«Магарач». Виноградарство и виноделие. 2026;28(1):29-36
Magarach. Viticulture and Winemaking. 2026;28(1):29-36

УДК 663.2 + 543

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Энохимические показатели для идентификации географического происхождения вин

Аникина Н.С.✉, Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Ермихина М.В., Сластья Е.А., Штельцер Е.М., Бычков К.Л.

НИЦ «Курчатовский институт», г. Москва, Россия

✉hv26@mail.ru

Аннотация. Для обеспечения высокого уровня контроля качества вин с защищенным географическим указанием требуется непрерывное совершенствование имеющихся и разработка новых методик, направленных на идентификацию и выявление фальсификации винопродукции. Цель исследований – выбор показателей географического происхождения вин, основанных на соотношениях их физико-химических характеристик и компонентов катионно-анионного состава. Материалами исследований являлись белые и красные вина, выработанные в условиях микровиноделия, и взятые из массового производства из сортов в различных виноградовинодельческих районах Крыма. Массовую концентрацию катионов определяли методом капиллярного зонного электрофореза с фотометрическим детектором (система «Капель 103-Р»); ионов хлора – потенциометрически; значения электропроводности – методом кондуктометрии; pH и буферной ёмкости – методом потенциометрии. Всего в работе исследовано 259 вин урожая 2021-2024 гг. Обработку результатов осуществляли методами математической статистики в программной среде Excel и STATISTIKA. Предложены 11 расчетных энохимических показателей географического происхождения вин, которые базируются на соотношениях их физико-химических характеристик с компонентами катионно-анионного комплекса. Для виноградовинодельческой зоны «Крым» установлены диапазоны варьирования исследуемых соотношений; для вин из винограда восьми виноградовинодельческих районов рассчитаны классификационные модели, позволяющие проводить их идентификацию по географическому признаку. Полученные результаты будут дополнены и уточнены в ходе дальнейших исследований.

Ключевые слова: виноградовинодельческий район; катионы ; буферная емкость; электропроводность; расчетные соотношения; дискриминационные функции.

Для цитирования: Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Ермихина М.В., Сластья Е.А., Штельцер Е.М., Бычков К.Л. Энохимические показатели для идентификации географического происхождения вин // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2026;28(1):29-36.

ORIGINAL RESEARCH

Enochemical indicators for identifying the geographical origin of wines

Anikina N.S.✉, Gnilomedova N.V., Vesyutova A.V., Ermikhina M.V., Slastya E.A., Shtelzer E.M., Bychkov K.L.

NRC "Kurchatov Institute", Moscow, Russia

✉hv26@mail.ru

Abstract. In order to ensure a high level of quality control for wines with protected geographical indication, it is necessary to continuously improve the existing methods and develop new ones aimed at identifying and detecting counterfeit wine products. The aim of research is to select the indicators of geographical origin of wines based on the ratios of their physicochemical characteristics and components of cation-anion composition. The research materials were white and red wines produced under micro-winemaking conditions, and those taken from mass production, from varieties of various viticultural and winemaking regions of Crimea. Mass concentration of cations was determined by capillary zone electrophoresis with photometric detector (Kapel 103-R system); chloride ions – potentiometrically; electrical conductivity values – by conductometry; pH and buffer capacity – potentiometrically as well. A total of 259 wines from the 2021-2024 harvest were analyzed. The results were processed using mathematical statistics methods in Excel and STATISTIKA software. Eleven calculated enochemical indicators of the geographical origin of wines are proposed, based on the ratios of their physicochemical characteristics and components of cation-anion composition. Ranges of variation for the studied ratios are established for the Crimean zone of viticulture and winemaking. Classification models are calculated for wines from grapes of eight viticulture and winemaking regions, enabling their identification by geographical origin. The obtained results are subject to supplementation and refinement in the course of further research.

Key words: viticulture and winemaking region; cations; buffer capacity; electrical conductivity; calculation ratios; discriminant functions.

For citation: Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Vesyutova A.V., Ermikhina M.V., Slastya E.A., Shtelzer E.M., Bychkov K.L. Enochemical indicators for identifying the geographical origin of wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2026;28(1):29-36 (*in Russian*).

Введение

Обеспечение пищевой и продовольственной безопасности, а также конкурентоспособности пищевой продукции является стратегической задачей государства. Алкогольная продукция, в том числе вино, относится к числу товарных групп, наиболее подверженных различным фальсификациям. Для обеспечения высокого уровня контроля качества данной категории продукции требуется непрерывное совершенствование имеющихся и разработка новых методик, направленных на иден-

© Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Ермихина М.В., Сластья Е.А., Штельцер Е.М., Бычков К.Л., 2026

тификацию и выявление фальсификации [1, 2].

