

ОРИГИНАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Разработка системы показателей качества и технологических свойств в цепочке «виноград - сусло - виноматериал - вино», дифференцирующей вина Крыма по географическому происхождению

Елена Викторовна Остроухова, д-р техн. наук, ст. науч. сотр., гл. науч. сотр. лаборатории тихих вин, elenostroukh@gmail.com;

Ирина Валериевна Пескова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр., вед. науч. сотр. лаборатории тихих вин, yarinka-73@mail.ru;

Полина Александровна Пробейголова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. лаборатории тихих вин, polina_pro5@mail.ru;

Наталья Юрьевна Луткова, мл. науч. сотр. лаборатории тихих вин, lutkova1975@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», ул. Кирова 31, Ялта 298600, Российская Федерация

ORIGINAL RESEARCH

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

Elena Viktorovna Ostroukhova, Irina Valerievna Peskova, Polina Aleksandrovna Probeigolova, Natalia Yurievna Lutkova

Federal State Budget Scientific Institution All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking Magarach of the RAS, Kirova Str. 31, Yalta 298600, Russian Federation

Работа посвящена совершенствованию системы контроля производства белых столовых вин с географическим статусом. Исследован химический состав, биохимические свойства и физико-химические характеристики объектов контроля в цепочке «виноград-сусло-виноматериал-вино» по пяти регионам Крыма. Используются общепринятые и разработанные методы энохимического анализа, включая ВЭЖХ; дисперсионный, кластерный и дискриминантный методы статистического анализа данных программы SPSS Statistica 17. Выявлены параметры винограда, виноматериалов и вин, отражающие особенности их углеводно-кислотного и фенольного комплексов, оксидазной системы и различающиеся ($\alpha < 0,05$) по почвенно-климатическим районам производства объектов. Оценена роль природных факторов в формировании параметров объектов и их взаимосвязь. Разработана система параметров качества и технологических свойств винограда, виноматериалов и вин, в совокупности дифференцирующих (Wilks L. $< 0,094$, $\alpha < 0,0004$, ошибка $< 5\%$) их по географическому происхождению. Система параметров предлагается для контроля и управления формированием отличительных качественных признаков белых столовых вин, обусловленных районом произрастания винограда.

Ключевые слова: виноград; вино; качество; район произрастания; географический статус; показатели; контроль.

The paper discusses the improvement of production control system over white table wines with geographical status. We studied the chemical composition, biochemical and physicochemical characteristics of the control objects in the chain “grapes-must-wine material-wine” for 5 regions of Crimea. Standard and developed methods for eno-chemical analysis of objects were applied, including HPLC; SPSS Statistica 17 ANOVA, cluster and discriminant analyzes. Parameters of grapes, wine materials and wines were determined reflecting peculiarities of their carbohydrate-acid and phenolic complexes, oxidase system and differing ($\alpha < 0,05$) by soil-climatic regions of object origin. The role of natural factors in parameter formation was assessed along with their correlation. A system of parameters of quality and technological properties was developed for grapes, wine materials and wines that in the aggregate differentiate (Wilks L. $< 0,094$, $\alpha < 0,0004$, error $< 5\%$) them by their geographical origin. We suggest to use this system of parameters to monitor and control formation of distinctive quality characteristics of white table wines, determined by the region of grapevine growth.

Key words: grapes; wine; quality; growth area; geographical status; indicators; control.

Введение. Одной из актуальных задач российской виноградарско-винодельческой отрасли является развитие виноделия с географическим статусом, ориентированного на выпуск конкурентоспособных вин с уникаль-

ными качественными характеристиками, обусловленными происхождением, включая природные условия произрастания винограда и антропогенные факторы производства.

Важным аспектом решения этой задачи является создание научно обоснованной системы контроля качества и происхождения в цепочке «виноград – сусло – виноматериал – вино». Как показывает анализ литературных сведений, современные исследования в этом направлении акцентируются на поиске решений для идентификации происхождения готовой продукции. В качестве идентифицирующих критериев предлагаются показатели, как непосредственно связанные с качественными характеристиками винопродукции (в частности, компоненты углеводно-кислотного [1, 2], фенольного [3, 4], ароматобразующего [5, 6] комплексов), так и показатели, взаимосвязь которых с качеством продукции весьма опосредована или не доказана (аминокислотный, катионно-анионный состав, редкоземельные и микроэлементы [7-10], соотношения изотопов $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ [11-13] и др. Чаще всего современные подходы к идентификации происхождения вин базируются на измерении системы показателей [14-16].

