

Экспресс-тест для выявления синтетических красителей в винопродукции

**Н.С. Аникина, *Н.В. Гниломедова, С.Н. Червяк,
А.В. Весютова, М.В. Ермихина**

*«Всероссийский национальный научно-исследовательский институт
виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», 2
298600, Российская Федерация, Республика Крым, г. Ялта, ул. Кирова, 31*

*Адрес для переписки: Нонна Владимировна Гниломедова, e-mail: 231462@mail.ru

Поступила в редакцию 4 марта 2021 г, после доработки – 31 марта 2021 г.

Проблема фальсификации цвета вин актуальна во всем мире, поэтому установление/опровержение факта наличия красителей является неотъемлемой частью технокимического контроля. Существует множество методов определения синтетических красителей (СК) в алкогольной продукции, обладающих различной чувствительностью и селективностью детектирования, а также оперативностью получения результатов и стоимостью исследования одной пробы. Данная работа посвящена разработке экспресс-теста для выявления синтетических красителей в винах. В основу положен метод Международной организации виноградарства и виноделия, принцип которого заключается в фиксации синтетических красителей кислотного характера на специально подготовленной шерстяной нити при кипячении пробы вина. Модификация аналитической процедуры заключается в сокращении аликвоты исследуемой пробы, количества операций и времени экспертизы без снижения достоверности выводов. Для имитации цвета красных вин применяли пищевые красители кармазин (E122), красный очаровательный АС (E129), индигокармин (E132). Объектами исследования являлись: модельные системы на основе вина; белые и красные вина; фальсификаты вин, предоставленные контролирующими органами; виноградное концентрированное сусло. Показано, что в подлинных винах, в зависимости от насыщенности цвета испытываемого образца, обусловленного природными антоцианами, шерстяная нить приобретала окрашивание от светло- до темно-бежевого; её цвет усиливался от бледно-розового до насыщенно-рубинового по мере увеличения содержания в вине СК. Чувствительность предложенного метода позволяет установить наличие СК в винах в количестве 0.1-0.2 мг/дм³. Метод не требует дорогостоящего аналитического оборудования и может быть использован в лабораториях винодельческих предприятий или контролирующих органов для установления факта подделки алкогольной и соковой продукции.

Ключевые слова: кармазин, красный очаровательный АС, индигокармин, метод фиксации красителей на шерсти, фальсификация вин

For citation: *Analitika i kontrol'* [Analytics and Control], 2021, vol. 25, no. 2, pp. 126-133

DOI: 10.15826/analitika.2021.25.2.001

Rapid test for detecting artificial colorants in wine products

**N.S. Anikina, *N.V. Gnilomedova, S.N. Cherviak,
A.V. Vesuytova, M.V. Ermikhina**

*All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, 31 Kirova Street,
298600 Yalta, Republic of Crimea, Russian Federation*

*Corresponding author: Nonna V. Gnilomedova, e-mail: 231462@mail.ru

Submitted 04 March 2021, received in revised form 31 March 2021

The problem of wine color adulteration is relevant all over the world, and, therefore, establishing or refuting the fact of the colorant presence is an integral part of the techno-chemical control. There are many methods for determining artificial colorants (AC) in the alcoholic beverages with various levels of sensitivity and selectivity of detection as well as the promptness in generating the results and the cost of studying one

sample. Current work is devoted to the development of a rapid test for detecting the artificial colorants in wines. It is based on the method of the International Organization of Vine and Wine, the principle of which is to fixate the acidic artificial colorants on a specially prepared woolen thread when boiling the sample of wine. The modification of analytical procedure included the reduction of the test sample aliquot, the number of operations and the examination time without compromising the reliability of the conclusion. In order to imitate the color of red wines, Azorubine (E122), Allura Red AC (E129) and Indigo Carmine (E132) food colorants were used. The objects of the research were: model systems based on wine, white and red wines, counterfeit wines provided by the controlling authorities, and concentrated grape must. It was shown that in the genuine wines, depending on the color saturation of the test sample caused by natural anthocyanins, the woolen thread was discoloring from light to dark beige; its color was enhancing from pale pink to deep ruby with the increase in the content of AC in wine. The sensitivity of the proposed method made it possible to determine the presence of AC at the rate of 0.1-0.2 mg/dm³ in wines. The method did not require expensive equipment and could be used in the laboratories of winemaking industry or by the controlling authorities for establishing the fact of adulteration of alcoholic and juice products.