Одним из вариантов подделки является предоставление недостоверных сведений о регионе происхождения продукции. Методологические подходы выявления принадлежности вина к определенному району произрастания винограда основаны на применении маркеров, отражающих связь физико-химического состава исследуемого объекта с геохимическими особенностями терруара, определяющими специфические характеристики винограда и вина [3-5]. Эффективность таких подходов обусловлена связью состава химических элементов продукта, выработанного из растительного сырья, с содержанием макро- и микроэлементов почвы, которые путем транслокации накапливаются в виноградном растении, в том числе в ягодах [6, 7]. В случае засолённости почвы содержание ионов хлора и его соотношение с ионами натрия может характеризовать определенную зону произрастания винограда [8, 9]. Например, это свойственно некоторым приморским территориям с близко подходящими к поверхности почвы слоями морской воды.

В технохимическом контроле качества вин для установления «терруарного следа» используется разнообразная аналитическая и приборная базы, с определением различных аналитов, в том числе таких макроэлементов, как калий, кальций, натрий и магний и целого спектра микроэлементов [8, 9]. Многообразие подходов обусловлено широким перечнем показателей и методов их определения, спектром аналитического оборудования и вариабильностью моделей обработки информации.

Одним из направлений комплексной оценки вин с географическим статусом является сочетание изотопного состава легких и тяжелых элементов с катионно-анионным профилем, аналитическое обеспечение которого представлено методами атомно-абсорбционной и атомно-эмиссионной спектроскопии, спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, масс-спектрометрии изотопных отношений, а также количественной и качественной спектроскопии ядерного магнитного резонанса [10].

Сложную многокомпонентную систему вина также можно характеризовать, применяя электрохимические методы анализа такие, как кондуктометрия и потенциометрия, учитывающие ее физико-химические свойства. Электропроводность вина обусловлена наличием носителей электрических зарядов (ионов), содержание которых зависит, в том числе, от почвенно-климатических условий местности возделывания винограда [11-13]. Значение электропроводности в сочетании с содержанием полностью растворимых солей было применено для качественной характеристики вин Молдовы с «охраняемым географическим указанием» [14]. Буферная емкость системы вина обусловлена присутствием органических кислот и их кислых солей, содержание которых в винограде связано с почвенно-климатическими условиями его произрастания [15, 16].

При идентификации вин и определении их географического происхождения часто используется методический подход «отпечатков пальцев» (син.: fingerprint method, fingerprinting), позволяющий проводить процедуру аутентификации путем сопоставления результатов анализа неизвестных образцов с установленными фактическими данными, полученными при анализе известной выборки. Информацию систематизируют в банках данных «эталонных продуктов» (например, произведенных на территории Краснодарского края), для аутентификации вин по их региональной принадлежности [10, 17].

Ранее нами проведены исследования катионно-анионного состава и физико-химических характеристик вин, выработанных из винограда, произрастающего в Крыму [8, 13, 18]. Были установлены диапазоны варьирования показателей в пределах отдельных виноградовинодельческих районов.

Данная работа является частью цикла исследований, посвященных выявлению комплекса показателей вин, связанных с местностью произрастания винограда. Обоснование критериев необходимо для идентификации географического происхождения вин в рамках современного технохимического контроля качества винопродукции [18-20]. Для совершенствования контроля подлинности и идентификации винопродукции дальнейшие исследования предусматривают разработку энохимического образа вина, обусловленного его географическим происхождением, на базе расчетных соотношений компонентов системы вина с показателями ее физических свойств.

Цель работы – выбор показателей географического происхождения вин, основанных на соотношениях их физико-химических характеристик и содержания компонентов катионно-анионного состава.

Объекты и методы исследования

Материалами исследований являлись вина и виноматериалы – вина наливом (далее по тексту – вина), выработанные в условиях микровиноделия и производства, из белых и красных сортов винограда следующих виноградовинодельческих районов (ВВР) Крыма:

03. Восточный степной (ВВР3);
04. Горно-долинный (ВВР4);
05. Горно-долинно-приморский (ВВР5);
07. Западный приморско-степной (ВВР7);

08. Крымский западно-приморский предгорный (ВВР8);

10. Предгорный (ВВР10);

12. Южный берег Крыма (ВВР12);

13. г. Севастополь (ВВР13).

Классификация районов дана в соответствии с «Территориальным делением виноградопригодных земель Российской Федерации» (https://rvwa.ru/images/07e6/06/08/59871.pdf.).

Переработка винограда (интродуцированных, автохтонных и селекционных сортов) в условиях опытного виноделия предусматривала технологические подходы:

– по белому способу – гребнеотделение и дробление винограда, прессование мезги, сульфитация сусла (75 мг/дм^3 SO_2), осветление отстаиванием (12 ч), брожение, снятие с осадка;

– по красному способу – гребнеотделение и дробление винограда, сульфитация мезги (75 мг/дм^3 SO_2), брожение мезги до 1/3 остаточных сахаров, прессование мезги, дображивание, снятие с осадка.

Получение опытных образцов вин проводили с применением культуры дрожжей 47-К (I-527) из Коллекции микроорганизмов виноделия «Магарач», рекомендованной для производства сухих вин. После окончания брожения в виноматериалы вносили диоксид серы из расчета его общего содержания 150 мг/дм^3.

