

УДК 663.25

DOI 10.30679/2219-5335-2023-2-80-200-210

**ФОРМИРОВАНИЕ
БАЗ ДАННЫХ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ
ВИНОДЕЛЬЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ***

Шелудько Ольга Николаевна
д-р техн. наук, доцент
заведующая НЦ «Виноделие»
e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru

Митрофанова Екатерина Александровна
канд. с.-х. наук
старший научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: skripka58@mail.ru

Редька Виталий Михайлович
аспирант, научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: redka85@bk.ru

Чемисова Лариса Эдуардовна
канд. техн. наук
старший научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: nognichenko@mail.ru

Ширшова Анастасия Александровна
канд. техн. наук
старший научный сотрудник
НЦ «Виноделие»
e-mail: anastasiya_1987@inbox.ru

Якуба Юрий Федорович
д-р хим. наук, доцент
заведующий информационно-аналитической
лабораторией
e-mail: uriteodor@yandex.ru

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

UDC 663.25

DOI 10.30679/2219-5335-2023-2-80-200-210

**FORMATION OF DATABASES
FOR IDENTIFICATION
OF WINE PRODUCTS***

Shelud'ko Olga Nikolaevna
Dr. Sci. Tech., Docent
Head of CS «Wine-making»
e-mail: scheludcko.olga@yandex.ru

Mitrofanova Ekaterina Aleksandrovna
Cand. Agr. Sci.
Senior Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: skripka58@mail.ru

Redka Vitaly Mikhailovich
Postgraduate, Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: redka85@bk.ru

Chemisova Larisa Eduardovna
Cand. Tech. Sci.
Senior Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: nognichenko@mail.ru

Shirshova Anastasia Alexandrovna
Cand. Tech. Sci.
Senior Research Associate
of SC «Wine-making»
e-mail: anastasiya_1987@inbox.ru

Yakuba Yury Fyodorovich
Dr. Sci. Chem., Docent
Head of Information and Analytical
Laboratory
e-mail: uriteodor@yandex.ru

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

* Работа выполнена при финансовой поддержке Кубанского научного фонда в рамках научно-инновационного проекта № МФИ-20/21.

* The work was carried out with the financial support of the Kuban Science Foundation within the framework of the scientific and innovative project No. IFR-20/21.

В данной статье представлены результаты изучения и систематизации основных зольных элементов и кислотного состава сортовых белых сухих вин, приготовленных из винограда, выращенного в условиях Анапо-Таманской и Центральной зон Краснодарского края. Актуальность исследований обусловлена отсутствием больших массивов данных показателей подлинной винодельческой продукции для установления значимых корреляций и разработки автоматизированных моделей оценки качества и аутентичности вин, в том числе с региональной и сортовой идентификацией. В качестве объектов исследований выбрали сортовые сухие вина, произведенные из белых сортов винограда, выращенного в условиях зоны «Кубань»: Алиготе, Бианка, Виорика, Мускат белый, Первенец Магарача, Пино блан, Рислинг рейнский, Сибирьковский, Совиньон блан, Траминер, Цитронный Магарача, Шардоне и др. Вина изготавливали по одной технологии малоокисленных белых вин чистосортowymi (100 % из одного сорта винограда, ручной сбор). Исследования вин проводили ежегодно, начиная с 2013 года урожая. Данные группировали следующим образом: по массовым и молярным концентрациям эквивалентов титруемой кислотности вин, в пересчете на винную кислоту; общей кислотности, концентрации основных органических кислот: винной, яблочной, янтарной, лимонной, уксусной, молочной; катионов щелочных и щелочноземельных металлов: калия, натрия, магния, кальция; по массовой концентрации золы и ее щелочности по сортам, годам урожая и зонам произрастания винограда. Показано, что минимальная массовая концентрация золы в подлинных белых сухих винах, произведенных в зоне «Кубань», – $0,86 \text{ г/дм}^3$, минимальная щелочность золы – $15,1 \text{ ммоль-эквNaOH/дм}^3$. Результаты исследований ускорят оперативный поиск и анализ информации для разработки системы идентификации, контроля качества и установления аутентичности винодельческой продукции с региональной принадлежностью.

