

Методы оценки цвета вин. Обзор

Н.С. Аникина, *С.Н. Червяк, Н.В. Гниломедова

Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН, Российская Федерация, Республика Крым, 298600, г. Ялта, ул. Кирова, 31

*Адрес для переписки: Червяк София Николаевна, e-mail: hv26@mail.ru

Поступила в редакцию 13 марта 2019 г., после доработки – 5 апреля 2019 г.

Рассмотрены методы оценки цвета вин на основе принципов органолептического анализа и оптической спектроскопии. Особое внимание уделено показателям хроматических характеристик вин: оттенок (T) и интенсивность (I) цвета, доля красной окраски (dA), доли красных (D_{420}), желтых (D_{520}) и синих (D_{620}) пигментов, угловой оттенок цвета ($tg \alpha$), показатель желтизны (G). Существующие подходы к инструментальной оценке цвета преимущественно основываются на определении расчетных показателей с учетом значений оптической плотности при длинах волн 420, 520 и 620 нм. Показано, что основными их недостатками являются малоинформативность, сложность прикладного использования, противоречивость в интерпретации. Значительное влияние на визуальную оценку вин оказывают освещение и восприятие человека; отсутствие общепринятой классификации цвета, перечня терминов и понятий для его описания не позволяют сопоставлять результаты, полученные в разных исследованиях. Одним из альтернативных способов характеристики и описания цвета пищевых продуктов, в том числе вин, является трихроматическая модель CIE Lab, позволяющая не только воспроизводить цвет по установленным координатам с помощью конвертера цвета, но и оценивать колориметрическую разницу между образцами. Это представляет интерес, так как применение данной системы поможет унифицировать результаты оптического и органолептического анализов. Практическое использование метода может быть перспективным с точки зрения стандартизации органолептических показателей и воспроизведения продукции с заявленными характеристиками.

Ключевые слова: вино, оптические показатели, интенсивность и оттенок цвета, модель CIE Lab.

For citation: *Analitika i kontrol'* [Analytics and Control], 2019, vol. 23, no. 2, pp. 158-167

DOI: 10.15826/analitika.2019.23.2.003

Methods for evaluating the color of wines. The review

N.S. Anikina, *S.N. Cherviak, N.V. Gnilomedova

All-Russian National Research Institute of Viniculture and Winemaking "Magarach" of RAS, Kirova Str, 31, Yalta, 298600, Republic of Crimea, Russian Federation

*Corresponding author: Sofia N. Cherviak, E-mail: hv26@mail.ru

Submitted 13 March 2019, received in revised form 05 April 2019

Current article discusses methods for evaluating the color of wines based on the principles of visual tasting and spectrophotometric measurement. A particular attention has been paid to the chromatic profile of wines including the color intensity (I) and the color tint (T), the proportion of red coloration (dA), the contributions of red (D_{420}), yellow (D_{520}) and blue (D_{620}) colors to the total wine color, the color hue ($tg \alpha$), and the yellowness index (G). The existing approaches to the instrumental color assessment are largely based on the determination of the estimated indicators and considering the optical densities at the wavelengths of 420, 520 and 620 nm. It has been demonstrated that the main weaknesses of these methods are their modest informative value, the complexity of application and the inconsistency of the interpretation. The illumination and human perception have a significant impact on the visual assessment of the wine, while the lack of the standard color classification, terminology and definitions make it impossible to compare the results obtained in various studies. An alternative method to define and describe the color of food products, including wines, is a three-chromatic model CIE Lab, which can reproduce not only the color using a common set of coordinates with the help of a color converter, but also can assess the colorimetric difference between the samples. This is of interest, since the application of the system described above will help standardize

the results of the optical and sensory analysis methods. The practical application of this method may be promising from the viewpoint of visual tasting indicators' standardization and the reproduction of products with declared characteristics.

Keywords: wine, chromatic properties, color intensity, color tonality, CIELab space.

Введение

Стабильное качество продукции является неотъемлемой частью имиджевой политики винопроизводителей, обеспечивающей престиж предприятий на отечественном и зарубежном рынках. Одним из путей реализации заявленных особенностей и свойств продукции может служить стандартизация потребительских характеристик вина.

Дегустация (от латинского *degustatio* – отве­дываю) – это сенсорная оценка пищевого продукта опробованием, которая характеризует свойства вина как напитка, т.е. его потребительские достоинства: особенности внешнего вида, вкусовую гармонию и букет. Органолептический анализ продукции предусматривает визуальную оценку прозрачности и цвета напитка, интенсивности и качества аромата и вкуса, а также общее впечатление о соответствии образца заявленному типу и возрасту по 10- или 100-балльной системе [1-4].

Цвет – это качественная характеристика света, которая определяется на основании возникающего зрительного ощущения [1, 5]. Все оттенки цвета образуются только в результате смешения нескольких монохроматических излучений с различными длинами волн. Воспринимаемый человеком диапазон длин волн (видимый свет) электромагнитного излучения составляет от 380 до 780 нм – спектр от фиолетового цвета к красному [6-8].

Цель данной работы состоит в обобщении существующих методических подходов к оценке цвета вин.

Органолептические методы оценки цвета

Анализ цвета вин проводят с помощью визуальной оценки образцов в проходящем свете на белом фоне, наклоняя дегустационный бокал от себя примерно на 35-45° (рис. 1). Таким образом, поверхность вина приобретает овальную форму внутри бокала, а глубина колеблется от приблизительно 30 мм в центре овала до нескольких миллиметров вдоль границы, называемой ободом. В каждой точке поверхности различная толщина слоя вина изменяет относительную величину рассеянного и проходящего света, что позволяет создать палитру цветовых нюансов и оценить основную окраску анализируемой продукции, интенсивность цвета, степень насыщенности, оттенки и дополнительные тона [9, 10].

Показателю цвета при оценке вин по 100-балльной системе отводится от 1 до 5 баллов: полное соответствие цвета типу, сорту и возрасту вина оценивается в 5 баллов, тогда как при значительных отклонениях от нормального цвета оценка

образца составляет 3 [1]. В то же время, именно цвет является своеобразным «паспортом» вина – по окраске напитка можно судить о его сроках выдержки, составе, особенностях технологии, наличии пороков, недостатков или болезней [2, 9, 11-15]. Для молодых красных вин характерны фиолетово-синие оттенки цвета, которые в процессе выдержки утрачиваются и они приобретают луковичные, кирпичные, черепичные тона. Коричневый оттенок может в равной степени как указывать на протекание окислительных процессов, так и быть следствием термической обработки. Интенсивный густой цвет указывает на высокую экстрактивность напитка; ярким, живым цветом обладают вина с хорошо выраженной кислотностью, в то время как блеклые тона в окраске присущи низкокислотным винам [2, 6, 9-10, 13].

Общепринятой классификации цвета вин не существует. Согласно ГОСТ 32051 цвет красных вин может варьировать в широком спектре оттенков и характеризуется как светло-красный, красный, пурпурно-красный, рубиновый, рубиново-красный, темно-красный, темно-рубиновый, гранатовый, вишневый, фиолетово-красный, фиолетово-синий, сине-красный, с луковичным, кирпичным, коричневым оттенком и др. [1].

