

УДК 663.253.3

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-313-325

**ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПЕРЕРАБОТКИ ВИНОГРАДА
НА СОДЕРЖАНИЕ АНТОЦИАНОВ
В КРАСНОМ ВИНЕ**

Дробь Александр Александрович
аспирант
химический факультет

Староверов Сергей Михайлович
д-р. хим. наук
заведующий лабораторией
«Новые химические технологии
для медицины»
химический факультет
e-mail: staroverov@bcmst.ru

*МГУ им. М.В.Ломоносова,
Москва, Россия*

Васияров Георгий Георгиевич
заведующий отделом хроматографии

Титова Елена Владимировна
канд. хим. наук
ведущий научный сотрудник

*АО «БиоХимМак СТ»,
Москва, Россия*

Праха Антон Владимирович
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
и.о. зав. лабораторно-производственным
подразделением «Микровиноделие»
НЦ «Виноделие»
e-mail: aprakh@yandex.ru

*Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»,
Краснодар, Россия*

Красящие вещества красных виноградных
вин – антоцианы представлены
преимущественно моно- и дигликозидами,
пирановыми и ацилированными формами.
Качественное и количественное
содержание антоцианов в красных винах

UDC 663.253.3

DOI 10.30679/2219-5335-2021-5-71-313-325

**INFLUENCE OF GRAPE
PROCESSING TECHNOLOGY
ON THE CONTENT
OF ANTHOCYANES IN RED WINE**

Drob Alexander Aleksandrovich
Post Graduate Student
Chemistry Department

Staroverov Sergei Mikhaylovich
Dr. Sci. Chem.
Head of Laboratory
«New Chemical Technologies
for Medicine»
Chemistry Department
e-mail: staroverov@bcmst.ru

*Lomonosov Moscow State University,
Moscow, Russia*

Vasiyarov Georgy Georgievich
Head of Chromatography Department,

Titova Elena Vladimirovna
Cand. Chem. Sci.
Leading Research Associate

*JSC «BioChemMack S&T»,
Moscow, Russia*

Prakh Anton Vladimirovich
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
Acting Head of Laboratory
and Production Division «Microfinodelie»
of SC «Wine-making»
e-mail: aprakh@yandex.ru

*Federal State Budget
Scientific Institution
«North Caucasian Federal
Scientific Center of Horticulture,
Viticulture, Wine-making»,
Krasnodar, Russia*

Coloring substances of red grape wines –
anthocyanins are represented mainly
by mono and diglycosides, pyran
and acylated forms. The qualitative
and quantitative content of anthocyanins
in red wines is determined by a number

определяется рядом факторов, главным из которых является сорт винограда. На антоциановый состав может оказывать влияние и технология переработки. Цель работы: изучить содержание антоцианов, пирановых и ацилированных форм в сухом вине из сорта Каберне-Совиньон, выращенного в Краснодарском крае, в зависимости от технологических приемов переработки винограда. Методы исследования: высокоэффективная жидкостная хроматография, спектрофотометрия, сенсорный анализ. Идентификацию пиков проводили с помощью стандартных образцов мальвидин моноглюкозида (Sigma-Aldrich, Германия), а также ВЭЖХ-МС. Объекты исследования – сухие вина, выработанные в условиях промышленных предприятий из сорта винограда Каберне Совиньон, выращенного в Краснодарском крае. Полученные результаты показали, что условия, их модификация в производстве красного вина оказывают существенное влияние на концентрацию антоцианов. Наибольшая концентрация мальвидина моноглюкозида равная 142,1 мг/дм³ была найдена в образцах при проведении криомацерации с выдержкой мезги при температуре от +2 до +4 °С в течении 10 суток. Среднее содержание мальвидина моноглюкозида по шести вариантам опыта составило 115 мг/дм³. Найдено, что углекислотная мацерация в течение месяца и криомацерация в наибольшей степени способствуют образованию ацилированных форм антоцианов в сухом вине из сорта винограда Каберне-Совиньон. Производство вина с настаиванием мезги в среде CO₂ в течение 2-х суток с последующим брожением на мезге приводит к росту содержания пираноформ антоцианов.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЯ, ВИНО, АНТОЦИАНЫ, АНАЛИЗ, МАЦЕРАЦИЯ