Key words: Azorubine, Allura Red AC, Indigo Carmine, method of colorant fixation on wool, adulteration of wine

ВВЕДЕНИЕ

Количественное определение и номенклатурная принадлежность синтетических красителей (СК) является неотъемлемой частью технохимического контроля алкогольных и безалкогольных напитков [1]. Для определения содержания данного вида добавок используют широкий спектр методических подходов, отличающихся принципами анализа (высокоэффективная жидкостная и тонкослойная хроматографии, капиллярный электрофорез, спектрофотометрия, улавливание пьезосенсорами, а также с помощью электрохимических датчиков и др.), технической сложностью необходимого оборудования, токсичностью реактивов, пробоподготовкой [2-8]. Предложенные методы обладают также различной чувствительностью и селективностью детектирования, что влияет на оперативность получения результатов и стоимость исследования одной пробы.

В Российской Федерации и Европейском союзе добавка любых красителей при производстве вин запрещена на законодательном уровне [1, 9, 10]. Однако данный вид фальсификации является достаточно распространенным, что связано с более высокой стоимостью красных вин, доступностью и простотой применения добавок, с помощью которых недобросовестные производители подделывают винопродукцию. Цвет подлинных красных вин обусловлен природными фенольными компонентами, поступившими из виноградной ягоды и обладающими высокой биологической ценностью [11]. Фальсификаты вин, окрашенные синтетическими компонентами, не отвечают гигиеническим требованиям, так как по своей химической структуре СК не являются фенольными веществами. К тому же, многие красители являются аллергенами, а их метаболиты могут обладать более токсичным, мутагенным или канцерогенным эффектами, чем исходные вещества [1, 6, 7, 12]. Человек, не проинформированный соответствующей надписью на этикетке о наличии данных добавок в продукте, ставит под угрозу свое здоровье.

Проблема фальсификации вин путем добавки синтетических красителей актуальна во всем мире, о чем свидетельствуют многочисленные исследования [2, 13-19]. Так, французскими исследователями доказано наличие красителя бриллиантового голубого в закупленных во Франции винах (производство Испания и Италия), выдаваемых за продукт с натуральной голубой окраской. Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии в сочетании с УФ-спектроскопией установлено содержание запрещенной добавки в количестве 5.5-8.6 мг/дм³ [16], что полностью отрицает аутентичность вина.

Для выявления синтетических красителей в алкогольной продукции в РФ существуют нормативные документы, регламентирующие данную процедуру. Методы основаны на принципах капиллярного электрофореза, а также хроматографии и денситометрии в тонком слое сорбента и предполагают точное установление концентрации красителей и их номенклатурной принадлежности в диапазоне массовой концентрации 1-100 мг/дм³ или массовой доли – 0.0004-0.025 % [13, 14].

Международной организацией виноградарства и виноделия (МОВВ) также предложен метод выявления синтетических красителей в винах [2]. Принцип определения заключается в адсорбции синтетических носителей цвета на овечьей шерсти. При этом фенольные вещества виноградного происхождения не окрашивают шерсть либо придают ей бежевые оттенки. Присутствие в цвете шерстяной нити розово-красных оттенков свидетельствует о наличии в вине запрещенных добавок, что позволяет отнести исследуемый образец к фальсификатам. Метод относится к качественному анализу, не требует высокотехнологичного оснащения и токсичных реактивов, легко воспроизводим, однако трудоемок за счет большого количества операций. В случае необходимости, возможно дальнейшее определение номенклатурной принадлежности красителя методом тонкослойной хроматографии при наличии соответствующих маркеров.