В Европе, несмотря на отсутствие единой градации, оценка цветовых характеристик винодельческой продукции осуществляется с помощью классификационных карт цвета. Цветовой атлас Munsell на протяжении долгих лет используется в пищевой промышленности и научных исследованиях [16]. Специалистами отрасли разработаны более современные карты, специально адаптированные для винной продукции: карта для белых, розовых и красных вин винодела Maison Bouchard Aîné&Fils включает 84 оттенка цвета [17], карта Chateau Loisel – 17 [18] и др. [19, 20]. В США исследователями предложена градуировочная система на 36 оттенков для различных типов вин, в Чехии – на 50 [21, 22].



Рис. 1. Визуальная оценка цвета белых и красных вин.
Fig. 1. Visual assessment of the color of white and red wines.

Наиболее характерными оттенками белых вин принято считать лимонно-зеленый (цвета лайма), лимонно-желтый, золотистый, янтарный, коричневый [10, 23]. Окраска розовых вин характеризуется как пурпурно-розовая, розовая, лососевая, оранжевая и цвета луковой шелухи [24-26]. Основные дескрипторы красных вин, по мнению ученых и технологов, представлены в табл. 1 [23, 27].

Таблица 1

Дескрипторы цвета красных вин

Table 1

Red wine color descriptors

Дескриптор	Описание
Фиолетовый	характерный цвет очень молодых вин без или с кратковременной выдержкой в бочке или емкости. Фиолетовые оттенки наблюдаются только на ободке, так как фиолетовые вина выглядят темными и обычно кажутся почти черными к центру бокала
Рубиновый	самый распространенный цвет красного вина. Характеризуется ярко-красным цветом, без каких-либо фиолетовых или оранжево-коричневых оттенков
Гранатовый	когда на фоне красного цвета вина просматриваются легкие оранжевые оттенки
Тони (tawny)	развитый красный цвет с коричневыми оттенками (красно-коричневый)
Коричневый	преобладание коричневого цвета над красным

Трансформация цветовых характеристик вин происходит преимущественно в процессе хранения и выдержки, однако также зависит от сорта винограда, типа вина и особенностей технологии. Эволюция цвета белых и красных вин с возрастом представлена в табл. 2.

Альтернативным способом визуальной характеристики цвета вин является метод количественного выражения интенсивности (по пятибалльной шкале) и вклада (в %) отдельных дескрипторов (оттенков цвета) в сложение цвета [28, 29]. В процессе дегустации вин также оценивается насыщенность цвета, которая характеризуется как бледная, светлая, средняя, и др. [23].

В то же время органолептическая оценка цветовых характеристик является достаточно субъективной мерой, так как зависит от многих факторов: освещения и восприятия человека, его физического и психологического состояния [6, 10]. Кроме того, для описания цвета вин существует достаточно много синонимичных понятий и терминов [13]. В связи с этим интерпретация данных, полученных путем визуальной оценки, является весьма затруднительной, а воспроизведение – невозможным.

Инструментальные методы оценки цвета











Анализу цветовых характеристик вина посвящено достаточно много научных исследований. Цвет белых вин можно оценить на основании вклада двух компонентов – красного и желтого пигмента, а красных – по долевого вкладу трех пигментов: красного, желтого и синего. Доля желтого пигмента

Таблица 2

Трансформация цвета красных столовых вин в процессе созревания

Table 2

Color evolution of red table wines during maturation

	Фиолетовый	Молодое вино		Соломенный
	Рубиновый			Желтый
	Гранатовый			Золотистый
	Тони			Янтарный
	Коричневый		Зрелое вино	

D_{420} (оптическая плотность указанного в методике анализа толщины слоя вина при длине волны 420 нм) зависит от массовой концентрации продуктов деградации танинов и антоцианов. Вклад красного компонента (D_{520}) обеспечивается содержанием свободных антоцианов в форме катионов флавилия и антоцианово-танинного комплекса в старых винах. Синий пигмент (D_{620}), в свою очередь, формируется под влиянием свободных антоцианов в хинонной форме или комплекса танинов и антоцианов [30-33]. Оптические характеристики красных вин зависят от типа вина и его возраста: для молодых вин максимум абсорбции достигает при D_{520} . В процессе выдержки вин происходит снижение значения оптической плотности при длине волны 520 нм, в то время как значения показателей D_{420} и D_{620} увеличиваются.

Первые попытки связать органолептические характеристики красных вин с их оптическими показателями, а также классифицировать с целью оценки качества вин были предприняты в 1958 г. Р. Sudraud, предложившим два расчетных показателя: интенсивность (I^*) и оттенок (T) цвета, которые выражаются, соответственно, как сумма и частное от деления величин оптической плотности при 420 и 520 нм [34]:

$$I^* = D_{420} + D_{520}, \quad (1)$$

$$T = D_{420} + D_{520}. \quad (2)$$

В основе предложенных показателей лежало представление о двухкомпонентности цвета красных вин, создаваемой мономерными антоцианами и окрашенными продуктами конденсации фенольных веществ, которые характеризуются максимумами поглощения на длинах волн 520 и 420 нм соответственно [33]. Установлено, что величина I^* убывает пропорционально степени созревания образцов: в молодых, интенсивно окрашенных винах значение интенсивности окраски колеблется от 1.0 до 3.0, а в выдержанных – от 0.5 до 1.0. Если I^* меньше 0.4, то окраска не соответствует типу красного вина [35].

Показатель оттенка цвета T указывает на интенсивность в окраске желто-коричневых тонов, формирующихся под действием продуктов конденсации фенольных веществ. Классификация красных вин по величине T в литературе представлена противоречивыми данными. По мнению L. Vabincev et al. в молодых винах значение показателя колеблется от 0.5 до 0.7 и в процессе выдержки возрастает до 1.2-1.3 [36]. Согласно сведениям M-A. Roiana et al. для вин с преобладанием красных тонов оттенок цвета находится в диапазоне 0.8-1.0, тогда как в выдержанных винах (с коричневыми оттенками в цвете) составляет не менее 1.0 [31]. По другим данным, при значении показателя менее 0,8 цвет вин характеризуется как фиолетовый, в диапазоне значений 0.8-1.2 – красный, при $T > 1.2$ – оранжевый [37].

Однако предложенные Р. Sudraud показатели не могли отразить общее визуальное восприятие цвета вина, так как предусматривали влияние только двух пигментов: красного и желтого, и в большей степени позволяли оценить возрастные особенности красных виноматериалов и вин, чем влияние сорта винограда и технологии его производства. Метод Y. Glories является более точным и учитывает роль синих пигментов в сложении цвета красных вин [38], при котором интенсивность цвета выражается следующей формулой:

$$I = D_{420} + D_{520} + D_{620}, \quad (3)$$

Установлено, что интенсивность цвета I для розовых вин составляет менее 0.5, слабо окрашенных красных – 0.5-1.0, хорошо окрашенных – 1.0-2.0, интенсивно окрашенных – более 2.0 [39].