This article presents the results of the study and systematization of the main ash elements and acid composition of varietal dry white wines made from grapes grown in the conditions of the Anapa-Taman and Central zones of the Krasnodar region. The relevance of the research is due to the lack of large data sets of indicators of authentic wine products to establish significant correlations and develop automated models for assessing the quality and authentication of wines, including with regional and varietal identification. As objects of research, varietal dry wines produced from white grape varieties grown in the conditions of the 'Kuban' zone were selected: Aligote, Bianca, Viorica, white Muscat, Pervenets Magaracha, Pinot Blanc, Riesling Rhenish, Siber'kovyi, Sauvignon Blanc, Traminer, Tsitronnyi Magaracha, Chardonnay, etc. The wines were made using the same technology of low-oxidized pure white wines (100 % from one grape variety, hand-picking). Wine studies have been conducted annually since the 2013 harvest. The data were grouped as follows: mass and molar concentrations of equivalents of titrated acidity of wines, in terms of tartaric acid; total acidity, basic organic acids: tartaric, malic, succinic, citric, acetic, lactic; cations of alkaline and alkaline earth metals: potassium, sodium, magnesium, calcium; mass concentrations of ash and its alkalinity by varieties, grape harvest years and zones. It is shown that the minimum mass concentration of ash in genuine dry white wines produced in the Kuban zone is 0.86 g/dm^3 , the minimum alkalinity of ash is $15.1 \text{ mmol-eqNaOH/dm}^3$. The results of the research will accelerate the rapid search and analysis of information for the development of a system of identification, quality control and establishing the authenticity of wine products with regional affiliation.

Ключевые слова: КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА
ВИНА, ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВИНА,
СОРТ ВИНОГРАДА, ЗОНА КУБАНЬ,
ЗОЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ, ОРГАНИЧЕСКИЕ
КИСЛОТЫ, БАЗА ДАННЫХ

Key words: WINE QUALITY
CONTROL, WINE IDENTIFICATION,
GRAPE VARIETY, KUBAN ZONE,
ASH ELEMENTS, ORGANIC ACIDS,
DATABASE

Введение. В настоящее время контроль качества вина основывается на результатах органолептического анализа и определения узкого перечня нормируемых физико-химических показателей [1-2]. Зачастую значения нормируемых показателей соответствуют установленным для данного типа вина требованиям, и только профессиональные компетенции дегустатора позволяют сделать эксперту вывод о некачестве винодельческой продукции или фальсификате. В то же время в последние годы научные знания в области оценки качества вин значительно расширились. Разрабатываются модели, позволяющие устанавливать происхождение сырья (винограда), особенности технологии, использование запрещенных приемов и региональную принадлежность [3-10]. Как правило, установление взаимосвязей происходит за счет изучения больших массивов данных о качественных характеристиках сырья и вин (микроэлементный состав, фенольный профиль, включая антоцианы, ароматобразующий комплекс, кислотный состав и т.п.) [3-14]. Кроме того, развивается изучение качества вина с использованием методов машинного обучения, таких как линейная регрессия, нейронная сеть, машина опорных векторов [15-18]. На основе классификационного анализа разрабатывают алгоритмы, позволяющие различать вина по сортам [19-20]. Таким образом, для установления значимых корреляций и разработки автоматизированных моделей оценки качества подлинности вина актуальной является работа по созданию баз данных основных показателей качества вин.

Цель работы – изучение и систематизация основных зольных элементов и кислотного состава сортовых белых сухих вин, включая органические кислоты и катионы щелочных и щелочноземельных металлов, приготовленных из винограда, выращенного в условиях Анапо-Таманской и Центральной зон Краснодарского края.

Объекты и методы исследований. В качестве объектов исследований выбрали сортовые сухие вина, произведенные из белых сортов винограда, выращенных в условиях зоны «Кубань»: Алиготе, Бианка, Виорика, Мускат белый, Первенец Магарача, Пино блан, Рислинг рейнский, Сибирьковский, Совиньон блан, Траминер, Цитронный Магарача и Шардоне. Вина изготавливали по одной технологии малоокисленных белых вин чистосортowymi (100 % из одного сорта винограда, ручной сбор). Исследования вин проводили ежегодно, начиная с 2013 года урожая. Параллельно изучали влияние вспомогательных материалов, разрешенных при производстве вин, на изменение выбранных показателей.