Учитывая, что наличие красителей в винах категорически не допускается [1, 9], для установления

подлинности продукции целесообразно применение более простых и менее затратных приемов качественного анализа, позволяющих подтвердить либо опровергнуть факт наличия подкрашивающих компонентов без уточнения их природы и количественного содержания. Тестирование образцов по принципу «да/нет» при выявлении запрещенных добавок может применяться винопроизводителями на стадии закупки виноматериалов, что позволит предотвратить неумышленную фальсификацию собственной продукции. Аналитические лаборатории контролирующими органами также могут использовать данный подход, как превентивную процедуру для выявления СК в винах. В случае положительного результата испытания образец направляется на дальнейшее исследование качества и количественного состава красителей установленными методами в соответствии с протоколами.

Цель данной работы – сокращение объема анализируемой пробы, времени экспертизы и исключение использования прекурсоров при выявлении синтетических красителей кислотного характера в винах и винодельческой продукции методом фиксации на шерсти.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Объектами исследования являлись: синтетические пищевые красители (кармазин (E122), красный очаровательный АС (E129), индигокармин (E132)); модельные системы на основе вина; подлинный белый и красный вина; фальсификаты вин, предоставленные контролирующими органами; виноградное концентрированное сусло. Общая выборка составила 243 объекта, в том числе 180 образцов виноматериалов и готовой продукции, 11 образцов концентрированного виноградного сусла, 52 модельные системы на водной и винной основе.

Моделирование цвета проводили на образцах вин светло-соломенного и светло-красного цвета путем внесения смеси красителей в различных дозах для обеспечения характерной окраски розовых и красных вин. Визуальную оценку цвета осуществляли методом органолептического анализа, просматривая пробирки с образцами на белом фоне. Пробоподготовка концентрированного виноградного сусла заключалась в предварительном разведении испытуемого образца дистиллированной водой в 4 раза.

Определение наличия красителей осуществляли двумя способами – методом МОВВ [2] и по его модификации, предложенной нами. Изменения методики касались уменьшения аликвоты анализируемого вина, сокращения количества операций, применения более слабого раствора соляной кислоты.

Оборудование и реактивы. Нити неокрашенные из натуральной овечьей шерсти, предварительно промытые, обезжиренные эфиром, высушенные и обработанные раствором для протравки (1 г кристаллогидрата сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$

и 1.2 г гидротартрата калия $KC_4H_5O_6$, растворенные в 500 см³ дистиллированной воды); 0.1 Н раствор соляной кислоты; стеклянные пробирки, объемом 50 см³; водяная баня.

Подготовка нитей к анализу. В раствор для протравки помещали шерстяные нити, тщательно смачивали, выдерживали 3 часа, отжимали и сушили при комнатной температуре.

Определение наличия красителей. В 50 см³ вина вносили 1 см³ раствора соляной кислоты и 50 мг подготовленной шерстяной нити, кипятили 15 мин от момента закипания пробы. Нить аккуратно вынимали, ополаскивали под струей холодной воды, затем тщательно обрабатывали хозяйственным мылом и снова ополаскивали, повторяя процедуру трижды.

Тестирование каждого образца проводили в двух повторностях. Вывод о наличии красителя делали после визуального обнаружения розовых/красных оттенков шерстяной нити.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Первый этап исследования предполагал модификацию теста [2], которая заключалась в оптимизации режимов и параметров пробоподготовки и проведения анализа.

В большинстве случаев, объем вина поступающего в лабораторию для экспертизы подлинности продукта, ограничен 750 см³ (стеклянная винная бутылка). Снижение аликвоты испытуемого образца с 200 см³ до 50 см³ сокращает расход пробы, необходимый для выявления синтетических красителей, что позволяет определять дополнительные физико-химические показатели при проведении исследований.

Одной из задач усовершенствования методики являлось исключение применения концентрированной соляной кислоты, использование которой как прекурсора, регламентируется на законодательном уровне [20]. Результаты испытаний показали, что количество внесенного реагента значимо не влияет на фиксацию красителя, что обусловлено наличием природных кислот вина.