Y. Glories также рекомендовал определять долю красной окраски в сложении цвета dA (%) и хроматическую структуру (вклад каждого из компонентов цвета в интенсивность цвета) [38]:

$$dA (\%) = \left(1 + \frac{D_{420} + D_{620}}{2 \cdot D_{520}}\right) \cdot 100 \quad (4)$$

$$D_{420} (\%) = \frac{D_{420}}{I}, \quad D_{520} (\%) = \frac{D_{520}}{I}, \quad D_{620} (\%) = \frac{D_{620}}{I} \quad (5-7)$$

Согласно данным Р. Ribéreau-Gayon, величина dA в диапазоне 40-60 % характерна для молодых вин [40]. Более высокие значения показателя (60-80 %) свидетельствуют о превалировании красного цвета. При доле красной окраски dA менее 40 % в красных винах отмечаются черепичные оттенки [36, 38].

В красных столовых винах доля красного оттенка D_{520} (%) преобладает и составляет более 40 %; в винах с коричневыми оттенками процент красных пигментов D_{420} (%) снижается (менее 40 %) за счет увеличения количества желто-оранжевых пигментов. Для выдержанных красных вин характерно относительное равновесие между процентным соотношением доли желтых и красных тонов. Процент синих пигментов D_{620} (%) в цвете вин может варьировать от 10 до 16 [31].

Одним из критериев оценки цвета вина также является угловой оттенок цвета $\text{tg } \alpha$, рассчитываемый как разница оптической плотности при длинах волн 520 и 420 нм [31, 41]:

$$\text{tg } \alpha = D_{520} - D_{420}. \quad (8)$$

Угловой оттенок цвета оценивают по величине угла α : для красных вин характерно значение показателя в диапазоне 0-51°, при величине угла 52-80° вина отличаются красно-алым цветом; отрицательные значения показателя свидетельствуют о наличии коричневых оттенков в цвете [29, 42].

Для оценки и воспроизведения цвета различных объектов было разработано несколько моделей, в том числе цветовое пространство RGB. Основными

линейно независимыми цветами в системе были выбраны следующие монохроматические излучения: красный R (D_{700}), зеленый G (D_{546}) и синий B (D_{436}) [4, 43-49].

После серии экспериментов по оценке восприятия цвета человеком Международная комиссия по освещению разработала стандарт CIE 1931 XYZ –цветовое пространство, которое вмещает в себя все воспринимаемые человеком цвета. Предложенная трихроматическая система зрительных пигментов базировалась на возможности получения необходимого цвета или его оттенка любой интенсивности путем смешивания во множестве комбинаций цвета и интенсивности света трех разных длин волн (соответствующих трем основным цветам). С другой стороны, данная система подразумевала, что если диапазон поглощения трех зрительных пигментов охватывает практически весь видимый участок спектра и максимумы поглощения этих пигментов четко разграничены, свет любого цвета (или с любым распределением длин волн) можно разделить на три первичных компонента, которые будут детектироваться этими тремя пигментами [4, 43-46].

В качестве основных количественных характеристик цвета были выбраны следующие: цветовой тон (Hue), яркость (Brightness), светлость (Lightness). Цветовой тон (цветность) – основная характеристика цвета, которая определяет его положение в спектре. Яркость – характеристика, которая показывает, насколько сильно излучается световая энергия того или иного цветового тона (красного, желтого, фиолетового и т.п.). Светлость – степень близости цвета (цветового тона) к белому.

Несмотря на то, что система RGB преимущественно используется в компьютерной графике и представляет собой набор аппаратных данных для воспроизведения цвета на бумаге, экране монитора и других электронных устройствах, а основные цвета (XYZ) системы CIE 1931 были получены путем пересчета из цветовых координат RGB, эти системы часто применяются для описания цвета растений, пищевых красителей, вин и т.д. [47-53].

В 1976 году трихроматическая система CIE 1931 XYZ была модифицирована в модель CIELab (CIE $L^*a^*b^*$ или Lab), которая на сегодняшний день является международным стандартом оценки восприятия цвета. Было создано пространство, изменение цвета в котором более линейно с точки зрения человеческого восприятия (по сравнению с XYZ). Одинаковое изменение значений цветовых координат в разных областях данного пространства приводит к тождественному ощущению изменения цвета. Система CIELab хорошо подходит для представления цветовых различий, поскольку геометрические расстояния в пространстве приближаются к интуитивным цветовым интервалам, и соответствуют значениям, измеренным спектрофотометрически [3, 44-46, 54-57].

Новая модель решила проблему универсального подхода к репродуцированию изображений и воспроизведению одних и тех же цветов независимо от особенностей устройства или аппаратных средств (монитора, принтера или компьютера), которые используются для создания или вывода изображений. Система CIELab позволила более четко оценить визуальные различия образцов и соотнести их с цветовыми координатами, что обеспечило эффективное использование цветовых карт вин без риска искажения изображения. В свете актуальности вин географического статуса цветовые характеристики могут служить одним из критериев оценки аутентичности продукции.

Модель CIELab представляет собой трехмерную прямоугольную систему координат (рис. 2). В цветовом пространстве Lab значение светлоты отделено от значения хроматической составляющей и выражается вертикальной координатой L^* , которая указывает на легкость цвета (от самого темного до самого светлого). Хроматическая составляющая определяется двумя горизонтальными координатами a^* и b^* , которые представляют собой оттенок и насыщенность по красным/зеленым и синим/желтым осям соответственно.

Методика предусматривает определение оптической плотности образца в диапазоне 380-780 нм с интервалом 5 (или 10) нм по отношению к дистиллированной воде [5, 10, 43, 54, 57]. Расчет координат цвета L^* , a^* и b^* осуществляется на основе трихроматических координат X, Y, Z, которые определяют с применением специального программного обеспечения или методом сложных математических расчетов с учетом значений коэффициентов пропускания при соответствующих длинах волн (в зависимости от выбранного шага измерений), интервалов между этими значениями, спектрального распределение стандартного источника света D65 и функций соответствия цветов для стандартного наблюдателя CIE 1964 10° (индекс 10 означает, что угол измерения принят за 10°) [5, 9, 54].

Применение системы CIELab требует наличия специальной приборной базы (спектрофотометр, спектроколориметр, спектрорадиометр или др.) с

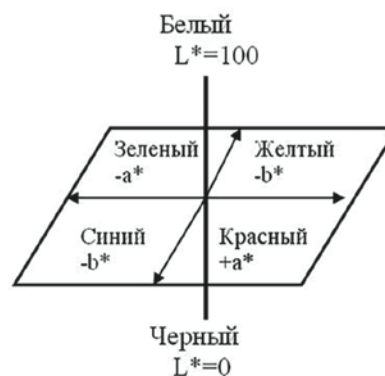


Рис. 2. Трехмерная система координат CIELab.

Fig. 2. CIELab three-dimensional coordinate system.

программным обеспечением для автоматического измерения, расчета и вывода колориметрических характеристик вин (как X , Y , Z , так и L^* , a^* и b^*), в то время как большинство отечественных промышленных лабораторий не оснащены соответствующим оборудованием, что значительно усложняет использование методики и увеличивает её погрешность ввиду необходимости проведения большого количества измерений и вычислений [5, 9, 54].

