

## ВИНОГРАДНЫЕ ВИНА, ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ИХ КАЧЕСТВА И РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

**Ю.Ф. Якуба<sup>1</sup>, А.А. Каунова<sup>2</sup>, З.А. Темердашев<sup>2</sup>, В.О. Титаренко<sup>2</sup>,  
А.А. Халафян<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Государственное научное учреждение Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства  
Российская Федерация, 350901, г. Краснодар, ул. 40-лет Победы 39  
globa2001@mail.ru

<sup>2</sup>Кубанский государственный университет,  
Российская Федерация, 350040, Краснодар, ул. Ставропольская, 149  
temza@kubsu.ru

Поступила в редакцию 2 июля 2014 г.,  
после исправления – 14 августа 2014 г.

Проведен анализ опубликованных работ и нормативных документов, посвященных вопросам контроля качества и региональной принадлежности вин. Рассмотрен химический состав винограда и изготавливаемой из него винодельческой продукции, показано его качественное и количественное изменение в процессе винификации, созревания и выдержки вин. Установлены основные группы соединений, содержания и соотношения которых определяют качественные характеристики вин, а также играют важную роль в формировании аромата и вкуса напитка. Обсуждены предпосылки развития рынка поддельной продукции и способы фальсификации вин. Проведен анализ научной литературы и нормативной базы, регламентирующей качество вин на территории России и стран Европейского союза, существующих подходов к определению их подлинности, указаны достоинства и недостатки. Обсуждены примеры использования различных критериев для установления натуральных и фальсифицированных вин, а также подходов их комплексной идентификации и создания системы оценки качества винодельческой продукции с помощью методов физико-химического анализа. Проанализированы основные методические подходы к установлению региональной принадлежности вин, сочетающие возможности современных методов анализа, математического моделирования и статистики, продемонстрированы примеры их использования на практике.

**Ключевые слова:** вина, методы анализа, качество, подлинность, региональная принадлежность, фальсификация, математическое моделирование.

**Якуба Юрий Федорович** – канд. техн. наук, доцент, заведующий ЦКП ГНУ Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства.

Область научных интересов: высокоэффективный капиллярный электрофорез, капиллярная газовая хроматография, химия пищевых производств.

Более 100 опубликованных работ, в том числе автор ряда монографий и патентов.

**Каунова Анастасия Александровна** – кандидат химических наук, ст. преподаватель кафедры аналитической химии Кубанского государственного университета.

Область научных интересов: разработка аналитических схем контроля и анализа биологических и экологических объектов.

Более 15 научных публикаций.

**Темердашев Зауаль Ахлоевич** – доктор химических наук, профессор, зав. кафедрой аналитической химии КубГУ.

Область научных интересов: анализ объектов окружающей среды, разработка аналитических схем контроля.

Более 180 опубликованных работ, в том числе автор ряда монографий и патентов.

**Титаренко Виктория Олеговна** – аспирант кафедры аналитической химии Кубанского государственного университета.

Область научных интересов: разработка аналитических схем контроля и анализа биологических и экологических объектов.

Автор 2 научных публикаций.

**Халафян Алексан Альбертович – доктор технических наук, профессор кафедры прикладной математики КубГУ.**

**Область научных интересов: компьютерный анализ данных, построение и анализ вероятностно-статистических моделей.**

**Более 100 опубликованных работ, в том числе автор нескольких монографий, учебников, свидетельств о регистрации программ.**

Мировое производство винограда технических сортов имеет очень серьезные тенденции к изменению и в период 2000—2007 гг. экспорт вина в Европу, включая Россию, из Австралии вырос в 6 раз, Южно-Африканской Республики — в 15 раз [1]. В Испании с 2007 г. активно проводится антиалкогольная компания с целью повышения культуры виноделия и улучшения качества вина собственного производства. В Краснодарском крае производство технических сортов винограда составляет около 135 тыс. т/год, а мощности перерабатывающих предприятий позволяют перерабатывать 500 тыс. т, что способствует экспорту значительного количества виноматериалов из регионов, не имеющих признанных традиций виноделия [2]. В этой ситуации широкое применение начали находить ускоренные технологии производства вин, применение для этих целей различных пищевых добавок. На качестве виноматериалов в РФ существенно начал сказываться недостаточный уровень развития собственной сырьевой базы и практически неконтролируемый состав применяемых вспомогательных материалов [3]. Все эти аспекты вызывают существенные проблемы обеспечения качества и натуральности всего ассортимента производимой и ввозимой на территорию России винодельческой продукции.

### **Химический состав вин и его влияние на качество напитка**

Виноград и винодельческая продукция в своем составе содержат несколько сотен соединений, из которых особый интерес представляют фенольные биологически активные вещества с бактерицидными, антиоксидантными и другими функциональными свойствами. Важными компонентами винограда, оказывающими существенное влияние на здоровье человека, являются фенольные и минеральные вещества, витамины, аминокислоты.

Сок виноградной ягоды содержит разнообразные белковые вещества, пептиды и продукты их гидролиза (вплоть до аминокислот), а также амиды кислот, аммиак, нитраты и значительные количества глюкозы [4]. Азотистые вещества виноградного сусла представлены пептидами, которые под влиянием естественной кислотности вина и особенно при повышенных температурах гидролизуются под воздействием протеолитических ферментов до аминокислот [5-7], содержания и соотношения которых определяют качественные характеристики вин.

Белки и пептиды, содержащиеся в вине, играют важную роль в формировании аромата и полно-

ты вкуса, они также обеспечивают пенообразование для игристых вин. В целом, летучие и нелетучие компоненты вина находятся в постоянной связи и взаимодействии и характеризуют качество вин. Они определяют ароматические и вкусовые характеристики, летучие по большей части характеризуют ароматические параметры, нелетучие – вкусовые.

Получающиеся в процессе алкогольного брожения виноградного сусла летучие компоненты отличаются разнообразием и оказывают решающее влияние на органолептическую оценку. Среди них преобладают спирты, альдегиды жирного и ароматического рядов, летучие кислоты, простые и сложные эфиры. Качество исходного виноградного сырья и используемых вспомогательных материалов, технологические операции во многом формируют химический состав и органолептические показатели винодельческой продукции. Так, метиловый и пропиловый спирты при их содержаниях соответственно до 1000 и 50 мг/дм<sup>3</sup> безводного спирта не влияют на органолептические характеристики вин, однако обладают высокой токсичностью. Например, метанол в 80 раз, а пропанол в 4 раза токсичнее этилового спирта [8]. В последнее время наблюдается присутствие в винах 2-пропанола, который при концентрациях до 100 мг/дм<sup>3</sup> не оказывает влияния на органолептическую оценку, однако считается достаточно токсичным соединением – постепенно трансформируется в ацетон и кроновый альдегид [9].

Важной постоянной составной частью вина, дистиллятов и других продуктов алкогольного брожения являются спирты предельного ряда с числом атомов углерода больше трех. Источником высших спиртов являются аминокислоты, которые подвергаются реакции дезаминирования [10-12]. В свою очередь, количество аминокислот зависит от качества сырья, вида дрожжей и способа брожения. Таким образом, наличие и концентрация высших спиртов в винном дистилляте определяется качеством диффузионного сока и гущевых осадков, включая дрожжевые [13]. При этом изомерные спирты обладают более приятным запахом, чем спирты нормального строения, а вторичные спирты имеют более слабый запах, чем изомерные первичные спирты. В запахе третичных спиртов появляются характерные технические тона. Бутиловый, амиловый, гексиловый спирты характеризуются типичным сивушным запахом и жгучим вкусом. Гептиловый спирт также обладает выраженным сивушным тоном, а изомерные спирты с числом атомов углерода более семи придают продукции парфюмерные тона.

Целый ряд многоатомных спиртов характерен для виноградных вин различных категорий – глицерин, 2,3-бутандиол, 1,2-пропиленгликоль, 1,3-пропиленгликоль и, в незначительных количествах, их ацетатные эфиры. Однако особое внимание обращают на содержание в них глицерина и 1,2-пропиленгликоля. Значительные количества глицерина, 1,2-пропиленгликоля потребляются пищевой индустрией, косметической промышленностью, дополнительно 1,2-пропиленгликоль используется как низкотоксичный антифриз и растворитель [14]. Дрожжи определенных рас способны продуцировать его из глицерина, в значительной степени это достигается с помощью генной инженерии. На данном этапе развития технологий основным носителем ароматизаторов (растворителем) принято считать 1,2-пропиленгликоль. Нормативными документами Евросоюза его концентрация ограничена для сухих, полусухих, полусладких, сладких вин на уровне 150 мг/дм<sup>3</sup>, для шампанских – 300 мг/дм<sup>3</sup>. Проведенные нами экспериментальные данные показывают, что концентрация 1,2-пропиленгликоля в натуральных винах практически никогда не превышает 100 мг/дм<sup>3</sup>, хотя не исключено, что расы дрожжей новых способов селекции или полученные в результате использования генетических модификаций могут значительно повысить его концентрацию.

Важным компонентом продукции брожения являются альдегиды предельного ряда, которые придают вину резкий аромат, привкус и горечь. Неприятный запах и жгучий вкус создают непредельные соединения – акролеин и кротоновый альдегид, наличие последнего в винах является весьма спорным. Напротив, предельные альдегиды, например, изомазляный, изовалериановый, капроновый и каприновый, способствуют появлению приятного фруктового или плодового аромата и формируют аромат виноградных вин. Основная доля от суммарного содержания альдегидов в дистилляте или вине приходится на уксусный альдегид и составляет примерно 85-90 %, при возможности роста его концентрации за счет окисления этилового спирта. Установлено присутствие в виноградных винах, спиртах-сырцах и дистиллятах продуктов конденсации уксусного альдегида: простейшего дикетона – диацетила и ацетоина, которые, в свою очередь, подвержены окислению и разложению до уксусной кислоты. Фактически это еще один путь обогащения вина уксусной кислотой.

Согласно литературным данным [7, 8, 15], основное количество сложных эфиров образуется в процессе брожения и обуславливается расой дрожжей, способом и температурой брожения, в случае получения дистиллятов большая часть эфиров переходит в спирт-сырец, придавая ему специфические оттенки во вкусе и аромате. Характерным для натурального вина является наличие сложных эфиров – метилацетата и этилацетата, концентрации

которых постепенно изменяются за счет реакций соответствующих кислот со спиртами. Эти эфиры при их содержаниях на уровне 5-100 мг/дм<sup>3</sup> благоприятно отражаются на органолептических свойствах продукции – усиливают и обогащают винный аромат.

При относительно высокой концентрации уксусного альдегида в процессе хранения вина происходит реакция альдегида со спиртами и концентрация ацеталей постоянно возрастает. Содержание ацеталей характеризует качество исходного сырья, используемого для получения виноградного вина, их избыток свидетельствует о низком качестве сусла.

В спиртах-сырцах, в отличие от натурального вина, ацетали присутствуют в значительных количествах, причем в наибольшем – этилацеталь. Ацетали устойчивы к действию окислителей, медленно подвергаются гидролизу при существующей кислотности вина и нормальных условиях хранения.

Постоянным компонентом вина, винных дистиллятов является представитель фуранового ряда – фурфурол, который в пределах до 30 мг/дм<sup>3</sup> дает приятный аромат ржаного хлеба. Двукратное и более превышение его содержания приводит к неприятным тонам во вкусе. Фурфурол развивается при длительном контакте виноматериалов с осадком дрожжей, некачественном освещении от взвешенных частиц или фильтрации материалов, высокой температуре брожения сусла. Одним из путей образования фурфуrolа является реакция Майяра, то есть меланоидинообразование, зависящее от остаточной концентрации сахаров [16]. Основное содержание фурфуrolа в вине, по мнению В.Н. Стабникова, В.А. Маринченко и др. [17-19], образуется из пентоз по оксиметилфурфуrolьной реакции. Для вин с остаточным содержанием сахара характерно появление производных фурфуrolа – метилфурфуrolа и гидрооксиметилфурфуrolа.

В составе летучих компонентов вина идентифицированы уксусная, муравьиная, пропионовая, изомазляная, мазляная, изовалериановая, капроновая и каприловая кислоты. В процессе брожения, хранения или последующих технологических операциях из летучих кислот наибольшим изменениям подвергается содержание уксусной кислоты, характеризующей условия проведения процесса брожения, чистоту дрожжей, качество сусла, степень его подготовки и т.д. Тихие вина всегда содержат некоторое количество остаточной углекислоты в форме ассоциатов и растворенного углекислого газа, достаточно нейтрального характера [4, 7]. Летучие кислоты, как правило, ухудшают органолептические свойства вина и дистиллята: муравьиная кислота придает ему резкий привкус, пропионовая – горечь и резкий неприятный запах, более сильный, чем уксусная кислота; мазляная – неприятный, резкий запах прогоркшего мазла, она способствует появлению горечи; валериановая кислота обладает запахом корней валерианы с примесью запаха ук-

сусной кислоты. Появление и трансформация более высокомолекулярных кислот чаще всего связаны с хранением или длительной выдержкой вина в контакте с дубовой тарой, частично они образуются по реакциям конденсации.

Многочисленные терпеновые производные и спирты ароматического ряда в большей мере характеризуют сортовые особенности винограда. Хотя применение генной инженерии в культивировании дрожжей может исключать этот фактор и формировать из некачественных материалов типичность высококачественных сортовых вин. 2-фенилэтанол является неотъемлемой частью дистиллятов и вин, обладает при разбавлении запахом роз с медовыми оттенками, как альдегид и ацетатный эфир, имеющий аналогичный более выраженный аромат. Порог восприятия обоих производных составляет доли мг/дм<sup>3</sup>, а концентрации достигают нескольких десятков мг/дм<sup>3</sup>. Аналогичными свойствами обладает тирозол, его ацетатный эфир и альдегид.

В соке ягод винограда идентифицированы 32 аминокислоты [20], в том числе:

- нейтральные: глицин, α-аланин, β-аланин, валин, лейцин, изолейцин, серин, треонин;
- серосодержащие: цистин, цистеин, метионин;
- двухосновные: аспарагиновая, глутаминовая, γ-аминомасляная кислоты, аспарагин и глутамин;
- основные: лизин, аргинин, гистидин;
- ароматические: фенилаланин, тирозин;
- гетероциклические: триптофан, пролин, оксипролин.

Состав свободных аминокислот сока одного и того же сорта винограда, но в разные годы наблюдений, меняется в зависимости от стадии созревания, вида удобрений и других внешних факторов. Общее содержание азотистых веществ в ягодах (от 600 до 2400 мг/дм<sup>3</sup>) согласно исследованиям [21] формируют: глицин 3-13, аргинин – 152-327, валин – 41-95, серин – до 50, треонин – до 220, лизин – 11-20, фенилаланин – 29-78, гистидин – 117-143, тирозин – 7-49, пролин – 350, глутаминовая кислота – 335-1067, триптофан – 22-65 мг/дм<sup>3</sup>. Большую часть аминокислот суслу составляют пролин, треонин, глутаминовая кислота, α-аланин, аргинин, меньшую – серин, триптофан, глицин, валин, лейцин, аспарагиновая кислота и цистеин [22]. Максимальное содержание аминокислот наблюдается в семенах (до 7 % мас.), поэтому пресловое сусло, в отличие от суслу первого давления, обогащено азотистыми веществами. Аминокислоты, прежде всего незаменимые (валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, лизин, фенилаланин и триптофан), определяют пищевую ценность белков. К их действию на организм человека относят образование гормонов щитовидной железы и адреналина, синтез меланина, регуляцию скорости обмена веществ, уменьшение риска спазма артерий и сердечной мышцы, укрепление иммунной системы и снижение уровня холестерина, защиту мышечных тканей и снижение уровня сахара в крови,

стимулирование выделения гормона роста и регуляцию обмена веществ, нормализацию метаболизма углеводов и нормального функционирования нервной системы [12].

Технологический запас аминокислот винограда претерпевает существенные изменения в процессе брожения, применения новых приемов обработки суслу, в результате которых изменяется их состав и появляются вещества, отсутствующие на начальном этапе [23]. Это, в первую очередь, относится к накоплению высших спиртов за счет декарбоксилирования аминокислоты с образованием амина с последующим его дезаминированием и гидратированием в соответствующий спирт [16]. Второй путь – гидролитическое дезаминирование аминокислоты с образованием оксикислоты и аммиака. Далее оксикислота подвергается декарбоксилированию и восстановлению, переходит в соответствующий высший спирт. Таким образом, наличие аминокислот увеличивает содержание высших спиртов только до определенных пределов. В результате превращений из фенилаланина образуется 2-фенилэтанол [16], триптофан и тирозин участвуют в цикле трикарбоновых кислот. В результате превращений триптофана образуется никотиновая кислота (витамин РР), а тирозина – гидроксифенилэтиловый спирт (тирозол). Аргинин, пролин и треонин – основные аминокислоты виноградных вин, которые принимают непосредственное участие в формировании полноты вкуса и биологической ценности вина, особенно важна их роль в сахараоаминной реакции, свойственной для технологии ликерных и крепленых вин [24, 25]. Известное количество свободных аминокислот в виноматериалах позволяет оперативно регулировать технологический процесс и управлять качеством продукции, а также служит одним из критериев их натуральности [26, 27].

Значительную часть азотистых веществ вина составляют пептиды, являющиеся источником свободных аминокислот в вине за счет гидролиза под действием естественных кислот вина и ферментативным путем. Эти процессы и обуславливают увеличение свободных аминокислот в процессе выдержки вина. Пептиды, могут так же, как и белки, подвергаться гидролизу, участвовать в реакциях с сахарами, фенольными соединениями, органическими кислотами с последующим выпадением образовавшихся комплексов в осадок. По сравнению с другими аминокислотами концентрация пролина в вине наибольшая в силу того, что винные дрожжи (*Saccharomyces cerevisiae*) метаболизируют при обмене веществ пролин только при условиях серьезного недостатка азотного питания [25].

