкогольной продукции [27].

В системе CIE Lab каждый цвет описан тремя числами (координатами), обозначающими его положение в трёхмерном пространстве сферической формы: величина L – светлота (от черного до белого), указывает на уровень яркости цвета. Значения «a» и «b» определяют собственно оттенок: a – зеленый/красный цвет и b – синий/желтый цвет. Значения L находятся в диапазоне от 0 до 100, где 0 соответствует абсолютно черному цвету, а 100 – абсолютно белому. Значения a и b указывают на то, какой уровень зеленого/красного и синего/желтого присутствует в цвете. Измерение спектра пропускания напитка осуществляется в нормируемых условиях наблюдения каждые 5–10 нм в диапазоне волны от 380 до 770 нм. Величины тристимулярных значений X, Y, Z и L, a, b определяют по расчетным формулам (ГОСТ 33479-2015).

Широкого применения в отрасли этот метод пока не получил, что связано с необходимостью специальной приборной базы с программным обеспечением, сложностью математической обработки и отсутствием стандартизированного результата [28].

Для быстрого анализа алкогольных напитков МОВВ рекомендован метод, основанный на измерении интенсивности окраски, определяемой как сумма значений оптических плотностей при длинах волн 445, 530 и 620 нм [27]. Этот метод широко используется на производствах с небольшим количеством аналитического оборудования из-за его простоты в использовании, хотя он и не позволяет проводить достоверные сравнения между напитками [23].

Более точным является упрощенный спектрофотометрический метод МОВВ (1990 г.), который также доступен для производственных лабораторий. Выражения для тристимулярных значений получают как функции значений коэффициента пропускания, измеренного всего при четырех длинах волн: 445, 495, 550, 625 нм [24, 29]. Преимуществом метода является уменьшение количества необходимых измерений в сравнении с CIE Lab. Вычисление соответствующих тристимулярных значений и трихроматических коэффициентов, необходимых для определения цвета в системе CIE Lab, осуществляют с помощью конвертера онлайн [30].

О возможности применения упрощенного метода для оценки цвета вин и бренди указывают работы Pérez-Caballero V., Ayala F. и др. [22, 24]. Различия методов заключаются в оптимальных длинах волн, установленных в зависимости от цвета продукции. Так, для расчета тристимулярных координат цвета белых вин и бренди предложено применять длины волн: 440, 530 и 600 нм [22], а для розовых и красных вин – 450, 520, 570, 630 нм [3].

Таким образом, разнообразие параметров измерения цветовых характеристик винодельческой продукции и отсутствие колориметрической спецификации для коньячных дистиллятов не позволяют широко использовать этот метод в производстве. Поэтому исследование цветовых характеристик выдержанных коньячных дистиллятов в системе CIE Lab на основе упрощенного метода МОВВ с целью стандартизации их цвета являются актуальными.

Цель работы – колориметрическая характеристика выдержанных коньячных дистиллятов в системе CIE Lab.

Материалы и методы исследований

Материалами исследований являлись производственные образцы коньячных дистиллятов предприятий Крыма и Кубани (ООО «КД «Коктебель», ГУП РК «Симферопольский винодельческий завод», ЗАО «Новокубанское») с выдержкой от 3 до 48 лет (всего 110 образцов).

Определение оптических характеристик образцов проводили с помощью спектрофотометра UNICO 1200.

Координаты цвета X, Y, Z определяли по коэффициенту пропускания при длинах волн 445, 495, 550 и 625 нм и рассчитывали по формулам:

$$X = 0,42 T_{625} + 0,35 T_{550} + 0,21 T_{445} \quad (1),$$

$$Y = 0,20 T_{625} + 0,63 T_{550} + 0,17 T_{495} \quad (2),$$

$$Z = 0,24 T_{495} + 0,94 T_{445} \quad (3),$$

где T – коэффициент пропускания, %.

Определение соответствующих цветовых выражений коньячных дистиллятов на основе цветовых координат L, a, b осуществляли с помощью конвертера цвета онлайн [30].

Визуальную характеристику цвета коньячных дистиллятов проводили методом органолептического анализа согласно ГОСТ 32051.

Обработку полученных экспериментальных данных проводили с использованием программ MS Excel и Statistica.