Для большей доступности модели CIE Lab и внедрения его в научные и производственные лаборатории были разработаны альтернативные методы расчета координат X , Y и Z для вин. В 1999 г. F. Ayala et al. предложили оптимизированный способ расчета координат на основе определения оптической плотности при нескольких длинах волн: 440, 530 и 600 нм [58]. Существенным достоинством методики является уменьшение количества необходимых измерений по сравнению с моделью CIE Lab. Позже методика была модифицирована V. Pérez-Caballero et al. [54, 59], в результате чего координаты цветности вин рассчитываются согласно формулам:

$$X = 19.717 \cdot \tau_{450} + 1.884 \cdot \tau_{520} + 42.539 \cdot \tau_{570} + 32.474 \cdot \tau_{630} - 1.841, \quad (9)$$

$$Y = 7.950 \cdot \tau_{450} + 34.764 \cdot \tau_{520} + 42.736 \cdot \tau_{570} + 15.759 \cdot \tau_{630} - 1.180, \quad (10)$$

$$Z = 103.518 \cdot \tau_{450} + 4.190 \cdot \tau_{520} + 0.251 \cdot \tau_{570} - 1.831 \cdot \tau_{630} + 0.818, \quad (11)$$

где τ_{450} , τ_{520} , τ_{570} , τ_{630} — величина коэффициента пропускания при соответствующей длине волны. Коэффициенты пропускания определяют исходя из величины оптической плотности: $\tau = 10^{-D}$

$$\tau_{450} = 10^{-D_{450}}, \quad \tau_{520} = 10^{-D_{520}}, \quad \tau_{570} = 10^{-D_{570}}, \quad \tau_{630} = 10^{-D_{630}} \quad (12)$$

Определение расчетных координат L^* , a^* и b^* осуществляется согласно следующим формулам:

$$L^* = 116 \cdot \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3} - 16 \quad \text{при } \left(\frac{Y}{Y_n}\right) > 0.008856, \quad (13)$$

$$L^* = 903,3 \cdot \left(\frac{Y}{Y_n}\right) \quad \text{при } \left(\frac{Y}{Y_n}\right) < 0.008856, \quad (14)$$

$$a^* = 500 \cdot \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right], \quad (15)$$

$$b^* = 200 \cdot \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right], \quad (16)$$

где X_n , Y_n и Z_n — значения координат X , Y , Z для используемого источника освещения. Для стандартного осветителя D65, относящегося к нормальному белому цвету, который соответствует условиям дневного освещения, значения показателей составляют: $X_n = 94.825$; $Y_n = 100$; $Z_n = 107.381$. Расчет координат производится при следующих условиях:

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = \left(\frac{X}{X_n}\right)^{1/3}, \quad \text{где } \left(\frac{X}{X_n}\right) > 0.008856, \quad (17)$$

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = 7,787 \cdot \left(\frac{X}{X_n}\right) + \frac{16}{116}, \quad \text{где } \left(\frac{X}{X_n}\right) < 0.008856, \quad (18)$$

$$f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = \left(\frac{Y}{Y_n}\right)^{1/3}, \quad \text{где } \left(\frac{Y}{Y_n}\right) > 0.008856, \quad (19)$$

$$f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) = 7,787 \cdot \left(\frac{Y}{Y_n}\right) + \frac{16}{116}, \quad \text{где } \left(\frac{Y}{Y_n}\right) < 0.008856, \quad (20)$$

$$f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = \left(\frac{Z}{Z_n}\right)^{1/3}, \quad \text{где } \left(\frac{Z}{Z_n}\right) > 0.008856, \quad (21)$$

$$f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) = 7,787 \cdot \left(\frac{Z}{Z_n}\right) + \frac{16}{116}, \quad \text{где } \left(\frac{Z}{Z_n}\right) < 0.008856. \quad (22)$$

С помощью расчетных координат L^* , a^* и b^* можно определить такие цветовые характеристики, как цветность (C^*) и тон (H^*), которые непосредственно позволяют оценить колориметрическую разницу между двумя цветами:

$$H^* = \operatorname{tg}^{-1}\left(\frac{b^*}{a^*}\right), \quad (23)$$

$$C^* = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (24)$$

Общую цветовую разницу ΔE^* между двумя образцами можно рассчитать по формуле:

$$\Delta E^* = \left[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{1/2} \quad (25)$$

Система CIE Lab позволяет выразить не только общие изменения цвета, но и отклонение по отношению к одному или нескольким параметрам L^* , a^* и b^* , что можно использовать для определения новых показателей и привязки их к атрибутам визуального ощущения [60]. Определение соответствующих цветовых выражений на основе трихроматических координат осуществляют с помощью конвертера цвета [61].

Модель CIE Lab позволила исследовать колориметрические изменения сула и виноматериалов на разных этапах производственного цикла, установить влияние различных технологических приемов (брожение, настаивание мезги, выдержка), микроорганизмов (дрожжи, молочнокислые бактерии), вспомогательных материалов на качество красных вин, а также оценить перспективность новых сортов винограда и роль региона произрастания винограда [62-65]. Установлена корреляционная зависимость между значением параметров цвета и содержанием фенольных веществ в вине [66]. Методами регрессионного анализа получены уравнения, позволяющие рассчитывать координаты цвета L^* , a^* и b^* на основе показателей Y . Glories и значений оптической плотности 420, 520, 620 нм [63].

На основании координат X , Y , Z и формулы (26) рассчитывают величину показателя желтизны (G), характеризующего интенсивность желтых и коричневых оттенков цвета виноматериалов и вин:

$$G = \frac{100 \cdot (1.28 \cdot X - 1.06 \cdot Z)}{Y} \quad (26)$$

Величина *G* находится в диапазоне 6.5-17.5 для белых вин без выдержки в бочке и 9.3-24.3 для выдержанных вин; в красных винах значение показателя составляет 118.2-178.0 и 51.4-146.3 соответственно [67].

Выводы

Таким образом, большое разнообразие методических подходов и показателей для оценки вин, а также отсутствие единого математического аппарата и рекомендаций по практическому применению рассмотренных критериев не позволяют широко их внедрять в практику виноделия для контроля и регулирования качества вин. Обобщение вышеизложенного материала дает возможность сформулировать дальнейшее направление наших исследований: экспериментальное сопоставление органолептических и инструментальных методов оценки цвета вин с целью количественное выражение цветового разнообразия образцов и выявления достоверной разницы между винами разного типа, возраста и географического происхождения.