Проблемным остается вопрос контроля отличительных качественных признаков вин с географическим статусом в ходе всего технологического цикла производства – от сырья до готовой про-

Как цитировать эту статью:

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). С.250-255. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.012

How to cite this article:

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. Vinogradarstvo i vinodelie=Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2019; 21(3):250-255. DOI 10.35547/IM.2019.21.3.012 (in Russian)

УДК 663.253.1

Поступила 08.08.2019

Принята к публикации 20.08.2019

© Авторы, 2019

дукции. А это, в свою очередь, ограничивает возможности управления качеством вин в зависимости от места произрастания винограда, в т.ч. обеспечения его постоянства и узнаваемости из года в год. Исследования в этом направлении являются актуальными и в настоящей публикации рассматриваются в отношении белых столовых вин.

Цель работы – систематизация и статистическая обработка экспериментальных данных по составу и технологическим свойствам винограда и вин из разных почвенно-климатических районов Крыма; выявление показателей, различающихся по району происхождения объектов; установление взаимосвязи параметров в цепочке «виноград – сусло – виноматериал – вино» как базиса для контроля происхождения и управления формированием отличительных признаков белых столовых вин с географическим статусом в технологическом цикле.

Объекты и методы исследований

Методической основой исследований являлось природное районирование Крыма в соответствии с [13]. Климатические характеристики районов приведены в [17]. В экспериментальной работе использовали объекты исследований из югобережного (I), горно-долинного (II), горно-долинного приморского (III) районов Югобережной зоны; западного предгорно-приморского (VI) района Предгорной зоны; западного приморско-степного (VIII) района Степной зоны. Объектами исследований являлись:

– виноград по ГОСТ 31782 – всего 217 партий 34 белых классических (Алиготе, Шардоне, Мускат белый и др.), крымских автохтонных (Коккур белый, Сары пандас и др.) и селекционных (Первенец Магарача, Подарок Магарача и др.) сортов 2006-2018 гг. урожая;

– белые сортовые сухие виноматериалы по ГОСТ 32030, полученные в условиях микровиноделия согласно [18] с использованием чистых культур дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* из Центра коллективного пользования «Коллекция микроорганизмов виноделия «Магарач» – 135 образцов.

Апробацию выявленных параметров винограда и вин, дифференцирующих их по району произрастания винограда, проводили на образцах белых столовых вин со статусом ЗГУ «Крым» из винограда урожая 2017 г. крымских производителей: холдинг «Inkerman International» (западный предгорно-приморский район), АО «Старокрымский» (восточно-предгорный район), АО «Солнечная Долина» (горно-долинный приморский район).

Спектр рассматриваемых в настоящей работе показателей объектов охватывал компонентный состав и технологические характеристики углеводно-кислотного и фенольного комплексов, оксидазной системы; оптические характеристики и показатели потенциометрического титрования объектов раствором йода (dEh и dEh/ФВ); концентрацию глицерина. Выбор контролируемых показателей объясняется следующим. С одной стороны, как показали ранее проведенные исследования, перечисленные компоненты и свойства сырья и виноматериалов в значительной

мере обуславливают формирование органолептического качества готовой продукции, как на стадии созревания винограда, так и в процессе производства вин и рекомендуются для оптимизации технологических процессов [18-23]. С другой стороны, количественные и качественные характеристики углеводно-кислотного и фенольного комплекса винограда и вина существенно зависят от сорта винограда и почвенно-климатических параметров района его произрастания [1-3, 17, 24-27].

Энохимический анализ объектов осуществляли стандартизированными, общепринятыми и разработанными методами [20, 26]. Монофенолмонооксигеназную активность сусла $A_{\text{МФМО}}$, у.е./см³ (далее – ед.) определяли по скорости окисления раствора пирокатехина [28]. Массовую концентрацию органических кислот, моносахаров и глицерина определяли методом ВЭЖХ (хроматограф Shimadzu LC Prominence, Japan) в соответствии с прописью, представленной в [27]; определение глюкозы, фруктозы и глицерина проводили на рефрактометрическом детекторе.