Результаты и их обсуждение

Визуальная оценка цвета при органолептическом анализе исследуемых образцов выдержанных коньячных дистиллятов отличалась большим разнообразием описательных характеристик широкой гаммы оттенков преимущественно желтого и коричневого цветов: светло-янтарный, светло-золотистый, светло-соломенный, янтарный, золотистый, соломенный, золотисто-янтарный, медовый, темно-янтарный, каштановый, темно-коричневый.

Анализ трихроматических характеристик образцов позволил количественно выразить и воспроизвести их цвет, а также сопоставить значения цветовых координат с описательными характеристиками цвета, полученными при органолептическом анализе (табл. 1). В результате анализа выявлена неоднозначная оценка цвета у некоторых образцов: при одинаковых описательных характеристиках значения цветовых координат существенно отличались, и наоборот, несмотря на равные значения цветовых координат, описательные характеристики цвета образцов не совпадали.

Цвет коньячных дистиллятов в значительной мере определяется периодом его выдержки в дубовых бочках, и для его оценки в зависимости от возраста коньячного дистиллята наиболее часто применяют термины: золотистый и светло-янтарный для дистиллятов с выдержкой до 6 лет; янтарный и янтарно-золотистый (для дистиллятов 6–10 лет); янтарный, янтарно-золотистый и темно-янтарный (для дистиллятов 10–20 лет); янтарный, янтарно-золотистый, темно-янтарный, каштановый, коричневый с тонами крепко заваренного чая (для дистиллятов свыше 20 лет) [1].

Оценка цвета образцов в системе CIE Lab показала, что с увеличением возраста коньячных дистиллятов значения L (светлоты) уменьшаются с 99 до 66, что логично связано с появлением темных тонов в окраске. При этом значения коэффициентов a и b возрастают, что свидетельствует об усилении красного и желтого цветов (рис. 1).

Для установления взаимосвязи визуальной и инструментальной оценки цвет коньячных дистиллятов был дифференцирован на 3 цветовые группы: светло-янтарную, янтарную и темно-янтарную. В каждую из них были включены близкие цвета и оттенки: в светло-янтарную цветовую группу – светло-золотистый и светло-соломенный, в янтарную – золотистый, соломенный, золотисто-янтарный и медовый, в темно-янтарную

Таблица 1. Цветовые характеристики образцов выдержанных коньячных дистиллятов при визуальной и инструментальной оценке

Table 1. Color characteristics of samples of aged brandy distillates during visual and instrumental assessment

Описательная характеристика цвета образца	Координаты цвета в системе CIE Lab			Цветовое выражение в системе CIE Lab
	L	a	b	
соломенный	97	-2	15	
светло-золотистый	96	-3	15	
светло-золотистый	92	-4	28	
золотистый	86	-3	62	
янтарный	86	-3	70	
темно-янтарный	85	-3	72	
золотистый	84	-2	64	
золотистый	82	1	71	
светло-янтарный	82	0	68	
янтарный	81	0	69	
золотистый	80	2	73	
светло-янтарный	77	7	80	
темно-янтарный	74	15	95	
темно-янтарный	66	22	93	

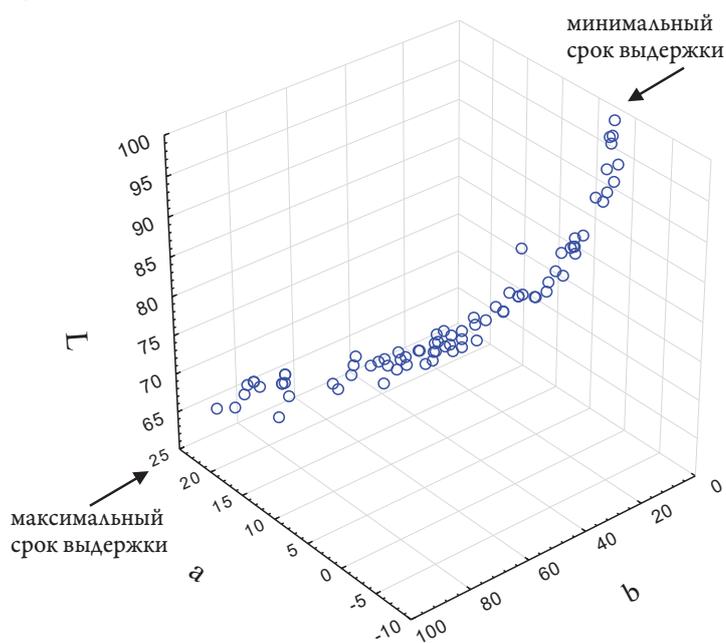


Рис. 1. Диаграмма рассеяния для трихроматических координат цвета коньячных дистиллятов с выдержкой 3-48 лет