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 32051-2013. Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа. М., 2013. 16 с.
- Зінченко В.І. Органолептичний аналіз вин. К.: Виноград. Вино, 2009. 204 с.
- Валуйко Г.Г., Шольц-Куликов Е.П. Теория и практика дегустации вин. Симферополь: Таврида, 2001. 248 с.
- Об органолептической оценке вин / Б.А. Виноградов [и др.] // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2001. № 3. С. 27-32.
- Method OIV-MA-AS2-11. Determination of chromatic characteristics according to CIELab. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. 2016. 16 p.
- Blazquez Quevedo R.J. Wine Color: sensory evaluation and selection of color cards: Thesis Submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Master of science in Viticulture and Enology. University of California. 2005. 70 p.
- Jha S.N. Nondestructive Evaluation of Food Quality. Theory and practice. Berlin: Springer Verlag Heidelberg, 2010. 288 p.
- Precise color communication. Color control from perception to instrumentation. – 2007. 62 p. [Электронный ресурс]: https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf (дата обращения: 11.07.2018).
- Color evolution of Rose wines after bottling / B. Hernández [et al.] // S. Afr. J. Enol. Vitic. 2011. Vol. 32 (1). P. 42-50.
- Measurement of the colour of white and rosé wines in visual tasting conditions / C. Sáenz Gamasa [et al.] // Eur. Food Res. Technol. 2009. V. 229, is. 2. P. 263-276.
- Şener H., Yildirim H.K. Influence of different maceration time and temperatures on total phenols, color and sensory properties of Cabernet Sauvignon wines // Food Science and Technology International. 2012. V. 19, № 6. P. 523-533.
- Гержикова В.Г., Червяк С.Н., Погорелов Д.Ю. Изменение значений оптической плотности на разных этапах производства хереса столового // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2013. № 3. С. 22-24.
- Jackson R.S. Wine Tasting. A professional handbook, third edition. Academic press, 2017. 430 p.
- Moreno-Arribas M.V., Polo M.C. Wine Chemistry and Biochemistry. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2009. 735 p.
- Левин А.Д. Качественный анализ вин на основе совместного использования их оптических спектров различной физической природы / А.Д. Левин, А.И. Нагаев, А.Ю. Садагов, С.Н. Карахотин // Аналитика и контроль. 2018. Т. 22, № 2. С. 147-156.
- Munsell A.H. Atlas of the Munsell color system // Wadsworth, Howland & Co., inc. Printers. 1915. [Электронный ресурс]: <https://library.si.edu/digital-library/book/atlasmunsellcol00muns> (дата обращения: 11.07.2018).
- Les couleurs du vin. [Электронный ресурс]: http://www.bouchard-aïne.fr/en/e-shop.r-355/our-wine-posters.r-109/les-couleurs-du-vin.p-10.html#_W0XoP09yxkg / сайт винзавода «Bouchard Aîné & Fils» (дата обращения: 11.07.2018).
- Les Couleurs du Vin [Электронный ресурс]: <https://www.chateauloiseil.com/etude/robe-du-vin.htm> / сайт винзавода «Château Loisel» (дата обращения: 11.07.2018).
- The official standard of colours in wine. Developed by WSET and Winefan. [Электронный ресурс]: <http://kaimyhr.com/wp-content/uploads/2013/09/coloursofwine3.jpg> (дата обращения: 11.07.2018).
- Wine colors. WEINFARBEN Poster. [Электронный ресурс]: <https://cee-portal.at/PrestaShop/de/infoposters/23-wine-colors-folded.html> (дата обращения: 11.07.2018).
- Color of wine. Wine Folly, 2016. [Электронный ресурс]: <http://winefolly.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/09/Color-of-Wine-chart-winefolly.jpg#large> (дата обращения: 11.07.2018).
- Plakát - Barvy vín z Moravy a Čech. Národní vinařské centrum. [Электронный ресурс]: <http://www.vinarskecentrum.cz/obchod/propagacni-materialy-o-nasem-vinu-zdarma-plakaty/plakat-barvy-vin-z-moravy-a-cek/> (дата обращения: 11.07.2018).
- Jackson R.S. Wine Science: Principles and Applications, 4th ed. Academic Press, 2014. 978 p.
- Musings on the vine - vocabulary and mechanics of wine tasting reference. [Электронный ресурс]: <http://www.musingsonthevine.com/VocabSheet.pdf> (дата обращения: 11.07.2018).
- Билько М.В., Тенетка А.И. Особенности и цветовые характеристики розовых столовых вин // Виноград. 2011. № 11-12 (ноябрь-декабрь). С. 44-46.
- Тенетка А.И., Билько М.В., Ларин В.В. Колір – один із основних показників якості рожевих столових вин // Виноградарство и виноделие: сб. науч. тр. НИВиВ «Магарач». 2011. Т. 41, ч. 2. С. 95-97.
- Assessing the color of red wine like a taster's eye / B. Hernández [et al.] // Color Research and Application. 2009. V. 34, № 2. P. 153-162.
- Некоторые подходы к оценке подлинности и происхождения виноградных вин / В.Г. Гержикова [и др.] // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2002. № 3. С. 24-26.
- Остроухова Е.В., Пескова И.В., Луткова Н.Ю. Исследование сенсорных профилей белых столовых вин из винограда сорта Мускат белый // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2015. № 4. С. 44-46.
- Changes in the chromatic properties of red wines from *Vitis vinifera* L. cv. Merlot and Pinot Noir during the course of aging in bottle / A. Dobrei [et al.] // Journal of Food, Agriculture & Environment. 2010. V. 8, № 2. P. 20-24.
- Poiana M.-A., Gergen I., Alexa E. Establishing of chromatic and antioxidant characteristics of some red wines from minis vineyard // Scientific study & Research. 2007. V. 8 (3). P. 319-328.