of factors, the main of which is the grape variety. Processing technology can also influence the anthocyanin composition. Purpose of the work: to study the content of anthocyanins, pyranos and acylated forms in dry wine from Cabernet-Sauvignon variety grown of Krasnodar region, depending on the technological methods of grape processing. Research methods: high performance liquid chromatography, spectrophotometry, sensory analysis. Peaks were identified using standard samples of malvidin mono glucoside (Sigma-Aldrich, Germany), as well as HPLC-MS. The objects of research are dry wines produced in industrial conditions from the Cabernet Sauvignon grape variety grown in the Krasnodar region. The obtained results showed that the conditions and their modification in the production of red wine have a significant effect on the concentration of anthocyanins. The highest concentration of malvidin monoglucoside equal to 142.1 mg/dm³ was found in the samples during cryomaceration with holding the pulp at temperatures from +2 to +4 °C for 10 days. The average content of malvidin monoglucoside for six variants of the experiment was 115 mg/dm³. It was found that carbon dioxide maceration for a month and cryomaceration to the greatest extent contribute to the formation of acylated forms of anthocyanins in dry wine from the Cabernet Sauvignon grape variety. The production of wine with the infusion of the pulp in a CO₂ environment for 2 days followed by fermentation on the pulp leads to an increase in the content of anthocyanin pyranofoms.

Key words: TECHNOLOGY, WINE, ANTHOCYANS, ANALYSIS, MACERATION

Введение. Первичная переработка винограда, прежде всего, предполагает получение достаточного объема сусла соответствующего качества, ко-

торый зависит от особенностей сорта, степени зрелости винограда, погодных условий в уборочный период и других факторов. На качество получаемого вина оказывают влияние процесс ферментации и условия его проведения, применение ферментных препаратов, дрожжевых подкормок и так далее. Основная цель технологии – обеспечить стабильный характерный цвет и достичь заданного уровня экстрактивных веществ, что обеспечивает желаемую дегустационную оценку.

Известно, что красящие вещества красных виноградных вин – антоцианы – представлены преимущественно моно- и дигликозидами, пирановыми и ацилированными формами, к которым относят дельфинидин, петунидин, цианидин, мальвидин, пеонидин [1-3]. Важна роль глюкозидов, в особенности мальвидина и пеонидина, в процессах инактивации многих микроорганизмов, в частности дрожжей и плесневых грибов. Именно этим объясняется более высокая биологическая устойчивость красных вин по сравнению с белыми винами [4-6]. Качественное и количественное содержание антоцианов в красных винах определяется рядом факторов, главными из которых являются сорт винограда и условия его переработки. Поэтому данное направление постоянно вызывает интерес у специалистов. Исследования [7] показали, что антоцианы в мякоти и кожице для разных сортов винограда значительно различаются. По биохимическому составу и качеству вина выделились сорта Каберне Фран и Сира [7]. Установлено, что в процессе выдержки красного вина общее содержание фенольных веществ остается стабильным, однако за счет уменьшения концентрации антоцианов изменяется цвет вина [8].

Важным является регулирование продолжительности мацерации, которая определяет соотношения и химическую прочность фенольных соединений вина [9, 10]. Ферментацию при пониженных температурах в красном виноделии в основном используют для усиления аромата, однако при этом снижается насыщенность цвета и содержание фенольных веществ [11, 12]. Повышенная устойчивость ацилированных форм антоцианов отмечена в работе В.И. Дейнека и др. [13]. Основной проблемой антоцианов является

их нестабильность и изменение цвета в зависимости от pH [14-18]. Пираноантоцианы представляют интерес как относительно стабильные пищевые красители из-за устойчивости к изменению pH, дозированию сернистого ангидрида или аскорбиновой кислоты [19-21].

Цель работы – изучить содержание антоцианов, пирано и ацилированных форм в сухом вине из сорта Каберне-Совиньон различных производителей Краснодарского края в зависимости от технологических приемов переработки.

Объекты и методы исследований. Определение концентрации компонентов осуществляли по официальному нормативному подходу при разделении антоцианов в красных и розовых винах, изложенному в OIV [22].