Fig. 1. Scatter graph for trichromatic color coordinates of brandy distillates aged 3-48 years

Таблица 2. Диапазоны трихроматические координат цвета выдержанных коньячных дистиллятов

Table 2. Ranges of trichromatic color coordinates of aged brandy distillates

Цветовая группа	L	a	b	Цветовое выражение медианы
Светло-янтарная	$\frac{99-90}{94}$	$\frac{(-6)-2}{(-2,4)}$	$\frac{2-40}{29}$	
Янтарная	$\frac{92-79}{87}$	$\frac{(-4)-7}{(-2,6)}$	$\frac{36-76}{55}$	
Темно-янтарная	$\frac{85-66}{78}$	$\frac{(-3)-22}{7,3}$	$\frac{70-95}{83}$	

Примечание: в числителе представлен диапазон значений, в знаменателе – среднее значение

– каштановый, крепко заваренного чая и темно-коричневый.

Для каждой из цветовых групп коньячных дистиллятов определены диапазоны цветовых координат и среднее значение (медиана), а также дано цветовое выражение медианы (табл. 2).

Интересно отметить, что в системе CIE Lab типовой цвет «коньяк», визуально характеризуемый как темно-коричневый, обозначен координатами L: 67.974, a: 27.601, b: 64.807, что соответствует темно-янтарной цветовой группе [31].

Анализ дискриминантных функций показал, что классификация цвета коньячных дистиллятов по трихроматическим координатам (L, a, b) на 3 цветовые группы позволяет определять различие между ними с высокой точностью (96,3%) и является статистически значимой (лямбда Уилкса 0,097, $p < 0,0000$).

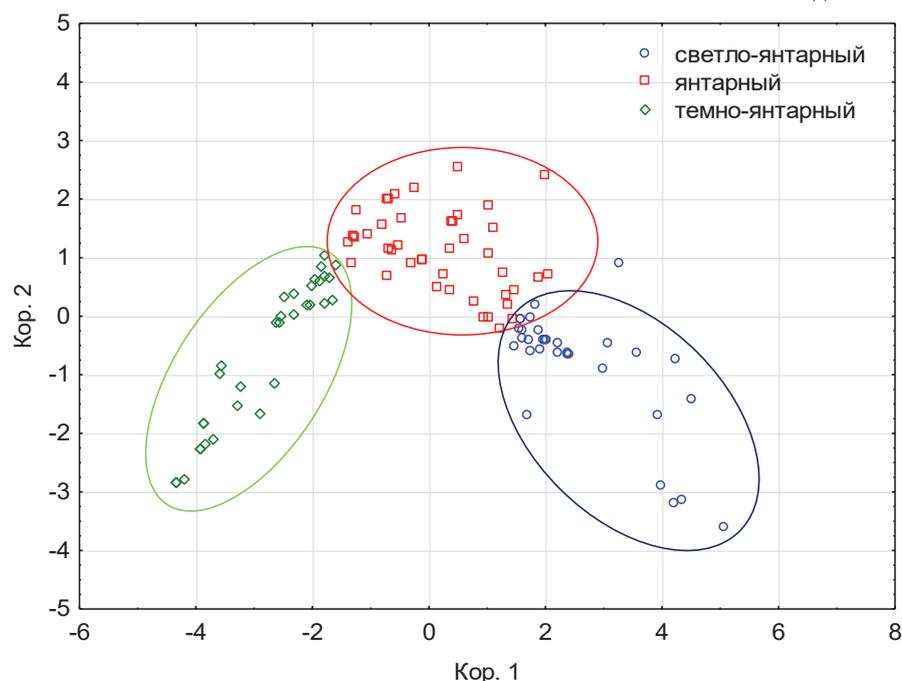


Рис. 2. Диаграмма рассеяния канонических значений, отражающих распределение коньячных дистиллятов на цветовые группы в зависимости от значений цветовых координат

Fig. 2. Scatter graph of canonical values reflecting the distribution of brandy distillates into color groups depending on the values of color coordinates

На рис. 2 представлена диаграмма рассеяния канонических значений, отражающих распределение цвета коньячных дистиллятов на 3 группы в зависимости от трихроматических показателей. Наибольший вклад в определение различия между цветовыми группами вносит показатель светлоты L ($R^2 = 0,912$).