Анализ образцов вин проводили по физико-химическим показателям, регламентируемым нормативными документами, а также по дополнительным показателям: pH, электропроводность, буферная емкость, содержание катионов металлов и анионов. Электропроводность определяли методом кондуктометрии; буферную емкость и pH – потенциометрически; массовую концентрацию катионов калия, кальция, магния, натрия – методом капиллярного зонного электрофореза с фотометрическим детектором (система «Капель 103-Р»); ионов хлора – потенциометрически [21, 22].

Исследовано 259 образцов вин урожая 2021-2024 гг. Во всех случаях значения нормируемых показателей качества соответствовали требованиям нормативной документации (ГОСТ 32030–2013 Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия). Обработку результатов осуществляли методами математической статистики в программной среде Excel и STATISTIKA.

Результаты и их обсуждение

Многолетние исследования вин, проведенные авторами ранее, позволили создать массив данных, который включает в себя многоплановую информацию: индикаторы подлинности (содержание этилового спирта, титруемых кислот, глицерина, профиль сахаров и органических кислот) и географического происхождения (катионно-анионный состав, pH, буферная емкость, электропроводность) [8, 13, 18]; а также сформулировать представление о том, что индикаторы географического происхождения возможно дополнить показателями, связывающими физико-химические свойства системы вина с компонентами катионно-анионного комплекса. Так, буферность вина, основанная на электрохимических измерениях, определяется соотношением содержания титруемых кислот и суммы катионов (ТК/Σ) (рис. 1).

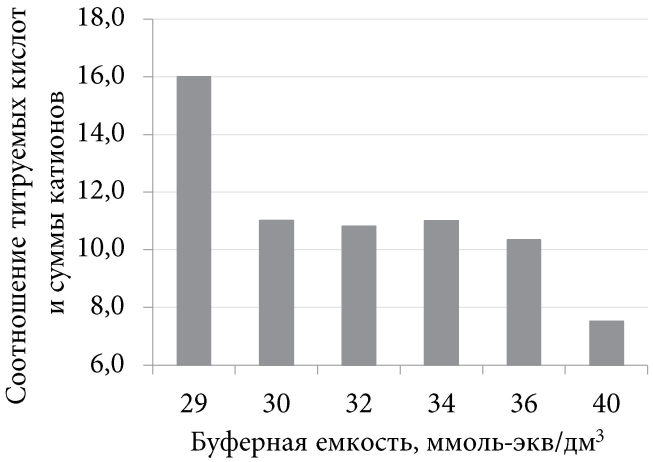


Рис. 1. Зависимость буферной емкости от соотношения содержания титруемых кислот и суммы катионов

Fig. 1. Dependence of buffer capacity on the ratio of titratable acid content and the sum of cations

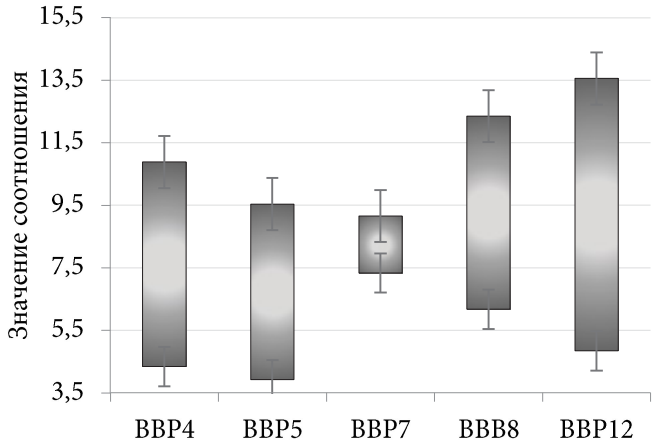


Рис. 2. Диапазоны варьирования ТК/Σ в винах Крыма

Fig. 2. Ranges of variation of ТК/Σ in Crimean wines

Значение ТК/Σ рассчитаны для вин, выработанных из винограда из различных виноградовинодельческих районов Крыма (рис. 2).

Установлены диапазоны их варьирования, которые составляют 3,9-13,6. Частичное пересечение значений, свидетельствует о необходимости расширения перечня дополнительных показате-

лей. Для их обоснования был применен дискриминантный анализ, сущность которого заключается в том, чтобы на основе измерения различных параметров объекта построить правило, позволяющее указать группу, к которой он принадлежит [23-25]. Массив данных, подвергшийся дискриминантному анализу, представляет собой совокупность результатов анализа вин без учета сортовой принадлежности и особенностей технологии переработки винограда.

Все численные переменные массива прошли процедуру стандартизации по следующей формуле:

$$Z_i = (X_i - X_{med})/\sigma_i ,$$

где Z_i – стандартизированное значение; X_i – исходное значение; X_{med} – среднее значение по выборке; σ_i – стандартное отклонение (корень квадратный из дисперсии выборки.)

Результаты статистической обработки позволили из 50 расчетных соотношений выявить совокупность показателей для дифференцирования вин по происхождению (табл. 1).

На основе выбранных переменных получены дискриминантные функции, статистическая значимость которых была оценена по коэффициенту λ Уилкса, который принимает значения от 1,0 (отсутствие дискриминационной способности) до 0,0 (абсолютная дискриминационная способность) [24].