Все исследования осуществляли в 2-3 повторностях. Экспериментальный материал обрабатывали методами ANOVA, дискриминантного и кластерного анализов с использованием программы SPSS Statistics 17. Сравнение значений количественных признаков в независимых подгруппах проводили при помощи t-критерия Стьюдента (для нормально распределенных по тесту Колмогорова-Смирнова признаков) или U-критерия Манна-Уитни. Информативность дискриминантных переменных оценивали на основании статистики Уилкса. Оценку достоверности выявленных взаимосвязей осуществляли для уровня значимости $\alpha < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Значения показателей исследованных партий винограда, произрастающего в Крыму, а также результаты оценки значимости факторов (район/зона произрастания, сорт, год урожая и содержание сахаров) и некоторых их взаимодействий в дисперсии параметров винограда представлены в табл. 1. Анализ данных табл. 1 позволяет констатировать, что дисперсия концентрации сахаров (САХ) в винограде в период промышленного сбора в наибольшей степени предопределяется местом произрастания винограда ($\alpha < 0,001$), а также годом урожая ($\alpha = 0,002$). Факторами, обуславливающими дисперсию величин показателя технической зрелости (ПТЗ) винограда, глюкоацидиметрического показателя (ГАП) и активной кислотности (рН), являются район произрастания, сорт и год урожая. В отношении дисперсии содержания титруемых кислот (ТК) в винограде значимость факторов уменьшается в ряду: сорт, содержание сахаров > год урожая > место произрастания винограда. Отмечена значимая роль межфакторных взаимодействий (место произрастания и сорт) в формировании указанных показателей углеводно-кислотного комплекса винограда. Наибольшее влияние на разброс величины отношения концентраций глюкозы и фруктозы в винограде оказали район его произрастания и год урожая ($\alpha < 0,001$), винной и яблочной кислот (ВК/ЯК) – сорт

винограда и природная зона его культивирования. Из рассматриваемых факторов только год урожая является значимым в отношении формирования технологического запаса фенольных веществ (ТЗФВ) в винограде. В то же время дисперсия степени перехода фенольных компонентов в сусло при прессовании целых ягод ($ФВ_0/ТЗФВ$) или при 4-часовом настаивании мезги ($ФВ_4/ТЗФВ$) предопределяется годом урожая и накоплением сахаров > местом произрастания > сортом винограда. Монофенолмонооксигеназная активность сусла винограда значимо ($\alpha < 0,001$) варьировала по годам урожая; на дисперсию ее отношения к содержанию фенольных веществ ($A_{МФМО}/ФВ_0$), которые являются субстратами фермента, влияние оказывали сорт винограда и межфакторное взаимодействие (район и САХ).

В результате дискриминантного анализа данных выявлена система показателей, в совокупности дифференцирующих виноград по 5 районам произрастания ($Wilks L = 0,09$; $\alpha < 0,0004$) и отражающих технологические свойства сырья (рис. 1, табл. 2). На рис. 1 представлена диаграмма рассеяния образцов винограда по районам его произрастания по 2 дискриминантным функциям, объясняющим 87% дисперсии; стрелками обозначен знак («+» или «-») корреляции значений показателя и функции. В табл. 2 приведены средние значения (\pm стандартное отклонение) показателей по каждому из районов.

Обобщение представленных данных позволяет констатировать, что виноград из Южнобережной зоны характеризовался наибольшими ($\alpha < 0,00001$) величинами ГАП, виноград из западного предгорно-приморского района – наименьшими ($\alpha < 0,00001$) значениями ГАП и рН. Виноград из восточно-предгорного и западного приморско-степного районов отличался невысокой способностью к отдаче фенольных веществ в сусло от их технологического запаса как при прессовании целых ягод ($30 \pm 6\%$), так и при 4-часовом настаивании мезги ($35 \pm 12\%$): в среднем в 1,7 раза ($\alpha < 0,02$) меньше таковой в винограде из других районов. Высокие значения показателей, отражающих способность к экстрагированию фенольных веществ из кожицы винограда I-го и, особенно, III-го районов в процессах виноделия связаны с увеличением проницаемости клеточных стенок по мере накопления сахаров [22], содержание которых в образцах винограда было наивысшим, достигая 223 ± 35 г/дм³. Отмечено, что в IV и VIII районах виноград в среднем характеризовался оптимальными

Таблица 1. Параметры качества и технологических свойств винограда, произрастающего в Крыму, и оценка значимости факторов, их обуславливающих

Table 1. Parameters of quality and technological properties of grapes growing in Crimea, and rating significance of the factors that determine them