Анализ проводили в градиентном режиме на хроматографе Azuga (Knauer, Германия) с УФ-детектором и программным обеспечением ClarityChrom (Чехия). В работе использовали колонки Диасфер-110-C18, 3.5 мкм, 4.6x150 мм и Kromasil Eternity XT, 5 мкм, 4.6x150 мм. Хромато-масс-спектрометр Shimadzu LC-MS-2020 (Япония) с программным обеспечением LabSolution (Германия).

Обращенно-фазовую (ОФ) ВЭЖХ проводили в элюентах на основе муравьиной кислоты: А – 8.5 % (об.) водный раствор HCOOH; В – HCOOH/ ACN/MeOH/H₂O (8.5:22,5:22,5:41.5, об.).

Анализ суммарного содержания красящих веществ проводили с помощью pH-дифференциального спектрофотометрического анализа [23].

Для приготовления растворов использовали деионизованную воду, полученную на установке Millipore Simplicity (Millipore, США), удельное сопротивление воды составляло 18,2 МОм×см, ацетонитрил марки «SuperGradient» (Panreac, Испания), метанол «Gradient HPLC Grade»(J.T.Baker, Голландия), муравьиную кислоту марки «HPLC» (Fluka, Швейцария), трифторуксусную кислоту марки «UV» (Panreac, Испания), хлорную кислоту 70 % (Sigma-Aldrich, США), ацетат натрия 99 % (Panreac, Испания), соляную кислоту, х. ч. (Сигма Тек, Россия).

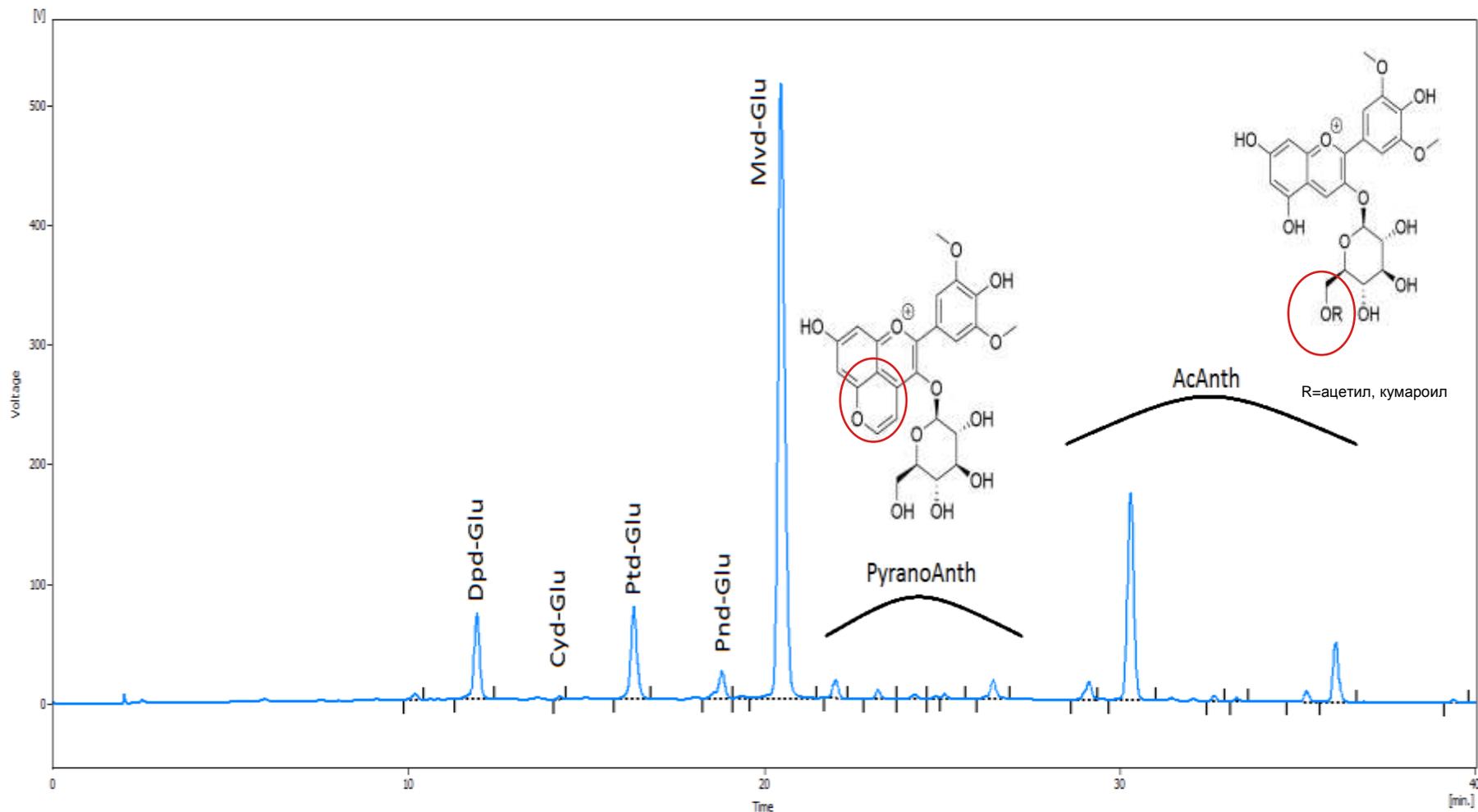
Идентификацию пиков проводили с помощью стандартных образцов Mvd-Glu (Sigma-Aldrich, Германия), а также ВЭЖХ-МС.