В винах определяли весь спектр нормируемых физико-химических и органолептических показателей по общепринятым стандартным методикам. Массовые концентрации щелочных и щелочноземельных металлов (калий, натрий, магний, кальций) и индивидуальных органических кислот (винная, яблочная, янтарная, лимонная, молочная) определяли методом высокоэффективного капиллярного электрофореза на «Капель 105М» (Россия) [21-22]. Массовую концентрацию уксусной кислоты определяли титриметрически в отгоне с водяным паром [23]. Массовые концентрации золы и щелочность золы находили по [24]. Ряд критериальных показателей определяли расчетным методом [25].

Анализы проводили с контролем прецизионности в условиях повторяемости.

Обсуждение результатов. База данных содержит информацию о многолетних результатах исследований состава зольных элементов вин, приготовленных из белых сортов винограда, выращенного в условиях Анапо-Таманской и Центральной зон Краснодарского края, с расчетом средних значений и установлением характерных диапазонов. База предусматривает ежегодное пополнение данными и уточнение.

В базе данных сгруппированы показатели химического состава вин: массовые и молярные концентрации эквивалентов титруемой кислотности вин, в пересчете на винную кислоту; общая кислотность, концентрация основных органических кислот: винной, яблочной, янтарной, лимонной, уксусной, молочной; катионов щелочных и щелочноземельных металлов: калия, натрия, магния, кальция; массовая концентрация золы и ее щелочность по сортам, годам урожая винограда и зонам (Анапа-Таманская и Центральная) (табл. 1, 2).

Таблица 1 – Фрагмент матрицы исходных данных сухих белых вин.
Сорт винограда Сибирьковский, Таманская подзона

Показатель	Ед. изм.	2013	2014	2015	...	2021	среднее	min	max
Молярная концентрация титруемых кислот в пересчете на винную	моль-экв/дм ³	0,074	0,075	0,074		0,061	0,068	0,061	0,075
Молярная концентрация органических кислот:									
винная		0,044	0,045	0,044		0,037	0,041	0,037	0,045
яблочная		0,0047	0,0049	0,0049		0,004	0,0045	0,004	0,0049
янтарная		0,01	0,011	0,012		0,0092	0,01	0,0092	0,011
лимонная		0,0052	0,0052	0,0052		0,0042	0,0047	0,0042	0,0052
уксусная		0,012	0,013	0,013		0,0033	0,01	0,0033	0,013
молочная		0,011	0,011	0,011		0,001	0,0044	0,001	0,011

Рассчитаны критериальные показатели-маркеры: отношение калия к винной кислоте, к суммарной концентрации катионов щелочных и щелочноземельных металлов, отношение натрия к суммарной концентрации катионов щелочных и щелочноземельных металлов (табл. 2).

Данные критерии предлагается использовать в качестве дополнительных идентификационных показателей для установления качества и подлин-

ности винодельческой продукции. Полученные критерии будут использованы в качестве тестового набора данных для построения автоматизированной модели классификации вин, основанной на применении различных алгоритмов машинного обучения.

Кроме того, отношение калия к винной кислоте предполагается использовать в качестве дополнительного теста для прогнозирования стабильности вин к кристаллическим помутнениям.

Таблица 2 – Фрагмент матрицы сводных данных по всем изученным сортам сухим белым винам (Анапо-Таманская зона, 2013-2021 гг.)

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Средние значения	Диапазон
1	Молярная концентрация титруемых кислот в пересчете на винную	моль-экв /дм ³	0,083	0,062-0,104
	Молярная концентрация органических кислот:			
2	винная	моль-экв/дм ³	0,038	0,022-0,053
3	яблочная	моль-экв/дм ³	0,0307	0,0045-0,0448
4	янтарная	моль-экв/дм ³	0,0103	0,0034-0,024
5	лимонная	моль-экв/дм ³	0,0058	0,0016-0,011
6	уксусная	моль-экв/дм ³	0,0062	0,0017-0,015
7	молочная	моль-экв/дм ³	0,0037	0,00011-0,011
8	Молярная концентрация общей кислотности (сумма титруемой и солевой части)	моль-экв/дм ³	0,125	0,0854-0,166
	Молярная концентрация катионов щелочных и щелочноземельных металлов:			
9	калий	моль-экв/дм ³	0,0153	0,0088-0,027
10	натрий	моль-экв/дм ³	0,0017	0,00043-0,005
11	магний	моль-экв/дм ³	0,0069	0,0033-0,011
12	кальций	моль-экв/дм ³	0,0038	0,0013-0,0071
13	Отношение калия к винной кислоте	моль/моль	0,403	0,37-0,69
14	Отношение калия к суммарной концентрации катионов щелочных и щелочноземельных металлов	моль/моль	0,55	0,44-0,73
15	Отношение натрия к суммарной концентрации катионов щелочных и щелочноземельных металлов	моль/моль	0,061	0,0267-0,127
16	Массовая концентрация золы	г/дм ³	1,55	0,86-2,38
17	Щелочность золы	ммоль-экв NaOH/дм ³	27,7	15,1-40,81