Показатели	Значения ¹	Факторы и уровень их значимости (α)				Район и САХ	Район зона и сорт
		район зона	сорт	год	САХ		
САХ, г/дм ³	208 ± 30 160-250	$< 0,001$ $< 0,001$	0,009	0,002	-	-	0,26
ТК, г/дм ³	$6,7 \pm 1,4$ 3,0-11,3	$0,045$ 0,008	$< 0,001$	0,002	$< 0,001$	0,32	$0,09$ 0,002
рН	$3,31 \pm 0,22$ 2,75-4,28	$< 0,001$ $< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$	0,010	0,29	$0,026$ 0,015
ПТЗ	229 ± 55 136-452	$< 0,001$ $< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$	$< 0,001$	0,26	$0,015$ 0,008
ГАП	$3,3 \pm 1,0$ 1,7-6,9	$< 0,001$ $< 0,001$	$< 0,001$	0,001	0,012	0,030	$0,13$ 0,003
ТЗФВ, мг/дм ³	932 ± 446 251-2170	$0,33$ 0,33	0,30	$< 0,001$	0,35	0,39	0,34
$ФВ_0/ТЗФВ$, %	50 ± 23 15-98	$0,015$ 0,002	0,040	$< 0,001$	0,001	0,22	$0,78$ 0,95
$ФВ_4/ТЗФВ$, %	54 ± 23 21-130	$0,024$ 0,005	0,09	$< 0,001$	0,16	0,41	0,73
$A_{МФМО} \times 10^2$, ед.	$8,9 \pm 4,9$ 0,7-26,8	$0,75$ 0,92	0,14	$< 0,001$	0,39	0,38	0,86
$A_{МФМО}/ФВ_0$, ед. \times дм ³ /г	$0,26 \pm 0,18$ 0,02-0,99	$0,77$ 0,43	0,016	$< 0,001$	0,98	0,014	0,77
Глюкоза фруктоза	$0,9 \pm 0,05$ 0,8-1,0	$< 0,001$ 0,004	0,017	$< 0,001$	0,11	-	0,55
ВК/ЯК	$3,4 \pm 1,4$ 1,6-7,3	$0,07$ 0,014	0,028	0,76	0,59	0,35	0,80

Примечание: ¹ числитель – среднее значение \pm стандартное отклонение; знаменатель – диапазон

для производства вин значениями $A_{МФМО}$: менее или равным 0,07 ед. Отношение концентраций винной и яблочной кислот в винограде из западных районов Предгорной и Степной зоны превышало ($\alpha < 0,003$) значения показателя в винограде из Южнобережной зоны в среднем в 1,5 раза, достигая $3,9 \pm 1,5$. Статистически значимых отличий величин показателей ТЗФВ и МФМО/

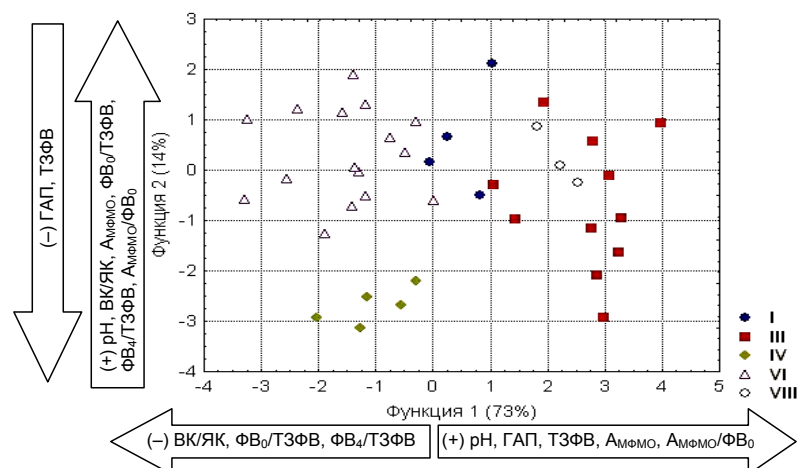


Рис. 1. Распределение винограда из разных районов произрастания по совокупности показателей

Fig. 1. Distribution of grapes from various growth regions by combination of parameters

Таблица 2. Диапазоны варьирования показателей, дифференцирующих виноград по району произрастания
Table 2. Parameter variation ranges differentiating grapes by growth regions