Исходный виноматериал был профильтрован на нейлоновых фильтрах 0,2 мкм (Agilent, США).

Объекты исследования – сухие вина, выработанные в условиях промышленных предприятий из сорта винограда Каберне-Совиньон, выращенного в Краснодарском крае. Образцы, полученные с использованием различных технологических режимов изготовлены в микроцехе СКФНЦСВВ. Все экспериментальные исследования, связанные с сенсорным анализом, проведены в помещении для дегустаций СКФНЦСВВ г. Краснодар. В процедуре сенсорной оценки участвовали 8 специалистов, 6 женщин и 2 мужчин, в возрасте 32-45 лет (6 человек), и 45-68 лет (2 человека). Все участники являются экспертами в области виноделия. Вино подавали с температурой 18 °С, испытания проводили в помещении с контролируемым температурным режимом 20-22 °С, относительной влажностью 65 % и ламповым освещением.

Обсуждение результатов. Один из наиболее распространенных красных технических сортов винограда в мире и РФ – Каберне-Совиньон. Именно окраска является одной из главных характеристик красных вин, и в первую очередь имеет значение стабильность окраски во времени. Многие красные вина, особенно из гибридных сортов винограда, за счет нестабильного комплекса антоцианов довольно быстро разрушаются и теряют окраску. С помощью метода ВЭЖХ было проведено исследование содержания красящих веществ сухого вина из сорта винограда Каберне-Совиньон, выработанного различными предприятиями Краснодарского края. Соответствие исследованных образцов сорту Каберне-Совиньон подтверждено дегустационной комиссией.

Хроматографические исследования показали устойчивость соотношения компонентов антоцианов внутри вин сорта Каберне-Совиньон. На рисунке приведена типичная хроматограмма вина Каберне-Совиньон.



Примечание: *PyranoAnth – пираноантоцианы; **AcAnth - ацилированные антоцианы

Рис. Хроматограмма вина Каберне-Совиньон ОАО АПФ «Фанагория», колонка Диасфер-110-С18, 3,5 мкм, 4,6x150 мм, 5-30-60% В за 20-40 мин, 35 °С.

Относительное процентное содержание в образцах вина Каберне-Совиньон (урожай 2019 г.) составило: моноглюкозидов – дельфинидина 6 ± 1 , цианидина $0,5\pm 0,2$, петунидина 7 ± 2 , пеонидина 3 ± 1 , мальвидина 55 ± 5 ; пираноформы – 3 ± 1 ; ацилированные формы – 21 ± 5 .

Несмотря на устойчивость соотношения компонентов, суммарная концентрация изменяется более чем в 2 раза (табл. 1). Так, для вин производства ООО «АПК Мильстрим-Черноморские вина» и ООО «Кубань-Вино» – 146 мг/дм^3 , а для вина ЗАО «Славпром» – 295 мг/дм^3 .