В качестве независимых переменных были выбраны расчетные энохимические показатели, группирующей переменной служил виноградовинодельческий район (табл. 2). Из приведенных табличных данных видно, что значения λ Уилкса находятся в диапазоне 0,000855-0,006880, что свидетельствует о хорошей дискриминации всех полученных классификационных функций . Ошибка дифференциации вин по исследуемым ВВР составляла от 0 до 17 %. Для изучаемых виноградовинодельческих районов определены коэффициенты дискриминантных функций, входящих в классификационное уравнение, общий вид которого выражен формулой, где X_{1-11} представлены фактическими значениями:

$$У = A_1 \cdot X_1 + A_2 \cdot X_2 + A_3 \cdot X_3 + A_4 \cdot X_4 + A_5 \cdot X_5 + A_6 \cdot X_6 + A_7 \cdot X_7 + A_8 \cdot X_8 + A_9 \cdot X_9 + A_{10} \cdot X_{10} + A_{11} \cdot X_{11}, \quad (2)$$

Таблица 1. Расчетные энохимические показатели и их условные обозначения

Table 1. Calculated enochemical indicators and their symbols

Соотношение сумм массовых концентраций значений	Код
электропроводности, мСм/см, и pH	G/pH
катионов калия, кальция, магния, натрия, мг/дм^3	Σ
катионов, мг/дм^3, и значения буферной емкости, ммоль-экв/дм^3	Σ/БЕ
калия, мг/дм^3, и натрия, мг/дм^3	K/Na
хлоридов, мг/дм^3, и значения электропроводности, мСм/см	Cl/G
хлоридов, мг/дм^3, и натрия, мг/дм^3	Cl/Na
катионов , мг/дм^3, и хлоридов, мг/дм^3	Σ/Cl
катионов , мг/дм^3, и калия, мг/дм^3	Σ/K
магния, мг/дм^3, и хлоридов, мг/дм^3	Mg/Cl
натрия, мг/дм^3, и хлоридов, мг/дм^3	Na/Cl
суммы катионов и значения электропроводности, мСм/см	Σ/G

Таблица 2. Классификационные функции дискриминантного анализа

Table 2. Classification functions of discriminant analysis

Код	Коэффициенты функций для каждого ВВР								
	ВВР3 p=0,05455	ВВР4 p=0,03636	ВВР5 p=0,38182	ВВР7 p=0,08182	ВВР8 p=0,17273	ВВР11 p=0,04545	ВВР12 p=0,10000	ВВР13 p=0,12727	λ Уилкса
G/pH	-0,91171	-3,32454	-0,36701	0,40934	1,01730	-1,32552	1,60958	0,53837	0,001614
Σ/БЕ	1,96179	3,32602	-0,04500	1,80040	-0,69676	-2,61237	2,31759	-2,88098	0,004831
K/Na	-3,50579	-2,14789	0,74921	-0,32584	0,26197	1,37317	0,53696	-1,50959	0,002531
Cl/G	0,48621	-0,90738	-0,58384	-0,63029	0,13895	0,45481	-0,27948	1,69096	0,001707
Cl/Na	3,09447	0,91819	-0,45238	-0,19738	-0,46108	-1,81809	-0,72886	2,15893	0,000954
Σ	2,49738	3,14025	-0,27584	-1,56021	-0,74013	4,52161	-3,69026	1,53607	0,002691
Σ/Cl	-2,82132	-0,01578	1,45623	-1,74393	-0,29061	-0,90792	-2,70158	1,70788	0,006880
Σ/K	-0,76380	-1,61401	0,26959	0,19935	0,02714	0,21475	-0,97978	1,72483	0,001095
Mg/Cl	3,02631	-0,52435	-1,55416	0,99195	0,28216	1,83534	1,49878	0,16901	0,000855
Na/Cl	-0,11683	1,23054	-0,22364	-0,39649	0,40784	-1,03696	1,18782	-0,83973	0,003454
Σ/G	-2,13591	-4,63748	-0,06536	0,50302	1,00644	-1,98974	1,71044	0,91699	0,001027