В результате анализа сформированной базы данных также уточнены характерные диапазоны массовой концентрации золы и щелочности золы в белых сухих винах, которые широко используют в качестве идентификационных критериев для выявления вин, произведенных с нарушением технологии, например, с добавлением воды. Показано, что минимальная массовая концентрация золы в подлинных белых сухих винах, произведенных в зоне «Кубань», – 0,86 г/дм³, минимальная щелочность золы – 15,1 ммоль-экв NaOH/дм³.

Таблица 2 – Фрагмент матрицы сводных данных по всем изученным сортам сухим белым винам (Анапо-Таманская зона, 2013-2021 гг.)

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Средние значения	Диапазон
1	Молярная концентрация титруемых кислот в пересчете на винную	моль-экв/дм ³	0,083	0,062-0,104
	Молярная концентрация органических кислот:			
2	винная	моль-экв/дм ³	0,038	0,022-0,053
3	яблочная	моль-экв/дм ³	0,0307	0,0045-0,0448
4	янтарная	моль-экв/дм ³	0,0103	0,0034-0,024
5	лимонная	моль-экв/дм ³	0,0058	0,0016-0,011
6	уксусная	моль-экв/дм ³	0,0062	0,0017-0,015
7	молочная	моль-экв/дм ³	0,0037	0,00011-0,011
8	Молярная концентрация общей кислотности (сумма титруемой и солевой части)	моль-экв/дм ³	0,125	0,0854-0,166
	Молярная концентрация катионов щелочных и щелочноземельных металлов:			
9	калий	моль-экв. дм ³	0,0153	0,0088-0,027
10	натрий	моль-экв/дм ³	0,0017	0,00043-0,005
11	магний	моль-экв/дм ³	0,0069	0,0033-0,011
12	кальций	моль-экв/дм ³	0,0038	0,0013-0,0071
13	Отношение калия к винной кислоте	моль/моль	0,403	0,37-0,69
14	Отношение калия к суммарной концентрации катионов щелочных и щелочноземельных металлов	моль/моль	0,55	0,44-0,73
15	Отношение натрия к суммарной концентрации катионов щелочных и щелочноземельных металлов	моль/моль	0,061	0,0267-0,127
16	Массовая концентрация золы	г/дм ³	1,55	0,86-2,38
17	Щелочность золы	ммоль-экв NaOH/дм ³	27,7	15,1-40,81

Заключение. На основе проведенных исследований разработана и ежегодно пополняется база данных показателей состава зольных элементов подлинных сортовых белых вин «Кубань». Все добавляемые данные предварительно преобразуются в требуемый формат, проходят через клининг и нормализацию.

База предназначена для накопления, оперативного поиска, хранения и анализа информации для разработки системы идентификации, контроля качества и установления аутентичности винодельческой продукции с региональной принадлежностью.