Таблица 1 – Сравнительное содержание в красном сухом вине Каберне-Совиньон суммы антоцианов в пересчете на мальвидин моноглюкозид, мг/дм^3

Производитель красного сухого вина	Найденная сумма антоцианов по методике ВЭЖХ	Найденная сумма антоцианов по спектрофотометрической методике
ООО «АПК Мильстрим-Черноморские вина»	146	188
ООО «Кубань-Вино»	146	234
ООО «Анапские Вина»	156	216
«Южная Винная Компания» МПБК Очаково	175	258
ОАО АПФ «Фанагория»	234	323
ЗАО «Славпром»	295	374
Образец Микроцефа Ц-5	164	256
Образец Микроцефа Ц-37	165	233
Образец Микроцефа Ц-1	235	245

Существенное различие в суммарном содержании антоцианов наблюдается и для разных партий производства Микроцеха (от 164 мг/дм³ до 235 мг/дм³) по данным ВЭЖХ, однако получены крайне близкие результаты по данным спектрофотометрии (от 233 мг/дм³ до 256 мг/дм³), что возможно указывает на наличие красящих веществ неантоциановой природы.

Содержание красящих веществ в вине может зависеть от различных причин, в том числе и от технологических приемов переработки винограда.

Учитывая тот факт, что для одного сорта винограда наблюдали кратные изменения компонентов, был поставлен эксперимент в условиях микроцеха СКФНЦСВВ г. Краснодар по установлению влияния условий переработки винограда сорта Каберне-Совиньон на содержание в готовом продукте основных групп красящих веществ.

Были использованы следующие технологические приемы:

- приемка по количеству и качеству;
- дробление и гребнеотделение гроздей винограда;
- сульфитация мезги в количестве 80-100 мг/дм³;

Далее использованы следующие технологические приемы в перечисленных вариантах опыта:

- 1 вариант – брожение на мезге (классический метод);
- 2 вариант – брожение на мезге без отделения гребней;
- 3 вариант – добавление 50 % гребней в мезгу при брожении;
- 4 вариант – углекислотная мацерация в течение 1 месяца с дальнейшим сбраживанием;
- 5 вариант – настаивание мезги в среде CO₂ 2 суток с последующим брожением на мезге;
- 6 вариант – криомацерация, выдержка мезги при температуре +2 ... +4 °С в течение 10 суток.

Полученные результаты показали, что варьирование условий в производстве красного вина оказывает существенное влияние на концентрацию различных форм антоцианов (табл. 2.).

Таблица 2 – Содержание моногликозидов, пирановых и ацилированных форм в виноматериалах, полученных в разных технологических условиях, мг/дм³

№ варианта	Моногликозиды					Пираноформы антоцианов	Сумма ацилированных форм
	дельфинидин	цианидин	петунидин	пеонидин	мальвидин		
1	8,4	0,59	14,6	3,7	120,5	19,0	69,9
2	7,0	0,49	12,9	3,0	117,2	24,3	71,4
3	3,4	0,41	8,4	1,9	92,9	19,1	53,9
4	4,4	0,43	10,5	2,7	124,5	23,5	72,9
5	5,1	0,73	8,7	3,0	95,4	36,5	49,9
6	10,6	0,60	14,1	4,3	142,1	25,0	79,1

Наибольшая концентрация мальвидина моногликозида – 142,1 мг/дм³ была найдена в образцах при проведении криомацерации с выдержкой мякоти при температуре от +2 до +4 °С в течении 10 суток. Среднее содержание мальвидина моногликозида по шести вариантам составило 115 мг/дм³. Для данного варианта № 6 также характерны и высокие показатели других моногликозидов – пеонида, дельфинидина, цианидина (табл. 3). Это связано с тем, что антоцианы более стабильны при пониженных температурах. В ходе проведенной рабочей дегустации было установлено, что вариант № 6 выделялся по интенсивности цвета и характеризовался насыщенной,

темно-рубиновой окраской с фиолетовым оттенком. Достаточно высокое содержание антоцианов обеспечивает классический метод (вариант № 1).