Исследования авторов [28-32] показали, что цвет красного вина зависит от типа и концентрации антоцианинов. Г.Г. Валуйко и др. показали, что из мезги в виноматериал переходит 82.1-84.3 % фенольных веществ, а в процессе выдержки ви-

номатериала на мезге их содержание уменьшается на 27.5-28.9 % [33, 34]. Цвет молодых вин зависит главным образом от свободных антоцианинов. В процессе хранения вина эти соединения подвергаются некоторым изменениям, которые могут приводить к потере цвета или его стабилизации. Полимеризация между антоцианинами и танинами важна для стабилизации цвета вина [35].

Весьма разнообразны фенольные вещества, входящие в состав виноградного вина. В начале созревания ягоды винограда содержат максимальное количество фенольных соединений, концентрация которых уменьшается по мере созревания. Причем снижение содержания мономеров флаван-3-олов происходит наиболее быстро. Темп снижения и фракционный состав фенольных соединений зависят от сорта, зрелости ягод и условий выращивания. При созревании ягод концентрация танинов в кожце ягод повышается, а изменение содержания танинов в семенах связано с их полимеризацией [35]. Увеличение концентраций антоцианинов происходит в ответ на холод и недостаток фосфатов [36, 37], кроме того, низкий уровень железа может вызывать увеличенное накопление фенольных кислот. Низкое содержание азота стимулирует выработку флавоноидов и изофлавоноидов [38]. Обработка винограда комплексными препаратами, содержащими азот, сокращает содержание антоцианинов в ягодах и задерживает вызревание [39]. В.И. Тютюнник [40] была установлена прямая количественная зависимость антоцианов, сахаров и рН сока ягоды.

Результаты исследований [40], проведенных в разные по метеоусловиям годы показали, что содержание красящих веществ в ягоде винограда прежде всего зависят от осадков и относительной влажности воздуха в период, предшествующий началу созревания, наибольшее накопление углеводов отмечено для рН = 3.05-3.06.

Антоцианины также подвергаются химическим преобразованиям, приводящим к образованию новых пигментов, ответственным за изменение цвета и стойкость вина. Ацетальдегид,  $\alpha$ -кетоглутаровая кислота, пируваткислоты, винилфенол, винилкатехол, ацетон, 4-винилгваякол, катехин и другие приводят к образованию новых классов пигментов – пураноантоцианинов [41]. Для усиления окраски мезгу обрабатывают сернистым ангидридом, который инактивирует действие окислительных ферментов. В начале обработки интенсивность окраски несколько уменьшается, но в конце полностью восстанавливается. В данном случае сернистый ангидрид (до 200 мг/дм<sup>3</sup>) подавляет действие оксидаз, тем самым предохраняя красящие вещества от окисления. Вина с высоким содержанием сернистого ангидрида содержат больше антоцианинов. Влияние ангидрида на экстракцию мономерных антоцианинов зависит от природы каждого антоцианина и сорта винограда [42]. Диффузию содержащихся

в кожце красящих веществ стимулируют нагреванием винограда или мезги (до 45-50 °С, иногда до 70 °С в течение 0.5-3 ч), спиртованием мезги, обработкой электрическим током низких и высоких частот, ультразвуком, ферментными пектолитическими препаратами [43]. Мацерация под давлением углекислоты с использованием сухой лозы винограда в процессе ферментации красного вина повышает интенсивность окраски, содержание и степень полимеризации фенольных соединений в вине по сравнению с классической технологией приготовления [44].

В процессе хранения в бочках фенольные вещества дуба мигрируют в вино в виде гидролизованных танинов или нефлавоноидов, образуя ванилин, бутиролактоны, ванилиновую, сиреневую, галловую, эллаговую кислоту, кониферилловый, синнаповый альдегиды и кумарины [16, 45]. Взаимодействие кислорода, вина и древесины приводит к контролируемому окислению, которое уменьшает вяжущий привкус и увеличивает цветостойкость красного цвета, вследствие увеличения реакций конденсации между антоцианинами и молекулами танинов в присутствии ацетальдегида. Причем вино при выдержке в контакте с дубовой щепой быстрее созревает и в большей степени подвержено полимеризации, чем вино, выдерживаемое в дубовых бочках [46].

Катехины и их продукты конденсации способны реагировать с аминокислотами, органическими кислотами, альдегидами, сернистой кислотой, железом, кальцием, калием и др. Эти реакции также приводят к образованию труднорастворимых соединений, способных выделяться в осадок и изменять исходный химический состав. При созревании вина наблюдается полимеризация антоцианов независимо от содержания кислорода, хотя она и ускоряется в его присутствии. Лейкоантоцианидины в вине находятся большей частью в полимерной форме, и заметного снижения их количества не обнаружено. Флавоны и флавонолы, подобно катехинам и антоцианам, подвергаются полимеризации и большая их часть выпадает в осадок. Структура танинов в процессе созревания значительно меняется, при этом важное значение имеет их окислительная конденсация, усиливающая собственный цвет танинов.

В ходе брожения окрашенного сусла происходит снижение количества антоцианов на 40 %. Максимум снижения бывает в начале и в конце брожения (при спиртуозности 3-9-12 % объемных). В середине брожения содержание антоцианов почти не изменяется. Уменьшение антоцианов главным образом происходит за счет конденсации уксусного альдегида с красящими веществами [6]. Ацетальдегид играет важную роль в конденсации флаванолов в присутствии антоцианов, давая, в конечном счете, различные олиго- и полимеры. Эти реакции и приводят к снижению терпкости и изме-

нению цвета красного вина, которые наблюдаются при его созревании. Обнаружены также три- и тетрамерные продукты, содержащие 1-антоциан и 1,2,3-флавонольные субъединицы. Однако соединений, содержащих, более 2 антоцианов обнаружено не было, что говорит о том, что процесс полимеризации прекращается, когда в полученном соединении уже имеются 2 субъединицы мальвидин-3-глюкозида [47].

Снижение антоцианов при концентрации спирта 10 % объемных через год хранения составляет 27 %. Кроме того, аэрация усиливает распад красящих веществ, а насыщение двуокисью углерода и водородом стабилизирует окраску вин. Оптимальной дозой аскорбиновой кислоты для обеспечения стойкости вин является дозировка 50-100 мг/дм<sup>3</sup>, дальнейшее увеличение ее содержания усиливает распад красящих веществ в процессе хранения [6].

Ацилирование сахарных групп всех пигментов приводит к снижению их устойчивости в вине. Содержание продукта присоединения мальвидин-3-глюкозида и пировиноградной кислоты, а также его ацилированных форм повышается после крепления вин этиловым спиртом, а затем снижается в течение 100 дней. Образование продуктов присоединения антоцианина и пировиноградной кислоты происходит одновременно с разложением антоцианидин моноглюкозидов [48]. Годичная выдержка не влияла на содержание красящих и фенольных веществ в винах из устойчивых сортов винограда, тогда как для контрольных вин их количество снижалось [49]. За время хранения вин происходило уменьшение концентраций галловой, кофейной, феруловой кислот, катехина, эпикатехина и транс-ресвертарола; содержание кафтаровой, кумаровой кислот оставалось неизменным [49]. На содержание фенольных соединений в вине влияет раса дрожжей.

Витамины активно участвуют в ферментативных процессах, происходящих на разных этапах приготовления вин. В связи с этим они играют важную роль в формировании органолептических качеств молодого вина, входя в состав ферментов, катализирующих процессы обмена углеводов, азотистых веществ (аминокислот), жирных кислот (пантотеновая кислота), пуриновых и пиримидиновых оснований (фолиевая кислота) и ОВ-процессов. Наличие витаминов группы В (инозит, биотин, пантотеновая кислота, тиамин, пиридоксин, тиамин) и витамина РР (никотиновой кислоты) во многом определяет нормальный ход брожения, являясь основными факторами роста винных дрожжей. Особенности технологии приготовления виноградных вин влияют на состав всех компонентов, содержащихся в исходном сусле, значительные изменения происходят с ионными биологически активными веществами и органическими кислотами вина.

## Методические подходы к оценке качества вин

Использование при производстве вина большого разнообразия различных сортов винограда и процедур его переработки привело к увеличению числа предлагаемого на рынке ассортимента винодельческой продукции, что значительно расширило границы выбора напитка для потребителя. Несмотря на сложный химический состав натурального вина и большое разнообразие его типов, в последнее время виноградное вино все чаще становится объектом фальсификации. Определенный объем этой продукции составляет нелегально импортируемый, выведенный из-под акциза или произведенный под чужой торговой маркой алкоголь с нарушением авторских прав. Большую же часть контрафактной винодельческой продукции составляет суррогатная продукция и продукция, произведенная с нарушением основных правил и регламентов производства, принятых в России [50-55].

Возросшее число фальсификатов винодельческой продукции в России связано с недостаточной оперативностью разработки и актуализации отечественных нормативных документов, регламентирующих производство и качество спиртосодержащей продукции. Положение усугубляется также постоянным совершенствованием методов химической фальсификации алкогольной продукции, адаптированных к действующим и разработанным методикам. Наиболее распространенными способами фальсификации винодельческой продукции являются [56-59]:

- предоставление неточной или неверной информации о наименовании, составе, производителе, месте производства, способе производства, используемом сырье, сроках производства и выдержки, а также любой другой информации относящейся к производству и реализации вина;
- добавление различных малоценных добавок, выжимок, соков, настоев;
- галлизация вина – разведение виноматериалов водой и малоценными настоями с последующим доведением сахаристости, кислотности, крепости «напитка» до определенных значений;
- шапталлизация вина – «исправление» недоброкачественного виноматериала за счет добавления щелочных агентов и сахара-рафинада до и после стадии брожения;
- петиотизация вина – многократное настаивание и дальнейшее сбраживание использованной виноградной мезги с добавлением сахарного сиропа и красителей;
- шеелизация или добавление глицерина;
- применение различных консервантов, красителей, ароматических добавок с целью исправления органолептических свойств или пороков напитка;

- добавление искусственного пищевого, технического, синтетического, а также денатурированного, этилового спирта;
- добавление вкусовых добавок (органических кислот, сахара-рафинада);
- приготовление искусственных вин;
- ложное купажирование.

При производстве суррогатного напитка одновременно может использоваться несколько способов фальсификации. Наиболее выгодным считается производство напитка, визуально схожего с оригиналом, в котором натуральные винома- териалы полностью заменяются на искусственные [60]. Такая продукция, как правило, обладает низкими органолептическими качествами и является наиболее опасной для здоровья потребителей. Товарно-партийная документация, используемая для реализации подобных «вин» производится на достаточно низком уровне, что упрощает процедуру выявления фальсификатов.

Оценка качества винодельческой продукции в России начинается с проведения товарно-партийной идентификации и осуществляется согласно действующим стандартам и нормативным документам [61, 62]. При этом экспертной комиссией проверяется наличие и соответствие этикетки, контрэтикетки, кольеретки, пробки, ассортимента заявленным требованиям. В России и странах ЕС для упрощения идентификации вин применяют специальные подписи и системы маркировки на этикетках и контрэтикетках, а также эмблемы качества, водяные знаки, голограммы и акцизные марки, труднодоступные для изготовления в кустарных условиях и служащие показателями подлинности и качества для покупателей (например, системы А.О.С. во Франции, D.O.C.G в Италии, D.O.C.a в Испании, Q.m.P/Q.b.A в Германии) [56].

В комплексе с товарно-партийной идентификацией осуществляется квалитетрический контроль винодельческой продукции, основанный на определении основных физико-химических показателей вин: объемной доли этилового спирта, массовых концентраций сахаров, титруемых и летучих кислот, приведенного экстракта, лимонной кислоты, общего диоксида серы, содержания токсичных элементов и радионуклидов на соответствие действующим нормативным документам [63-77]. Ре-

гламентируемые ГОСТ испытания направлены в основном на контроль безопасности продукта и позволяют установить по массовой концентрации сахара и объемной доле этилового спирта соответствие напитка своей товарной группе. Массовые доли приведенного экстракта и лимонной кислоты могут быть использованы в качестве идентификационных показателей продукта [78].

Для повышения надежности идентификации вин широко применяют органолептический метод контроля, позволяющий выявлять грубо сфальсифицированные вина, и, в сочетании с квалитетрическим анализом, комплексно охарактеризовать уровень качества продукта. В нашей стране дегустационному методу отводится одно из ведущих мест при оценке качества и подлинности вин [79, 80], его проведение основано на общих нормативных документах [81, 82]. Однако субъективность такого анализа и сложность выделения отдельных оттенков вкуса и аромата, ответственных за изменение качества вина, как правило, снижают достоверность оценки [83].

В странах Европейского союза испытания вин осуществляют по более чем 40 критериям, установленным Регламентом ЕС и рекомендациями Международной организации винограда и вина (МОВВ) [84, 85]. Отдельно следует выделить такие показатели, как содержания калия, железа, меди, свободного диоксида серы, сорбиновой кислоты, золы и ее щелочности, показатель Фоллина-Чокальтеу, хроматический показатель и др., используемые для оценки качества и характера вин. Многие из них применяют и для установления подлинности продукта [78, 86-90].

Наблюдающаяся тенденция развития способов химической и информационной фальсификации вин затрудняет выявление подобных подделок с использованием действующих в России и странах ЕС аттестованных методик, т.к. суррогатная алкогольная продукция по своим физико-химическим параметрам, как правило, соответствует установленным нормам. Для идентификации такого рода «напитков» в последнее время активно разрабатываются подходы, основанные на определении единичных показателей вин и их предельных значений, характеризующих подлинность продукта (табл. 1). Как видно, допустимые диапазоны

Таблица 1

Единичные показатели, характеризующие подлинность вин

Показатель	Предельные значения для вин				Страна производства вина	Литература
	подлинные		сомнительные			
	белые	красные	белые	красные		
Зола, г/дм <sup>3</sup>	1.5-2.0		2.1-2.9		Россия	[87]
	1.42-1.68	1.72-2.98	-	-	Россия	[88]
	1.42-2.03	-	-	-	ЮАР	[78]
	1.71-2.17	-	-	-	Австралия	[78]
		1.3-2.3	-	0.23-0.47	Россия	[91]

Показатель	Предельные значения для вин				Страна производства вина	Литература
	подлинные		сомнительные			
	белые	красные	белые	красные		
Глицерин, г/дм <sup>3</sup>	-	5.2-6.8	-	3.4-4.9	Россия	[87]
	-	7.2	-	0.8	Россия	[92]
	-	2.7	-	0	Россия (специальные крепкие)	[92]
	4.74-6.24	-	-	-	ЮАР	[78]
Щелочность, мг-экв/дм <sup>3</sup>	36.0-47.5	-	-	-	ЮАР	[78]
	39.25-42.75	-	-	-	Австралия	[78]
Винная кислота, г/дм <sup>3</sup>	2.1-3.1	-	-	-	Германия	[93]
	0.7-2.6	-	0-0.6	-		[94]
	1.25-2.12	-	-	-	ЮАР	[78]
	1.69-2.24	-	-	-	Австралия	[78]
	1.9-3.4	-	-	-	Россия	[95]
	Больше 1.0	-	-	-		[96]
Яблочная кислота, г/дм <sup>3</sup>	0.4-2.9	-	-	-	Германия	[93]
	1.81-2.87	-	-	-	ЮАР	[78]
	1.53-2.45	-	-	-	Австралия	[78]
Молочная кислота, г/дм <sup>3</sup>	0.5-2.4	-	-	-	Германия	[93]
	0.05-0.89	-	-	-	ЮАР	[78]
	0.15-0.96	-	-	-	Австралия	[78]
Лимонная кислота, г/дм <sup>3</sup>	0.1-0.5	-	-	-	Германия	[93]
	0-2.0	-	больше 2.0	-		[94]
	меньше 1.0	-	-	-		[96]
Янтарная кислота, г/дм <sup>3</sup>	0.2-1.3	-	-	-	Германия	[93]
	0.4-1.7	-	-	-	Россия	[95]
Уксусная кислота, г/дм <sup>3</sup>	0.1-1.0	-	-	-	Россия	[95]
Суммарная концентрация аминокислот, мг/дм <sup>3</sup>	800-1500	-	больше 125	-	Россия	[92]
	-	250-2500	-	-	Россия	[95]
Аргинин, мг/дм <sup>3</sup>	40-200	50-300	-	-	Россия	[26]
Треонин, мг/дм <sup>3</sup>	40-100	50-500	-	-	Россия	[26]
Пролин, мг/дм <sup>3</sup>	300-1000	600-2000	-	-	Россия	[26]
Фенилаланин, мг/дм <sup>3</sup>	1-8	1-10	-	-	Россия	[27]
Триптофан, мг/дм <sup>3</sup>	3-30	3-5	-	-	Россия	[27]
Тирозин, мг/дм <sup>3</sup>	5-20	5-30	-	-	Россия	[27]
Приведенный экстракт	14.8-33.3	-	0-10.5	-	Россия	[92]
	17.1-20.3	-	-	-	ЮАР	[78]
	18.6-21.6	-	-	-	Австралия	[78]
Интенсивность светопоглощения при $\lambda = 280$ нм	0.07-0.30	0.21-0.71	0.40-1.26	0.04-0.10	-	[94]
Содержание высших спиртов, мг/дм <sup>3</sup>	610-2500	-	10-600	-	-	[94]
Содержание фенилэтилового спирта, мг/дм <sup>3</sup>	5-23	-	0-4.5	-	-	[94]
Искусственные красители	отсутствие	-	-	-	-	[94]
Содержание 5-гидрокси-симетил-фурфурола	следы (сухие)	-	-	-	-	[97]
Содержание альдегидов, мг/дм <sup>3</sup>	40-80 (полусладкие)	-	-	-	-	[98]
Содержание К, мг/дм <sup>3</sup>	3-100	-	-	-	-	[98]
Содержание К, мг/дм <sup>3</sup>	400-1100	-	-	-	Россия	[86]
Устойчивость двухсторонней пленки дистиллята, с	15.0-18.0	-	-	-	-	[99]
Окисляемость дистиллята, с	4.0-5.5	-	-	-	-	[99]

их значений достаточно широки и могут отличаться для вин, произведенных по различной технологии и на разных территориях, что в некоторых случаях усложняет процедуру их идентификации. Более надежными и объективными показателями подлинности вин представляются критерии, полученные на основе расчета соотношений между содержаниями различных химических соединений в напитке и/или другими физико-химическими показателями (табл. 2).