На основании дискриминантного анализа определены линейные классификационные модели, которые позволяют по трихроматическим координатам цвета определить принадлежность образца коньячного дистиллята к одной из цветовых групп ($r=0,937$, $R^2=0,878$):

$$Y_1 (\text{светло-янтарный}) = 55,16L + 28,19a + 13,43b - 2750,37 \quad (4)$$

$$Y_2 (\text{янтарный}) = 54,66L + 27,53a + 13,64b - 2715,74 \quad (5)$$

$$Y_3 (\text{темно-янтарный}) = 56,24L + 28,57a + 14,21b - 2887,66 \quad (6)$$

где L – светлота; a, b – коэффициенты.

Максимальное классификационное значение, полученное при последовательном вычислении уравнений, определяет принадлежность коньячного дистиллята к одной из цветовых групп с высокой точностью.

Выводы

Проведены исследования цвета выдержанных коньячных дистиллятов в системе CIE Lab на основе упрощенного метода МОВВ и установлена взаимосвязь трихроматических координат с описательными характеристиками цвета при органолептическом анализе. Выявлено, что с увеличением срока выдержки коньячных дистиллятов значения L (светлоты) уменьшаются, а коэффициентов a и b возрастают, что свидетельствует об усилении черного, красного и желтого цветов в окраске. Проведено дифференцирование цвета коньячных дистиллятов на 3 цветовые группы (светло-янтарную, янтарную и темно-янтарную) и определены диапазоны трихроматических показателей каждой группы, что позволило повысить точность определения различий между ними. Выявлено, что наибольший вклад в определение различия между цветовыми группами вносит показатель светлоты L. Получены классификационные модели для определения принадлежности образца коньячного дистиллята к одной из цветовых групп при ошибке классификации менее 4%.

Результаты исследований могут быть использованы в производственных и научных лабораториях для оценки цвета, идентификации и качества коньячных дистиллятов, что позволит повысить объективность и оперативность принятия решения при контроле производ-

ственных процессов и способствовать обеспечению воспроизводства цвета готовой продукции в соответствии с требованиями. Исследования в этом направлении будут продолжены.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках государственного задания № FEUU-2019-0012.

Financing source

The work was conducted under public assignment No. FEUU-2019-0012.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы/ References