В варианте № 4 с углекислотной мацерацией также отмечена высокая концентрация мальвидина $124,5 \text{ мг/дм}^3$, которая характеризовалась дегустаторами как темно-рубиновая с фиолетовым оттенком. Увеличенное содержание CO_2 способствует понижению рН вина, что является более благоприятным условием для стабилизации антоцианов и препятствует их окислению. Полученные результаты можно объяснить тем, что наличие пузырьков газов, т.е. углекислотная или сернистая мацерация, способствуют ослаблению и даже разрыву связей между частицами тканей кожицы. Известно, что мацерация – это процесс анаэробиза в целых или поврежденных ягодах винограда, протекающий на начальном этапе только под действием ферментов виноградной ягоды, а на втором этапе брожение продолжается под действием ферментных систем чистых культур дрожжей.

Из таблицы 2 видно, что углекислотная мацерация в течение месяца и криомацерация в наибольшей степени способствуют образованию ацилированных форм антоцианов, а производство по варианту № 5 – образованию пираноформ.

Полученные отличия по содержанию антоцианов в промышленных образцах вина Каберне-Совиньон в определенной степени зависят и от условий технологии, что показано данными методики ВЭЖХ.

Заключение. Полученные результаты показывают, что относительное процентное содержание различных форм антоцианов в винах Каберне-Совиньон Краснодарского края обладает достаточной устойчивостью, что может быть использовано для подтверждения сортовой принадлежности.

Суммарное содержание антоцианов зависит, в том числе, и от технологических приемов переработки и может варьироваться в достаточно широких пределах.

Исследования показали, что углекислотная мацерация в течение месяца и криомацерация в наибольшей степени способствуют образованию ацилированных форм антоцианов в сухом вине из сорта винограда Каберне-Совиньон. Производство с настаиванием мезги в среде CO₂ в течение 2-х суток с последующим брожением на мезге приводит к росту содержания пираноформ антоцианов.

Литература

1. Radovanovic A., Jovančičević B., Arsic B., Bukarica L. Application of non-supervised pattern recognition techniques to classify Cabernet Sauvignon wines from the Balkan region based on individual phenolic compounds // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2016. V. 49. P.42-48. DOI:10.1016/j.jfca.2016.04.001
2. Palade L. M., Popa M. E. Polyphenol Fingerprinting Approaches in Wine Traceability and Authenticity: Assessment and Implications of Red Wines // *Beverages*. 2018. V. 4 (4). P. 75.
3. Donno D., Boggia R., Zunin P., Cerutti A.K., Guido M., Mellano M.G., Prgomet Z., Beccaro G.L. Phytochemical fingerprint and chemometrics for natural food preparation pattern recognition: an innovative technique in food supplement quality control // *J. Food Sci. Technol.* 2016. 53. P. 1071-1083.
4. Pavloušek P., Kumšta M. Authentication of riesling wines from the Czech Republic on the basis of the non-flavonoid phenolic compounds // *Czech J. Food Sci.* 2013. 31. P. 474-482.
5. Bertacchini L. Cocchi M., Li Vigni M., Marchetti A., Salvatore E., Sighinolfi S., Silvestri M., Durante C. The Impact of Chemometrics on Food Traceability // *In Chemometrics in Food Chemistry*. Marini, F., Ed.; Elsevier: San Diego, CA, USA. 2013. Vol. 28. P. 371-410.
6. Flamini R., Mattivi F., De Rosso M., Arapitsas P., Bavaresco L. Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: Anthocyanins, stilbenes and flavonols // *Int. J. Mol. Sci.* 2013. V.14. P. 19651–19669.
7. Somkuwar R. G., Hakale D. P., Sharma A. K. Studies on Biochemical Composition of Different Parts of Berries and Wine Quality of Wine Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.) // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2019. V. 8 № 03. P. 155-164. DOI:10.20546/ijcmas.2019.803.022
8. Alexandre-Tudo J.L., Toit W. Evolution of phenolic composition during barrel and bottle aging // *South African Journal of Enology and Viticulture*. 2020. V. 41. № 2. DOI:10.21548/41-2-4128.
9. Casassa L. F., Harbertson J. Extraction, Evolution, and Sensory Impact of Phenolic Compounds During Red Wine Maceration // *Annual Review of Food Science and Technology*. 2014. V. 5. №1. DOI:10.1146/annurev-food-030713-092438
10. Gonzalez-Neves G., Favre G., Gil G., Ferrer M., Charamelo D. Effect of cold pre-fermentative maceration on the color and composition of young red wines cv. Tannat // *J. Food Sci. Technol.* 2015. V. 52. P. 3449–3457.
11. Merin G., Morata V. I. Application of a grape surface majority pectinolytic species, *Aureobasidium pullulans*, to low-temperature red winemaking: development and stability of wine colour // *Journal of Wine Research*. 2020. V. 31. № 1. DOI:10.1080/09571264.2020.1816534