32. Цветовые характеристики виноматериалов для розовых и красных игристых вин / А.С. Макаров и др. // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2017. № 3. С. 44-47.
33. Носик О.С. Разработка методики выявления фальсификации столовых сухих марочных вин: дис. ... к-та техн. наук: 05.18.07. Ялта, 2000. 213 с.
34. Sudraud P. Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges // Ann. Technol. Agric. 1958. V. 7. P. 203-208.
35. Валуйко Г.Г. Биохимия и технология красных вин. М.: Пищевая промышленность, 1978. 296 с.
36. Babincev L.M., Gurešić D.M., Simonović R.M. Spectrophotometric characterization of red wine color from the vineyard region of Metohia // Journal of Agricultural Sciences. 2016. V. 61, № 3. P. 281-290.
37. Color density and tint of red, white and rosé wines. Analytik-jena. [Электронный ресурс]: http://www.mep.net.au/winelab/WL_9/MEP_Colour_in_Wine.pdf. (дата обращения: 11.07.2018).
38. Glories Y. La couleur des vins rouges // Connaissance Vigne Vin. 1984. V. 4, № 18. P. 253-271.
39. Прида А.И., Яловая А.Н., Кражевская А.Н. Окраска красных вин и ее стабилизация // In wine 2005: сб. материалов междунар. конф., Кишинев, 2005. С. 18-20.
40. Phenolic compounds. The chemistry of wine stabilization and treatments / P. Ribéreau-Gayon [et al.] // In Handbook of enology: V. 2. Chichester: John Wiley & Sons, Ltd, 2006. P. 141-203.
41. The color analysis and antioxidant properties for red wine from Sangiovese grapes / M.-A. Poiană [et al.] // Lucrări Științifice. 2006. V. 50, seria Agronomie. P. 548-553.
42. Timberlake C.F. Parameters of red wine quality // Food Tech. in Australia. 1981. V. 33, № 3. P. 139-144.
43. Kasajima I. Plotting Colors on Color Circle: Interconversion between XYZ Values and RGB Color System // Current Trends in Analytical and Bioanalytical Chemistry. 2017. V. 1, № 1. P. 1-8.
44. Ford A., Roberts A. Colour space conversions. 1998. 31 p. [Электронный ресурс]: <https://poynton.ca/PDFs/coloureq.pdf> (дата обращения: 08.07.2018).
45. The color guide and glossary. 2004. [Электронный ресурс]: https://xritephoto.com/documents/literature/en/L11-029_color_guide_EN.pdf (дата обращения: 08.07.2018).
46. A guide to understanding color. 2016. [Электронный ресурс]: https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/whitepaper_pdfs/l10-001_a_guide_to_understanding_color_communication/l10-001_understand_color_en.pdf. (дата обращения: 11.07.2018).
47. Colorimetric Sensor Array for White Wine Tasting / S. Chung [et. al.] // Sensors (Basel). 2015. V. 15, № 8. P. 18197-18208.
48. Paper microfluidics for red wine tasting / T.S. Park [et. al.] // RSC Adv. 2014. V. 4, issue 46. P. 24356-24362
49. Исследование натуральных каротиноидно-антоциановых красителей / П.Н. Савин [и др.] // Химия растительного сырья. 2010. №4. С. 135-138.
50. Pathare P.B., Opara U.L., Al-Said F.A.-J. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review // Bioprocess Technol. 2013. V. 6. P. 36-60
51. Sahin S., Sumnu S.G. Physical Properties of Foods. Ankara: Springer Science+Business Media, LLC, 2006. 257 p.
52. Morina A., Kongoli R. Comparison of color parameters of red wines produced from Albanian autochthonous grape varieties using tricromatic method // Albanian j. agric. sci. 2012. V. 11, № 4. P. 249-253.
53. Negueruela, A.I., J.F. Echávam, Perez M.M. A study of correlation between enological colorimetric indexes and CIE colorimetric parameters in red wines // Am. J. Enol. Vitic. 1995. V. 46. P. 353-356.
54. Jensen J.S. Prediction of wine color from phenolic profiles of red grapes: Industrial PhD Thesis. FOSS and DTU Chemical and Biochemical Engineering. Denmark, 2008. 71 p.
55. Insight on Color. CIE L*a*b* Color Scale. Applications note. 1996. V. 8, № 7. 4 p.
56. Sen I., Tokatli F. Differentiation of wines with the use of combined data of UV-visible spectra and color characteristics // Journal of Food Composition and Analysis. 2016. № 45. P. 101-107.
57. Cristea E. Determination of the optimal phenolic extraction yield in red wines using the Glories method: Master Thesis presented to Escola Superior de Biotecnologia of the Universidade Católica Portuguesa as part of the European Master of Science Degree in Food Science, Technology and Nutrition. 2014. 61 p.
58. Ayala F., Echávarri J.F., Nequeruela A.I. A New Simplified Methods for Measuring the Color of Wines. III. All Wines and Brandies // Am. J. Enol. Vitic. 1999. V. 50, № 3. P. 359-363.
59. Proposal for a New Standard OIV Method for Determination of Chromatic Characteristics of Wine / V. Pérez-Caballero [et al.] // Am. J. Enol. Vitic. 2003. V. 54, № 1. P. 59-62.
60. Method OIV-MA-AS2-07B. Chromatic characteristics. Compendium of International Method of Wine and Must Analysis. 2012. V. 2. 10 p.
61. NIX Color Sensor. Color converter. [Электронный ресурс]: <https://nixsensor.com/free-color-converter/> Color converter (дата обращения: 11.07.2018).
62. Color-copigmentation study by tristimulus colorimetry (CIELAB) in red wines obtained from Tempranillo and Graciano varieties / M. García-Marino [et al.] // Food Research International. 2013. V. 51. P. 123-131
63. Pérez-Magariño S., González-San José M.L. Prediction of red and rosé wine CIELab parameters from simple absorbance measurements // Sci. Food Agric. 2002. V. 82. P. 1319-1324.
64. First chemical and sensory characterization of Moribel and Tinto Fragoso wines using HPLC-DAD-ESI-MS/MS, GC-MS, and Napping techniques: comparison with Tempranillo / J. Pérez-Navarro [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. V. 99, № 5. P. 2108-2123.
65. Wines in contact with oak wood: the impact of the variety (Carménère and Cabernet Sauvignon), format (barrels, chips and staves), and aging time on the phenolic composition / J. Laqui-Estaña [et al.] // Journal of the Science of Food and Agriculture. 2019. V. 99, № 1. P. 436-448.
66. Significance of CIELAB parameters in the routine analysis of red wines / I. Esparzaa [et al.] // CyTA – Journal of Food. 2009. V. 7, № 3. P. 189-199.
67. Методы теххимического контроля в виноделии: под ред. Гержиковой В.Г. Симферополь: Таврида, 2009. 303 с.

REFERENCES

1. GOST 32051-2013. *Produktsiia vinodel'cheskaia. Metody organolepticheskogo analiza* [State Standart 32051-2013. *Wine products. Methods of organoleptic analysis*]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 16 p. (in Russian).
2. Zinchenko V.I. *Organoleptichnii analiz vin* [Organoleptic analysis of wines]. Kyiv: Vinograd. Vino Publ., 2009. 204 p. (in Ukrainian).
3. Valuiko G.G., Sholts-Kulikov E.P. *Teoriia i praktika degustatsii vin* [Theory and practice of wine tasting]. Simferopol': Tavrida Publ., 2001. 248 p. (in Russian).
4. Vinogradov B.A., Zagoruiko V.A., Ostroukhova E.V., Gerzhikova V.G. On sensory evaluation of wines]. *Magarach. Vi-*

nogradarstvo i vinodelie [Magarach. *Viticulture and winemaking*], 2001, no 3, pp. 27-32 (in Russian)

5. *Method OIV-MA-AS2-11. Determination of chromatic characteristics according to CIE Lab. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis*. 2016. 16 p.

6. Blazquez Quevedo R.J. *Wine Color: sensory evaluation and selection of color cards*: Thesis Submitted in partial satisfaction of the requirements for the degree of Master of science in Viticulture and Enology. California, 2005. 70 p.

7. Jha S.N. *Nondestructive Evaluation of Food Quality. Theory and practice*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010, 288 p. doi: 10.1007/978-3-642-15796-7

8. *Precise color communication. Color control from perception to instrumentation*, 2007, 62 p. Available at: https://www.konicaminolta.com/instruments/knowledge/color/pdf/color_communication.pdf. (accessed 11 June 2018).

9. Hernández B., Sáenz C., Alberdi C., Alfonso S., Diñeiro J.M. Color evolution of Rose wines after bottling. *S. Afr. J. Enol. Vitic*, 2011, vol. 32, no. 1, pp. 42-50.