Многие исследователи подчеркивают целесообразность проведения комплексного анализа вин для установления их подлинности [94], что позволяет значительно повысить достоверность процедуры их идентификации по сравнению с описанными выше подходами. Для достижения этих целей существенно расширяется круг определяемых компонентов, разрабатываются и совершенствуются методики их детектирования с применением современных инструментальных методов анализа [102]. Качество и подлинность вин устанавливаются по качественному и количественному содержанию в винах биогенных аминов [103-105], аминокислот [26, 27, 106], органических кислот [107-109], полиолов [100] альдегидов [110, 111] и ароматических кислот [111], фенольных веществ [112, 113], летучих соединений [87], углеводов [107], пентоз [114], подсластителей [107, 115], консервантов [115], глицерина [116, 117] кофеина

[115], синтетических ароматизаторов [109] и красителей [109, 118], элементного состава [119]. Предпочтение в последние годы отдается методам ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии изотопных отношений, позволяющим определять содержание изотопов элементов (D, H, <sup>13</sup>C, <sup>12</sup>C, <sup>18</sup>O, <sup>17</sup>O) и их отношений (<sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C, D/H, <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O), благодаря возможности установления с их помощью происхождения компонентов в напитке (кислот, сахаров, спиртов, воды, глицерина и др.), и, как следствие, факт фальсификации [120-126]. По заявлениям ряда вышеперечисленных авторов, в некоторых случаях достигается уровень идентификации вин выше 90 %.

Известны подходы по выявлению комплексных показателей качества, базирующиеся на совокупности количественных характеристик единичных параметров вин и их органолептической оценки, с использованием методов математического планирования и обработки данных [83, 92, 94, 110, 127-130].

Принципиально другой методологией контроля подлинности является распознавание вин как целого на основе анализа их «образов», отражающих качественный и количественный состав содержащихся в напитке высших спиртов, эфиров, альдегидов, терпенов, составляющих букет вина, а также органических кислот, аминокислот, фенольных соединений, сахаров, сложных эфиров высших кислот, обеспечивающих его вкус [131]. Идентифика-

Таблица 2

Расчетные критерии подлинности вин

Показатель	Характерные значения	Литература
Отношение содержаний фурфурола и этил-2-фууроата	1 : 2	[87]
Отношение содержаний этил-2-фууроата, 5-гидроксиметил-фуурола и фурфурола	1 : 3 : 6	[87]
Сумма содержаний яблочной и молочной кислот, г/дм <sup>3</sup>	больше 2.0	[93, 96]
	2.2-2.5 (ЮАР)	[78]
Отношение содержаний винной и лимонной кислот	(6.2 : 1)-(21.0 : 1)	[93]
Отношение содержаний винной и яблочной кислот	(1.1 : 1)-(5.3 : 1)	[93]
Отношение содержаний глюкозы и фруктозы	0.70-0.76	[93]
Отношение Блареза	2.3-2.9	[93]
	2.3-5.8	[92]
Число Готье	11.4-14.0	[93]
	11.6-14.4	[92]
Отношение Росса	2.9-3.7	[92]
Отношение содержаний спирта и приведенного экстракта	4.5-5.6	[93]
	3.9-4.0	[92]
Отношение содержаний глицерина и бутандиола	15-30/1	[100]
Отношение содержаний бутандиола и пропандиола	больше 10/1	[100]
Отношение интенсивности поглощения красных вин при длине волн 420/520 нм	0.52-1.00	[94]
Отношение содержаний K и Na	10-170	[94]
Отношение содержаний спирта и глицерина	1.9-2.9 (Чили)	[101]
	2.1-2.7 (ЮАР)	[78]
Отношение содержания глицерина к приведенному экстракту за вычетом винной, яблочной, молочной, лимонной и янтарной кислот	0.34-0.42 (ЮАР)	[78]
Отношение общей минерализации к массовой концентрации K	(1.6 : 1)-(3 : 1)	[91]

цию вин при этом осуществляют путем получения, обработки и сравнения характеристических профилей (электрофоретических [132-134], хроматографических [106, 111, 135], элементных [136]), а также спектров поглощения и/или эмиссии веществ в определенных диапазонах длин волн [137-139], соответствующих некоторому объекту с «нормой», с профилем веществ, присущему исследуемому вину [60]. Такой подход благодаря специфичности получаемых профилей образцов позволяет не только определять уровень качества вин и выявлять фальсификаты, но и подтвердить возраст напитка и идентифицировать вина, контролируемые по наименованию и происхождению.

Одной из задач оценки качества вин является установление возраста напитка [60, 140]. Разработку критериев зрелости винодельческой продукции проводят на основе представлений о механизме созревания вин, в процессе которого происходит изменение их химического состава, главным образом, фенольных соединений [141], что приводит к изменению цветовых характеристик напитка. Исходя из такого посыла, большинство подходов к установлению возраста вин основано на изучении их спектров поглощения в видимой области и определении отношения оптических плотностей при 420 и 520 нм [94, 141, 142], а также определения индексов химического возраста вин [143]. Кроме того зрелость напитка подтверждают путем исследования в нем состава органических компонентов: аминокислот и летучих компонентов [144], ацеталей [145], ряду металлов [146], метаболомическому профилю вин [147].

## Оценка вин по их региональной принадлежности

Наиболее ценными принято считать вина с контролируемой сортовой, региональной принадлежностью и технологией производства. Высокой популярностью такие вина пользуются благодаря их высокому качеству, неповторимости органолептических свойств, обусловленных эколого-географическими условиями места происхождения винограда, используемого для приготовления напитка, а также бренда производителя. Для их изготовления используется высококачественный виноград, выращенный в определенной зоне, указанной на этикетке, по строго регламентированной технологии.

Для получения наиболее ценных вин законодательством стран ЕЭС установлены нормы и критерии контроля, места выращивания винограда, его сорта, используемые агрохимические мероприятия, урожайность винограда, время сбора сырья, допустимые способы производства вина, нормативы качества, органолептические и физико-химические характеристики. Для обозначения категорий качества таких вин используются специальные маркировки (табл. 3) [56, 84]. В Рос-

сии для этих целей применяют уточняющую маркировку на этикетке: «Вино географического наименования».

В наибольшей степени контроль качества и региональной принадлежности актуален для стран, являющихся лидерами производства высококачественного вина в Европе (Италия, Испания, Португалия, Германия) и в настоящее время становится приоритетным и для российского виноделия. Увеличение территорий, используемых для выращивания элитных сортов винограда, использование современных процедур его переработки способствуют росту производства высококачественного вина контролируемого наименования, в том числе и по региональной принадлежности [148-151]. Для контроля подлинности вин по географическому признаку целесообразно использовать показатели, качественно и количественно определяемые факторами местности произрастания винограда, почвенно-климатическими условиями и процессами, протекающими на различных стадиях винификации. При этом наиболее характеристическими из них будут те критерии, изменчивость которых при постоянстве внешних факторов среды будет постоянной. В качестве таковых можно рассматривать различные физико-химические характеристики напитка (табл. 4): содержания макро- и микроэлементов, органических кислот, фенольных соединений, альдегидов, аминов, изотопов водорода, углерода, кислорода, стронция, цезия и других.

Выявление критериев подлинности и региональной принадлежности основано на получении большого массива данных об анализируемых объектах и последующей его обработке путем привлечения хемометрических алгоритмов, позволяющих выявить скрытые взаимосвязи между изучаемыми переменными и оценить вклад каждой из них в идентификационную мощность статистической модели. Для этих целей чаще всего применяют метод главных компонент (**МГК**), дискриминантный анализ (**ДА**), искусственные нейронные сети (**ИНС**), метод формального независимого моделирования аналогов классов (**SIMCA**), кластерный анализ (**КА**) (табл. 4).

Сочетание возможностей современных методов испытаний с хемометрическими методами позволяет с более высокой достоверностью идентифицировать вина по региональному признаку. Так, комбинированный анализ макро- и микроэлементов в вине, его органического профиля (состава и содержания в них фенолов, антоцианов, аминокислот), соотношения изотопов методами масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (**ИСП-МС**) и высокоэффективной жидкостной хроматографией с tandemным масс-спектрометрическим детектированием (**ВЭЖХ-МС/МС**) в сочетании с методами МГК, ДА и КА позволил с высокой достоверностью (до 100 %) опреде-

Таблица 3

## Классификация виноградных вин в странах ЕС

Категории качества	Принятое обозначение маркировки			
	Франция	Испания	Италия	Германия
Вина высокого качества установленного места производства (V.Q.P.R.D.– Vins de Qualite Produits dans des Regions Determinces) Виноградники, строго регламентированные по площади	A.O.C. (Appellation d'Origine Controlee – контролируемое наименование по месту происхождения, Appellation Controlee – контролируемое наименование, Appellation d'Origine Controlee Du Vin De Marque – контролируемое наименование по происхождению марочного вина)	D.O.C.a (Denominacion de Origen Calificada – контролируемое наименование по происхождению) D.O.C. (Denominacion de Origen – наименование по происхождению) Vin generoso – качественное вино Vino de mesa natural – натуральное сладкое вино	D.O.C.G (Denominazione di Origine Controllata с Garanzia – контролируемое и гарантируемое наименование по месту происхождения) D.O.C. (Denominazione di Origine Controllata – контролируемое наименование по происхождению) Vino D.O.C. natural – натуральное сладкое вино	Qualitats wein mit Prudicat (Q.m.P.– высококачественное вино с выдающимися свойствами) Qualitats wein garantierten Ursprungs – качественное вино гарантируемого происхождения Qualitat wein bestimmte Anbaugabiete (Q.b.A – региональное высокого качества)
Местные столовые вина, изготовленные из определенных сортов винограда, собранного в строго установленной местности	Vin de Pays	Vino de la Tierra	Indicazione Geografica Tipica	Land wein
Столовые вина. Вино, изготовленное из винограда различного происхождения	Vin de Table	Vino de Mesa	Vino de Tavola	Deutscher Tafelwein

лечь региональную принадлежность аргентинских вин [152]. Такой всесторонний анализ подлинности вин является достаточно представительным, но весьма дорогостоящим и его применение в целях идентификации ограничено.

При проведении марочной идентификации вина исследования осуществляют, как правило, по химическим маркерам аромата и вкуса, т.е. по характерному профилю вкусоароматических веществ (ароматических кислот, сложных эфиров, альдегидов и др.), обусловленному специфическими условиями произрастания винограда в данном винодельческом районе или марочными особенностями вина [60, 153].

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что для надежного установления качества

и подлинности вин необходимо проведение комплексного анализа и установление их специфических характеристик, позволяющие повысить достоверность результатов испытаний. Важным аспектом установления критериев качества и региональной принадлежности вин является разработка методических подходов, обладающих высокой достоверностью, базирующейся на результатах современных методов физико-химического анализа, математического моделирования и математической статистики.

Очень важной приоритетной проблемой аналитической химии вина остается также совершенствование и разработка современных методик их идентификации, анализа и контроля.

Таблица 4

Основные способы идентификации вин по региональной принадлежности

Объект	Место происхождения	Определяемые характеристики	Метод анализа	Метод обработки данных (классификация, %)	Критерии подлинности	Идентификационный признак	Литература
Вина (красные)	Галисия (Испания)	Na, K, Ca, Mg, Mn, Li	КЭ	КА, МГК, ДА (93 %), KNN (94 %), SIMCA (79 %)	Na, K, Ca, Mg, Mn, Li	регион	[154]
Вина (красные)	Италия	Al, B, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Rb, Zn, Ag, Ba, Cd, Ga, I, Li, Sc, Th, Ti, V, Zr, Eu, La, Lu, Nd, Pr, Sm, Tm, Yb, Be, Bi, Cu, Ge, Mo, Pb, Sb, Si, Sn, U, W	ААС, ИСП-МС	дисперсионный анализ, ДА, КА	Al, B, Ca, Fe, K, Mg, Mn, Rb, Zn, Ag, Ba, Cd, Ga, I, Li, Sc, Th, Ti, V, Zr, Eu, La, Lu, Nd, Pr, Sm, Tm, Yb	регион	[155]
Вина (красные)	Канарские острова (Испания)	K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Sr, Li, Rb	ААС, АЭС	МГК, ДА (94 %), ИНС (95 %)	Li, Sr, Mg, Mn, Ca, K, Fe, Zn Li, Sr, Mg, Mn	регион	[156]
Вина (красные)	Испания	As, Cd, Co, Cu, Ni, Pb, V, Al, B, Ba, Ca, Fe, K, Li, Mg, Mn, Na, Sr, Zn	ИСП-АЭС	МГК, ДА (97 %)	As, Cd, Cu, Pb, Li, Sr	регион	[157]
Вина (сладкие)	Канарские острова (Испания)	Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu	ААС	дисперсионный анализ, линейный корреляционный анализ, МГК, КА, ДА (100 %)	Na, K, Ca, Mg, Cu	регион	[158]
Вина (сухие и сладкие)	Канарские острова (Испания)	K, Na, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Sr, Li, Rb	ААС, АЭС	КА, ДА (100 %), SIMCA (100 %)	K, Na, Mn, Sr Sr, Zn, Li, Rb	регион	[159]
Вина (белые и красные)	Хорватия	Al, As, Ba, Be, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Se, Sr, Ti, V, Zn, U, Sn, Sb, Ga	ИСП-МС	дисперсионный анализ, МГК, КА, ДА (регион – 100 %, сорт – 96 %)	Al, As, Be, Li, Sr, Ti, Tl	регион	[160]
Вина (белые)	Германия	Li, B, Mg, Ca, V, Mn, Co, Fe, Zn, Rb, Sr, Cs, Pb	ИСП-МС	ДА (83 %), дерево решений (84 %)	Li, B, Mg, Fe, Zn, Sr, Cs, Pb Li, Zn, Mg, Sr	регион	[161]

Объект	Место происхождения	Определяемые характеристики	Метод анализа	Метод обработки данных (классификация, %)	Критерии подлинности	Идентификационный признак	Литература
Вина (красные)	Бразилия	Cu, Li, Rb, Na, K, Mn, Co, Ca, Sr, Be	ААС, ИСП-АЭС	МГК, КА	K, Mn, Rb, Sr	регион	[162]
Вина (красные)	Испания	Al, Ba, Cu, Fe, Mn, Sr, Zn, Ca, K, Na, Mg, Ni, Pb	ЭТААС, ИСП-АЭС	ДА (90 %), вероятностные нейронные сети (95%)	Zn, Ba, Pb, Na, Mg, Al (ДА)	регион	[163]
Вина (белые и красные)	Португалия	Al, As, В, Ва, Са, Со, Сu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, P, Pb, Sr, Zn	ИСП-МС	дисперсионный анализ, МГК, ДА (регион 98 %)	В, Ва, Mg, Mn, P, Zn	тип вина (белое, красное); регион	[164]
Вина (красные)	Южная Америка (Аргентина, Бразилия, Чили и Уругвай)	Al, Ag, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Gd, Ho, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nd, Ni, P, Pb, Pr, Rb, Sb, Sn, Se, Sm, Sr, Tb, Ti, Tm, U, V, Yb, Zn	ИСП-МС, ИСП-АЭС	МГК, КА, ДА (100 %)	Li, Mg, Rb, Ti, U	регион	[165]
Вина (красные)	Валенсия (Испания)	Al, Ba, Be, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, Dy, Er, Eu, Fe, Gd, Ho, K, La, Li, Lu, Mg, Mn, Mo, Na, Nd, Ni, Pb, Pr, Sc, Se, Sm, Sr, Tb, Ti, Tm, V, Y, Yb, Zn	ИСП-АЭС	КА, МГК, деревья классификации и регрессии (96 %), ДА (100 %)	Li, Mg, Ho, Fe, Sm	регион	[166]
Почва, вина (белые и красные)	Румыния	Cr, Ni, Rb, Sr, Ag, Zn, Mn, Cu, Co, V, Pb, Be	ИСП-МС	корреляционный анализ, МГК	Mn, Cr, Sr, Ag, Co	регион	[167]
Вина (молодые и выдержанные)	Испания	Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn, Na, K, Al, Sr	ААС, АЭС	МГК, КА, ДА (регион - 98 %; возраст - 94 %)	возраст - Mg, K, Sr, Zn, Mn; регион - Mg, Fe, Mn, Zn, Na	возраст, регион	[146]
Вина (белые и красные)	Южная Африка	Li, B, Na, Mg, Al, Si, Cl, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Ga, As, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Cd, Sn, Sb, Te, Cs, Ba, La, Ce, Nd, W, Ti, Pb, U	ИСП-МС	дисперсионный анализ, МГК, ДА (100 %)	Al, Mn, Rb, Ba, W, Ti	регион	[168]

Объект	Место происхождения	Определяемые характеристики	Метод анализа	Метод обработки данных (классификация, %)	Критерии подлинности	Идентификационный признак	Литература
Вина (белые)	Австралия, Новая Зеландия	спектр поглощения вин в областях 400–2500 нм, 400–4000 см <sup>-1</sup>	спектроскопия УФ, видимой, ИК области	МГК, SIMCA, ПЛС-ДА (86 %)	спектр поглощения в ИК-диапазоне длин волн	регион	[169]
Вина (белые)	Австралия, Новая Зеландия, Франция и Германия	спектр поглощения вин в области 400–2500 нм	спектроскопия видимой и ближней ИК-области	МГК, ПЛС-ДА (71-98 %), ДА (67-88 %)	спектр поглощения вин в области 400-2500 нм	регион	[170]
Вина	Чили	метаболический профиль	УВЭЖХ-ИЦР-МС с делением потока и использованием источника нанопотоковой электрораспылительной ионизации	КА, ДА, МГК	профиль	регион, сорт, возраст, качество	[147]
Вина (белые и красные)	Венгрия	биогенные амины, и аминокислоты	ионообменная хроматография	МГК, ДА	белые вина - аланин, γ-аминомасляная кислота, глицин, гистидин, лейцин, треонин; красные вина – глицин, пролин, общее содержание аминокислот	технология производства, регион, сорт, возраст	[171]
Вина (красные)	Италия	суммарное содержание полифенолов, изомеры ресвератрола и биогенные амины	спектrophотометрия, ВЭЖХ	дисперсионный анализ, ДА, КА	суммарное содержание полифенолов, цис-ресвератрол, транс-ресвератрол, гистамин, пулресцин, спермидин, триптамин, тирамин, этаноламин, кадаверин, агматин	регион	[172]