Показатель	Природная зона				
	Южнобережная		Предгорная	Степная	
	почвенно-климатический район				
	I	III	IV	VI	VIII
pH	3,36±0,22	3,46±0,24	3,31±0,17	3,22±0,17	3,40±0,08
ГАП	3,6±1,1	3,8±1,1	3,4±0,3	2,8±0,6	3,1±1,0
ТЗФВ, мг/дм ³	908±524	833±448	1077±499	1009±395	1086±330
ФВ ₀ /ТЗФВ, %	53±22	58±28	33±7	45±20	27±4
ФВ _i /ТЗФВ, %	55±25	63±25	39±18	51±20	31±4
A _{МФМО} ×10 ² , ед.	9,4±5,4	8,6±3,6	5,4±4,4	9,0±5,4	6,3±1,1
A _{МФМО} /ФВ ₀ , ед. × дм ³ /г	0,27±0,19	0,25±0,14	0,20±0,19	0,26±0,16	0,24±0,10
ВК/ЯК	2,6±1,0	2,7±0,6	2,0±0,5	3,9±1,6	3,4±0,7

ФВ в винограде по исследуемым районам его произрастания не выявлено, однако их учет в совокупности показателей значительно улучшает дискриминирование винограда по месту произрастания.

Дифференциация технологических параметров винограда по районам его произрастания отразилась на дисперсии показателей сухих виноматериалов (табл. 3). Выявлено наличие прямой корреляционной зависимости концентрации титруемых кислот, величины pH, соотношения концентраций винной и яблочной кислот в винограде и виноматериалах ($r=0,6-0,7$ при $\alpha < 0,01$).

Как следует из табл. 3, наибольшие концентрации титруемых кислот (7,4±1,2 г/дм³), значения ВК/ЯК и наименьшие величины pH (3,19±0,20) были определены в виноматериалах из винограда, произрастающего в VI районе. Содержание сахаров в винограде и величина pH сусла являются значимыми факторами накопления глицерина в винах как вторичного продукта спиртового брожения [21]: в исследуемой выборке корреляция значений показателей составляла 0,6 при $\alpha < 0,0001$. Наибольшая концентрация глицерина (6,9±0,8 г/дм³) определена в виноматериалах из винограда, произрастающего в III районе и отличающегося наибольшими значениями ГАП и pH.

Таблица 3. Диапазоны варьирования показателей виноматериалов, отличающиеся по району произрастания винограда
Table 3. Wine parameter variation ranges varied by grapevine growth region

Показатель	Среднее значение±стандартное отклонение					Уровень значимости α
	почвенно-климатический район					
	I	III	IV	VI	VIII	
Массовая концентрация: титруемых кислот, г/дм ³	6,8±0,9	6,5±1,1	6,0±1,0	7,4±1,2	6,3±0,9	0,0012
фенольных веществ, мг/дм ³	307±51	304±73	264±46	244±93	291±84	0,0015
глицерина, г/дм ³	5,5±0,6	6,9±0,8	6,0±1,5	6,0±0,9	-	<0,0001
pH	3,30±0,18	3,26±0,27	3,52±0,09	3,19±0,20	3,38±0,16	0,0051
dEh/ФВ × 10 ² , мВ дм ³ /мг	48,5±15,3	27,1±19,8	73,4±13,7	69,7±16,1	-	<0,0001
ВК/ЯК	1,2±1,0	2,8±2,0	1,2±1,5	3,7±2,0	-	<0,0001

Наибольшей концентрацией фенольных веществ отличались виноматериалы из винограда, произрастающего в I-м и III-м районах, для которого характерна высокая способность к отдаче фенольных веществ в сусло при прессовании целых ягод. В имеющемся массиве данных выявлена положительная корреляция ($r=0,6$) между этими показателями винограда и виноматериалов, значимая при $\alpha < 0,05$. Не менее важным фактором формирования фенольного комплекса вин является монофенолмонооксигеназная активность сусла, о чем свидетельствует обратная корреляционная зависимость этих показателей ($r = -0,66$, при $\alpha < 0,05$), обусловленная ферментативной полимеризацией лабильных фракций фенольных компонентов, их конденсацией и седиментацией на стадии переработки винограда. Совокупный учет показателей винограда: A_{МФМО} и ФВ₀/ТЗФВ – предопределяет концентрацию фенольных веществ в виноматериалах (при равных условиях переработки винограда) при уровне значимости $\alpha < 0,0001$. Это объясняет тот факт, что виноматериалы, полученные из винограда, произрастающего в VI-м районе и характеризующегося величиной ФВ₀/ТЗФВ в среднем 45% и A_{МФМО} – 0,09 ед., отличались наименьшей концентрацией фенольных компонентов. Наибольшей окисленностью фенольного комплекса (dEh/ФВ=27,1±19,8 мВ дм³/мг) характеризовались виноматериалы, полученные из винограда, произрастающего в горно-долинном приморском районе и отличающегося высокими значениями A_{МФМО} и pH. По другим показателям виноматериалов, определяемых в работе, статистически значимой разницы значений в зависимости от района произрастания винограда не выявлено.