Изменение условий удаления фенольных веществ вина с шерстяной нити (по МОВВ – в слабощелочной среде, в экспресс-тесте – в слабощелочной) было обусловлено тем, что природные красящие компоненты эффективнее удаляются с поверхности (ткань, шерсть, стекло) в щелочной, а не кислой среде. При этом, воздействия воды и мыла недостаточно для удаления синтетических красителей, значительно более прочно фиксированных на шерстяной нити, чем антоцианы и танины.

Массу навески шерстяной нити варьировали от 10 до 100 мг. Установлено, что оптимальным количеством является примерно 50 мг, что достаточно для фиксации синтетических красителей, содержащихся в продукте в низкой концентрации (1.0 мг/дм³ и менее). Меньшую массу навески шер-

Таблица 1

Сравнительная характеристика методик выявления синтетических красителей (фиксация на шерстяной нити)

Table 1

Comparative characteristics of the methods for detecting the artificial colorants (fixation on the woolen thread)

Режимы и параметры процедуры	МОВВ [2]	Экспресс-тест
Аликвота испытуемого образца	200 см ³	50 см ³
Концентрирование пробы	да	нет
Концентрация водного раствора соляной кислоты	1:10 ($\rho_{20} = 1.19$ кг/дм ³)	0.1 Н
Аликвота раствора соляной кислоты	3 см ³	1 см ³
Навеска шерстяной нити	500 мг	50 мг
Время кипячения пробы	5 мин	15 мин
Удаление красящих веществ вина с шерстяной нити	неоднократное кипячение в подкисленной воде	промывание в проточной воде
Перезкстракция красителей в щелочной среде на шерстяную нить	да	нет

сти сложно обрабатывать вручную для удаления природных красящих веществ; при большей – плотности окрашивания может быть недостаточно для визуального выявления. Показано, что увеличение продолжительности кипячения пробы с 5 до 15 мин. позволяет провести более полную абсорбцию СК.

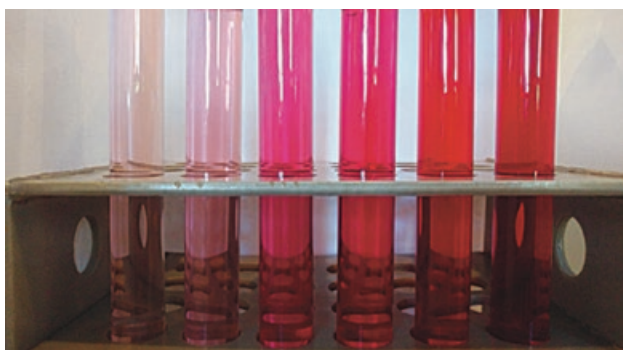


Рис. Изменение цвета модельных образцов (E122, концентрация красителя, мг/дм³: 2, 4, 20, 40, 80, 200).

Fig. Color changes in the model samples (E122, colorant concentration, mg/dm³: 2, 4, 20, 40, 80, 200).

Таблица 2

Цвет шерстяной нити в зависимости от концентрации красителя E122

Table 2

Woolen thread color depending on the colorant concentration E122

Массовая концентрация красителя, мг/дм ³	Внешний вид шерстяной нити после теста
0	
0.1	
0.15	
0.2	
0.5	
1.0	
2.0	
4.0	
25	
50	
100	
200	

Последние два момента особенно важны при низком содержании красителей в вине.

В результате проведенных модификаций методики общее время аналитической работы (до момента получения результатов) составило 20 мин. Сокращение времени испытания одной пробы происходит за счет исключения стадий концентри-

рования, многократного отмыывания фенольных веществ и переэкстракции СК.

Отличительные параметры предложенного экспресс-теста и международного метода выявления синтетических красителей приведена в табл. 1.

Сравнение результатов двух методик показало, что модификация проведения анализа не влияет на чувствительность определения: при одинаковой концентрации растворенного в вине красителя конечное окрашивание нити имело близкие характеристики. Эти выводы касаются как отдельных красителей, так и их смеси.