Объект	Место происхождения	Определяемые характеристики	Метод анализа	Метод обработки данных (классификация, %)	Критерии подлинности	Идентификационный признак	Литература
Вина (красные)	Австрия	фенолы и полифенолы	ВЭЖХ-МС/МС	канонический дискриминантный анализ (регион - 84 %, сорт – 65 %, год - 95 %)	галловая кислота, кафехин, кофейная кислота, эпикатехин, цис-п-кумаровая кислота, транс-п-кумаровая кислота, феруловая кислота, миррицевая кислота, миррицетин, цис-ресвератрол, транс-ресвератрол, кверцетин	регион, сорт, год	[173]
Вина (красные)	Испания	антоцианы	ВЭЖХ	МГК, корреляционный анализ, пошаговый ДА (регион – 100 %, сорт – 100 %)	регион: мальвадин 3-п-кумарил-глюкозид, сорт: мальваидин 3-ацетоглюкозид, делфинидин 3-ацетоглюкозид	регион, сорт	[174]
Вина (белые и красные)	Хорватия	суммарное содержание полифенолов; индивидуальные фенолы	спектрофотометрия, взвж	МГК, КА	катехин, миррицетин, кверцитрин, кверцетин, нарингенин, кемпферол, апигенин, транс-ресвератрол	тип вина (белое, красное); регион	[175]
Вина (красные, сухие)	Китай	фенольные соединения	ВЭЖХ-МС/МС	дисперсионный анализ, КА	фенольный профиль	регион	[176]

Объект	Место происхождения	Определяемые характеристики	Метод анализа	Метод обработки данных (классификация, %)	Критерии подлинности	Идентификационный признак	Литература
Вина (белые и красные)	Австралия	коричная кислота, винная кислота, галловая кислота, ванилина, галлокатехин, катехиновая кислота, катехин, эпигаллокатехин, кумариновая кислота, кофеиновая кислота, синаповая кислота, эпикатехин, миррицин, сиреневая кислота, пирогалицилин В, пирогалицилин А, ресвератрол-3-рацемат, ресвератрол-3-бета-гликозид, морин, мальвидин	ВЭЖХ, масс-спектрометрия высокого разрешения	МГК, ДА (Шардоне – 100 %, Каберне Совиньон – 91 %)	Шардоне: кумаровая кислота, галловая кислота, эпикатехин; Каберне Совиньон: винная кислота и ресвератрол	регион	[177]
Вина (красные)	Испания	Li, Na, K, Rb, Zn, Fe, Mn, Ni, Co, летучие и фенольные соединения	ААС, АЭС, ГХ, ВЭЖХ	КА, МГК, ДА (100%), KNN (98%), SIMCA (83%)	Li, Rb, Fe, эпикатехин, делфинидин	регион	[178]
Вина (белые и красные)	Швейцария	$^2\text{H}/^1\text{H}$ ; $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , Mn, Al, V, Ba, Ca, Fe, Mg, Na, Rb, Sr, Zn, этанол, рН, общая кислотность, летучие кислоты, яблочная кислота, фруктоза, винная кислота, молочная кислота, сукцинат, лимонная кислота, глицерин, 2,3-бутандиол, зольность, относительная плотность (d20).	ЯМР-спектроскопия, масс-спектрометрия изотопных отношений, ИСП-АЭС, ИСП-МС, ИК-фурье спектроскопия	ДА, дисперсионный анализ	все переменные	регион	[179]
Вина (красные)	Бразилия	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ; $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , Mg, Mn, Ca, Rb, Li	ААС, АЭС, масс-спектрометрия изотопных отношений	дисперсионный анализ, ДА (80 %)	$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , Mg, Rb	регион	[180]

Объект	Место происхождения	Определяемые характеристики	Метод анализа	Метод обработки данных (классификация, %)	Критерии подлинности	Идентификационный признак	Литература
Вина (столовые и крепленные)	Португалия, Франция	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	ИСП-МС	дисперсионный анализ	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	регион	[181]
Вина (красные)	Испания, Австралия	спектр поглощения вин в области 400-2500 нм	спектроскопия видимой и ближней ИК-области	МГК, ПЛС-ДА (94 %), ДА (77 %)	спектр поглощения вин в области 400-2500 нм	регион	[182]
Вина	Италия, Словения	зольность, винная, лимонная, янтарная кислоты; Al, B, Ba, Cu, Fe, Mn, Zn; $^1\text{H}$	эксклюзионная ВЭЖХ, ИСП-АЭС, ЯМР-спектроскопия	дисперсионный анализ, МГК, КА, ДА (100 %)	$^1\text{H}$	регион	[183]
Вина (красные)	Бразилия	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	масс-спектрометрия изотопных отношений	критерий Стьюдента, дисперсионный анализ	$^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$	регион	[184]
Вина (красные)	Бразилия	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , $^8\text{O}/^{16}\text{O}$ Mg, Mn, Ca, Rb, Li	масс-спектрометрия изотопных отношений, ААС, АЭС	дисперсионный анализ, ДА (76 %)	сорт ( $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ , Rb и Li), регион ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ , $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ )	сорт, регион	[185]
Вина (белые и красные), почвы	Россия	Al, Co, Cu, Mn, Ti, Zn, Ba, Rb	ИСП-АЭС	ДА	Al, Co, Cu, Mn, Ti, Zn, Ba, Rb	наименование, регион	[186]

Примечания: КЭ – капиллярный электрофорез; ААС – атомно-абсорбционная спектрометрия; ИСП-МС – масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой; АЭС – атомно-эмиссионная спектрометрия; ИСП-АЭС – атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой; ЭТААС – атомно-абсорбционная спектрометрия с электротермической атомизацией; УВЭЖХ-ИЦР-МС – ультравысокоэффективная жидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ионно-циклотронный резонанс); ВЭЖХ – высокоэффективная жидкостная хроматография; ВЭЖХ-МС/МС – высокоэффективная жидкостная хроматография с tandemным масс-спектрометрическим детектированием; ГХ – газовая хроматография; ЯМР-спектроскопия – спектроскопия ядерного магнитного резонанса; КА – кластерный анализ; МГК – метод формального независимого моделирования аналогов классов; ИНС – искусственные нейронные сети; ПЛС-ДА – дискриминантный анализ с помощью регрессии на латентные структуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Оганесянц Л.А., Панасюк А.Л. Статистические данные по мировому производству вина // *Виноделие и виноградарство*. 2007. № 2. С. 6-7.
2. Географические зоны производства вин и национальных коньяков (бренди) высокого качества на юге России / Е.А. Егоров [и др.]. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ; Просвещение-Юг, 2013. 155 с.
3. Агеева Н.М., Гугучкина Т.И. Идентификация и экспертиза виноградных вин и коньяков. Краснодар: ГНУ СКЗНИИСиВ; Просвещение-Юг, 2008. 174 с.
4. Косюра В.Т., Донченко Л.В., Надыкта В.Д. Основы виноделия. М.: ДеЛи принт, 2004. 440 с.
5. Демин Д.П., Зинченко В.И., Загоруйко В.А., Косюра В.Т. Пути повышения стабильности портвейнов // *Тр. Инта Магарач, Ялта*, 1991. С. 55-58.
6. Нилов В.И., Скурихин И.М. Химия виноделия и коньячного производства. М.: Пищепромиздат, 1960. 272 с.
7. Соболев Э.М. Технология натуральных и специальных вин. Майкоп: ГУРИПП «Адыгея», 2006. 400 с.
8. Нужный В.П. Современные представления о токсических и пищевых свойствах вина // *Виноград и вино России*. 1996. № 2. С. 29-32.
9. Савчук С.А. Контроль качества и идентификация подлинности коньяков хроматографическими методами // *Методы оценки соответствия*. 2006. № 8. С. 18-25.
10. Изменение компонентов химического состава хереса при его выдержке / Г.И. Козуб [и др.] // *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1982. № 1. С. 33-36.
11. Кишковский З.Н., Скурихин И.М. Химия вина. М.: Агропромиздат, 1988. С. 45-67.
12. Филиппович Ю.Б. Основы биохимии. М.: Агар, 1999. 507 с.
13. Якуба Ю.Ф. Аналитика и технология виноградных дистиллятов. М.: Изд. Московского университета, 2013. 168 с.
14. Production of 1,2-Propanediol from Glycerol in *Saccharomyces cerevisiae* / J. Joon-Young [et al.] // *J. Microbiol. Biotechnol.* 2011. V. 21, № 8. P. 846-853.
15. Особенности образования некоторых сложных эфиров при брожении виноградного сусла / С.С. Карпов [и др.] // *Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии*. 1982. № 2. С. 31-33.
16. Родопуло А.К. Основы биохимии виноделия. М: Легк. и пищ. пром-сть, 1983. 240 с.
17. Стабников В.Н. Перегонка и ректификация этилового спирта. М.: Пищ. пром-сть, 1969. 456 с.
18. Маринченко В.А., Смирнов В.А. Технология спирта. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1981. 416 с.
19. Струкова В.Е. Карбониламидные реакции и их интенсификация при тепловой обработке крепленых вин: автореф. канд. дисс... Краснодар, 1983. 26 с.
20. Шольц Е.П., Пономарев С.В. Технология переработки винограда. М.: Агропромиздат, 1990. 447 с.
21. Негруль А.М., Гордеева Л.Н., Калмыкова Т.И. Ампельграфия с основами виноградарства. Учеб. пособ. для технол. вузов. М.: Высшая школа, 1979. 199 с.
22. Perfil de aminoácidos libres de los vinos Albarino y Godello / M. Pazo [et al.] // *Alimfiitami*. 2004. V. 41, № 357. P. 111-117.
23. Христюк В.Т., Узун Л.Н., Барышев М.Г. Брожение виноградного сусла и мезги после их обработки электромагнитным полем крайне низкочастотного диапазона // *Изв. ВУЗов. Пищевая технология*. 2002. № 5-6. С. 43-44.
24. Herbert P., Barros P., Alves A. Detection of port wine imitation by discriminant analysis using free amino acids profiles // *Amer. J. Enol. And Viticult.* 2000. V. 51, № 3. P. 262-268.
25. Ough C. S., Stashak R. M. Further studies on proline concentration in grapes and wines // *Am. J. Enol. Vitic.* 1974. V. 25, № 1. P.7-12.
26. Якуба Ю.Ф. Прямое определение основных аминокислот вина // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. 2010. Т. 76, № 4. С. 12-14.
27. Якуба Ю.Ф. Прямое определение фенилаланина, триптофана и тирозина в винах // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов*. 2008. Т. 74, № 2. С. 15-18.
28. The colours, pigment and phenol contents of young port wines: Effects of cultivar, season and site / J. Bakker [et al.] // *Vitis*. 1986. V. 25. P. 40-52.
29. Varietal and geographic classification of French red wines in terms of pigments and flavonoid compounds / P. Etievant [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* 1988. V. 42. P. 39-54.
30. Red wine quality: Correlations between colour, aroma and flavor and pigment and other parameters of young Beaujolais / M. G. Jackson [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* 1978. V. 29. P. 715-727.
31. Joslyn M. A., Little A. Relation of type and concentration of phenolics to the color and stability of rose wines // *Am. J. Enol. Vitic.* 1967. V. 18. P. 138-148.
32. A preliminary study of noncoloured phenolics in wines of varietal white grapes (codega, gouveio and malvasia fina): effects of grape variety, grape maturation and technology of winemaking / R. Ramos [et al.] // *Food Chem.* 1999. V. 67. P. 39-44.
33. Валушко Г.Г. Биохимические основы технологии красных вин: автореф. дис.... д-ра техн. наук: Краснодар: Изд-во Краснодар, 1972. 74 с.
34. Survey of the free and conjugated myricetin and quercetin content of red wines of different geographical origins / M.S. McDonald [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* 1998. V. 46. P. 368-375.
35. Delgado R., Pedro M. Evolucion de la composicion fenolica de las uvas tintas durante la maduracion // *Alimentaria*. 2001. V. 38, № 326. P. 139-145.
36. Christie P.J., Alfenito M.R., Walbot V. Impact of low-temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings // *Planta*. 1994. V. 194. P. 541-549.
37. Macheix J.J., Sapis J.C., Fleuriet A. Phenolic compounds and polyphenoloxidase in relation to browning in grapes and wines // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 1991. V. 30. P. 441-486.
38. Graham T.L. Flavonoid and isoflavonoid distribution in developing soybean seedling tissue and in seed and root exudates // *Plant Physiol.* 1991. V. 95. P. 594-603.
39. Kliewer W.M. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of emperor grapes // *Am. J. Enol. Vitic.* 1977. V. 28. P. 96-103.
40. Тютюник В.И. Динамика антоцианов при созревании и хранении ягод некоторых стандартных и гибридных сортов винограда в предгорной зоне Крыма: автореф. дис.... канд. биол. наук. Кишинев: Изд-во Типограф. Газет. изд-ва Крымск. Обкома КП Украины, 1969. 21 с.
41. Yinrong Lu., Yeap Foo L. Unexpected rearrangement of pyranoanthocyanidins to furoanthocyanidins // *Tetrahedron Letters*. 2002. V. 43. P. 715-718.
42. Dallas C., Laureano O. Effect of SO<sub>2</sub> on the extraction of individual anthocyanins and colored matter of three Portuguese grape varieties during winemaking // *Vitis*. 1994. V. 33. P. 41-47.
43. Revilla I., Gonzalez-Sanjose M. Compositional changes during the storage of red wines treated with pectolytic enzymes: low molecular-weight phenols and flavan-3-ol derivative levels // *Food Chemistry*. 2003. V. 80. P. 205-214.

44. Preliminary studies on the use of dried grape stems in red winemaking / B. Piermattei [et al.] // *Vitis: Viticult.* 2000. V. 39, № 1-2. P. 4-46.
45. Оганесянц Л.А. Дуб и виноделие. М: Агропищепромиздат, 2001. 359 с.
46. Analysis for low molecular weight phenolic compounds in a red wine aged in oak chips / M. del Alamo Sanza [et al.] // *Anal. Chim. Acta.* 2004. V. 513. P. 229-237.
47. Effect of oxygenation on polyphenol changes occurring in the course of wine-making / V. Atanasova [et al.] // *Anal. Chim. Acta.* 2002. V. 458, № 1. P. 15-27.
48. Mateus N., De Freitas V. Evolution and stability of anthocyanin-derived pigments during port wine aging // *J. Agr. and Food Chem.* 2001. V. 49, № 11. P. 5217-5222.
49. Магомедов З.Б., Макуев Г.А. Красящие и фенольные вещества винограда устойчивых сортов и динамика их содержания в винах при выдержке // *Хранение и переработка сельхозсырья.* 2001. № 10. С. 51-50.
50. ГОСТ Р 55242-2012. Вина защищенных географических указаний и вина защищенных наименований места происхождения. Общие технические условия. М., 2013. 12 с.
51. ГОСТ Р 52523-2006. Вина столовые и виноматериалы столовые. Общие технические условия. М., 2008. 12 с.
52. ГОСТ Р 52195-2003. Вина ароматизированные. Общие технические условия. М., 2009. 8 с.
53. ГОСТ Р 52404-2005. Вина специальные и виноматериалы специальные. Общие технические условия. М., 2006. 8 с.
54. ГОСТ Р 51158-2009. Вина игристые. Общие технические условия. М., 2009. 8 с.
55. СанПиН 2.3.2.1078-01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. 144 с.
56. Николаева М.А., Положишникова М.А. Идентификация и обнаружение фальсификации продовольственных товаров: учебное пособие. М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. 464 с.
57. Holmberg L. Wine fraud // *International Journal of Wine Research.* 2010. V. 2. P. 105-113.
58. Martin G. J. The chemistry of chaptalization // *Endowour, New Series.* 1990. V. 14, № 3. P. 137-143.
59. The application of NMR and MS methods for detection of adulteration of wine, fruit juices, and olive oil. A review / N. Ogrinc [et al.] // *Anal. Bioanal. Chem.* 2003. V. 376. P. 424-430.
60. Савчук С.А., Власов В.Н. Идентификация винодельческой продукции методами высокоэффективной хроматографии и спектрометрии // *Виноград и вино России.* 2000. № 5. С. 5-13.
61. ГОСТ Р 51149-98. Продукты винодельческой промышленности. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение. М., 2009. 6 с.
62. ГОСТ Р 51074-2003. Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования. М., 2006. 23 с.
63. ГОСТ Р 51653-2000. Алкогольная продукция и сырье для ее производства. Метод определения объемной доли этилового спирта. М., 2009. 6 с.
64. ГОСТ 13192-73. Вина, виноматериалы и коньяки. Метод определения сахаров. М., 2011. 10 с.
65. ГОСТ Р 51621-2000. Алкогольная продукция и сырье для ее производства. Методы определения массовой концентрации титруемых кислот. М., 2009. 5 с.
66. ГОСТ Р 51654-2000. Алкогольная продукция и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации летучих кислот. М., 2009. 7 с.
67. ГОСТ Р 51620-2000. Алкогольная продукция и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации приведенного экстракта. М., 2009. 6 с.
68. ГОСТ Р 52391-2005. Продукция винодельческая. Метод определения массовой концентрации лимонной кислоты. М., 2007. 8 с.
69. ГОСТ Р 51655-2000. Алкогольная продукция и сырье для ее производства. Метод определения массовой концентрации свободного и общего диоксида серы. М., 2009. 6 с.
70. ГОСТ Р 51766-2001. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения мышьяка. М., 2011. 10 с.
71. ГОСТ Р 51823-2001. Алкогольная продукция и сырье для ее производства. Метод инверсионно-вольтамперометрического определения содержания кадмия, свинца, цинка, меди, мышьяка, ртути, железа и общего диоксида серы. М., 2009. 18 с.
72. ГОСТ 26927-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути. М., 2010. 15 с.
73. ГОСТ 26930-86. Сырье и продукты пищевые. Метод определения мышьяка. М., 2010. 6 с.
74. ГОСТ 26932-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения свинца. М., 2010. 11 с.
75. ГОСТ 26933-86. Сырье и продукты пищевые. Методы определения кадмия. М., 2010. 10 с.
76. ГОСТ 30178-96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. М., 2010. 8 с.
77. ГОСТ 30538-97. Продукты пищевые. Методика определения токсичных элементов атомно-эмиссионным методом. М., 2010. 27 с.
78. Панасюк А.Л., Бабаева М. И. Критерии качества белых вин Нового Света / *Виноделие и виноградарство.* 2013. № 5. С. 22-24.
79. Точилина Р.П. О совершенствовании методов идентификации винодельческой продукции // *Виноделие и виноградарство.* 2007. № 2. С. 14-15.
80. Точилина Р.П. Качество винодельческой продукции и проблемы ее идентификации // *Виноград и вино России.* 2001. № 3. С. 8-9.
81. ГОСТ Р 52813-2007. Продукция винодельческая. Методы органолептического анализа. М., 2008. 13 с.
82. ГОСТ Р ИСО 3972-2005. Органолептический анализ. Методология. Метод исследования вкусовой чувствительности. М., 2006. 7 с.
83. Математическое моделирование зависимостей качества столовых вин от физико-химических показателей / Г.К. Кушнерева [и др.] // *Виноделие и виноградарство.* 2011. № 4. С. 18-21.
84. Вина и алкогольные напитки. Директивы и регламенты Европейского Союза. М.: ИПК Издательство стандартов, 2000. 616 с.
85. International Organisation of Vine and Wine [Электронный ресурс]: <http://www.oiv.int/> (дата обращения 02.07.14).
86. Способ определения качества виноградного вина / Якуба Ю.Ф., Гугучкина Т.И., Агеева Н.М., Лопатина Л.М. Пат. 2310192 Рос. Федерация; № 2005130462/13; заявл. 30.09.2005; опубл. 10.11.2007. Бюл. № 31.
87. Кушнерева Е.В., Гугучкина Т.И. Разработка критериев подлинности природно-полусладких и природно-полусухих вин // *Известия вузов. Пищевая технология.* 2012. № 5-6. С. 70-72.
88. Показатели «зола и ее щелочность» в системе критериев подлинности столовых вин / А.Л. Панасюк [и др.] // *Виноделие и виноградарство.* 2011. № 1. С. 20-21.