12. Gustavo G.-N., Guzmán F., Diego P., Graciela G. Anthocyanin profile of young red wines of Tannat, Syrah and Merlot made using maceration enzymes and cold soak // *Int. J. Food Sci. Technol.* 2015. V. 51. P. 260-267.
13. Дейнека В.И., Сидоров А.Н., До Ван Куи, Дейнека Л.А. Оценка устойчивости антоцианов, ацилированных малоновой кислотой // *Сорбционные и хроматографические процессы.* 2017. Т. 17. № 4. С. 542-547.
14. Sigurdson G.T., Tang P., Giusti M.M. Natural colorants: food colorants from natural sources // *Annu. Rev. Food Sci. Technol.* 2017. V.8 P. 261–280. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-025923>
15. Martins N, Roriz CL, Morales P. et al. Food colorants: challenges, opportunities and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices // *Trends Food Sci. Technol.* 2016. V.52. P.1-15.
16. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environments // *Int. J. Mol. Sci.* 2013. V. 14. P. 18711-18739.
17. Saurina J. Characterization of wines using compositional profiles and chemometrics // *Trends Anal. Chem.* 2010. V.29. P. 234-245.
18. Geana E.I., Popescu R., Costinel D., Dinca O.R., Ionete R.E., Stefanescu I., Artem V., Bala C. Classification of red wines using suitable markers coupled with multivariate statistic analysis // *Food Chem.* 2016. V. 192. P. 1015-1024.
19. Rodriguez-Amaya D.B. Natural food pigments and colorants // *Curr Opin Food Sci.* 2016. V.7. P.20–26. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.08.004>
20. Santos-Buelga C., Mateus N., De Freitas V. Anthocyanins. plant pigments and beyond // *J. Agric. Food Chem.* 2014. V. 62. P.6879-6884. <https://doi.org/10.1021/jf501950s>
21. Farr J.E., Giusti M.M. Investigating the interaction of ascorbic acid with anthocyanins and pyranoanthocyanins // *Molecules.* 2018. V. 23. P. 744. <https://doi.org/10.3390/molecules23040744>
22. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. 2013. V. 2. OIV-MA-AS315-11: R2007 HPLC-Determination of nine major anthocyanins in red and rosé wine.
23. ГОСТ 32709-2014. Продукция соковая. Методы определения антоцианов. Стандартинформ, М. 2014.

References

1. Radovanovic A., Jovančičević B., Arsic B., Bukarica L. Application of non-supervised pattern recognition techniques to classify Cabernet Sauvignon wines from the Balkan region based on individual phenolic compounds // *Journal of Food Composition and Analysis.* 2016. V. 49. P.42-48. DOI:10.1016/j.jfca.2016.04.001
2. Palade L. M., Popa M. E. Polyphenol Fingerprinting Approaches in Wine Traceability and Authenticity: Assessment and Implications of Red Wines // *Beverages.* 2018. V. 4 (4). P. 75.
3. Donno D., Boggia R., Zunin P., Cerutti A.K., Guido M., Mellano M.G., Prgomet Z., Beccaro G.L. Phytochemical fingerprint and chemometrics for natural food preparation pattern recognition: an innovative technique in food supplement quality control // *J. Food Sci. Technol.* 2016. 53. P. 1071-1083.
4. Pavloušek P., Kumšta M. Authentication of riesling wines from the Czech Republic on the basis of the non-flavonoid phenolic compounds // *Czech J. Food Sci.* 2013. 31. P. 474-482.
5. Bertacchini L. Cocchi M., Li Vigni M., Marchetti A., Salvatore E., Sighinolfi S., Silvestri M., Durante C. The Impact of Chemometrics on Food Traceability // *In Chemometrics in Food Chemistry.* Marini, F., Ed.; Elsevier: San Diego, CA, USA. 2013. Vol. 28. P. 371-410.
6. Flamini R., Mattivi F., De Rosso M., Arapitsas P., Bavaresco L. Advanced knowledge of three important classes of grape phenolics: Anthocyanins, stilbenes and flavonols // *Int. J. Mol. Sci.* 2013. V.14. P. 19651–19669.