На втором этапе исследований было проведено определение чувствительности модифицированного теста на различных объектах анализа. Существенной разницы между цветом шерсти после испытания образцов на водной и винной основах, не установлено. Варьирование количества красителя Е122, внесенного в белое вино, позволило получить широкую гамму оттенков – от бледно-розового до насыщенно-рубинового. При содержании красителя 0.1-0.15 мг/дм³ изменение цвета в модельных образцах

не отмечено; при концентрации 0.2 мг/дм³ появились слабые оттенки телесного цвета по сравнению с контролем, едва заметное розовое окрашивание зафиксировано при 0.5 мг/дм³. Дальнейшее увеличение содержания красителя (2-200 мг/дм³) привело к соответствующему усилению интенсивности цвета «вина» (рисунок).

Важно отметить, что после проведения теста при содержании СК 0.1 мг/дм³ уже наблюдалось слабое розовое окрашивание шерсти, при этом в контрольном образце (отсутствие красителя) её цвет не изменился. Возрастание концентрации СК усилило окраску шерстяной нити (табл. 2).

Аналогичные тенденции наблюдаются при апробации экспресс-теста на красных винах (17 образцов). В подлинных винах шерсть приобретала окрашивание от светло- до темно-бежевого цвета в зависимости от насыщенности цвета испытуемого образца, обусловленного природными антоцианами. При внесении СК для усиления окраски на фоне бежевых оттенков на шерстяной нити проступали красные тона, интенсивность которых зависит от

Сравнительный анализ методов выявления красителей

Comparative analysis of the methods for detecting colorants

Параметр	Экспресс-тест	Метод МОВВ [2]	ГОСТ 31765-2012 [13]	ГОСТ 32073-2013 [14]
Объект исследования	винодельческая продукция (виноматериалы, вина), концентрированное виноградное сусло	вино	винодельческая продукция (виноматериалы, вина)	алкогольная продукция (за исключением пива)
Принцип метода	фиксация красителя на шерсти		капиллярный электрофорез	хроматография и денситометрия в тонком слое сорбента; зональный капиллярный электрофорез
Потребность в высоко-технологичном оборудовании	нет		да	
Потребность в квалифицированном химике-аналитике	нет		да	
Количественное определение красителя	нет		да	
Идентификация вещества	нет	да (дополнительно - тонкослойная хроматография)	да	
Чувствительность метода	0.1 мг/дм ³ ; 0.2 мг/дм ³ (при наличии природных антоцианов – в случае подкрашивания красных образцов)	не указано	2-200 мг/дм ³	хроматография - не менее 0.001 %; денситометрия – 0.0012-0.0250 % зональный капиллярный электрофорез - 1-100 мг/дм ³
Время ручного труда более 30 мин	нет	да	не указано	не указано

Таблица 3

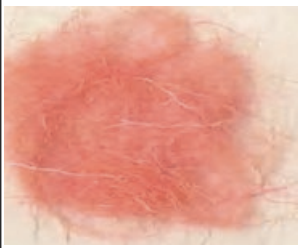
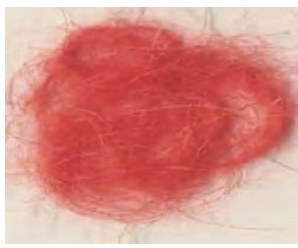
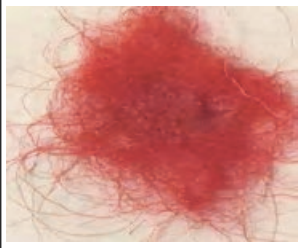

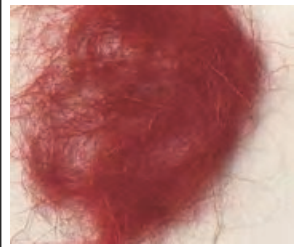

Table 3

Таблица 4

Примеры установленных фальсификатов красных вин

Table 4

Examples of the identified counterfeit red wines

Фальсификаты красных столовых вин	Фальсификаты красных крепленых вин
	
	
	

концентрации красителя. Достоверное заключение о наличии запрещенной добавки возможно сделать при её содержании не менее 0.2 мг/дм^3 , о чем свидетельствует розовый тон шерсти на фоне бежевого окрашивания. При этом визуальное изменение цвета модельного образца по сравнению с контрольным отмечено при добавке красителя в количестве не менее 80 мг/дм^3 .