10. Gamasa C.S., Hernández B., de Santiago J.V., Alberdi C., Alfonso S., Diñeiro J.M. Measurement of the colour of white and rosé wines in visual tasting conditions. *Eur. Food Res. Technol.*, 2009, vol. 229, is. 2, pp. 263-276. doi: 10.1007/s00217-009-1050-z

11. Şener H., Yildirim H.K. Influence of different maceration time and temperatures on total phenols, color and sensory properties of Cabernet Sauvignon wines. *Food Science and Technology International*, 2012, vol. 19, no. 6, pp. 523-533. doi: 10.1177/1082013212462229

12. Gherzhikova V.G., Cherviak S.N., Pogorelov D. Yu. [Changes in the numerical values of optical density at different stages of table sherry production]. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie* [Magarach. *Viticulture and winemaking*], 2013, no 3, pp. 22-24 (in Russian)

13. Jackson R.S. *Wine Tasting. A professional handbook*, third edition. Academic Press, 2017. 430 p.

14. Moreno-Arribas M.V., Polo M.C. *Wine Chemistry and Biochemistry*, Springer Science+Business Media, LLC, 2009, 735 p. doi: 10.1007/978-0-387-74118-5

15. Levin A., Nagaev A., Sadagov A., Karachotin S. [Qualitative analysis of wines based on the joint use of their optical spectra of different physical nature]. *Analitika i kontrol'* [Analytical and Control], 2018, vol. 22, no. 2, pp. 147-156. doi: 10.15826/analitika.2018.22.2.001 (in Russian).

16. Munsell A.H. *Atlas of the Munsell color system*. Wadsworth, Howland & Co., inc. Printers, 1915. Available at: <https://library.si.edu/digital-library/book/atlasmunsellcol00muns> (accessed 11 June 2018).

17. *Les couleurs du vin*. Available at: <http://www.bouchard-aine.fr/en/e-shop.r-355/our-wine-posters.r-109/les-couleurs-du-vin.p-10.html#.W0XoP09yxkg> / сайт винзавода "Bouchard Ainé & Fils" (accessed 11 June 2018). http://www.bouchard-aine.fr/en/e-shop.r-355/our-wine-posters.r-109/les-couleurs-du-vin.p-10.html?valid_legal=1#.XKM4S09yxkg

18. *Les Couleurs du Vin*. Available at: <https://www.chateauloysel.com/etude/robe-du-vin.htm> / сайт винзавода "Château Loysel" (accessed 11 June 2018).

19. *The official standard of colours in wine. Developed by WSET and Winefan*. Available at: <http://kaimyhre.com/wp-content/uploads/2013/09/coloursofwine3.jpg> (accessed 11 June 2018).

20. *Wine colors*. WEINFARBEN Poster. Available at: <https://cee-portal.at/PrestaShop/de/infoposters/23-wine-colors-folded.html> (accessed 11 June 2018).

21. *Color of wine*. Wine Folly, 2016. Available at: <http://winefolly.wpengine.netdna-cdn.com/wp-content/uploads/2016/09/Color-of-Wine-chart-winefolly.jpg#large> (accessed 11 June 2018).

22. Plakát - Barvy vín z Moravy a Čech. *Národní vinařské centrum*. [Poster - Barvi in Morava and the Czech Republic. Folk Wine Center]. Available at: <http://www.vinarskecentrum.cz/obchod/propagacni-materialy-o-nasem-vinu-zdarma-plakaty/plakat-barvy-vin-z-moravy-a-cech/> (accessed 11 June 2018).

23. Jackson R.S. *Wine Science: Principles and Applications*, Fourth Edition. Academic Press, 2014, 978 p. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-381468-5.00011-7>

24. *Musings on the vine - vocabulary and mechanics of wine tasting reference*. Available at: <http://www.musingsonthevine.com/VocabSheet.pdf> (accessed 11 June 2018).

25. Bilko M.V., Tenetka A.I. [Features and characteristics of the color rose table wines]. *Vinograd*, 2011, no. 11-12 (November-December), pp. 44-46 (in Russian).

26. Tenetka A., Bilko M.V., Larin V.V. [Color as a key quality parameter of pink table wines]. *Vinogradarstvo i vinodelie: sbornik nauchnykh trudov NIViV «Magarach»* [Viticulture and winemaking: a collection of scientific papers of NIVW Magarach], 2011. v. 41, part 2, pp. 95-97. (in Ukrainian)

27. Hernández B., Sáenz C., de la Hoz J.F., Alberdi C., Alfonso S., Diñeiro J.M. Assessing the color of red wine like a taster's eye. *Color Research and Application*, 2009, vol. 34, no. 2, pp. 153-162. doi: 10.1002/col.20475

28. Gerzhikova V.G., Ostroukhova E.V., Anikina N.S., Ermikhina M.V., Konovets N.I. [Some approaches to the evaluation of authenticity and origin of grape wines]. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. *Viticulture and winemaking*], 2002, no. 3, pp. 24-26 (in Russian).

29. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Lutkova N.Yu. [A study of sensory profiles of table wine materials made from the grape 'white muscat']. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. *Viticulture and winemaking*], 2015, no. 4, pp. 44-46. (in Russian).

30. Dobrei A., Poiana M.-A., Sala F., Ghita A., Gergen I. Changes in the chromatic properties of red wines from *Vitis vinifera* L. cv. Merlot and Pinot Noir during the course of aging in bottle. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 2010, vol. 8, no. 2, pp. 20-24.

31. Poiana M.-A., Gergen I., Alexa E. Establishing of chromatic and antioxidant characteristics of some red wines from minis vineyard. *Scientific study & Research*, 2007, vol. 8, no. 3, pp. 319-328.

32. Makarov A.S., Yalaneskii A.Ya., Lutkov I.P., Shmigelskaia N.A., Shalimova T.R., Maksimovskaia V.A., Krechetova V.V. [Color characteristics of wine materials for red and rosé sparkling wines]. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie*. [Magarach. *Viticulture and winemaking*], 2017, no. 3, pp. 44-47 (in Russian).

33. Nosik O.S. *Razrabotka metodiki vyavleniia falsifikatsii stolovyyh suhih marochnyh vin*. Diss. kand. tekhn. nauk. [Development of methods for detecting falsification of table dry vintage wines. Cand. tech. sci. diss.]. Ialta, 2000. 213 p.

34. Sudraud P. Interprétation des courbes d'absorption des vins rouges. *Ann. Technol. Agric.*, 1958, vol. 7, pp. 203-208.

35. Valuiko G.G. *Biokhimiia i tekhnologiiia krasnykh vin* [Biochemistry and technology of red wines]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ, 1978. 296 p. (in Russian).

36. Babincev L.M., Gurešić D.M., Simonović R.M. Spectrophotometric characterization of red wine color from the vineyard region of Metohia. *Journal of Agricultural Sciences*, 2016, vol. 61, no. 3, pp. 281-290. doi: 10.2298/JAS1603281B

37. *Color density and tint of red, white and rosé wines*. Analytik-jena. Available at: http://www.mep.net.au/winelab/WL_9/MEP_Colour_in_Wine.pdf. (accessed 11 June 2018).