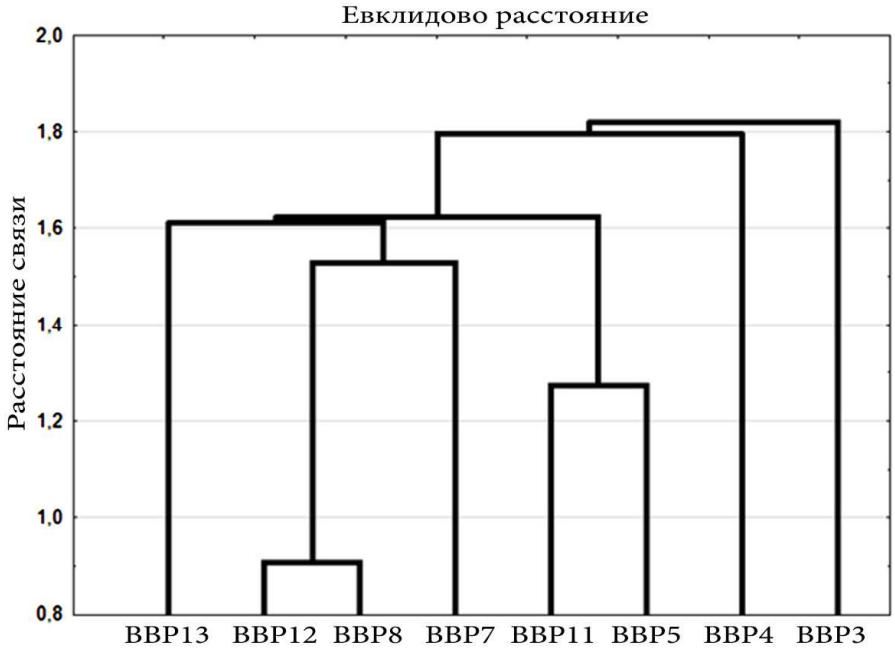


Рис. 3. Древовидная диаграмма, построенная по значениям расчетных энохимических показателей для различных виноградовинодельческих районов Крыма

Fig. 3. Tree-shaped diagram constructed using the calculated enochemical indicators for various viticulture and winemaking regions of Crimea

где X_1 – G/pH; X_2 – Σ/БЕ; X_3 – K/Na; X_4 – Cl/G; X_5 – Cl/Na; X_6 – Σ; X_7 – Σ/Cl; X_8 – Σ/K; X_9 – Mg/Cl; X_{10} – Na/Cl; X_{11} – Σ/G; A_i – коэффициенты квалификационной функции i-го ВВР (табл. 2).

Для каждого исследованного виноградовинодельческого района Крыма получена уникальная классификационная модель вина, отражающая особенности химического состава, обусловленного районом произрастания винограда. Подставляя в модели фактические значения расчетных энохимических показателей тестируемого образца вина, можно установить его географическое происхождение. Образец принадлежит к тому ВВР, для которого значение классификационного индекса наибольшее. Таким образом, математически обоснованы расчетные энохимические показатели вин разных виноградовинодельческих районов, показана принципиальная возможность их применения для дифференциации образцов по разработанным классификационным уравнениям.

Применение кластерного анализа, при котором исходная совокупность многомерных объектов с исследуемыми признаками группируется по схожести между собой, позволило построить древовидную диаграмму (рис. 3), характеризующую меру расхождения между винами из различных виноградовинодельческих районов.

При проведении иерархической кластеризации изучаемого массива данных в качестве кластеров определены восемь ВВР, переменными выбраны расчетные энохимические показатели. На данном этапе исследований наиболее близкими по значениям рассматриваемой выборки оказались следующие виноградовинодельческие районы: Крымский западно-приморский предгорный (ВВР8) и Южный берег Крыма (ВВР12); Предгорный (ВВР11) и Горно-долинно-приморский (ВВР5); Восточный степной (ВВР3) и Горно-долинный (ВВР4).

Статистическая обработка результатов исследований позволила создать обобщённый образ виноградовинодельческой зоны Крыма (табл. 3),

Таблица 3. Диапазоны расчетных энохимических показателей вин Крыма

Table 3. Ranges of calculated enochemical indicators of Crimean wines

Показатель	Диапазон варьирования	Среднее значение
ТК/S	2,43-6,77	4,45
G/pH	0,27- 0,98	0,55
S/БЕ	10,18-62,65	28,62
K/Na	2,29-49,47	23,87
Cl/G	5,03-20,22	11,47
Cl/Na	0,21-1,86	0,67
S	524-2035	1093
S/Cl	13,47-95,46	48,88
S/K	1,03-1,63	1,19
Mg/Cl	1,46-4,78	2,90
Na/Cl	0,32-3,80	1,74
S/G	318-884	555

основанный на показателях, характерных для вин восьми ВВР.

Дальнейшие наши исследования позволят расширить банк данных, уточнить классификационные модели вин для отдельных виноградовинодельческих районов Крыма с учетом типов продукции (белые, красные) и установить диапазоны варьирования предложенных показателей.

Выводы

Математически обоснован выбор расчетных энохимических показателей для дифференциации вин виноградовинодельческих районов, базирующихся на соотношениях физико-химических характеристик и компонентов катионно-анионного состава образцов; установлены их диапазоны для виноградовинодельческой зоны Крым; созданы классификационные модели для идентификации географического происхождения вин из восьми виноградовинодельческих районов Крыма.

Полученные результаты будут уточнены в ходе дальнейших исследований, в том числе будут установлены диапазоны варьирования выбранных показателей для вин исследуемых виноградовинодельческих районов Крыма.

Источник финансирования

Работа выполнена в рамках комплексной темы 5Ф-Магарач.9.

Financing source

The work was performed within the framework of a comprehensive research topic 5F-Magarach.9.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Список литературы / References

1. Почицкая И.М., Ловкис З.В. Контроль качества и подлинности винодельческой продукции в Республике Беларусь. Пищевая промышленность: наука и технологии. 2023;16(3):6-10.