Полученные результаты распространяются как на добавку отдельных красителей (E122, E129 и E132), так и их смеси.

Таким образом, предложенный тест, несмотря на качественный, а не количественный способ выявления СК, обладает высокой чувствительностью определения ($0.1\text{-}0.2 \text{ мг/дм}^3$), сопоставимой или превышающей большинство методик, предназначенных для алкогольных и безалкогольных напитков [4, 13, 14].

В ходе исследования также были проанализированы образцы концентрированного виноградного сусла, которое используется в виноделии для подслащивания винопродукции. При подделке красного цвета продукта синтетическими красителями, шерсть окрашивалась в различные красные оттенки, в зависимости от номенклатуры и количества внесенного компонента.

Обобщение результатов исследования позволило дать сравнительную характеристику параметров

предложенной методики и методов, изложенных в нормативных документах (табл. 3).

Преимуществом предложенного экспресс-теста является его высокая чувствительность, при этом проведение экспертизы не требует специальной квалификации специалиста-аналитика. Отсутствие идентификации (установление номенклатурной принадлежности) красителей и количественного определения их содержания в данном случае не имеет принципиального значения, так как подделка цвета вин абсолютно не допустима любыми способами. Данная методика может быть распространена на иную алкогольную и соковую продукцию.

Результаты наших многолетних исследований винопродукции, закупаемой заводами вторичного виноделия, а также предоставленной различными контролирующими органами, позволили установить наличие синтетических красителей: виноматериалы и вина – 17 случаев из 180; концентрированное виноградное сусло – 2 из 11 соответственно. Показано, что подделке подвергаются вина и виноматериалы нижней ценовой категории. При этом технология получения вин не оказывала влияние на цвет окрашиваемой шерсти, который зависит только от концентрации и номенклатурной принадлежности красителей (табл. 4).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предложенный экспресс-тест позволяет выявлять добавку синтетических красителей, используемых при фальсификации вин. Методика анализа обладает высокой чувствительностью, проста в исполнении, не требует дорогостоящего аналитического оборудования и токсичных реактивов и может быть использована для подтверждения качества и выявления подделки алкогольной продукции на базе лабораторий винодельческих предприятий и контролирующих органов.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы декларируют отсутствие конфликтов интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств: ТР ТС 029/2012. Комиссия Таможенного союза. 2012. 308 с.
2. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. O.I.V. Paris, 2018. V. 2. Artificial colorants. Method OIV-MA-AS315-08.
3. Экстракционно-фотометрическое определение синтетических пищевых красителей в жидких пищевых продуктах / Е.М. Плешак [и др.] // Аналитика и контроль. 2020. Т. 24, № 3. С. 186-194.
4. Определение синтетических красителей E102, E110, E122 и E124 в безалкогольных напитках модифицированных пьезосенсорами / С.А. Хальзова [и др.] // Аналитика и контроль. 2017. Т. 21, № 2. С. 85-92.