1. Оселедцева И.В. Теоретические и практические аспекты контроля качества коньячных дистиллятов и коньяков. Краснодар. 2016:1-295.
Oseledtseva I.V. Theoretical and practical aspects of quality control of brandy distillates and cognacs. Krasnodar. 2016:1-295 (in Russian).
2. Сибиряков А.С., Агеева Н.М. Роль цветовых характеристик в оценке подлинности коньяков // Виноделие и виноградарство. 2008;1:20-21.
Sibiryakov A.S., Ageeva N.M. The role of color characteristics in estimation of brandy authenticity. Winemaking and Viticulture. 2008;1:20-21 (in Russian).
3. Аникина Н.С., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В. Методы оценки цвета вин. Обзор. Аналитика. 2019.23.2.003.
Anikina N.S., Cherviakov S.N., Gnilomedova N.V. Methods for evaluating the color of wines. A review. Analytics and Control. 2019;23(2):158-167. DOI 10.15826/analitika.2019.23.2.003 (in Russian).
4. Макаров А.С., Шмигельская Н.А., Лутков И.П., Максимовская В.А. Исследование цветовых характеристик виноматериалов для белых игристых вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2020;22(2):153-157. DOI 10.35547/IM.2020.70.43.013.
Makarov A.S., Shmigelskaia N.A., Lutkov I.P., Maksimovskaia V.A. Study of color characteristics of wine materials for white sparkling wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2020;22(2):153-157. DOI 10.35547/IM.2020.70.43.013 (in Russian).
5. Heredia F.J., Guzmán Chozas M. The color of wine: a historical perspective. II. Trichromatic methods. Journal of food quality. 1993;16(6):439-449.
6. Алиева М.И., Сапаева З.Ш., Закирова М.Р. Изменение компонентов коньячных спиртов различных сроков выдержки, участвующих в окислительных процессах. Актуальные вопросы в области технических и социально-экономических наук. Республиканский межвузовский сборник. Ташкент. 2015;1:247-248.
Alieva M.I., Sapaeva Z.Sh., Zakirova M.R. Changes in the components of cognac spirits of different aging periods involved in oxidative processes. Current issues in the field of technical and social-economic sciences. Republican Interuniversity Collection. Tashkent. 2015;1:247-248 (in Russian).
7. Елисеев М.Н., Осипова В.П., Емельянова Л.К., Лакутин Д.Г., Алексеева О.М. Показатели, формирующие качество и идентификацию коньяков Франции // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2019;81(1):66-71. DOI 10.20914/2310-1202-2019-1-66-71.
Eliseev M.N., Osipova V.P., Emelyanova L.K., Lakutin D.G., Alekseeva O.M. The quality indicators of French cognac. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2019;81(1):66-71. DOI 10.20914/2310-1202-2019-1-66-71 (in Russian).
8. Чурсина О.А., Погорелов Д.Ю., Мартыновская А.В., Легашева Л.А. Влияние компонентов альдегидной природы и фенольного комплекса на оптические характеристики коньячных дистиллятов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(2):209-214. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.015.
Chursina O.A., Pogorelov D.Yu., Martynovskaya A.V., Legasheva L.A. The effect of aldehyde components and phenolic complex on the optical characteristics of brandy distillates. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(2):209-214. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.015 (in Russian).
9. Чурсина О.А., Легашева Л.А., Простак М.С. Влияние регулируемых параметров выдержки коньячных дистиллятов на процессы их созревания // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2019;21(1):70-74.
Chursina O.A., Legasheva L.A., Prostack M.N. The impact of regulated brandy distillate aging parameters on the processes of their maturation. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2019;21(1):70-74 (in Russian).
10. Vivas N., Vivas de Gaulejac N., Bourden Nonier M.F., Mouche C., Rossy C. Extraction of phenolics from new oak casks during spirit maturation: impact on spirit colour. Journal of the Institute of Brewing. 2020;126(1):83-89. DOI 10.1002/jib.586.
11. Canas S. Phenolic composition and related properties of aged wine spirits: Influence of barrel characteristics. A review. Beverages. 2017;3(4):55. DOI 10.3390/beverages3040055.
12. Caldeira I., Mateus A.M., Belchior A.P. Flavour and odour profile modifications during the first five years of Lourinhã brandy maturation on different wooden barrels. Analytica Chimica Acta. 2006;563(1-2):264-273. DOI 10.1016/j.aca.2005.12.008.
13. García-Moreno M.V., Sánchez-Guillén M.M., Delgado-González M.J., Durán-Guerrero E., Rodríguez-Dodero M.C., García-Barroso C., Guillén-Sánchez D.A. Chemical content and sensory changes of Oloroso sherry wine when aged with four different wood types. LWT. 2021;140:110706.
14. Guerrero-Chanivet M., Valcárcel-Muñoz M.J., García-Moreno M.V., Guillén-Sánchez D.A. Characterization of the aromatic and phenolic profile of five different wood chips used for ageing spirits and wines. Foods. 2020;9(11):1613. DOI 10.3390/foods9111613.
15. Jordão A.M., Ricardo-da-Silva J.M., Laureano O. Extraction of some ellagic tannins and ellagic acid from oak wood chips (*Quercus pyrenaica* L.) in model wine solutions: effect of time, pH, temperature and alcoholic content. South African Journal of Enology and Viticulture. 2005;26(2):83-89. DOI 10.21548/26-2-2122.
16. Krstić J.D., Kostić-Stanković M.M., Veljović S.P. Traditional and innovative aging technologies of distilled beverages: the influence on the quality and consumer preferences of aged spirit drinks. Journal of Agricultural Sciences (Belgrade). 2021;66(3):209-230. DOI 10.2298/JAS2103209K.
17. Черкашина Ю.А. Идентификация коньяков с применением органолептического анализа и физико-химических методов: определение хроматических показателей, дубильных веществ и показателя pH // Вестник Казанского технологического университета. 2011;7:198-204.
Cherkashina Yu.A. Identification of brandy using organoleptic analysis and physicochemical methods: determination of chromatic indicators, tannins, and pH indicator. Bulletin of the Kazan Technological University. 2011;7:198-204 (in Russian).