Pochitskaya I.M., Lovkis Z.V. Quality control and authenticity of wine products in the Republic of Belarus. Food Industry: Science and Technology. 2023;16(3):6-10. (*in Russian*).

2. Апяри В.В., Золотов Ю.А., Дмитриенко С.Г., Фурлетов А.А., Тихомирова Т.И. Химический анализ на пути к массовому потребителю: решения для контроля качества пищевых продуктов // Журнал аналитической химии. 2025;80(3):235-253. DOI 10.31857/S0044450225030018.

Apyari V.V., Zolotov Yu.A., Dmitrienko S.G., Furletov A.A., Tikhomirova T.I. Chemical analysis on the way to a consumer: solutions for food quality control. Journal of Analytical Chemistry 2025;80(3):235-253. DOI 10.31857/S0044450225030018 (*in Russian*).

3. Точилина Р.П., Гончарова С.А., Хорошева Е.В., Семипятный В.К. Особенности минерального состава донских вин и виноматериалов как идентификационный показатель места происхождения // Виноделие и виноградарство. 2016;3:14-17.

Tochilina R.P., Goncharova S.A., Khorosheva E.V., Semipyatny V.K. Features of the mineral composition of the Don wine and wine products as an indicator of origin identification. Winemaking and Viticulture. 2016;3:14-17 (*in Russian*).

4. Темердашев З.А., Абакумов А.Г., Халафян А.А., Агеева Н.М. Взаимосвязи между элементным составом винограда, почвы с места его произрастания и вина // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2021;87(11):11-18. DOI 10.26896/1028-6861-2021-87-11-11-18.

Temerdashev Z.A., Abakumov A.G., Khalafyan A.A., Ageeva N.M. Correlations between the elemental composition of grapes, soils of the viticultural area and wine. Industrial Laboratory. Diagnostics of Materials. 2021;87(11):11-18. DOI 10.26896/1028-6861-2021-87-11-11-18 (*in Russian*).

5. Петров В.С., Алейникова Г.Ю., Марморштейн А.А., Антонян А.К., Христенко П.А. Влияние разнотипных терруаров на продуктивность, качество ягод винограда и вина // Передовые исследования Кубани: сборник материалов ежегодной отчетной конференции грантодержателей Кубанского научного фонда. Краснодар. 2025:59-65.

Petrov V.S., Aleynikova G.Yu., Marmorstein A.A., Antonyan A.K., Khristenko P.A. Impact of different types of terroirs on productivity, quality of grapes and wine. Cutting-edge research in Kuban. Collection of Materials from the Annual Reporting Conference of Grant Holders of the Kuban Science Foundation. 2025:59-65. Krasnodar (*in Russian*).

6. Большаков Д.С., Кочетова А.Н., Подколзин И.В. Современные методы определения подлинности пищевых продуктов // Труды Федерального центра охраны здоровья животных. 2020;17:257-299.

Bolshakov D.S., Kochetova A.N., Podkolzin I.V. Contemporary techniques for food authentication. Proceedings of the Federal Center for Animal Health. 2020;17:257–299 (*in Russian*).

7. Лопина Е.М., Зеленская Е.Я. Геохимические особенности транслокации элементов в системе "почва-растение" по результатам изучения географических районов виноградарства Крыма // Региональные геосистемы. 2021;45(3):431-440. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-431-440.

Lopina E.M., Zelenskaya E.Ya. Geochemical features of the translocation of elements in the "soil-plant" system based on the results of studying the geographical regions of Crimean viticulture. Regional Geosystems. 2021;45(3):431-440. DOI 10.52575/2712-7443-2021-45-3-431-440 (*in Russian*).

8. Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Сластья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А. Влияние района возделывания винограда на минеральный состав виноматериалов // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(2):190-194.

Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Vesyutova A.V., Cherviak S.N., Slastya E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A. The effect of grape growing area on the mineral composition of wines. Magarach. Viticulture and Winemaking 2024;26(2):190-194 (*in Russian*).

9. Chen K., Xue H., Shi Q., Zhang F., Ma Q., Sun J., Liu Ya., Tang Yi., Wang W. Geographical identification of Chinese wine based on chemometrics combined with mineral elements, volatile components and untargeted metabonomics. Food Chemistry. 2024;22:101412. DOI 10.1016/j.fochx.2024.101412.

10. Гниломедова Н.В., Аникина Н.С., Колеснов А.Ю. Методические подходы к определению географического происхождения вин. Обзор. Техника и технология пищевых производств. 2023;53(2):231-246. DOI 10.21603/2074-9414-2023-2-2429.

Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Kolesnov A.Yu. A review of methodological approaches to authenticating the geographical origin of wines. Food Processing: Techniques and Technology. 2023;53(2):231–246. DOI 10.21603/2074-9414-2023-2-2429 (*in Russian*).

11. Ольховатов Е.А., Щербакова Е.В., Полин Н.В. Кондуктометрический метод в исследовании количественных характеристик химического состава различных пищевых сред. Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2023;4:105-109.