5. Определение синтетических красителей E102, E110, E124, E131 в йогурте методом твердофазной спектрофотометрии / А.А. Дудкина [и др.] // Аналитика и контроль. 2020. Т. 24, № 1. С. 48-55.
6. Bessegato G.G., Brugnera M.F., Zanoni M.V.B. Electroanalytical sensing of dyes and colorants // *Curr. Opin. Electrochem.* 2019. V. 16. P. 134-142.
7. Ntrallou K., Gika H., Tsochatzis E. Analytical and Sample Preparation Techniques for the Determination of Food Colorants in Food // *Foods*. 2020. № 9(1). P. 58.
8. Скрининг-метод выявления присутствия анионных синтетических и натуральных красителей в алкогольной продукции на основе ион-парного экстрагирования / Цимбалаев С.Р. [и др.] // *Виноградарство и виноделие*. 2020. Т. 49. С. 255-257.
9. Федеральный закон № 468 «О виноградарстве и виноделии в Российской Федерации» от 18.12.2019 г.
10. International organization of vine and wine. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. Certificates of Analysis. 2018. V. 2. P. 485.
11. Effects of Grape Polyphenols on the Life Span and Neuroinflammatory Alterations Related to Neurodegenerative Parkinson Disease-Like Disturbances in Mice / M.A. Tikhonova [et al.] // *Molecules*. 2020. № 25. P. 5339.
12. Amchova P., Kotolova H., Ruda-Kucerova J. Health safety issues of synthetic food colorants // *Regul Toxicol Pharmacol.* 2015. № 73(3). P. 914-22.
13. ГОСТ 31765-2012. Вина и виноматериалы. Определение синтетических красителей методом капиллярно-электрофореза. М., 2013. 11 с.
14. ГОСТ 32073-2013. Продукты пищевые. Методы идентификации и определения массовой доли синтетических красителей в алкогольной продукции. М., 2014. 50 с.
15. Fast determination of seven synthetic pigments from wine and soft drinks using magnetic dispersive solid-phase extraction followed by liquid chromatography–tandem mass spectrometry / X.H. Chen [et al.] // *Journal of Chromatography*. 2014. V. 1346. P. 123-128.
16. Blue wine, a color obtained with synthetic blue dye addition: two case studies / C. Galaup [et al.] // *Eur Food Res Technol.* 2019. V. 245. P. 1777-1782.
17. Определение дополнительных показателей качества и безопасности винодельческой и безалкогольной продукции / Т.А. Желякова [и др.] // *Виноградарство и виноделие*. 2014. Т. 44. С. 96-99.
18. Гаврилина В.А. Применение спектральных отношений для качественного анализа вина методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с многоволновым спектрофотометрическим детектированием // *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*. 2010. № 5 (283). С. 115-121.
19. Почичкая И.М., Рослик В.Л. Определение синтетических красителей в винодельческой продукции методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // *Виноделие и виноградарство*. 2017. № 1. С. 21-25.
20. Федеральный закон № 3-ФЗ «О наркотических средствах и психотропных веществах» от 8.01.1998 г.
2. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. O.I.V. Paris, 2018. V. 2. Artificial colorants. Method OIV-MA-AS315-08.
3. Pliashak Y.M., Leschev S.M., Palianskikh A.I., Belysheva L.L., Zayats M.F. [Extraction-photometric determination of synthetic food dyes in liquid food products]. *Analitika i kontrol' [Analytics and Control]*, 2020, vol. 24, no. 3, pp. 186-194. doi: 10.15826/analitika.2020.24.3.004 (in Russian).
4. Khalzova S.A., Krivososova D.A., Zyablov A.N., Duvanov O.V. [Determination of E102, E110, E122, E124 synthetic dyes in soft drinks by modified piezosensors]. *Analitika i kontrol' [Analytics and Control]*, 2017, vol. 21, no. 2, pp. 85-92. doi: 10.15826/analitika.2017.21.2.006 (in Russian).
5. Dudkina A.A., Saranchina N.V., Volgina T.N., Gavrilenko N.A., Gavrilenko M.A. [Determination of E102, E110, E124, E131 synthetic dyes in yogurt using the solid-phase spectrophotometry]. *Analitika i kontrol' [Analytics and Control]*, 2020. vol. 24, no. 1, pp. 48-55. doi: 10.15826/analitika.2020.24.1.002 (in Russian).
6. Bessegato G.G., Brugnera M.F., Zanoni M.V.B. Electroanalytical sensing of dyes and colorants. *Curr. Opin. Electrochem.* 2019, vol. 16, pp. 134-142. doi: 10.1016/j.coelec.2019.05.008.
7. Ntrallou K., Gika H., Tsochatzis E. Analytical and Sample Preparation Techniques for the Determination of Food Colorants in Food. *Foods*, 2020, vol. 9(1). pp. 58. doi: 10.3390/foods9010058.
8. Tsimbalaev S.R., Kolesnov A.Yu., Tereshchenko G.S., Zenina M.A. [Screening-method for detecting of anionic synthetic and natural coloring agents in alcoholic beverages using ion-pair extraction]. *Vinogradarstvo i vinodeliye [Viticulture and winemaking]*, 2020, vol. 49. pp. 255-257 (in Russian).
9. Federalnyy zakon № 468. «O vinogradarstve i vinodelii v Rossiyskoy Federatsii» [Federal Law № 468 «On Viticulture and Winemaking in the Russian Federation»] (in Russian).
10. International organisation of vine and wine. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. Certificates of Analysis. 2018. vol. 2. pp. 485.
11. Tikhonova M.A., Tikhonova N.G., Tenditnik M.V., Ovsyukova M.V., Akopyan A.A., Dubrovina N.I., Amstislavskaya T.G., Khlestkina E.K. Effects of Grape Polyphenols on the Life Span and Neuroinflammatory Alterations Related to Neurodegenerative Parkinson Disease-Like Disturbances in Mice. *Molecules*, 2020, vol.25, pp. 5339. doi: 10.3390/molecules25225339.
12. Amchova P., Kotolova H., Ruda-Kucerova Ja. [Health safety issues of synthetic food colorants]. *Regul Toxicol Pharmacol*, 2015, vol. 73(3), pp. 914-22. doi: 10.1016/j.yrtph.2015.09.026.
13. GOST 31765-2012. Vina i vinomaterialy. Opredeleniye sinteticheskikh krasiteley metodom kapillyarnogo elektroforeza [State Standard 31765-2012. Wines and wine materials. Determination of synthetic dyes by capillary electrophoresis]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 11p. (in Russian).
14. GOST 32073-2013. Produkty pishchevyye. Metody identifikatsii i opredeleniya massovoy doli sinteticheskikh krasiteley v alkalolnoy produktsii [State Standard 32073-2013. Food products. Methods for the identification and determination of the mass fraction of synthetic dyes in alcoholic beverages]. Moscow, Standartinform Publ., 2014. 50 p. (in Russian).
15. Chen X.H., Zhao Y.G., Shen H.Y., Zhou L.X., Pan S.D., Jin M.C. Fast determination of seven synthetic pigments from wine and soft drinks using magnetic dispersive solid-phase extraction followed by liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography*, 2014, no. 1346, pp. 123-128.
16. Galaup C., Auriel L., Dubs J., Dehoux C., Gilard V., Poteau R., Retailleau E., Biasini G., Collin F. Blue wine, a color obtained with synthetic blue dye addition: two case studies. *Eur Food*