7. Somkuwar R. G., Hakale D. P., Sharma A. K. Studies on Biochemical Composition of Different Parts of Berries and Wine Quality of Wine Grape Varieties (*Vitis vinifera* L.) // International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. 2019. V. 8 № 03. R. 155-164. DOI:10.20546/ijcmas.2019.803.022
8. Aleixandre-Tudo J.L., Toit W. Evolution of phenolic composition during barrel and bottle aging // South African Journal of Enology and Viticulture. 2020. V. 41. № 2. DOI:10.21548/41-2-4128.
9. Casassa L. F., Harbertson J. Extraction, Evolution, and Sensory Impact of Phenolic Compounds During Red Wine Maceration // Annual Review of Food Science and Technology. 2014. V. 5. №1. DOI:10.1146/annurev-food-030713-092438
10. Gonzalez-Neves G., Favre G., Gil G., Ferrer M., Charamelo D. Effect of cold pre-fermentative maceration on the color and composition of young red wines cv. Tannat // J. Food Sci. Technol. 2015. V. 52. R. 3449–3457.
11. Merin G., Morata V.I. Application of a grape surface majority pectinolytic species, *Aureobasidium pullulans*, to low-temperature red winemaking: development and stability of wine colour // Journal of Wine Research. 2020. V.31. № 1. DOI:10.1080/09571264.2020.1816534
12. Gustavo G.-N., Guzmán F., Diego P., Graciela G. Anthocyanin profile of young red wines of Tannat, Syrah and Merlot made using maceration enzymes and cold soak // Int. J. Food Sci. Technol. 2015. V. 51. R. 260-267.
13. Dejneka V.I., Sidorov A.N., Do Van Kui, Dejneka L.A. Ocenka ustojchivosti antocianov, acilirovannyh malonovoj kislotoj // Sorbcionnye i hromatograficheskie processy. 2017. T. 17. № 4. S. 542-547.
14. Sigurdson G.T., Tang P., Giusti M.M. Natural colorants: food colorants from natural sources // Annu. Rev. Food Sci. Technol. 2017. V.8 P. 261–280. <https://doi.org/10.1146/annurev-food-030216-025923>
15. Martins N, Roriz CL, Morales P. et al. Food colorants: challenges, opportunities and current desires of agro-industries to ensure consumer expectations and regulatory practices // Trends Food Sci. Technol. 2016. V.52. P.1-15.
16. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D., Gerós H. Berry phenolics of grapevine under challenging environments // Int. J. Mol. Sci. 2013. V. 14. P. 18711-18739.
17. Saurina J. Characterization of wines using compositional profiles and chemometrics // Trends Anal. Chem. 2010. V.29. R. 234-245.
18. Geana E.I., Popescu R., Costinel D., Dinca O.R., Ionete R.E., Stefanescu I., Artem V., Bala C. Classification of red wines using suitable markers coupled with multivariate statistic analysis // Food Chem. 2016. V. 192. R. 1015-1024.
19. Rodriguez-Amaya D.B. Natural food pigments and colorants // Curr Opin Food Sci. 2016. V.7.P.20–26. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.08.004>
20. Santos-Buelga C., Mateus N., De Freitas V. Anthocyanins. plant pigments and beyond // J. Agric. Food Chem. 2014. V. 62. P.6879-6884. <https://doi.org/10.1021/jf501950s>
21. Farr J.E., Giusti M.M. Investigating the interaction of ascorbic acid with anthocyanins and pyranoanthocyanins // Molecules. 2018. V. 23. P. 744. <https://doi.org/10.3390/molecules23040744>
22. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. 2013. V. 2. OIV-MA-AS315-11: R2007 HPLC-Determination of nine major anthocyanins in red and rosé wine.
23. GOST 32709-2014. Produkciya sokovaya. Metody opredeleniya antocianov. Standartinform, M. 2014.