Olkhovatov E.A., Shcherbakova E.V., Polin N.V. Conductometric method in research quantitative characteristics chemical composition of various food environments. Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). 2023;4:105-109 (*in Russian*).

12. Сильвестров А.В., Загоруйко В.А., Чаплыгина Н.Б., Мишунова Л.А. О научно-практическом обосновании оптимальных технологических режимов обработки виноматериалов холодом. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(2):215-220. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.016.

Silvestrov A.V., Zagorouiko V.A., Chaplygina N.B., Mishunova L.A. On the scientific-practical substantiation of optimal technological practices for cold treatment of base wines. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(2):215-220. DOI 10.34919/IM.2023.25.2.016 (*in Russian*).

13. Аникина Н.С., Гержикова В.Г., Червяк С.Н., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Сластья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А. Сравнительная характеристика виноматериалов из белых сортов винограда, выращенного в различных виноградовинодельческих районах Крыма. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2023;25(3):291-297. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.011.

Anikina N.S., Gerzhikova V.G., Cherviak S.N., Gnilomedova N.V., Vesyutova A.V., Slastia E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A. Comparative characteristics of base wines from white grape varieties grown in various viticultural and winemaking regions of Crimea. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2023;25(3):291-297. DOI 10.34919/IM.2023.25.3.011 (*in Russian*).

14. Таран Н.Г., Пономарева И.Н., Немцяну С.С., Гросу О.А., Чубук М.Г., Голенко Л.Ф. Влияние агротехнических параметров на физико-химические и органолептические показатели красных сухих вин с охраняемым географическом указанием, произведенных в виноградно-винодельческом географическом ареале "Codru". Виноградарство и виноделие. 2022;51:103-106.

Taran N.G., Ponomariova I.N., Nemțeanu S.S., Grosu O.A., Cibuc M.G., Golenco L.F. The effect of agrotechnical parameters on physicochemical and organoleptic indicators of red dry wines with a protected geographical indication, produced in the geographical area “Codru”. Viticulture and Winemaking. 2022;51:103-106 (*in Russian*).

15. Plantevin M., Merpault Yo., Lecourt Ju., Destrac-Irvine A., Dijsktra L., van Leeuwen C. Characterization of varietal effects on the acidity and pH of grape berries for selection of varieties better adapted to climate change. Frontiers in Plant Science. 2024;15:1439114. DOI 10.3389/fpls.2024.1439114.

16. Price R.E., Longtin M., Conley-Payton S., Osborne Ja.A., Johanningsmeier S.D., Bitzer D., Breidt F. Modeling buffer capacity and pH in acid and acidified foods. Journal of Food Science. 2020;85(4):918-925. DOI 10.1111/1750-3841.15091.

17. Антоненко М.В., Гугучкина Т.И., Антоненко О.П., Якименко Е.Н. Особенности катионно-анионного состава красных вин на примере продукции «Собербаш» и «Фанагория». Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2022;5(389):127-132. DOI 10.26297/0579-3009.2022.5.27.

Antonenko M.V., Guguchkina T.I., Antonenko O.P., Yakimenko E.N. Features of the cation-anion composition of red wines on the example of "Soberbash" and "Fanagoria" enterprises. Izvestiya Vuzov. Food Technology. 2022;5(389);127-132. DOI 10.26297/0579-3009.2022.5.27 (*in Russian*).

18. Аникина Н.С., Гниломедова Н.В., Весютова А.В., Червяк С.Н., Сластья Е.А., Ермихина М.В., Олейникова В.А. Сравнительная характеристика красного винограда и виноматериалов из различных виноградо-винодельческих районов Крыма. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2024;26(1):60-65. DOI 10.34919/IM.2024.92.99.010.

Anikina N.S., Gnilomedova N.V., Vesyutova A.V., Cherviak S.N., Slastya E.A., Ermikhina M.V., Oleinikova V.A. Comparative characteristics of red grapes and base wines from various Crimean regions of viticulture and winemaking. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2024;26(1):60-65. DOI 10.34919/IM.2024.92.99.010 (*in Russian*).

19. 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;21(3):250-255. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.012.

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; 21(3):250-255. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.012 (*in Russian*).

20. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю. Анализ технологических параметров винограда крымских аборигенных сортов: разработка информационных моделей. «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018;20(2):31-34.

Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu. Analysis of the technological parameters of the Crimean autochthonous grape cultivars: development of information models. Magarach. Viticulture and Winemaking. 2018;20(2):31–34 (*in Russian*).

21. OIV. Compendium of International Methods of Wine and Must Analysis. OIV-MA-AS321-02 Chlorides. https://www.oiv.int/standards/annex-a-methods-of-analysis-of-wines-and-musts/section-3-chemical-analysis/section-3-2-non-organic-compounds/section-3-2-1-anions/chlorides-%28type-ii%29 (Date of access: 14.09.2025).

22. Методы технохимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. 2-е издание. Симферополь: Таврида, 2009:1-304.

Methods of technochemical control in winemaking. Edited by V.G. Gerzhikova. 2nd edition. Simferopol: Tavrida, 2009:1-304 (*in Russian*).