Совокупность показателей, представленных в табл. 3, дифференцировала образцы виноматериалов по 5 районам произрастания винограда с ошибкой менее 5 % (Wilks L. < 0,094, $\alpha < 0,00001$). Апробация системы показателей, проведенная на производственных образцах столовых вин с защищенным географическим указанием «Крым», показала, что показатели хорошо кластеризуют вина крымских производителей, расположенных в разных географических районах Крыма (рис. 2).

Таким образом, в ходе проведенных исследований выявлены взаимосвязанные показатели, учитывающие особенности оксидантной системы, фенольного и углеводно-кислотного комплексов винограда, белых столовых виноматериалов и вин и в сово-

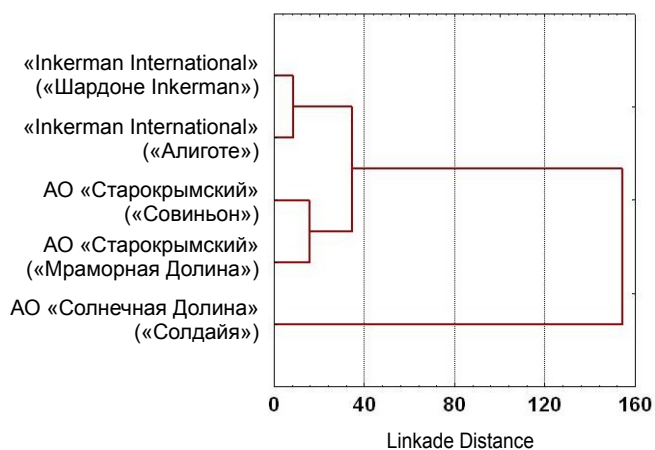


Рис. 2. Кластеризация белых вин крымских производителей из разных почвенно-климатических районов по совокупности показателей

Fig. 2. Clusterization of white Crimean wines from various soil-climatic regions by combination of parameters

купности дифференцирующие их по географическому происхождению.

Заключение

По результатам систематизации и статистической обработки многолетних экспериментальных данных о составе и технологических свойствах винограда, виноматериалов и вин из разных почвенно-климатических районов определена система физико-химических показателей, взаимосвязанных с качеством объектов и дифференцирующих их по месту произрастания винограда. В силу указанных особенностей система показателей предлагается для контроля отличительных качественных признаков белых столовых вин, обусловленных происхождением, в ходе всего технологического цикла от сырья до готовой продукции. Установлены диапазоны варьирования показателей по виноградарско-винодельческим районам Крыма и роль природных факторов в их формировании.

Представленная работа является этапом комплексных исследований, направленных на развитие отечественного виноделия с географическим статусом. В части совершенствования контроля качества и производства этой категории вин дальнейшие исследования предусматривают обоснование и включение в систему контроля комплексных показателей, учитывающих технологические и биотехнологические особенности производства вин на разных предприятиях (включая ароматобразующий комплекс и сенсорные профили), а также создание информационных моделей [23] параметров винограда - вина для каждого конкретного географического объекта (микрзоны) и/или предприятия, сорта винограда и марки вина.

Источник финансирования

Работа выполняется в рамках Государственного задания № 0833-2019-0022.

Financing source

The study was conducted under public assignment № 0833-2019-0022.

Конфликт интересов

Не заявлен.

Conflict of interests

Not declared.

Благодарности

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории химии и биохимии вина ФГБУН «ВНИИВиВ «Магарач» РАН» за помощь в реализации хроматографических методов анализа.