89. Cliff M.A., King M.C., Schlosser J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines // *Food Research International*. 2007. V. 40. P. 92-100.
90. G. González, E.M. Peña-Méndez. Multivariate data analysis in classification of must and wine from chemical measurements // *Eur. Food Res. Technol.* 2000. V. 212. P. 100-107.
91. Разработка критериев для определения аутентичности виноградных вин / Л.В. Лунина [и др.] // *Партнеры и конкуренты*. 2005. № 5. С. 27-29.
92. Агеева Н.М., Гугучкина Т.И., Марковский М.Г. Еще раз о фальсификации виноградных вин // *Виноделие и виноградарство*. 2002. № 4. С. 22-23.
93. Валгина Л.В., Жирова В.В., Смирнова Е.А. Идентификация винодельческой продукции // *Виноделие и виноградарство*. 2010. № 1. С. 10-11.
94. Сенькина З.Е., Арбузов В.Н., Алешкин Б.М. Инструментальные методы анализа для идентификации виноградных вин // *Виноделие и виноградарство*. 2004. № 1. С. 25-27.
95. Дергунов А.В., Лопин С.А., Ильяшенко О.И. Влияние биохимического состава виноматериалов из белых перспективных сортов винограда на качество винодельческой продукции // *Виноделие и виноградарство*. 2012. № 4. С. 22-25.
96. Валгина Л.А. Разработка комплексной товароведной оценки и идентификации столовых полусладких вин: дис.... канд. техн. наук: 05.18.15. М., 2011. 147 с.
97. Содержание 5-гидроксиметилфурфуrolа как дополнительный показатель качества алкогольной продукции / А.Б. Ларионов [и др.] // *Виноделие и виноградарство*. 2013. № 5. С. 25-27.
98. Способ определения качества столового виноградного вина / Якуба Ю.Ф., Гугучкина Т.И., Агеева Н.М., Лопатина Л.М., Лунина Л.В. Пат. 2312342 Рос. Федерация; № 2005130463/13; заяв. 30.09.2005; опубл. 10.12.2007. Бюл. № 34.
99. Способ определения натуральности белых вин / Соболев Э.М., Кудлай Д.В. Пат. 2271000 Рос. Федерация; № 2004125716/13; заявл. 23.08.2004; опубл. 27.02.2006. Бюл. № 6.
100. Определение содержания полиолов методом ГХ-МС без экстракции для оценки качества столовых вин / Н.Н. Сарварова [и др.] // *Виноделие и виноградарство*. 2012. № 6. С. 16-20.
101. Контролируемые показатели натуральных вин. Белые вина Чили / А.Л. Панасюк [и др.] // *Виноделие и виноградарство*. 2008. № 4. С. 8-11.
102. Якуба Ю.Ф., Ложникова М.С. Совершенствование аналитического контроля винодельческой продукции // *Аналитика и контроль*. 2011. Т. 15, № 3. С. 309-312.
103. Определение содержания биогенных аминов в виноградных винах / Е.В. Кушнерева [и др.] // *Известия вузов. Пищевая технология*. 2012. № 1. С. 106-108.
104. Biogenic amines content as a measure of the quality of wines of Abruzzo (Italy) / M. Martuscelli [et al.] // *Food Chemistry*. 2013. V. 140. P. 590-597.
105. Leitro M. C., Marques A. P., San Romro M. V. A survey of biogenic amines in commercial Portuguese wines // *Food Control*. 2005. V. 16. P. 199-204.
106. Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage / E.H. Soufleros [et al.] // *Food Chem.* 2003. V. 80, № 2. P. 261-273.
107. Захарова А.М., Карцова Л.А., Гринштейн И.Л. Определение органических кислот, углеводов и подсластителей в пищевых продуктах и биологически активных добавках методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // *Аналитика и контроль*. 2013. Т. 17, № 2. С. 204-210.
108. ГОСТ Р 52841-2007. Продукция винодельческая. Определение органических кислот методом капиллярного электрофореза. М., 2008. 7 с.
109. Скорбанова Е.А., Кайряк Н. Ф., Мамакова З. А. Современные методики выявления фальсифицированных вин // *Виноделие и виноградарство*. 2005. № 6. С. 26-27.
110. Jackowitz J.N., Mira de Orduca R. Survey of SO<sub>2</sub> binding carbonyls in 237 red and white table wines // *Food Control*. 2013. V. 32. P. 687-692.
111. Бодорев М.М., Субботин Б.С. Хроматографический анализ ароматических кислот и альдегидов в винах // *Виноделие и виноградарство*. 2001. № 1. С. 19-21.
112. Положишникова М.А., Перельгин О.Н. Определение биологической ценности и идентификация красных виноградных вин по содержанию флаванолов и фенолкарбоновых кислот // *Виноделие и виноградарство*. 2005. № 6. С. 22-24.
113. Bridle P., Garcia-Viguera C. A simple technique for the detection of red wine adulteration with elderberry pigments // *Food Chemistry*. 1996. V. 55, № 2. P. 111-113.
114. К проблеме идентификации вин. Влияние пентоз на общее содержание сахаров в столовых винах / Р.П. Точилина [и др.] // *Виноделие и виноградарство*. 2011. № 1. С. 13.
115. ГОСТ Р 53193-2008. Напитки алкогольные и безалкогольные. Определение кофеина, аскорбиновой кислоты, консервантов и подсластителей методом капиллярного электрофореза М., 2010. 11 с.
116. Gas Chromatographic/Mass Spectrometric Determination of 3-Methoxy-1,2-Propanediol and Cyclic Diglycerols, By-Products of Technical Glycerol, in Wine: Interlaboratory Study / C. Fauhl [et al.] // *Journal of AOAC International*. 2004. V. 87, № 5. P. 1179-1188.
117. Glycerol in South African Table Wines: An Assessment of its Relationship to Wine Quality / H.H. Nieuwoudt [et al.] // *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2002. V. 23, № 1. P. 22-30.
118. ГОСТ Р 53154-2008. Вина и виноматериалы. Определение синтетических красителей методом капиллярного электрофореза М., 2009. 11 с.
119. Качественный и количественный анализ элементов в винах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой / В.М. Жиров [и др.] // *Виноделие и виноградарство*. 2012. № 6. С. 30-31
120. Масс-спектрометрия стабильных изотопов кислорода <sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O в винодельческой продукции для установления ее подлинности / А.Ю. Колеснов [и др.] // *Виноделие и виноградарство*. 2012. № 6. С. 10-15.
121. Способ определения происхождения органических оксикислот в винах и сокодержущих напитках // Жирова В.В., Кузьмина Е.И., Зякун А.М., Панасюк А.Л., Оганесян Л.А., Захарченко В.Н. Пат. 2487348 Рос. Федерация; № 2012125180/15; заявл. 19.06.2012; опубл. 10.07.2013. Бюл. № 19. 12 с.
122. Calderone G., Guillou C. Analysis of isotopic ratios for the detection of illegal watering of beverages // *Food Chemistry*. 2008. V. 106. P. 1399-1405.
123. Intrinsic ratios of glucose, fructose, glycerol and ethanol <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C isotopic ratio determined by HPLC-co-IRMS: toward determining constants for wine authentication / F. Guyon [et al.] // *Anal. Bioanal. Chem.* 2011. V. 401. P. 1551-1558.

124. Cabañero A.I., Recio J.L., Rupérez M. Isotope ratio mass spectrometry coupled to liquid and gas chromatography for wine ethanol characterization // *Rapid Commun. Mass Spectrom.* 2008. V. 22. P. 3111-3118.
125. Cabañero A.I., Recio J.L., Rupérez M. Simultaneous stable carbon isotopic analysis of wine glycerol and ethanol by liquid chromatography coupled to isotope ratio mass spectrometry // *J. Agric. Food Chem.* 2010. V. 58. P. 722-728.
126. Stable isotope analysis in grape products: <sup>13</sup>C-based internal standardization methods to improve the detection of some types of adulterations / G. Versini [et al.] // *Analytica Chimica Acta.* 2006. V. 563. P. 325-330.
127. Кравченко С.Н., Каган Е.С., Столетова А.А. Разработка математической модели оценки качества продукции // *Известия вузов. Пищевая технология.* 2011. № 4. С. 105-109.
128. Перельгин О.Н. Установление подлинности сухих виноградных вин на основе физико-химических показателей: дис. ... канд. техн. наук: 05.18.15. М., 2004. 140 с.
129. Multivariate discrimination of wines with respect to their grape varieties and vintages / A.J. Charlton [et al.] // *Eur. Food Res. Technol.* 2010. V. 231. P. 733-743.
130. Use of SNIF-NMR and IRMS in combination with chemometric methods for the determination of chaptalisation and geographical origin of wines (the example of Slovenian wines) / I. J. Kosir [et al.] // *Analytica Chimica Acta.* 2001. V. 429. P. 195-206.
131. Гаврилина В.А. Методология контроля вина распознаванием: дис. ... д-ра техн. наук: 05.11.13. Орел, 2013. 259 с.
132. Способ идентификации объекта путем построения его характеристического электрофоретического профиля / Сидорова А.А., Ганжа О.В. Пат. 2327978 Рос. Федерация; № 2006118233/28; заявл. 22.05.2006; опубл. 27.06.2008. Бюл. № 18. 7 с.
133. Способ установления натуральности вина / Агеева Н.М., Гугучкина Т.И., Якуба Ю.Ф. Пат. 2156976 Рос. Федерация; № 98121220/13; заявл. 30.11.1998; опубл. 27.09.2000.
134. Оценка качества специальных вин «Анапа крепкое» и «Кагор» / В.А. Маркосов [и др.] // *Виноград и вино России.* 2001. № 4. С. 45-46.
135. Применение метода главных компонент для идентификации и сравнения натуральных вин. Часть 2. Критерии идентичности и подобия красных сухих вин при использовании комбинации метода главных компонент и ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием / В.А. Гаврилина [и др.] // *Виноделие и виноградарство.* 2007. № 3. С. 30-32.
136. Петров В.И. Разработка схемы идентификации натуральных вин по результатам их мультиэлементного анализа: дисс. ... канд. хим. наук: 02.00.02. Краснодар, 2013. 157 с.
137. Арамина А.А., Садовой В.В. Оценка соответствия винодельческой продукции нормативным требованиям // *Известия вузов. Пищевая технология.* 2011. № 5-6. С. 92-94.
138. Amino acid profiles and quantitative structure–property relationship models as markers for Merlot and Tortonnes wines / P.R. Duchowicz [et al.] // *Food Chemistry.* 2013. V. 140. P. 210–216.
139. Ultraviolet–visible spectroscopy and pattern recognition methods for differentiation and classification of wines / M. Urbano [et al.] // *Food Chemistry.* 2006. V. 97. P. 166-175.
140. Determination of the Age of Sherry Wines by Regression Techniques Using Routine Parameters and Phenolic and Volatile Compounds / D.A. Guilln [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* 2005. V. 53. P. 2412-2417.
141. Гержикова В.Г., Загоруйко В.А. Методы контроля качества винодельческой продукции // *Виноделие и виноградарство.* 2003. № 5. С. 24-26.
142. Multivariate differentiation of Spanish red wines according to region and variety / I. Arozarena [et al.] // *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 2000. V. 80. P. 1909-1917.
143. Ступакова Р.К., Сергеев Е.Н. Контроль качества вина // *Виноделие и виноградарство.* 2001. № 4. С. 15.
144. Multivariate data analysis in classification of musts and wines of the same variety according to vintage year / R. Seeber [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* 1991 V. 39, № 10. P. 1764-1769.
145. In-Depth Search Focused on Furans, Lactones, Volatile Phenols, and Acetals As Potential Age Markers of Madeira Wines by Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography with Time-of-Flight Mass Spectrometry Combined with Solid Phase Microextraction / R. Perestrelo [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* 2011. V. 59. P. 3186-3204.
146. Metal content in southern Spain wines and their classification according to origin and ageing / P. Paneque [et al.] // *Microchemical Journal.* 2010. V. 94. P. 175-179.
147. Discrimination of wine attributes by metabolome analysis / A. Cuadros-Inostroza [et al.] // *Analytical Chemistry.* 2010. V. 82. P. 3573-3580.
148. Хибахов Т.С. Основные условия развития качественного виноделия // *Виноделие и виноградарство.* 2011. № 5. С. 8-9.
149. Галицкая Ю.Н., Мартынова Т.А. Перспективы развития предприятий винодельческой отрасли Кубани // *Известия вузов. Пищевая технология.* 2006. № 4. С. 9-12.
150. Кайшев В.Г., Усачев А.М. Виноградарство и виноделие России. Развитие производства за 1999-2003 гг., проблемы и перспективы // *Виноделие и виноградарство.* 2004. № 2. С. 4-8.
151. Толоков Н.П. Правовое регулирование наименований вин по происхождению в России // *Виноделие и виноградарство.* 2005. № 2. С. 9-10.
152. Fingerprints for Main Varieties of Argentinean Wines: Terroir Differentiation by Inorganic, Organic, and Stable Isotopic Analyses Coupled to Chemometrics / R. Paola-Naranjo [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* 2011. V. 59. P. 7854-7865.
153. Instrumental and sensory analysis of Greek wines; implementation of principal component analysis (PCA) for classification according to geographical origin / S Kallithraka [et al.] // *Food Chemistry.* 2001. V. 73. P. 501-514.
154. Analysis of some metals in wine by means of capillary electrophoresis. Application to the differentiation of Ribeira Sacra Spanish red wines / M. Nuñez [et al.] // *Analisis.* 2000. V. 28. P. 432-437.
155. Analysis of trace elements in southern Italian wines and their classification according to Provenance / F. Galgano [et al.] // *LWT – Food Science and Technology.* 2008. V. 41. P. 1808-1815.
156. Application of multivariate analysis and artificial neural networks for the differentiation of red wines from the Canary Islands according to the Island of origin / C. Diaz [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry.* 2003. V. 51. P. 4303-4307.
157. Characterization of “Ribera del Guadiana” and “Mijntrida” Spanish red wines by chemometric techniques based on their mineral contents / G. Garcia-Rodriguez [et al.] // *Journal of Food and Nutrition Research.* 2011. V. 50, № 1. P. 41-49.
158. Classification and differentiation of bottled sweet wines of Canary Islands (Spain) by their metallic content / S. Frias [et al.] // *Eur. Food Res Technol.* 2001. V. 213. P. 145-149.