18. Ajao O., Jaidei J., Benali M., Restrepo A.M., El Mehdi N., Boumghar Ya. Quantification and variability analysis of lignin optical properties for colour-dependent industrial applications. *Molecules*. 2018;23(2):377. DOI 10.3390/molecules23020377.
19. Canas S., Belchior A.P., Caldeira I., Spranger M.I., de Sousa R.B. Evolution de la couleur des eaux-de-vie de Lourinhã au cours des trois premières années de vieillissement a cor e sua evolução em aguardentes Lourinhã nos três primeiros anos de envelhecimento. *Ciência Téc. Vitiv*. 2000;15(1):1-14.
20. Delgado-González M.J., García-Moreno M.V., Sánchez-Guillén M.M., García-Barroso C., Guillén-Sánchez D.A. Colour evolution kinetic study of spirits in their ageing process in wood casks. *Food Control*. 2021;119:107468. DOI 10.1016/j.foodcont.2020.107468.
21. Михайлов С.К., Скурихин И.М. Современные объективные методы измерения цвета коньяков. М.: ЦНИИ-ТЭИ Пищепром. 1971:1-26.
Mikhailov S.K., Skurikhin I.M. Modern objective methods for measuring the color of cognacs. М.: CNIITEI Pischeprom. 1971:1-26 (*in Russian*).
22. Ayala F., Echávarri J.F., Negueruela A.I. A new simplified method for measuring the color of wines. III. All wines and brandies. *American Journal of Enology and Viticulture*. 1999;50(3):359-363.
23. Hensel M., Di Nonno S., Mayer Ya., Scheiermann M., Fahrer J., Durner D., Ulber R. Specification and simplification of analytical methods to determine wine color. *Processes*. 2022;10(12):2707. DOI 10.3390/pr10122707.
24. Pérez-Caballero V., Ayala F., Echávarri J.F., Negueruela A.I. Proposal for a new standard OIV method for determination of chromatic characteristics of wine. *American Journal of Enology and Viticulture*. 2003;54(1):59-62. DOI 10.5344/ajev.2003.54.1.59.
25. Schanda J. *Colorimetry: understanding the CIE system*. John Wiley & Sons. 2007:1-474. DOI 10.1002/9780470175637.
26. Ohno Yo. CIE fundamentals for color measurements. NIP & Digital Fabrication Conference. Society of Imaging Science and Technology. 2000;16:540-545.
27. Compendium of international methods of analysis for spirituous beverages and alcohols – OIV. Method OIV-MA-BS-26: R2009. Colour intensity. International Organization of Vine and Wine: Paris, France. 2023:1-3.
28. Белкин Ю.Д., Мухина Е.А. Физико-химический анализ виски разного географического происхождения // Товаровед продовольственных товаров. 2019;12:62-71.
Belkin Yu.D., Mukhina E.A. Physical and chemical analysis of whiskeys of different geographic origin. 2019;12:62-71 (*in Russian*).
29. Сборник международных методов анализа винодельческой продукции / Под ред. Н.А. Мехузлы. М.: Пищевая промышленность. 1993:1-320.
Collection of international methods for analyzing wine products. Edited by N.A. Mehuzla. 1993:1-320 (*in Russian*).
30. Конвертер XYZ в LAB. <https://products.aspose.app/svg/ru/color-converter/xyz-to-lab> (дата обращения: 05.02.2024).
XYZ to LAB converter. [Electronic resource]: <https://products.aspose.app/svg/ru/color-converter/xyz-to-lab>. (date of access 05.02.2024).
31. Encycolorpedia. Caparol Cognac 0. <https://encycolorpedia.ru/ec9028> (дата обращения: 14.02.2024).
Encycolorpedia. Caparol Cognac 0. <https://encycolorpedia.ru/ec9028> (date of access: 14.02.2024).

Информация об авторах

Ольга Алексеевна Чурсина, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., гл. науч. сотр. лаборатории коньяка; e-майл: chursina@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4976-0871>;

Людмила Алексеевна Легашева, канд. техн. наук, мл. науч. сотр. лаборатории коньяка; e-майл: lucyleg@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5617-1357>;

Мария Сергеевна Белякова, мл. науч. сотр. лаборатории коньяка; e-майл: mbelakova99@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0005-3340-8680>.

Information about authors

Olga A. Chursina, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Chief Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: chursina@magarach-institut.ru; <https://orcid.org/0000-0003-4976-0871>;

Ludmila A. Legasheva, Cand. Techn. Sci., Junior Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: lucyleg@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-5617-1357>;

Mariya S. Belyakova, Junior Staff Scientist, Laboratory of Cognac and Brandy; e-mail: mbelakova99@yandex.ru; <https://orcid.org/0009-0005-3340-8680>.

Статья поступила в редакцию 09.02.2024, одобрена после рецензии 15.02.2024, принята к публикации 21.02.2024.