Литература

1. Закалин М.И. Методы борьбы с фальсификацией на примере алкогольной продукции в Российской Федерации // Актуальные вопросы развития национальной экономики: материалы IX Международной научно-практической конференции (Пермь, 29 апреля 2020 г.). Пермь: ПГНИУ, 2020. С. 443-451.
2. Романенко Е.С., Лысенко С.Н., Сосюра Е.А., Нуднова А.Ф. Современное состояние и перспективы развития виноградовинодельческой отрасли в Ставропольском крае // Виноделие и виноградарство. 2015. № 4. С. 4-7.
3. Villano C., Lisanti M.T., Gambuti A., Vecchio R., Moio L., Frusciante L., Aversano R., Carputo D. Wine varietal authentication based on phenolics, volatiles and DNA markers: State of the art, perspectives and drawbacks // Food Control. 2017. Vol. 80. P. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.04.020>.
4. Beltran N.H., Duarte-Mermoud, M.A., Soto Vicencio, V.A., Salah, S.A., Bustos, M.A. Chilean wine classification using volatile organic compounds data obtained with a fast GC analyzer // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2008. Vol. 57, Issue 11. P. 2421-2436. DOI: 10.1109/TIM.2008.925015.
5. Pasvanka K., Tzachristas A., Proestos C. Quality Tools in Wine Traceability and Authenticity // Quality Control in the Beverage Industry, Academic Press, 2019. P. 289-334. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816681-9.00009-6>.
6. Yermolin D., Yermolina G., Gerber Y., Zadorozhnaya D., Kotolovets Z. Phenolic complex of red wine materials from grapes growing in the Crimea // E3S Web Conf. 2020. Vol. 175. 08002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017508002>.
7. Arapitsas P., Moio L., Piombino P., Ugliano M., Slaghenaufi D., Gerbi V., Rolle L., Versari A. Diversity of Italian red wines: A study by enological parameters, color, and phenolic indices // Food Research International. 2021. Vol. 143. 110277. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110277>.
8. Merkytė V., Longo E., Windisch G., Boselli E. Phenolic Compounds as Markers of Wine Quality and Authenticity // Foods. 2020. Vol. 9. 1785. <https://doi.org/10.3390/foods9121785>.
9. Li S.-Y., Zhu B.-Q., Reeves M.J., Duan, C.-Q. Phenolic Analysis and Theoretic Design for Chinese Commercial Wines' Authentication // Journal of Food Science. 2018. Vol. 83. P. 30-38. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13961>.

10. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю. Разработка системы показателей качества и технологических свойств в цепочке «виноград - сусло - виноматериал - вино», дифференцирующей вина Крыма по географическому происхождению // Магарач. Виноградарство и виноделие. 2019. Т. 21 № 3. С. 250-255.

11. Budić-Leto I., Zdunić G., Gajdoš-Kljusurić J., Mucalo A., Vrhovšek U. Differentiation between Croatian dessert wine Prošek and dry wines based on phenolic composition // Journal of Food Composition and Analysis. 2017. Vol. 62. P. 211-216. DOI: 10.1016/j.jfca.2017.05.015.

12. Gao X.-T., Li H.-Q., Wang Y., Peng W.-T., Chen W., Cai X.-D., Li S.-D., He F., Duan C.-Q., Wang J. Influence of the harvest date on berry compositions and wine profiles of *Vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon' under a semiarid continental climate over two consecutive years // Food Chemistry. 2019. Vol. 292. P. 237-246. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.070>.

13. Urvieta R., Buscema F., Bottini R., Coste B., Fontana A. Phenolic and sensory profiles discriminate geographical indications for Malbec wines from different regions of Mendoza, Argentina // Food Chemistry. 2018. Vol. 265. P. 120-127. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.083>.

14. Sen I., Tokatli F. Authenticity of wines made with economically important grape varieties grown in Anatolia by their phenolic profiles // Food Control. 2014. Vol. 46. P. 446-454. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.06.015>.

15. Gupta Y. Selection of important features and predicting wine quality using machine learning techniques // Procedia Computer Science. 2018. Vol. 125. P. 305-312. DOI: 10.1016/j.procs.2017.12.041.

16. Луценко Е.В., Печурина Е.К., Сергеев А.Э. Автоматизированный системно-когнитивный анализ зависимости субъективных сомелье-оценок качества вина от его объективных физико-химических свойств [Электронный ресурс] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2019. № 149 (05). С. 1-42. <http://ej.kubagro.ru/2019/05/pdf/15.pdf>.

17. P. Cortez, A. Cerdeira, F. Almeida, T. Matos and J. Reis. Modeling wine preferences by data mining from physicochemical properties // In Decision Support Systems. 2009. Vol. 47(4). P. 547-553.

18. Yasnitsky L.N. Algorithm for searching and analyzing abnormal observations of statistical information based on the Arnold – Kolmogorov – HechtNielsen theorem // International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2020. Vol. 9(2). P. 1814-1819. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/139922020.