159. Classification of commercial wines from the Canary Islands (Spain) by chemometric techniques using metallic contents / S. Frias [et al.] // *Talanta*. 2003. V. 59. P. 335-344.
160. Kruzlicova D., Fiket Ž., Kniewald G. Classification of Croatian wine varieties using multivariate analysis of data obtained by high resolution ICP-MS analysis // *Food Research International*. 2013. V. 54. P. 621-626.
161. Classification of German white wines with certified brand of origin by multielement quantitation and pattern recognition techniques / M. Del Mar Castiñeira Gómez [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* 2004. V. 5. P. 2962-2974.
162. Detection of the origin of Brazilian wines based on the determination of only four elements using high-resolution continuum source flame AAS / W. Boschetti [et al.] // *Talanta*. 2013. V. 111. P. 147-155.
163. Differentiation of two Canary DO red wines according to their metal content from inductively coupled plasma optical emission spectrometry and graphite furnace atomic absorption spectrometry by using Probabilistic Neural Networks / I. M. Moreno [et al.] // *Talanta*. 2007. V. 72. P. 263-268.
164. Elemental analysis for categorization of wines and authentication of their certified brand of origin / S.M. Rodrigues [et al.] // *Journal of Food Composition and Analysis*. 2011. V. 24, № 4-5. P. 548-562.
165. Elemental analysis of wines from South America and their classification according to country / F.R.S. Bentlin [et al.] // *Journal of the Brazilian Chemical Society*. 2011. V. 22, № 2. P. 327-336.
166. Elemental fingerprint of wines from the protected designation of origin Valencia / A. Gonzalez [et al.] // *Food Chemistry*. 2009. V. 112. P. 26-34.
167. Geographical origin identification of Romanian wines by ICP-MS elemental analysis / I. Geana [et al.] // *Food Chemistry*. 2013. V. 138. P. 1125-1134.
168. Multi-element analysis of South African wines by ICP-MS and their classification according to geographical origin / P. P. Coetzee [et al.] // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2005. V. 53. P. 5060-5066.
169. Can spectroscopy geographically classify Sauvignon Blanc wines from Australia and New Zealand? / D. Cozzolino [et al.] // *Food Chemistry*. 2011. V. 126. P. 673-678.
170. Preliminary study on the application of visible–near infrared spectroscopy and chemometrics to classify Riesling wines from different countries / L. Liu [et al.] // *Food Chemistry*. 2008. V. 106. P. 781-786.
171. Heberger K., Csomos E., Simon-Sarkadi S.L. Principal component and linear discriminant analyses of free amino acids and biogenic amines in hungarian wines // *J. Agric. Food Chem.* 2003. V. 51. P. 8055-8060.
172. Authentication of Italian red wines on the basis of the polyphenols and biogenic amines / F. Galgano [et al.] // *European Food Research and Technology*. 2011. V. 232. P. 889-897.
173. LC-MS/MS analysis of phenols for classification of red wine according to geographic origin, grape variety and vintage / L. Jaitz [et al.] // *Food Chemistry*. 2010. V. 122. P. 366-372.
174. Differentiation of some Spanish wines according to variety and region based on their anthocyanin composition / I. Arozarena [et al.] // *European Food Research and Technology*. 2000. V. 212. P. 108-112.
175. Rastija V., Srečnik G., Marica-Medić-Šarić. Polyphenolic composition of Croatian wines with different geographical origins // *Food Chemistry*. 2009. V. 115. P. 54-60.
176. Comparison on phenolic compounds in *Vitis vinifera* cv. Cabernet Sauvignon wines from five wine-growing regions in China / Z. Li [et al.] // *Food Chemistry*. 2011. V. 125. P. 77-83.
177. Geographical classification of some Australian wines by discriminant analysis using HPLC with UV and chemiluminescence detection / S. A. Bellomario [et al.] // *Talanta*. 2009. V. 80. P. 833-838.
178. Characterization of Galician (NW Spain) Ribeira Sacra wines using pattern recognition analysis / S. Rebol [et al.] // *Analytica Chimica Acta*. 2000. V. 417. P. 211-220.
179. Characterization of Swiss vineyards using isotopic data in combination with trace elements and classical parameters / G. Gremaud [et al.] // *Eur. Food Res. Technol.* 2004. V. 219. P. 97-104.
180. Determination of the geographical origin of Brazilian wines by isotope and mineral analysis / S.V. Dutra [et al.] // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. 2011. V. 401. P. 1571-1576.
181. Almeida C.M., Vasconcelos M.T.S.D. ICP-MS determination of strontium isotope ratio in wine in order to be used as a fingerprint of its regional origin // *J. Anal. At. Spectrom.* 2001. V. 16. P. 607-611.
182. Geographic Classification of Spanish and Australian Tempranillo Red Wines by Visible and Near-Infrared Spectroscopy Combined with Multivariate Analysis / L. Liu [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* 2006. V. 54. P. 6754-6759.
183. Chemometric Classification of Apulian and Slovenian Wines Using <sup>1</sup>H NMR and ICP-OES Together with HPICE Data / M. A. Brescia [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* 2003. V. 51. P. 21-26.
184. Geographic origin of southern Brazilian wines by carbon and oxygen isotope analyses / L. Adami [et al.] // *Rapid Communications in Mass Spectrometry*. 2010. V. 24, № 20. P. 2943-2948.
185. Characterization of wines according the geographical origin by analysis of isotopes and minerals and the influence of harvest on the isotope values / S.V. Dutra [et al.] // *Food Chemistry*. 2013. V. 141, № 3. P. 2148-2153.
186. Идентификация вин по региональной принадлежности на основе мультиэлементного анализа методом АЭС-ИСП / А.А. Каунова [и др.] // *Журнал аналитической химии*. 2013. Т. 68. № 9. С. 917-922.

## GRAPE WINES, PROBLEMS WITH THE EVALUATION OF THEIR QUALITY AND REGIONAL ORIGIN

**Yu.F. Yakuba<sup>1</sup>, A.A. Kaunova<sup>2</sup>, Z.A. Temerdashev<sup>2</sup>, V.O. Titarenko<sup>2</sup>,  
A.A. Khalaphyan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>North Caucasian Regional Research Institute of Horticulture and Viticulture of the Russian Academy of Agricultural Sciences,  
39, ul.40 let Pobedy, Krasnodar, 350901, Russian Federation  
globa2001@mail.ru

<sup>2</sup>Kuban State University,  
149, ul. Stavropol'skaya, Krasnodar, 350040, Russian Federation  
temza@kubsu.ru

The analysis of articles and normative documents for quality control and regional origin of wines was carried out. Chemical composition of the grapes and the wine has been considered, qualitative and quantitative changes during vinification, maturation and aging of wine were shown. Determined the foundational groups of compounds, contents and ratios which determine the qualitative characteristics of wines and have an important role in the formation of aroma and taste of the drink. Discussed the development background of the counterfeit products market and wine falsification methods. The analysis of scientific literature and regulatory framework governing the quality of the wines on the territory of Russia and the European Union and the existing approaches to determine their authenticity was conducted, and the advantages and disadvantages were shown. Discussed the examples of using different criteria for the establishment of natural and adulterated wines, as well as talked about the approaches to identify and create a comprehensive system of wine production quality evaluation using the methods of physicochemical analysis. The main methodological approaches to establish wine regional origin, combining the capabilities of modern methods of analysis, mathematical modeling and statistics were analyzed and practical examples of their use were included.

**Keywords:** wine, methods of analysis, quality, authenticity, regional origin, falsification, mathematical modeling.

### REFERENCES

- Oganesiants L.A., Panasiuk A.L. [Statistical data on world production of wine]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2007, no. 2, pp. 6-7 (in Russian).
- Egorov E.A., Guguchkina T.I., Adzhiev A.M., Oseledtseva I.V. *Geograficheskie zony proizvodstva vin i natsional'nykh kon'iakov (brendi) vysokogo kachestva na iuge Rossii* [Geographical areas and national wine production of cognac (brandy) High quality in southern Russia]. Krasnodar: GNU SKZNIISiV; Prosveshchenie-lug, 2013. 155 p. (in Russian).
- Ageeva N.M., Guguchkina T.I. *Identifikatsiia i ekspertiza vinogradnykh vin i kon'iakov* [Identification and examination of wines and brandies]. Krasnodar: GNU SKZNIISiV; Prosveshchenie-lug, 2008. 174 p. (in Russian).
- Kosiura V.T., Donchenko L.V., Nadykta V.D. *Osnovy vinodeliia* [Basics of wine]. Moscow, DeLi print, 2004. 440 p. (in Russian).
- Demin D.P., Zinchenko V.I., Zagoruiko V.A., Kosiura V.T. [Ways to improve the stability of port wines]. *Trudy In-ta Magarach* [Proceedings. Magaraci Institute], 1991, pp. 55-58 (in Russian).
- Nilov V.I., Skurikhin I.M. *Khimiia vinodeliia i kon'iachnogo proizvodstva* [Chemistry of winemaking and cognac production]. Moscow, Pishchepromizdat. 1960. 272 p. (in Russian).
- Sobolev E.M. *Tekhnologiiia natural'nykh i spetsial'nykh vin* [Technology of natural and special wines]. Maikop: GURIPP «Adugeia», 2006. 400 p. (in Russian).
- Nuzhnyi V.P. [Modern ideas about the toxic properties of wine and food]. *Vinograd i vino Rossii* [Grapes and wine Russia], 1996, no. 2, pp. 29-32 (in Russian).
- Savchuk S.A. [Quality control and identification authentication cognacs chromatographic methods]. *Metody otsenki sootvetstviia* [Methods for assessing compliance], 2006, no. 8, pp. 18-25 (in Russian).
- Kozub G.I., Mamakova Z.A., Skorbanova E.A., Maksimova A.S. [Changing components of the chemical composition of sherry at his endurance]. *Sadovodstvo, vinogradarstvo i vinodelie Moldavii* [Horticulture, viticulture and winemaking Moldova], 1982, no. 1, pp. 33-36 (in Russian).
- Kishkovskii Z.N., Skurikhin I.M. *Khimiia vina* [Wine chemistry]. Moscow, Agropromizdat, 1988. P. 45-67 (in Russian).
- Filippovich Iu.B. *Osnovy biokhimii* [Fundamentals of Biochemistry]. Moscow, Agar, 1999. 507 p. (in Russian).
- Iakuba Iu. F. *Analitika i tekhnologiiia vinogradnykh distilliatov* [Research and Technology grape distillates]. Moscow, Moscow University Publ., 2013. 168 p. (in Russian).
- Joon-Young J., Yun H. S., Lee J., Oh M.-K. Production of 1,2-Propanediol from Glycerol in *Saccharomyces cerevisiae*. *J. Microbiol. Biotechnol.*, 2011, vol. 21, no. 8, pp. 846-853. doi: 10.4014/jmb.1103.03009.
- Karpov S.S., Valuiiko G.G., Nalimova A.A., Keptine A.I. [Some features of the formation of esters during fermentation of grape must]. *Sadovodstvo, vinogradarstvo i vinodelie Moldavii* [Horticulture, viticulture and winemaking Moldova], 1982, no. 2, pp. 31-33 (in Russian).
- Rodopulo A.K. *Osnovy biokhimii vinodeliia* [Fundamentals of Biochemistry winemaking]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1983. 240 p. (in Russian).
- Stabnikov V.N. *Peregonka i rektifikatsiia etilovogo spirita* [Distillation and Rectification of ethyl alcohol]. Moscow, Pishchevaia Promyshlennost' Publ., 1969. 456 p. (in Russian).

18. Marinchenko V.A., Smirnov V.A. *Tekhnologiya spirita* [Technology of alcohol]. Moscow, Legkaia i pishchevaia promyshlennost' Publ., 1981. 416 p. (in Russian).
19. Strukova V.E. *Karbonilamidnye reaktsii i ikh intensivatsiia pri teplovoi obrabotke kreplennykh vin*. Avtoref. diss. kand. [Reaction of carbonilamid and their intensification during the thermal treatment of fortified wines. Cand. sci. diss. abstract.]. Krasnodar, 1983. 26 p. (in Russian).
20. Shol'ts E.P., Ponomarev S.V. *Tekhnologiya pererabotki vinograda* [Technology conversion of grapes]. Moscow, Agropromizdat, 1990. 447 p. (in Russian).
21. Negrul' A.M., Gordeeva L.N., Kalmykova T.I. *Ampelografiia s osnovami vinogradarstva. Uchebnoe posobie dlia tekhnolog. vuzov* [Ampelography the basics of viticulture. Textbook for technological universities]. Moscow, Vysshiaia shkola Publ., 1979. 199 p. (in Russian).
22. Pazo M., Almitfro E., Traveao C. Perfil de ammoacidos libres de los vinos Albarino y Godello. *Alimfiitami*, 2004, vol. 41, no 357, pp. 111-117.
23. Khristiuk V.T., Uzun L.M., Baryshev M.G. [Ferment grape juice and pulp after treatment with extremely low frequency electromagnetic field range]. *Izvestiia vuzov. Pishchevaia tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology], 2002, no. 5-6, pp.43-44 (in Russian).
24. Herbert P., Barros P., Alves A. Detection of port wine imitation by discriminant analysis using free amino acids profiles. *Amer. J. Enol. And Viticult.*, 2000, vol. 51, no.3, pp. 262-268.
25. Ough C.S., Stashak R.M. Further studies on proline concentration in grapes and wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1974, vol. 25, no. 1, pp. 7-12.
26. Iakuba Iu.F. [Direct determination of the basic amino acids of wine]. *Zavodskaiia laboratoria. Diagnostika materialov* [Industrial Laboratory. Diagnostics of materials], 2010, vol. 76, no. 4, pp.12-14 (in Russian).
27. Iakuba Iu.F. [Direct determination of phenylalanine, tryptophan and tyrosine residues in wines]. *Zavodskaiia laboratoria. Diagnostika materialov* [Industrial Laboratory. Diagnostics of materials], 2008, vol. 74, no. 2, pp. 15-18 (in Russian).
28. Bakker J., Bridle P., Timberlake C.F. The colours, pigment and phenol contents of young port wines: Effects of cultivar, season and site. *Vitis*, 1986, vol. 25, pp. 40-52.
29. Etievant P., Schlich P., Bertrand A. Varietal and geographic classification of French red wines in terms of pigments and flavonoid compounds. *J. Sci. Food Agric.*, 1988, vol. 42, pp. 39-54.
30. Jackson M.G., Timberlake C.F., Bridle P. Red wine quality: Correlations between colour, aroma and flavor and pigment and other parameters of young Beaujolais. *J. Sci. Food Agric.*, 1978, vol. 29, pp. 715-727.
31. Joslyn M. A., Little A. Relation of type and concentration of phenolics to the color and stability of rose wines. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1967, vol. 18, pp. 138-148.
32. Ramos R.A., Andrade P.B., Seabra R., Pereira C., Ferreira M.A., Faia M.A. Preliminary study of noncoloured phenolics in wines of varietal white grapes (codega, gouveio and malvasia fina): effects of grape variety, grape maturation and technology of winemaking. *Food Chem.*, 1999, vol. 67, pp. 39-44.
33. Valuiko G.G. *Biokhimicheskie osnovy tekhnologii krasnykh vin*. Avtoref. diss.dokt. tekhn. nauk [Biochemical basis of technology red wines. Dr. techn. sci. diss. abstract.]. Krasnodar, 1972. 74 p. (in Russian).
34. McDonald M.S., Hughes M.M., Burns J., Lean M.E.J., Matthews D., Crozier A. Survey of the free and conjugated myricetin and quercetin content of red wines of different geographical origins. *J. Agric. Food Chem.*, 1998, vol. 46, pp. 368-375.
35. Delgado R., Pedro M. Evolucion de la composicion fenolica de las uvas tintas durante la maduracion. *Alimentaria*, 2001, vol. 38, no. 326, pp. 139-145.
36. Christie P.J., Alfenito M.R., Walbot V. Impact of low-temperature stress on general phenylpropanoid and anthocyanin pathways: Enhancement of transcript abundance and anthocyanin pigmentation in maize seedlings. *Planta*, 1994, vol. 194, pp. 541-549.
37. Macheix J.J., Sapis J.C., Fleuriot A. Phenolic compounds and polyphenoloxidase in relation to browning in grapes and wines. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, 1991, vol. 30, pp. 441-486.
38. Graham T.L. Flavonoid and isoflavonoid distribution in developing soybean seedling tissue and in seed and root exudates. *Plant Physiol.*, 1991, vol. 95, pp. 594-603.
39. Kliewer W.M. Influence of temperature, solar radiation and nitrogen on coloration and composition of emperor grapes. *Am. J. Enol. Vitic.*, 1977, vol. 28, pp. 96-103.
40. Tiutiunik V.I. *Dinamika antotsianov pri sozrevanii i khraneni iagod nekotorykh standartnykh i gibridnykh sortov vinograda v predgornoi zone Kryma*. Avtoref. diss. kand. biol. nauk [Anthocyan dynamics in berries ripening and storage of some standard and hybrid grape varieties in the foothill zone of Crimea. Kand. biol. sci. diss. abstract.]. Kishinev, 1969. 21 p. (in Russian).
41. Yinrong Lu., Yeap Foo L. Unexpected rearrangement of pyranoanthocyanidins to furoanthocyanidins. *Tetrahedron Letters*, 2002, vol. 43, pp. 715-718.
42. Dallas C., Laureano O. Effect of SO<sub>2</sub> on the extraction of individual anthocyanins and colored matter of three Portuguese grape varieties during winemaking. *Vitis*, 1994, vol. 33, pp. 41-47.
43. Revilla I., Gonzalez-Sanjose M. Compositional changes during the storage of red wines treated with pectolytic enzymes: low molecular-weight phenols and flavan-3-ol derivative levels. *Food Chemistry*, 2003, vol. 80, pp. 205-214.
44. Piermattei B., Amatti A., Castellari M. Preliminary studies on the use of dried grape stems in red winemaking. *Vitis: Viticult.*, 2000, vol. 39, no. 1-2, pp. 4-46.
45. Oganesiants L.A. *Dub i vinodelie* [Oak and winemaking]. Moscow, Agropishchepromizdat, 2001. 359 p. (in Russian).
46. del Alamo Sanza M., Dominguez I. Nevares, Corcel L.M. Analysis for low molecular weight phenolic compounds in a red wine aged in oak chips. *Anal. Chim. Acta*, 2004, vol. 513, pp. 229-237.
47. Atanasova V., Fulcrand H., Cheynier V. Effect of oxygenation on polyphenol changes occurring in the course of wine-making. *Anal. Chim. Acta*, 2002, vol. 458, pp. 15-27.
48. Mateus N., Freitas V. De Evolution and stability of anthocyanin-derived pigments during port wine aging. *J. Agr. and Food Chem.*, 2001, vol. 49, no. 11, pp. 5217-5222.
49. Magomedov Z.B., Makuev G.A. [Coloring and phenolics substances varieties of grapes and the dynamics of their content in wines with aging]. *Khranenie i pererabotka sel'khozsyria* [Storage and processing of agricultural], 2001, no. 10, pp. 51-50 (in Russian).
50. GOST R 55242-2012. *Vina zashchishchennykh geograficheskikh ukazanii i vina zashchishchennykh naimenovanii mesta proiskhozhdeniia. Obshchie tekhnicheskie usloviia* [State Standard 55242-2012. Wines from protected geographical indications and wines with a protected place of origin. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2013. 12 p. (in Russian).
51. GOST R 52523-2006. *Vina stolovye i vinomaterialy stolovye. Obshchie tekhnicheskie usloviia* [State Standard 52523-2006. Table wines and wine materials. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2008. 12 p. (in Russian).