38. Glories Y. La couleur des vins rouges. *Connaissance Vigne Vin*, 1984, vol. 4, no. 18, pp. 253-271.
39. Prida A.I., Ialovaia A.N., Krazhevskaja A.N. [Coloring of red wines and its stabilization]. In *wine 2005: sbornik materialov mezhdunarodnoi konferentsii* [In wine 2005: collection of materials of the international conference]. Kishinev, 2005, pp. 18-20 (in Russian).
40. Ribéreau-Gayon P., Glories Y., Maujean A., Dubourdieu D. *Handbook of Enology Vol. 2. The Chemistry of Wine Stabilization and Treatments*. 2nd ed. Chichester, John Wiley & Sons, Ltd, 2006, 442 p. doi:10.1002/0470010398
41. Poiană M.-A., Moigrădean D., Stoin D., Cozma A. The color analysis and antioxidant properties for red wine from Sangiovese grapes. *Lucrări Științifice*, 2006, vol. 50, seria Agronomie, pp. 548-553.
42. Timberlake C.F. Parameters of red wine quality. *Food Tech. in Australia*, 1981, vol. 33, no. 3, pp. 139-144.
43. Kasajima I. Plotting Colors on Color Circle: Interconversion between XYZ Values and RGB Color System. *Current Trends in Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2017, vol. 1, no. 1, pp. 1-8.
44. Ford A., Roberts A. *Colour space conversions*. 1998. 31 p. Available at: <https://poynton.ca/PDFs/coloureq.pdf> (accessed 08 June 2018).
45. *The color guide and glossary*. 2004. Available at: https://xritephoto.com/documents/literature/en/L11-029_color_guide_EN.pdf (accessed 08 June 2018).
46. *A guide to understanding color*. 2016. Available at: https://www.xrite.com/-/media/xrite/files/whitepaper_pdfs/l10-001_a_guide_to_understanding_color_communication/l10-001_understand_color_en.pdf. (accessed 11 June 2018).
47. Chung S., Park T.S., Park S.H., Kim J.Y., Park S., Son D., Bae Y.M., Cho S.I. Colorimetric Sensor Array for White Wine Tasting. *Sensors (Basel)*, 2015, vol. 15, no. 8, pp. 18197–18208. doi: 10.3390/s150818197
48. Park T.S., Baynes C., Cho S.I., Yoon J.Y. Paper microfluidics for red wine tasting. *RSC Adv.*, 2014, vol. 4, issue 46, pp. 24356-24362. doi: 10.1039/c4ra01471e
49. Savvin P.N., Komarova Ye.V., Bolotov V.M., Shichkina Ye.S. [Study of natural carotenoid and antocian colorants]. *Khimiia rastitel'nogo syr'ia* [Chemistry of plant materials], 2010, no. 4, pp. 135–138 (in Russian).
50. Pathare P.B., Opara U.L., Al-Said F.A.-J. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Bioprocess Technol.*, 2013, vol. 6, pp. 36–60. doi 10.1007/s11947-012-0867-9
51. Sahin S., Sumnu S.G. *Physical Properties of Foods*. Ankara, Springer Science+Business Media, LLC, 2006. 257 p.
52. Morina A., Kongoli R. Comparison of color parameters of red wines produced from Albanian autochthonous grape varieties using tricromatic method. *Albanian j. agric. sci.*, 2012, vol. 11, № 4, pp. 249-253.
53. Negueruela, A.I., Echávam J.F., Perez M.M. A study of correlation between enological colorimetric indexes and CIE colorimetric parameters in red wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1995, vol. 46, pp. 353-356.
54. Jensen J.S. *Prediction of wine color from phenolic profiles of red grapes*: Industrial PhD Thesis. FOSS and DTU Chemical and Biochemical Engineering. Denmark, 2008. 71 p.
55. Insight on Color. CIE L*a*b* Color Scale. *Applications note*, 1996, vol. 8, no. 7, 4 p.
56. Sen I., Tokatli F. Differentiation of wines with the use of combined data of UV-visible spectra and color characteristics. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2016, no. 45, pp. 101-107.
57. Cristea E. *Determination of the optimal phenolic extraction yield in red wines using the Glories method*: Master Thesis presented to Escola Superior de Biotecnologia of the Universidade Católica Portuguesa as part of the European Master of Science Degree in Food Science, Technology and Nutrition. Porto, 2014. 61 p.
58. Ayala F., Echávarri J.F., Nequeruela A.I. A new simplified methods for measuring the color of wines. III. All wines and brandies. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1999, vol. 50, no. 3, pp. 359-363.
59. Pérez-Caballero V., Ayala F., Echávarri J.F., Nequeruela A.I. Proposal for a new standard OIV method for determination of chromatic characteristics of wine. *Am. J. Enol. Vitic.*, 2003, vol. 54, no. 1, pp. 59-62.
60. Method OIV-MA-AS2-07B. Chromatic characteristics. *Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis*, 2012, vol. 2. 10 p.
61. *NIX Color Sensor. Color converter*. Available at: <https://nixsensor.com/free-color-converter/> Color converter (accessed 11 June 2018).
62. García-Marino M., Escudero-Gilete M.L., Heredia F.J., Escribano-Bailón M.T., Rivas-Gonzalo J.C. Color-copigmentation study by tristimulus colorimetry (CIELAB) in red wines obtained from Tempranillo and Graciano varieties. *Food Research International*, 2013, vol. 51, pp. 123–131. doi:10.1016/j.foodres.2012.11.035
63. Pérez-Magariño S., González-San José M.L. Prediction of red and rosé wine CIELab parameters from simple absorbance measurements. *Sci. Food Agric.*, 2002, vol. 82, pp.1319–1324. doi: 10.1002/jsfa.1191
64. Pérez-Navarro J., Izquierdo-Cañas P.M., Mena-Morales A., Gómez-Alonso S., Hermosín-Gutiérrez I. First chemical and sensory characterization of Moribel and Tinto Frágoso wines using HPLC-DAD-ESI-MS/MS, GC-MS, and Napping techniques: comparison with Tempranillo. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019, vol. 99, no. 5. pp. 2108-2123. doi:10.1002/jsfa.9403
65. Laqui-Estaña J., López-Solís, R., Peña-Neira, Á., Medel-Marabolí, M., Obreque-Slier, E. Wines in contact with oak wood: the impact of the variety (Carménère and Cabernet Sauvignon), format (barrels, chips and staves), and aging time on the phenolic composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2019, vol. 99, no. 1, pp. 436-448. doi:10.1002/jsfa.9205
66. Esparzaa I., Santamariaa C., Calvob I., Fernandez J.M. Significance of CIELAB parameters in the routine analysis of red wines. *CyTA – Journal of Food*, 2009, vol. 7, no 3, pp. 189–199. doi: 10.1080/19476330903068001
67. *Metody tekhnokhimicheskogo kontroliia v vinodelii* [Technochemical control methods in winemaking] ed. Gerzhikovoy V.G. Simferopol', Tavrida, 2009, 303 p. (in Russian)