19. Titarenko, V.O., Khalafyan, A.A., Temerdashev, Z.A. et al. Identification of the Varietal and Regional Origin of Red Wines by Classification Analysis. J. Anal Chem. 2018. Vol. 73. P. 195-206 <https://doi.org/10.1134/S1061934818020132>.

20. Якуба Ю.Ф., Халафян А.А., Темердашев З.А. Применение классификационного анализа для оценки качества вин в номинальной шкале // Журнал аналитической химии. 2016. Т. 71. № 2. С. 212-222.

21. ГОСТ Р 52841-2007. Продукция винодельческая. Определение органических кислот методом капиллярного электрофореза. М.: Стандартинформ, 2008. 11 с.

22. Методика измерений массовой концентрации аммония, калия, натрия, магния и кальция в винодельческой продукции методом капиллярного электрофореза. Свидетельство об аттестации № 61-10, регистрационный код МВИ по Федеральному реестру ФР.1.31.2011.09326.

23. ГОСТ 32001-2012. Продукция алкогольная и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.

24. ГОСТ Р 53954-2010. Продукция винодельческая. Идентификация. Метод определения массовой концентрации золы и щелочности золы. М.: Стандартинформ, 2011. 11 с.

25. База данных по зольным элементам вин, приготовленных из белых сортов винограда, выращенного в условиях Центральной зоны Краснодарского края. Шелудько О.Н., Стрижов Н.К., Гугучкина Т.И., Мачнева И.А., Якуба Ю.Ф. Свид-во о рег. базы данных RU 2019621785, 16.10.2019. Заявка № 2019621684 от 03.10.2019.

References

1. Zakalin M.I. Methods of struggle against falsification by the example of alcoholic products in the Russian Federation // Actual issues of the development of the national economy: materials of the IX International scientific and practical conference (Perm, April 29, 2020). Perm: PGNIU, 2020. P. 443-451. (in Russian)

2. Romanenko E.S., Lysenko S.N., Sosyura E.A., Nudnova A.F. Current state and development prospects of the wine-making in the Stavropol Territory // Winemaking and viticulture. 2015. № 4. P. 4-7. (in Russian)

3. Villano C., Lisanti M.T., Gambuti A., Vecchio R., Moio L., Frusciante L., Aversano R., Carputo D. Wine varietal authentication based on phenolics, volatiles and DNA markers: State of the art, perspectives and drawbacks // Food Control. 2017. Vol. 80. P. 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2017.04.020>.

4. Beltran N.H., Duarte-Mermoud, M.A., Soto Vicencio, V.A., Salah, S.A., Bustos, M.A. Chilean wine classification using volatile organic compounds data obtained with a fast GC analyzer // IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement. 2008. Vol. 57, Issue 11. P. 2421-2436. DOI: 10.1109/TIM.2008.925015.

5. Pasvanka K., Tzachristas A., Proestos C. Quality Tools in Wine Traceability and Authenticity // Quality Control in the Beverage Industry, Academic Press, 2019. P. 289-334. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816681-9.00009-6>.

6. Yermolin D., Yermolina G., Gerber Y., Zadorozhnaya D., Kotolovets Z. Phenolic complex of red wine materials from grapes growing in the Crimea // E3S Web Conf. 2020. Vol. 175. 08002. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202017508002>.

7. Arapitsas P., Moio L., Piombino P., Ugliano M., Slaghenaufi D., Gerbi V., Rolle L., Versari A. Diversity of Italian red wines: A study by enological parameters, color, and phenolic indices // Food Research International. 2021. Vol. 143. 110277. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110277>.

8. Merkytė V., Longo E., Windisch G., Boselli E. Phenolic Compounds as Markers of Wine Quality and Authenticity // Foods. 2020. Vol. 9. 1785. <https://doi.org/10.3390/foods9121785>.

9. Li S.-Y., Zhu B.-Q., Reeves M.J., Duan, C.-Q. Phenolic Analysis and Theoretical Design for Chinese Commercial Wines' Authentication // Journal of Food Science. 2018. Vol. 83. P. 30-38. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13961>.

10. Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu. Development of a system of indicators of quality and technological properties in the chain "grapes – must – wine material – wine" that differentiate Crimean wines by geographical origin // Magarach. Viticulture and winemaking. 2019. Vol. 21(3). P. 250-255. (in Russian)

11. Budić-Leto I., Zdunić G., Gajdoš-Kljusurić J., Mucalo A., Vrhovšek U. Differentiation between Croatian dessert wine Prošek and dry wines based on phenolic composition // Journal of Food Composition and Analysis. 2017. Vol. 62. P. 211-216. DOI: 10.1016/j.jfca.2017.05.015.

12. Gao X.-T., Li H.-Q., Wang Y., Peng W.-T., Chen W., Cai X.-D., Li S.-D., He F., Duan C.-Q., Wang J. Influence of the harvest date on berry compositions and wine profiles of *Vitis vinifera* L. cv. 'Cabernet Sauvignon' under a semiarid continental climate over two consecutive years // Food Chemistry. 2019. Vol. 292. P. 237-246. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.070>.

13. Urvieta R., Buscema F., Bottini R., Coste B., Fontana A. Phenolic and sensory profiles discriminate geographical indications for Malbec wines from different regions of Mendoza, Argentina // Food Chemistry. 2018. Vol. 265. P. 120-127. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.05.083>.

14. Sen I., Tokatli F. Authenticity of wines made with economically important grape varieties grown in Anatolia by their phenolic profiles // Food Control. 2014. Vol. 46. P. 446-454. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.06.015>.

15. Gupta Y. Selection of important features and predicting wine quality using machine learning techniques // Procedia Computer Science. 2018. Vol. 125. P. 305-312. DOI: 10.1016/j.procs.2017.12.041.

16. Lutsenko E.V., Pechurina E.K., Sergeev A.E. Automated system-cognitive analysis of the dependence of subjective sommelier assessments of wine quality assessment on its objective physical and chemical properties [Electronic resource] // Polythematic network electronic scientific journal of the Kuban State Agrarian University (Scientific journal of KubGAU). 2019. № 149 (05). 3. 1-42. <http://ej.kubagro.ru/2019/05/pdf/15.pdf>. (in Russian)

17. P. Cortez, A. Cerdeira, F. Almeida, T. Matos and J. Reis. Modeling wine preferences by data mining from physicochemical properties // In Decision Support Systems. 2009. Vol. 47(4). P. 547-553

18. Yasnitsky L.N. Algorithm for searching and analyzing abnormal observations of statistical information based on the Arnold – Kolmogorov – HechtNielsen theorem // International Journal of Advanced Trends in Computer Science and Engineering. 2020. Vol. 9(2). P. 1814-1819. DOI: 10.30534/ijatcse/2020/139922020.

19. Titarenko, V.O., Khalafyan, A.A., Temerdashev, Z.A. et al. Identification of the Varietal and Regional Origin of Red Wines by Classification Analysis. J. Anal Chem. 2018. Vol. 73. P. 195-206 <https://doi.org/10.1134/S1061934818020132>.

20. Yakuba Yu.F., Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A. Application of classification analysis to assess the quality of wines in a nominal scale // Journal of Analytical Chemistry. 2016. Vol. 71. № 2. P. 212-222. (in Russian)

21. GOST R 52841-2007. Wine products. Determination of organic acids by capillary electrophoresis. M.: Standartinform, 2008. 11 p. (in Russian)

22. Method for measuring the mass concentration of ammonium, potassium, sodium, magnesium and calcium in wine products by capillary electrophoresis. Attestation certificate № 61-10, registration code MVI according to the Federal Register FR.1.31.2011.09326. (in Russian)

23. GOST 32001-2012. Alcoholic products and raw materials for its production. Method for determining the mass concentration of volatile acids. M.: Standartinform, 2014. 12 p. (in Russian)

24. GOST R 53954-2010 Wine products. Identification. Method for determining the mass concentration of ash and alkalinity of ash. M.: Standartinform, 2011. 11 p. (in Russian)

25. Database on the ash elements of wines made from white grape varieties grown in the conditions of the Central zone of the Krasnodar Territory. Sheludko O.N., Strizhov N.K., Guguchkina T.I., Machneva I.A., Yakuba Yu.F. Certificate of reg. databases RU 2019621785, date: 16.10.2019. Application № 2019621684 date: 03.10.2019. (in Russian)