52. GOST R 52195–2003. *Vina aromatizirovannye. Obshchie tekhnicheskie usloviia* [State Standard 52195–2003. Flavored wine. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 8 p. (in Russian).
53. GOST R 52404–2005. *Vina spetsial'nye i vinomaterialy spetsial'nye. Obshchie tekhnicheskie usloviia* [State Standard 52404–2005. Wines and special wine materials. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2006. 8 p. (in Russian).
54. GOST R 51158–2009. *Vina igristyie. Obshchie tekhnicheskie usloviia* [State Standard 51158–2009. Sparkling wines. General specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 8 p. (in Russian).
55. SanPiN 2.3.2.1078–01. *Gigienicheskie trebovaniia bezopasnosti i pishchevoi tsennosti pishchevykh produktov* [Sanitary Standard 2.3.2.1078–01. Hygienic safety and nutritional value of foods]. 144 p. (in Russian).
56. Nikolaeva M.A., Polozhishnikova M.A. *Identifikatsiia i obnaruzhenie fal'sifikatsii prodovol'stvennykh tovarov: uchebnoe posobie* [Identification and determination of falsification of food products: a tutorial]. Moscow, «FORUM»: INFRA-M Publ., 2009. 464 p. (in Russian).
57. Holmberg L. Wine fraud. *International Journal of Wine Research*, 2010, vol. 2, pp. 105-113. doi: 10.2147/IJWR.S14102.
58. Martin G.J. The chemistry of chaptalization. *Endowour, New Series*, 1990, vol. 14, no. 3. pp. 137-143. doi: 10.1016/0160-9327(90)90007-E.
59. Ogrinc N., Kosir I.J., Spangenberg J.E., Kidric J. The application of NMR and MS methods for detection of adulteration of wine, fruit juices, and olive oil. A review. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2003, vol. 376, pp. 424-430. doi: 10.1007/s00216-003-1804-6.
60. Savchuk S.A., Vlasov V.N. [Identification of wine products using high performance liquid chromatography and spectrometry]. *Vinograd i vino Rossii* [Grapes and wine Russia], 2000, no. 5, pp. 5-13 (in Russian).
61. GOST R 51149–98. *Produkty vinodel'cheskoi promyshlennosti. Upakovka, markirovka, transportirovanie i khranenie* [State Standard 51149–98. Wine industry products. Packaging, labeling, transportation and storage]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 6 p. (in Russian).
62. GOST R 51074–2003. *Produkty pishchevyie. Informat-siia dlia potrebitelia. Obshchie trebovaniia* [State Standard 51074–2003. Foodstuffs. Information for Consumers. general requirements]. Moscow, Standartinform Publ., 2006. 23 p. (in Russian).
63. GOST R 51653–2000. *Alkogol'naia produktsiia i syr'e dlia ee proizvodstva. Metod opredeleniia ob'emnoi doli etilovogo spirta* [State Standard 51653–2000. Alcoholic products and raw materials for its production. Method of determining of the ethanol volume fraction]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 6 p. (in Russian).
64. GOST 13192-73. *Vina, vinomaterialy i kon'iaki. Metod opredeleniia sakharov* [State Standard 13192-73. Wine, brandy and wine materials. Method of sugars determination]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. 10 p. (in Russian).
65. GOST R 51621–2000. *Alkogol'naia produktsiia i syr'e dlia ee proizvodstva. Metody opredeleniia massovoi kontsentratsii titruemykh kislot* [State Standard 51621–2000. Alcoholic products and raw materials for its production. Methods of determination of the mass concentration of titratable acid]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 5 p. (in Russian).
66. GOST R 51654–2000. *Alkogol'naia produktsiia i syr'e dlia ee proizvodstva. Metod opredeleniia massovoi kontsentratsii letuchikh kislot* [State Standard 51654–2000. Alcoholic products and raw materials for its production. Method of de-termination of the mass concentration of volatile acids]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 7 p. (in Russian).
67. GOST R 51620–2000. *Alkogol'naia produktsiia i syr'e dlia ee proizvodstva. Metod opredeleniia massovoi kontsentratsii privedennogo ekstrakta* [State Standard 51620–2000. Alcoholic products and raw materials for its production. Method of determination of the mass concentration of the powered extract]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 6 p. (in Russian).
68. GOST R 52391–2005. *Produktsiia vinodel'cheskaia. Metod opredeleniia massovoi kontsentratsii limonnoi kisloty* [State Standard 52391–2005. Wine products. Method of determination of the mass concentration of citric acid]. Moscow, Standartinform Publ., 2007. 8 p. (in Russian).
69. GOST R 51655–2000. *Alkogol'naia produktsiia i syr'e dlia ee proizvodstva. Metod opredeleniia massovoi kontsentratsii svobodnogo i obshchego dioksida sery* [State Standard 51655–2000. Alcoholic products and raw materials for its production. Method of determination of free and total sulfur dioxide]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 6 p. (in Russian).
70. GOST R 51766–2001. *Syr'e i produkty pishchevyie. Atomno-absorbtsionnyi metod opredeleniia mysh'iaka* [State Standard 51766–2001. Raw materials and food products. Determination of arsenic using Atomic absorption spectroscopy]. Moscow, Standartinform Publ., 2011. 10 p. (in Russian).
71. GOST R 51823–2001. *Alkogol'naia produktsiia i syr'e dlia ee proizvodstva. Metod inversionno-vol'tamperometri-cheskogo opredeleniia sodержaniia kadmiia, svintsia, tsinka, medi, mysh'iaka, rtuti, zheleza i obshchego dioksida sery* [State Standard 51823–2001. Alcoholic products and raw materials for its production. Determination of cadmium, lead, zinc, copper, arsenic, mercury, iron and total sulfur dioxide using voltamperometry]. Moscow, Standartinform Publ., 2009. 18 p. (in Russian).
72. GOST 26927–86. *Syr'e i produkty pishchevyie. Metody opredeleniia rtuti* [State Standard 26927–86. Raw materials and food products. Methods of determination of mercury]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 15 p. (in Russian).
73. GOST 26930–86. *Syr'e i produkty pishchevyie. Metod opredeleniia mysh'iaka* [State Standard 26930–86. Raw materials and food products. Method of the determination of arsenic]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 6 p. (in Russian).
74. GOST 26932–86. *Syr'e i produkty pishchevyie. Metody opredeleniia svintsia* [State Standard 26932–86. Raw materials and food products. Methods of determination of lead]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 11 p. (in Russian).
75. GOST 26933–86. *Syr'e i produkty pishchevyie. Metody opredeleniia kadmiia* [State Standard 26933–86. Raw materials and food products. Methods of determination of cadmium]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 10 p. (in Russian).
76. GOST 30178–96. *Syr'e i produkty pishchevyie. Atomno-absorbtsionnyi metod opredeleniia toksichnykh elementov* [State Standard 30178–96. Raw materials and food products. Determination of toxic elements using atomic absorption spectroscopy]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 8 p. (in Russian).
77. GOST 30538–97. *Produkty pishchevyie. Metodika opredeleniia toksichnykh elementov atomno-emissionnym metodom* [State Standard 30538–97. Foodstuffs. Analysis of toxic elements using atomic-emission methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 27 p. (in Russian).
78. Panasiuk A.L., Babaeva M.I. [Quality criteria for white wines of the New World]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2013, no. 5. pp. 22-24 (in Russian).
79. Tochilina R.P. [About improvement of methods for the identification of wine production]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2007, no. 2. pp. 14-15 (in Russian).

80. Tochilina R.P. [Wine production quality and the problem of its identification]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2001, no. 3, pp. 8-9 (in Russian).
81. GOST R 52813-2007. *Produktsiia vinodel'cheskaia. Metody organolepticheskogo analiza* [State Standard 52813-2007. Wine products. Sensory analysis methods]. Moscow, Standartinform Publ., 2008. 13 p. (in Russian).
82. GOST R ISO 3972-2005. *Organolepticheskii analiz. Metodologiya. Metod issledovaniia vkusovoi chuvstvitel'nosti* [State Standard 3972-2005. Sensory analysis. Methodology. Methods of investigation of taste sensitivity]. Moscow, Standartinform Publ., 2006. 7 p. (in Russian).
83. Kushnereva G.K., Guguchkina T.I., Pankin M.I., Lopatina L.I. [Investigation of table wines quality from physical and chemical parameters using mathematical]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2011, no. 4, pp. 18-21 (in Russian).
84. *Vina i alkogol'nye napitki. Direktivy i reglamenti Evropeiskogo Soiuzha* [Wines and alcoholic drinks. EU directives and regulations]. Moscow, IPK Standards Publ., 2000. 616 p. (in Russian).
85. International Organisation of Vine and Wine <http://www.oiv.int/> (accessed 02.07.14)
86. Yakuba Yu. F., Guguchkina T.I., Ageeva N.M., Lopatina L.M. *Sposob opredeleniia kachestva vinogradnogo vina* [A method of determining of the wine quality]. Patent RF, no. 2310192, 2007. (in Russian).
87. Kushnereva E.V., Guguchkina T.I. [Development of criteria for authenticity naturally semi-sweet and semi-dry wines]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2012, no. 5-6, pp. 70-72 (in Russian).
88. Panasiuk A.L., Kuz'mina E.I., Zakharov M.A., Kharlamova L.N., Kornilina I.A. ["Ash and alkalinity" as indicators in the system of the authentication criteria of table wines]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2011, no. 1, pp. 20-21 (in Russian).
89. Cliff M.A., King M.C., Schlosser J. Anthocyanin, phenolic composition, colour measurement and sensory analysis of BC commercial red wines. *Food Research International*, 2007, vol. 40, pp. 92-100. doi: 10.1016/j.foodres.2006.08.002.
90. González G., Peña-Méndez E.M. Multivariate data analysis in classification of must and wine from chemical measurements. *Eur. Food Res. Technol.*, 2000, vol. 212, pp. 100-107. doi: 10.1007/s002170000207.
91. Lunina L.V., Guguchkina T.I., Ageeva N.M., Iakuba Iu.F. [The criteria of determining of the authenticity of wines]. *Partnery i konkurenty* [Partners and competitors], 2005, no. 5, pp. 27-29 (in Russian).
92. Ageeva N.M., Guguchkina T.I., Markovskii M.G. [Once again about falsification of wines]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2002, no. 4, pp. 22-23 (in Russian).
93. Valgina L.V., Zhirona V.V., Smirnova E.A. [Identification of wine production]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2010, no. 1, pp. 10-11 (in Russian).
94. Sen'kina Z.E., Arbuzov V.N., Aleshkin B.M. [Instrumental methods of analysis for the identification of grape wines]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2004, no. 1, pp. 25-27 (in Russian).
95. Dergunov A.V., Lopin S.A., Il'iashenko O.I. [Influence of the biochemical composition of perspective white wine grapes on the quality of wine production]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2012, no. 4, pp. 22-25 (in Russian).
96. Valgina L.A. *Razrabotka kompleksnoi tovarovednoi otsenki i identifikatsii stolovykh polusladkikh vin. Dis. kand. tekhn. nauk* [Development of a comprehensive assessment and identification semi sweet wines Cand. tehn. sci. diss.]. Moscow, 2011. 147 p. (in Russian).
97. Larionov A.B., Tokmin D.G., Sarvarova N.N., Marchenko I.A., Gerasimov M.K. [5-hydroxymethyl content as an additional indicator of the quality of alcoholic beverages]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2013, no. 5, pp. 25-27 (in Russian).
98. Yakuba Yu. F., Guguchkina T.I., Ageeva N.M., Lopatina L.M., Lunina L.V. *Sposob opredeleniia kachestva stolovogo vinogradnogo vina* [Method of determining the quality of table grape wine]. Patent RF, no. 2312342, 2007 (in Russian).
99. Sobolev E.M., Kudlai D.V. *Sposob opredeleniia natural'nosti belykh vin* [Method of determining of the naturalness of white wines]. Patent RF, no. 2271000, 2006 (in Russian).
100. Sarvarova N.N., Marchenko I.A., Rizvanov I.Kh., Tokmin D.G. [Determination of polyols by GC-MS without extraction for quality evaluation of the table wines]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2012, no. 6, pp. 16-20 (in Russian).
101. Panasiuk A.L., Kuz'mina E.I., Kharlamova L.N., Zakharov M.A., Kadykova N.E., Babaeva M.V. [Controlled parameters of the natural wines. White wines of Chile]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2008, no. 4, pp. 8-11 (in Russian).
102. Iakuba Iu.F., Lozhnikova M.S. [Improving of the analytical control of wine products]. *Analitika i kontrol'* [Analysis and control], 2011, vol. 15, no. 3, pp. 309-312 (in Russian).
103. Kushnereva E.V., Markovskii M.G., Guguchkina T.I., Ageeva N.M. [Determination of biogenic amines in the wines]. *Izvestiia vuzov. Pishchevaia tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology], 2012, no. 1, pp. 106-108 (in Russian).
104. Martuscelli M., Arfelli G., Manetta A.C., Suzzi G. Biogenic amines content as a measure of the quality of wines of Abruzzo (Italy). *Food Chemistry*, 2013, vol. 140, pp. 590-597. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.01.008.
105. Leitro M. C., Marques A. P., San Romero M. V. A survey of biogenic amines in commercial Portuguese wines. *Food Control*, 2005, vol. 16, pp. 199-204. doi: 10.1016/j.foodcont.2004.01.012.
106. Soufleros E.H., Bouloumpasi E., Tsarchopoulos C., Biliaderis C.G. Primary amino acid profiles of Greek white wines and their use in classification according to variety, origin and vintage. *Food Chem.*, 2003, vol. 80, no. 2, pp. 261-273. doi: 10.1016/S0308-8146(02)00271-6.
107. Zakharova A.M., Kartsova L.A., Grinshtein I.L. [Determination of organic acids, carbohydrates and sweeteners in food products and dietary supplements using HPLC]. *Analitika i kontrol'* [Analysis and control], 2013, vol. 17, no. 2, pp. 204-210 (in Russian).
108. GOST R 52841-2007. *Produktsiia vinodel'cheskaia. Opredelenie organicheskikh kislot metodom kapillarnogo elektroforeza* [State Standard 52841-2007. Wine products. Determination of organic acids by capillary electrophoresis]. Moscow, Standartinform Publ., 2008. 7 p. (in Russian).
109. Skorbanova E.A., Kairiak N.F., Mamakova Z.A. [Modern methods of detection of falsified wines]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2005, no. 6, pp. 26-27 (in Russian).
110. Jackowetz J.N., Mira de Orduca R. Survey of SO<sub>2</sub> binding carbonyls in 237 red and white table wines. *Food Control*, 2013, vol. 32, pp. 687-692. doi: 10.1016/j.foodcont.2013.02.001.
111. Bodorev M.M., Subbotin B.S. [Chromatographic analysis of aromatic aldehydes and acids in wine]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2001, no. 1, pp. 19-21 (in Russian).
112. Polozhishnikova M.A., Perelygin O.N. [Determination of the biological value and identification of red wines using content of flavanols phenolic acids]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2005, no. 6, pp. 22-24 (in Russian).
113. Bridle P., Garcia-Viguera C. A simple technique for the detection of red wine adulteration with elderberry pigments. *Food*