23. Первун О.Е. Реализация метода дискриминантного анализа для классификации объектов в R. Информаци-

онно-компьютерные технологии в экономике, образовании и социальной сфере. 2020;3(29):69-75.

Pervun O.E. Implementation of the method of discriminant analysis for classification of objects in R. Information and Computer Technologies in Economics, Education and the Social Sphere. 2020;3(29):69-75 (*in Russian*).

24. Якуба Ю.Ф., Шелудько О.Н., Чемисова Л.Э., Митрофанова Е.А., Ширшова А.А., Редька В.М. Математические приемы контроля качества и установления аутентичности винодельческой продукции // Передовые исследования Кубани: Сборник материалов ежегодной отчетной конференции грантодержателей Кубанского научного фонда. 2022:116-120.

Yakuba Yu.F., Sheludko O.N., Chemisova L.E., Mitrofanova E.A., Shirshova A.A., Redka V.M. Mathematical techniques of quality control and authenticity of wine products. Advanced Research in Kuban: Collection of Materials of the Annual Reporting Conference of Grant Holders of the Kuban Science Foundation. 2022:116-120 (*in Russian*).

25. Репкин В.С., Ли А.В., Семенов Г.Ю., Сермавкин Н.И., Коваленко А.С., Егошин Н.С. Сравнительный анализ моделей классификации для определения качества вина по его химическому составу // Известия Томского политехнического университета. Промышленная кибернетика. 2023;1(1):50-58.

Repkin V.S., Li A.V., Semenov G.Yu., Sermavkin N.I., Kovalenko A.S., Egoshin N.S. Comparative analysis of classification models for determining the quality of wine by its chemical composition. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Industrial Cybernetics. 2023;1(1):50-58 (*in Russian*).

Информация об авторах

Надежда Станиславовна Аникина, д-р техн. наук, гл. науч. сотр. Крымского научно-исследовательского центра виноградарства и виноделия «Магарач» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия; е-мейл: hv26@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-5682-3426;

Нонна Владимировна Гниломедова, канд. техн. наук, вед. науч. сотр. Крымского научно-исследовательского центра виноградарства и виноделия «Магарач» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия; е-мейл: 231462@mail.ru; https://orcid.org/0000-0003-1784-2370;

Антонина Валерьевна Весютова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. Крымского научно-исследовательского центра виноградарства и виноделия «Магарач» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия; е-мейл: foxt.80@mail.ru; https://orcid.org/0000-0003-3815-5756;

Марианна Вадимовна Ермихина, науч. сотр. Крымского научно-исследовательского центра виноградарства и виноделия «Магарач» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия; е-мейл: mariannaermikhina@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-6457-2129;

Евгений Анатольевич Сластья, канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Крымского научно-исследовательского центра виноградарства и виноделия «Магарач» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия; е-мейл: yslastya@list.ru; orcid.org/0000-0002-6750-9587;

Екатерина Максимовна Штельцер, вед. инженер Крымского научно-исследовательского центра виноградарства и виноделия «Магарач» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия; е-мейл: eshteltser@yandex.ru; https://orcid.org/0009-0004-2830-1726.

Константин Леонидович Бычков, вед. инженер Крымского научно-исследовательского центра виноградарства и виноделия «Магарач» Курчатовского комплекса виноградарства и виноделия; е-мейл: k_bychkov@rambler.ru; https://orcid. org/0000-0002-7851-578X;

Information about the authors

Nadezhda S. Anikina, Dr. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Crimean Scientific Research Centre of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking; e-mail: hv26@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-5682-3426;

Nonna V. Gnilomedova, Cand. Techn. Sci., Leading Staff Scientist, Crimean Scientific Research Centre of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking; e-mail: 231462@mail.ru; https://orcid.org/0000-0003-1784-2370;

Antonina V. Vesyutova, Cand. Techn. Sci., Senior Staff Scientist, Crimean Scientific Research Centre of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking; e-mail: foxt.80@mail.ru; https://orcid.org/0000-0003-3815-5756;

Marianna V. Ermikhina, Staff Scientist, Crimean Scientific Research Centre of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking; e-mail: mariannaermikhina@mail.ru; https://orcid.org/0000-0001-6457-2129;

Evgenij A. Slastya, Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Crimean Scientific Research Centre of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking; e-mail: yslastya@list.ru, phyton.crimea@gmail.com; orcid.org/0000-0002-6750-9587;

Ekaterina M. Shtelzer, Leading Engineer, Crimean Scientific Research Centre of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking; e-mail: eshteltser@yandex.ru; https://orcid.org/0009-0004-2830-1726.

Konstantin L. Bychkov, Leading Engineer, Crimean Scientific Research Centre of Viticulture and Winemaking "Magarach" of the Kurchatov Complex of Viticulture and Winemaking; e-mail: k_bychkov@rambler.ru; https://orcid.org/0000-0002-7851-578X;

Статья поступила в редакцию 13.10.2025, одобрена после рецензии 18.11.2025, принята к публикации 30.10.2026.