REFERENCES

1. Trebovaniya bezopasnosti pishchevykh dobavok, aromatizatorov i tekhnologicheskikh vspomogatelnykh sredstv: TR TS029/2012 [Safety requirements for food additives, flavors and technological aids: TR TS 029/2012]. Customs Union Commission, 2012. 308 p.

Res Technol, 2019, no. 245, pp. 1777-1782. doi: 10.1007/s00217-019-03295-z.

17. Zhilyakova T.A., Aristova N.I., Dernovaya E.V., Olkhovoy Yu. L., Guseva I.P., Zaytsev G.P. Determination of additional indicators of quality and safety of wine and non-alcoholic products. *Vinogradarstvo i vinodeliye* [Viticulture and winemaking], 2014, vol. 44. pp. 96-99 (in Russian).

18. Gavrilina V.A. [Application of spectral ratios for the qualitative analysis of wine by high-performance liquid chromatography with multi-wavelength spectrophotometric

detection]. *Fundamentalnyye i prikladnyye problem tekhniki i tekhnologii* [Fundamental and applied problems of engineering and technology], 2010, no. 5 (283). pp. 115-121 (in Russian).

19. Pochitskaya I.M., Roslik V.L. [Determination of synthetic dyes in wine products by high performance liquid chromatography]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2017. no.1, pp. 21-25 (in Russian).

20. *Federalnyy zakon «O narkoticheskikh sredstvakh i psikhotropnykh veshchestvakh»* [Federal Law No. 3-FZ "On Narcotic Drugs and Psychotropic Substances"] (in Russian).