- Chemistry*, 1996, vol. 55, no. 2, pp. 111-113. doi: 10.1016/0308-8146(95)00179-4.
114. Tochilina R.P., Peschanaia V.A., Poznanskaia E.V., Goncharov S.A., Larina S.M. [About the problem of wines identifying. Effect on total pentose sugars in table wines]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2011, no. 1, pp. 13 (in Russian).
115. GOST R 53193-2008. *Napitki alkogol'nye i bezalkogol'nye. Opredelenie kofeina, askorbinovoi kisloty, konservantov i podslastitelei metodom kapillarnogo elektroforeza* [State Standard 53193-2008. Alcoholic and non-alcoholic drinks. Determination of caffeine, ascorbic acid, preservatives, and sweeteners by capillary electrophoresis]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 11 p. (in Russian).
116. Fahl C, Wittkowski R, Lofthouse J, Hird S, Breerton P, Versini G, Lees M, Guillou C. Gas Chromatographic/Mass Spectrometric Determination of 3-Methoxy-1,2-Propanediol and Cyclic Diglycerols, By-Products of Technical Glycerol, in Wine: Interlaboratory Study. *Journal of AOAC International*, 2004, vol. 87, no. 5, pp. 1179-1188.
117. Nieuwoudt H.H., Prior B.A., Pretorius S., Bauer F.F. Glycerol in South African Table Wines: An Assessment of its Relationship to Wine Quality. *S. Afr. J. Enol. Vitic.*, 2002, vol. 23, no. 1, pp. 22-30.
118. GOST R 53154-2008. *Vina i vinomaterialy. Opredelenie sinteticheskikh krasitelei metodom kapillarnogo elektroforeza* [State Standard 53154. Wine and wine materials. Determination of synthetic dyes by capillary electrophoresis]. Moscow, Standartinform Publ., 2010. 11 p. (in Russian).
119. Zhiron V.M., Presniakova O.P., Neudakhina O.K., Doronin M.B. [Qualitative and quantitative analysis of elements in wines using ICP-MS]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2012, no. 6, pp. 30-31 (in Russian).
120. Kolesnov A.Iu., Filatova I.A., Zadorozhniaia D.G., Maloshitskaia O.A. [Mass spectrometry of stable oxygen isotopes  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  in wine production to establish its authenticity]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2012, no. 6, pp. 10-15 (in Russian).
121. Zhiron V.V., e.a. *Sposob opredeleniia proiskhozhdeniia organicheskikh oksikislot v vinakh i sokosoderzhashchikh napitkakh* [Determination of the origin of organic hydroxy acids in wine and juice drinks]. Patent RF, no. 2487348, 2013. 12 c. (in Russian).
122. Calderone G., Guillou C. Analysis of isotopic ratios for the detection of illegal watering of beverages. *Food Chemistry*, 2008, vol. 106, pp. 1399-1405. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.01.080.
123. Guyon F., Gaillard L., Salagoity M.-H., Médina B. Intrinsic ratios of glucose, fructose, glycerol and ethanol  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  isotopic ratio determined by HPLC-co-IRMS: toward determining constants for wine authentication. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2011, vol. 401, pp. 1551-1558. doi: 10.1007/s00216-011-5012-5.
124. Cabañero A.I., Recio J.L., Rupérez M. Isotope ratio mass spectrometry coupled to liquid and gas chromatography for wine ethanol characterization. *Rapid Commun. Mass Spectrom.*, 2008, vol. 22, pp. 3111-3118. doi: 10.1002/rcm.3711.
125. Cabañero A.I., Recio J.L., Rupérez M. Simultaneous stable carbon isotopic analysis of wine glycerol and ethanol by liquid chromatography coupled to isotope ratio mass spectrometry. *J. Agric. Food Chem.*, 2010, vol. 58, pp. 722-728. doi: 10.1021/jf9029095.
126. Versinia G., Camina F., Ramponia M., Dellacassa E. Stable isotope analysis in grape products:  $^{13}\text{C}$ -based internal standardization methods to improve the detection of some types of adulterations. *Analytica Chimica Acta*, 2006, vol. 563, pp. 325-330. doi: 10.1016/j.aca.2006.01.098.
127. Kravchenko S.N., Kagan E.S., Stoletova A.A. [Development of mathematical model for assessing the quality of products]. *Izvestiia vuzov. Pishchevaia tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology], 2011, no. 4, pp. 105-109 (in Russian).
128. Perelygin O.N. *Ustanovlenie podlinnosti sukhikh vinogradnykh vin na osnove fiziko-khimicheskikh pokazatelei*. Diss. kand. tekhn. nauk [Authentication of the dry wines using physical and chemical parameters. Cand. tehn. sci. diss.]. Moscow, 2004. 140 p. (in Russian).
129. Charlton A. J., Wrobel M.S., Stanimirova I., Daszykowski M., Grundy H. H., Walczak B. Multivariate discrimination of wines with respect to their grape varieties and vintages. *Eur. Food Res. Technol.*, 2010, vol. 231, pp. 733-743. doi: 10.1007/s00217-010-1299-2.
130. Košir I. J., Kocjancic, M., Ogrinc N., Kidrič J. Use of SNIF-NMR and IRMS in combination with chemometric methods for the determination of chaptalisation and geographical origin of wines (the example of Slovenian wines). *Analytica Chimica Acta*, 2001, vol. 429, pp. 195-206. doi: 10.1016/S0003-2670(00)01301-5.
131. Gavrilina V.A. *Metodologiya kontrolya vina raspoznavaniem*. Diss. Dokt. tekhn. nauk [Methodology control wine using recognition. Dr. tehn. sci. diss.]. Orel, 2013. 259 p. (in Russian).
132. Sidorova A.A., Ganzha O.V. *Sposob identifikatsii ob'ekta putem postroeniia ego kharakteristicheskogo elektroforeticheskogo profilja* [Method of object identification by building its characteristic electrophoretic profile]. Patent RF, no. 2327978, 2008. 7 c. (in Russian).
133. Ageeva N.M., Guguchkina T.I., Iakuba Iu.F. *Sposob ustanovleniia natural'nosti vina* [Method for establishing natural wine]. Patent RF, no. 2156976, 2000 (in Russian).
134. Markosov V.A., Ageeva N.M., Guguchkina T.I., Iakuba Iu.F., Gaponov A.I. [Evaluation of the quality of special wines "Anapa strong" and "Cahors"]. *Vinograd i vino Rossii* [Grapes and wine Russia], 2001, no. 4, pp. 45-46 (in Russian).
135. Gavrilina V.A., Mal'tseva O.I., Bulgakov D.S., Sychev S.N., Sychev K.S. [Application of principal component analysis to identify and compare natural wines. Part 2: Criteria of identity and similarity of dry red wines using a combination of principal component analysis and HPLC with spectrophotometric detection]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Wine-making and Viticulture], 2007, no. 3, pp. 30-32 (in Russian).
136. Petrov V.I. *Razrabotka skhemy identifikatsii natural'nykh vin po rezul'tatam ikh mul'tielementnogo analiza*. Diss. kand. khim. nauk [Development of natural wines identification scheme based on the results of their multielement analysis. Cand. chem. sci. diss.]. Krasnodar, 2013. 157 p. (in Russian).
137. Aramina A.A., Sadovoi V.V. [Assessment of compliance with regulatory requirements of wine production]. *Izvestiia vuzov. Pishchevaia tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology], 2011, no. 5-6, pp. 92-94 (in Russian).
138. Duchowicz P.R., Giraudo M.A., Castro E.A., Pomilio A.B. Amino acid profiles and quantitative structure–property relationship models as markers for Merlot and Torrontes wines. *Food Chemistry*, 2013, vol. 140, pp. 210-216. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.02.064.
139. Urbano M., Luque de Castro M. D., Pérez P. M., García-Olmo J., Gómez-Nieto M. A. Ultraviolet–visible spectroscopy and pattern recognition methods for differentiation and classification of wines. *Food Chemistry*. 2006, vol. 97, pp. 166-175. doi:10.1016/j.foodchem.2005.05.001.
140. Guilln D., Palma M., Natera R., Romero R., Barroso C. G. Determination of the Age of Sherry Wines by Regression Techniques Using Routine Parameters and Phenolic and

- Volatile Compounds. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, vol. 53, pp. 2412-2417. doi: 10.1021/jf048522b.
141. Gerzhikova V.G., Zagoruiko V.A. [Quality control methods of the wine products]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2003, no. 5, pp. 24-26 (in Russian).
142. Arozarena I., Casp A., Marin R., Navarro M. Multivariate differentiation of Spanish red wines according to region and variety. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2000, vol. 80, pp.1909-1917. doi: 10.1002/1097-0010(200010)80:13<1909::AID-JSFA728>3.0.CO;2-U.
143. Stupakova R.K., Sergeev E.N. [Wine quality control]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2001, no. 4, pp. 15 (in Russian).
144. Seeber R., Sferlazzo G., Leardi R., Dalla Serra A., Versini G. Multivariate data analysis in classification of musts and wines of the same variety according to vintage year. *J. Agric. Food Chem.*, 1991, vol 39, no. 10, pp 1764-1769. doi: 10.1021/jf00010a014.
145. Perestrelo R., Barros A.S., Cámara J.S., Rocha S.M. In-Depth Search Focused on Furans, Lactones, Volatile Phenols, and Acetals As Potential Age Markers of Madeira Wines by Comprehensive Two-Dimensional Gas Chromatography with Time-of-Flight Mass Spectrometry Combined with Solid Phase Microextraction. *J. Agric. Food Chem.*, 2011, vol. 59, pp. 3186-3204. doi: 10.1021/jf104219t.
146. Paneque P., Álvarez-Sotomayor Ma 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, pp. 175-179. doi: 10.1016/j.microc.2009.10.017.
147. Cuadros-Inostroza A., Giavalisco P., Hummel J., Eckardt A., Willmitzer L., Penfía-Cortés H. Discrimination of wine attributes by metabolome analysis. *Analytical Chemistry*, 2010, vol. 82, pp. 3573-3580. doi: 10.1021/ac902678t.
148. Khiabakhov T.S. [Basic conditions for the development of good practice winemaking]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2011, no. 5, pp. 8-9 (in Russian).
149. Galitskaia Iu.N., Martynova T.A. [Perspectives of development of the wine industry on Kuban]. *Izvestiia vuzov. Pishchevaia tekhnologiya* [Proceedings of the universities. Food technology], 2006, no. 4, pp. 9-12 (in Russian).
150. Kaishev V.G., Usachev A.M. [Viticulture and winemaking Russia. Development of production for 1999-2003., problems and prospects]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2004, no. 2, pp. 4-8 (in Russian).
151. Tolokov N.R. [Legal regulation of wines by origin in Russia]. *Vinodelie i vinogradarstvo* [Winemaking and Viticulture], 2005, no. 2, pp. 9-10 (in Russian).
152. Di Paola-Naranjo R.D, Baroni M.V, Podio N.S, Rubinstein H.R, Fabani M.P, Badini R.G, Inga M, Ostera H.A, Cagnoni M, Gallegos E, Gautier E, Peral-Garcia P, Hoogewerff J, Wunderlin D.A. Fingerprints for Main Varieties of Argentinean Wines: Terroir Differentiation by Inorganic, Organic, and Stable Isotopic Analyses Coupled to Chemometrics. *J. Agric. Food Chem.*, 2011, vol. 59, pp. 7854-7865. doi: 10.1021/jf2007419.
153. Kallithraka S., Arvanitoyannis I.S., Kefalas P., El-Zajouli A., Soufleros E., Psarra E. Instrumental and sensory analysis of Greek wines; implementation of principal component analysis (PCA) for classification according to geographical origin. *Food Chemistry*, 2001, vol. 73, pp. 501-514. doi: 10.1016/S0308-8146(00)00327-7.
154. Nuñez M., Peca R.M., Herrero C., Garcia-Martin S. Analysis of some metals in wine by means of capillary electrophoresis. Application to the differentiation of Ribeira Sacra Spanish red wines. *Analisis*, 2000, vol. 28, pp. 432-437. doi: 10.1051/analisis:2000129.
155. Galgano F., Favati F., Caruso M., Scarpa T., Palma A. Analysis of trace elements in southern Italian wines and their classification according to Provenance. *LWT—Food Science and Technology*, 2008, vol. 41, pp. 1808-1815. doi: 10.1016/j.lwt.2008.01.015.
156. Díaz C., Conde J.E., Estévez D., Pérez Olivero S.J., Pérez Trujillo J.P. Application of multivariate analysis and artificial neural networks for the differentiation of red wines from the Canary Islands according to the Island of origin. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, vol. 51, pp. 4303-4307. doi: 10.1021/jf0343581.
157. Soler F., Garcia-Rodriguez G., Perez-Lopez M., Hernandez-Moreno D. Characterization of "Ribera del Guadiana" and "Mñntrida" Spanish red wines by chemometric techniques based on their mineral contents. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2011, vol. 50, no. 1, pp. 41-49.
158. Frías S., Pérez Trujillo J., Peña E., Conde J. E. Classification and differentiation of bottled sweet wines of Canary Islands (Spain) by their metallic content. *Eur. Food Res. Technol.*, 2001, vol. 213, pp. 145-149. doi: 10.1007/s002170100344.
159. Frías S., Conde J.E., Rodríguez-Bencomo J.J., García-Montelongo F., Pérez Trujillo J.P. Classification of commercial wines from the Canary Islands (Spain) by chemometric techniques using metallic contents. *Talanta*, 2003, vol. 59, pp. 335-344. doi: 10.1016/S0039-9140(02)00524-6.
160. Kruzlicova D., Fiket Ž., Kniewald G. Classification of Croatian wine varieties using multivariate analysis of data obtained by high resolution ICP-MS analysis. *Food Research International*, 2013, vol. 54, pp. 621-626. doi: 10.1016/j.foodres.2013.07.053.
161. Mar Castiñeira Gómez del M., Feldmann I., Jakubowski N., Andersson J.T. Classification of German white wines with certified brand of origin by multielement quantitation and pattern recognition techniques. *J. Agric. Food Chem.*, 2004, vol. 5, pp. 2962-2974. doi: 10.1021/jf035120f.
162. Boschetti W., Rampazzo R.T., Dessuy M.B., Vale M.G., de Oliveira Rios A., Hertz P., Manfroi V., Celso P.G., Ferro M.F. Detection of the origin of Brazilian wines based on the determination of only four elements using high-resolution continuum source flame AAS. *Talanta*, 2013, vol. 111, pp. 147-155. doi: 10.1016/j.talanta.2013.02.060.
163. Moreno I.M, González-Weller D., Gutierrez V., Marino M., Cameán A.M., González A.G., Hardisson A. Differentiation of two Canary DO red wines according to their metal content from inductively coupled plasma optical emission spectrometry and graphite furnace atomic absorption spectrometry by using Probabilistic Neural Networks. *Talanta*, 2007, vol. 72, pp. 263-268. doi: 10.1016/j.talanta.2006.10.029.
164. Rodrigues S.M., Otero M., Alves A.A., Coimbra J., Coimbra M.A., Pereira E., Duarte A.C. Elemental analysis for categorization of wines and authentication of their certified brand of origin. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2011, vol. 24, no. 4-5, pp. 548-562. doi: 10.1016/j.jfca.2010.12.003.
165. Bentlin F.R.S., Pulgati F.H., Dressler V.L., Pozebon D. Elemental analysis of wines from South America and their classification according to country. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 2011, vol. 22, no. 2, pp. 327-336. doi: 10.1590/S0103-50532011000200019.
166. Gonzalvez A., Llorens A., Cervera M.L., Armenta S., de la Guardia M. Elemental fingerprint of wines from the protected designation of origin Valencia. *Food Chemistry*, 2009, vol. 112, pp. 26-34. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.05.043.
167. Geana I., Iordache A., Ionete R., Marinescu A., Ranca A., Culea M. Geographical origin identification of Romanian wines by ICP-MS elemental analysis. *Food Chemistry*, 2013, vol. 138, pp. 1125-1134. doi: 10.1016/j.foodchem.2012.11.104.

168. Coetzee P.P., Steffens F.E., Eiselen R.J., Augustyn O.P., Balcaen L., Vanhaecke F. Multi-element analysis of South African wines by ICP-MS and their classification according to geographical origin. *J. Agric. Food Chem.*, 2005, vol. 53, pp. 5060-5066. doi: 10.1021/jf048268n.
169. Cozzolino D., Cynkar W.U., Shah N., Smith P.A. Can spectroscopy geographically classify Sauvignon Blanc wines from Australia and New Zealand?. *Food Chemistry*, 2011, vol. 126, pp. 673-678. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.11.005.
170. Liu L., Cozzolino D., Cynkar W.U., Damberg R.G., Janik L., O'Neill B.K., Colby C.B., Gishen M. Preliminary study on the application of visible-near infrared spectroscopy and chemometrics to classify Riesling wines from different countries. *Food Chemistry*, 2008, vol. 106, pp. 781-786. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.06.015.
171. Heberger K., Csomos E., Simon-Sarkadi S.L. Principal component and linear discriminant analyses of free amino acids and biogenic amines in Hungarian wines. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, vol. 51, pp. 8055-8060. doi: 10.1021/jf034851c.
172. 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, pp. 889-897. doi: 10.1007/s00217-011-1457-1.
173. 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, pp. 366-372. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.02.053.
174. Arozarena I., Casp A., Marin R., Navarro M. Differentiation of some Spanish wines according to variety and region based on their anthocyanin composition. *European Food Research and Technology*, 2000, vol. 212, pp. 108-112. doi: 10.1007/s002170000212.
175. Rastija V., Srećnik G., Marica-Medić-Šarić. Polyphenolic composition of Croatian wines with different geographical origins. *Food Chemistry*, 2009, vol. 115, pp. 54-60. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.11.071.
176. Li Z., Pan Q., Jin Z., Mu L., Duan C. Comparison on phenolic compounds in *Vitisvinifera* cv. Cabernet Sauvignon wines from five wine-growing regions in China. *Food Chemistry*, 2011, vol. 125, pp. 77-83. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.08.039.
177. Bellomario S.A., Conlan X.A., Parker R.M., Barnett N.W., Adams M.J. Geographical classification of some Australian wines by discriminant analysis using HPLC with UV and chemiluminescence detection. *Talanta*, 2009, vol. 80, pp. 833-838. doi: 10.1016/j.talanta.2009.08.001.
178. Rebolo S., Peca R.M., Latorre M.J., Garcíã S., Botana A.M., Herrero C. Characterization of Galician (NW Spain) Ribeira Sacra wines using pattern recognition analysis. *Analytica Chimica Acta*, 2000, vol. 417, pp. 211-220. doi: 10.1016/S0003-2670(00)00929-6.
179. Gremaud G., Quaille S., Piantini U., Pfammatter E., Corvi C. Characterization of Swiss vineyards using isotopic data in combination with trace elements and classical parameters. *Eur. Food Res. Technol.*, 2004, vol. 219, pp. 97-104. doi: 10.1007/s00217-004-0919-0.
180. Dutra S.V., Adami L., Marcon A.R., Carnieli G.J., Roani C.A., Spinelli F.R., Leonardelli S., Ducatti C., Moreira M.Z., Vanderlinde R. Determination of the geographical origin of Brazilian wines by isotope and mineral analysis. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 2011, vol. 401, pp. 1571-1576. doi: 10.1007/s00216-011-5181-2.
181. Almeida C.M., Vasconcelos M.T.S.D. ICP-MS determination of strontium isotope ratio in wine in order to be used as a fingerprint of its regional origin. *J. Anal. At. Spectrom.*, 2001, vol. 16, pp. 607-611. doi: 10.1039/B100307K.
182. Liu L., Cozzolino D., Cynkar W.U., Gishen M., Colby C.B. Geographic Classification of Spanish and Australian Tempranillo Red Wines by Visible and Near-Infrared Spectroscopy Combined with Multivariate Analysis. *J. Agric. Food Chem.*, 2006, vol. 54, pp. 6754-6759. doi: 10.1021/jf061528b.
183. Brescia M.A., Kosir I.J., Caldarella V., Kidric J., Sacco A. Chemometric Classification of Apulian and Slovenian Wines Using <sup>1</sup>H NMR and ICP-OES Together with HPICE Data. *J. Agric. Food Chem.*, 2003, vol. 51, pp. 21-26. doi: 10.1021/jf0206015.
184. Adami L., Dutra S.V., Marcon A.R., Carnieli G.J., Roani C.A., Vanderlinde R. Geographic origin of southern Brazilian wines by carbon and oxygen isotope analyses // Rapid Communications in Mass Spectrometry. 2010, vol. 24, no. 20, pp. 2943-2948. doi: 10.1002/rcm.4726.
185. Dutra S.V., Adami L., Marcon A.R., Carnieli G.J., Roani C.A., Spinelli F.R., Leonardelli S., Vanderlinde R. Characterization of wines according the geographical origin by analysis of isotopes and minerals and the influence of harvest on the isotope values. *Food Chemistry*, 2013, vol. 141, no. 3, pp. 2148-2153. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.04.106.
186. Kaunova A.A., Petrov V.I., Tsiupko, T.G., Temerdashev Z.A., Perekotii V.V., Luk'ianov A.A. [Identification of wine provenance by ICP-AES multielement analysis], *Journal of Analytical Chemistry*, 2013, vol. 68, no. 9, pp. 917-922. doi: 10.7868/S0044450213090065.