Список литературы/ References

- Huang X.-Y., Jiang Z.-T., Tan J. et al. Geographical Origin Traceability of Red Wines Based on Chemometric Classification via Organic Acid Profiles. *Journal of Food Quality*. 2017. Vol.2017. Article ID 2038073. 7 p. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/2038073>
- Gnilomedova N.V., Anikina N.S., Gerzhikova V.G. Profile of sugars in a grape-wine system as the identifying indicator of the authenticity of wine products. *Foods and Raw Materials*. 2018. Vol.6. №1. pp. 191–200. DOI: <https://doi.org/10.21603/2308-4057-2018-1-191-200>
- Jaitz L., Siegl K., Eder R., Rak G., Abranko L., Koellensperger G., Hann S. LC-MS/MS analysis of phenols for classification of red wine according to geographic origin, grape variety and vintage. *Food Chemistry*. 2010. Vol.122. Iss.1. pp. 366–372.
- Galgano F., Caruso M., Perretti G., Favati F. Authentication of Italian red wines on the basis of the polyphenols and biogenic amines. *European Food Research and Technology*. 2011. Vol.232. №1. pp. 889–897. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-011-1457-1>
- González-Barreiro C., Rial-Otero R., Cancho-Grande B., Simal-Gándara J. Wine aroma compounds in grapes: a critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2015. Vol.55. №1. pp. 202–218. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2011.650336>
- Xie Sh., Lei Y., Wang Y., Wang X. J., Ren R., Zhang Zh. Influence of continental climates on the volatile profile of Cabernet Sauvignon grapes from five Chinese viticulture regions. *Plant Growth Regulation*. 2019. Vol.87. Iss.1. pp. 83–92.
- Bouloumpasi E., Soufleros E.H., Tsarchopoulos C. Biliaderis C.G. Primary amino acid composition and its use in discrimination of Greek red wines with regard to variety and cultivation region. *Vitis*. 2002. Vol.41. №4. pp. 195–202.
- Paneque P., Álvarez-Sotomayor M.T., Clavijo A., Gómez I.A. Metal content in southern Spain wines and their classification according to origin and ageing. *Microchemical Journal*. 2010. Vol.94. Iss. 2. pp. 175–179. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.10.017>
- Sen I., Figen T. Characterization and Classification of Turkish Wines Based on Elemental Composition. *Am. J. Enol. Vitic.* 2014. №65. Iss. 1. pp. 134–142.
- Titarenko V.O., Khalafyan A.A., Temerdashev Z.A., Kaunova A.A., Ivanovets E.A. Application of Statistical Methods for Classification of Varietal and Regional Origin of White Wines. *Inorganic Materials*. 2018. Vol.54. Iss. 1. pp. 1435–1442.
- Tescione I., Marchionni S., Mattei M., Tassi F., Romano C., Conticelli S. A comparative $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ study in Red and White wines to validate its use as geochemical tracer for the geographical origin of wine. *Procedia Earth and Planetary Science*. 2015. Vol.13. pp. 169–172.
- Kolesnov A., Zenina M., Tsimbalaev S., Tereshenko G., Torshina L., Anikina N., Gnilomedova N., Gerzhikova V., Egorov E., Guguchkina T., Prakh A., Antonenko M. Mass-spectrometric study on $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ carbon and $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ oxygen stable isotopes distributions in grapes and wines from the Black Sea regions. *BIO Web Conf. 41st World Congress of Vine and Wine*. 2019. Vol.12. Article number 02036. 6 p. DOI:

- <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191202036>
13. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л., Кузьмина Е.И., Яланецкий А.Я., Загоруйко В.А. Вариации отношений изотопов углерода этанола вин в зависимости от географического положения виноградников // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2017. № 4. С. 38-40.
 - [Oganesyants L.A., Panasyuk A.L., Kuzmina E.I., Yalanetskiy A.Ya., Zagorouiko V.A. Ratio variations of ethanol carbon isotopes in wines based on vineyard geographical location. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie=Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2017. №4. pp. 38-40 (in Russian)].
 14. Fan Sh., Zhong Q., Gao H., et al. Elemental profile and oxygen isotope ratio (^{18}O) for verifying the geographical origin of Chinese wines. *Journal of Food and Drug Analysis*, 2018. Vol. 26, iss. 3. pp. 1033-1044. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2017.12.009>.
 15. Horacek M., Kolar K., Hola M., et al. Investigation of geographic origin of wine from border regions: Potential limitations and possibilities of different analytical methods and combinations of methods to identify the correct side of the border. *BIO Web Conf. 41st World Congress of Vine and Wine*, 2019. Vol. 12. Article number 02032, 3 p. DOI: <https://doi.org/10.1051/bioconf/20191202032>
 16. Versari A., Laurie V.F., Ricci A., Laghi L., and Parpinello G.P. Progress in authentication, typification and traceability of grapes and wines by chemometric approaches. *Food Research International*, 2014. Vol. 60. pp. 2-18. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.007>
 17. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Рыбалко Е.А., Твардовская Л.Б. Влияние климатических факторов на технологические характеристики винограда красных сортов, произрастающих в различных регионах Республики Крым // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2015. № 2. С. 28-31
 - [Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Rybalko E.A., Tvardovskaya L.B. The effect of climatic factors on the technological characteristics of red grape varieties cultivated in different regions of the Republic of the Crimea. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie=Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2015. №2. pp. 28-31 (in Russian)].
 18. Сборник основных правил, технологических инструкций и нормативных материалов по производству винодельческой продукции / Утв. Минсельхозпродом РФ 05.05.1998 г. - М.: Пищепромиздат, 1998. 242 с.
 - [*Sbornik osnovnykh pravil, tekhnologicheskikh instrukciy i normativnykh materialov po proizvodstvu vinodelcheskoj produkcii* [Collection of fundamental principles, progress guidelines and standards on wine production / Approved by the Ministry of Agriculture of the Russian Federation on 05.05.1998]. Moscow: Pishchepromizdat Publ. 1998. 242 p. (in Russian)].
 19. Koundouras S. Environmental and viticultural effects on grape composition and wine sensory properties. *Elements*. 2018. Vol.14. №3. pp. 173-178.
 20. Методы технокимического контроля в виноделии / Под ред. В.Г. Гержиковой. 2-е издание. Симферополь: Таврида, 2009. 304 с.
 - [*Metody teknohimicheskogo kontrolya v vinodelii*. [Technochemical control methods in winemaking] / Edited by V.G. Gerzhikova. 2nd edition. Simferopol: Tavrida Publ., 2009. 304 p. (in Russian)].
 21. Zhao X., Procopio S., Becker T. Flavor impacts of glycerol in the processing of yeast fermented beverages: a review. *J. Food Sci Technol*. 2015. №52 (12). pp. 7588-7598.
 22. Vicens A., Fournand D., Williams P., Sidhoum L., Moutounet M., Cheynier V. Changes in Polysaccharide and Protein Composition of Cell Walls in Grape Berry Skin (Cv. Shiraz) during Ripening and Over-Ripening. *J. Agric. Food Chem*. 2009. №57 (7). pp. 2955-2960.
 23. 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. № 2 (104). С. 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. Vinogradarstvo i vinodelie=Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018. №2 (104). pp. 31-34 (in Russian)].
 24. Teixeira A., Eiras-Dias J., Castellarin S.D. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. *International journal of molecular sciences*. 2013. №14. pp. 18711-18739.
 25. Ostroukhova E., Peskova I., Vyugina M., Levchenko S.V. The study of the phenolic complex composition and the antioxidant activity of white grape cultivars. *Acta Horticulturae*. 2018. Vol.1205. pp. 327-337. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1205.38>.
 26. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Пробейголова П.А., Луткова Н.Ю., Зайцева О.В., Еременко С.А. Качество винограда как фактор развития виноделия с географическим статусом // «Магарач». Виноградарство и виноделие. 2018. № 3 (105). С. 77-79.
 - [Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Probeigolova P.A., Lutkova N.Yu., Zaitseva O.V., Yeremenko S.A. Grape quality as a factor for the development of winemaking with geographical status. *Magarach. Vinogradarstvo i vinodelie=Magarach. Viticulture and Winemaking*. 2018. №3 (105). pp. 77-79 (in Russian)].
 27. Остроухова Е.В., Пескова И.В., Погорелов Д.Ю. Профиль органических кислот винограда белых сортов, произрастающих в Крыму // Плодоводство и виноградарство Юга России. 2019. №56 (02). С. 122-132. DOI: <https://doi.org/10.30679/2219-5335-2019-2-56-122-132>
 - [Ostroukhova E.V., Peskova I.V., Pogorelov D.Yu. The organic acid profile of white grapes varieties growing in Crimea. *Fruit-Growing and Viticulture of South of Russia*. 2019. № 56 (02). pp. 122-132 (in Russian)].
 28. Методы биохимического исследования растений / Под ред. А. И. Ермакова. 2-е издание. Ленинград: Колос, 1972. 457 с.
 - [*Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy* [Methods of biochemical research of plants] / Edited by A.I. Yermakov. 2nd edition. Leningrad: Kolos Publ., 1972. 457 p. (in Russian)].

ORCID ID:

Остроухова Е.В. <https://orcid.org/0000-0003-0638-9187>Пескова И.В. <https://orcid.org/0000-0002-5107-518X>Пробейголова П.А. <https://orcid.org/0000-0003-4442-8538>Луткова Н.Ю. <https://orcid.org/0000-0002-8126-7596>