

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Абакумова Алексея Геннадьевича «Установление сортовой и региональной принадлежности сортовых вин на основе их многоэлементного «образа», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия (химические науки)

### **Актуальность темы диссертационной работы**

Современные тенденции развития виноделия предусматривают обеспечение высокого качества винодельческой продукции, обладающей уникальными характеристиками, обусловленными ее сортовыми особенностями и местом произрастания, что является определяющим фактором конкурентоспособности на рынке. Многие исследователи при идентификации сортовой и региональной принадлежности вин применяют подход, основанный на получении и анализе большого массива данных по элементному составу вин, винограда и почв, соответствующих области произрастания ягоды, и выявлении взаимосвязи между ними.

Диссертационная работа Абакумова Алексея Геннадьевича посвящена установлению подходов для оценки качества, сортовой и региональной принадлежности вин по их компонентному составу и выявлению взаимосвязи между элементарным составом вин в цепочке почва-виноград-вино с учетом способов и условий выращивания винограда. В работе рассматриваются аспекты влияния условий освещения вин с применением бентонитовых глин на формирование их элементного «образа», региональную и сортовую принадлежность вин. Все вышесказанное позволяет заключить, что диссертационное исследование Абакумова А.Г. выполнено на весьма актуальную тему.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертационной работе**

Автором выполнен большой по объему, грамотно, логично спланированный и тщательно выполненный эксперимент с применением современных методов физико-химического анализа, применены современные методы математической обработки полученных данных. Объем проведенных теоретических и экспериментальных исследований в полной мере позволил соискателю обосновать выносимые на защиту положения. Использованное научное оборудование, реактивы и методы исследований, в целом, адекватны намеченной цели и задачам.

Выносимые на защиту положения соответствуют цели и задачам диссертационной работы, имеют научную новизну, теоретически обоснованы, и экспериментально доказаны. Выводы по работе следуют из представленных экспериментальных результатов, обоснованы, логичны, и представляются достоверными.

Диссертационная работа выполнена в рамках реализации проектов РФФИ № 18-03-00059 и № 20-33-90046 с использованием научного оборудования ЦКП «Эколого-аналитический центр» Кубанского государственного университета.

### **Объем и структура диссертационной работы**

Диссертационная работа состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части, обсуждения результатов общих выводов, списка цитируемой литературы. Материал диссертации изложен на 200 страницах машинописного текста, содержит 45 таблиц и 22 рисунка, в списке цитируемой литературы 319 источников.

Во *введении* приведены обоснование актуальности выбранной тематики исследования, изложены положения, выносимые на защиту и составляющие научную новизну, теоретическую и практическую значимость. Кратко охарактеризована методология проведенного исследования, структура диссертации, апробация полученных результатов.

В *обзоре литературы* проанализированы опубликованные в научной периодике работы и нормативные документы, посвященные 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. Обсуждаются основные компоненты, содержания и соотношения которых определяют качественные характеристики 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. Проанализированы основные методические подходы к установлению региональной принадлежности вин, сочетающие возможности современных методов анализа, математического моделирования и статистики, продемонстрированы примеры их использования на практике.

В *экспериментальной* части описаны объекты и методы исследования, материалы и реактивы, основное и вспомогательное научное оборудование, а также приведены методики исследования вин.

Можно отметить хорошо спланированные экспериментальные исследования с методической точки зрения. Подробно описаны методы пробоподготовки ягод и образцов вин, вытяжек почв, на которых выращиваются соответствующие сорта винограда, а также бентонитовых глин. Соискатель выполнил исследования по установлению специфики анализируемых объектов, влиянию матричных компонентов проб на аналитические сигналы аналитов, проведена оптимизация параметров работы спектрометров для получения максимального отношения сигнал/фон при определении элементов методами ИСП-АЭС и ИСП-МС.

Значительная часть работы сосредоточена на получении результатов многоэлементного анализа вытяжек почв, бентонитовых глин, ягод винограда и винной продукции методами ИСП-АЭС и ИСП-МС. Показана необходимость совместного применения этих методов. ИСП-МС по своей природе более чувствителен, но ограничен образцами с низким общим содержанием растворенных твердых веществ, а ИСП-АЭС менее чувствителен, но более устойчив и позволяет анализировать образцы с высокими содержаниями матрицы и растворенными твердыми веществами. Метод капиллярной газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием применен для определения летучих компонентов в пробах вин. Установление возможных механизмов обмена металлами при осветлении и стабилизации виноматериалов бентонитовыми глинами проводился рентгенофазовым анализом, который позволил соискателю изученные образцы бентонитовых глин разделить на четыре группы с учетом их качественного и количественного компонентного состава.

Для обработки полученных данных и установления различных взаимосвязей соискатель квалифицированно использовал современные статистические методы анализа. Статистические методы позволили перенести множество исследуемых объектов и признаков на однородные группы (кластеры), установить статистическую взаимосвязь двух или более параметров физико-химических величин и определить элементы-идентификаторы, которые позволяли идентифицировать вина по их сортовой и региональной принадлежности и позволяли устанавливать качество и подлинность вина. С помощью контролируемого дискриминантного анализа установлена кластерная структура исследуемых образцов. Данный метод позволил соискателю построить прогностические модели установления принадлежности объектов к заданным классам, выявить тенденции, сходства и различия между классами объектов за счет сокращения размерности пространства посредством вычисления канонических значений с последующим построением диаграммы рассеяния. По концентрациям металлов и летучих соединений в образцах красных и белых вин посредством линейных и общих линейных моделей был проведен сравнительный анализ вклада металлов и летучих соединений в формирование сенсорных свойств, консолидированной характеристикой которых является среднее значение сенсорных оценок, выставленных экспертами. Построенные линейные и общие линейные модели позволили оценить вклад металлов и летучих соединений в формирование сенсорных свойств вин и показали возможность прогнозирования сенсорной оценки красных и белых вин по концентрациям летучих соединений и металлов.

В исследованных взаимосвязях между элементным составом в цепочке почва-виноград-вино соискатель отметил, что каждый сорт винограда за счет различного характера усвоения металлов формирует свой индивидуальный элементный «образ», что позволяет использовать многоэлементный анализ для классификации вин по местам их происхождения. Изучены взаимосвязи между минеральным составом в цепочке почва-виноград-вино для установления территории произрастания винограда, характера поступления металлов в исследуемую систему с учетом валовой, кислоторастворимой и подвижной форм элементов в почве. Показано, что виноградная лоза помимо подвижных форм извлекает из почвы и более труднорастворимые соединения. С использованием диаграмм рассеяния канонических значений, построенных по концентрациям металлов, показано, что, независимо от формы их извлечения из почвы, образуются сгруппированные по сортам винограда кластеры. Применение пошагового дискриминантного анализа, реализованного в программе STATISTICA, позволило графически установить межгрупповые отличия между объектами по элементному составу частей ягод и сортовой принадлежности винограда. Составлены функции классификации, позволяющие по концентрациям элементов-маркеров Ba, Cr, Mg, Rb, Sr и Ti определять сортовую принадлежность винограда.

Весьма оригинальной представляется проведенная оценка формирования элементного «образа» красных вин при осветлении и стабилизации виноматериалов из сортов винограда Каберне Совиньон, Мерло и Молдова бентонитовыми глинами различной природы. Для установления возможных механизмов обмена металлами был проведен качественный и количественный фазовый анализ, по результатам которых бентонитовые глины были разделены на четыре группы. Показано, что внесение бентонитовых глин одной и той же группы по-разному сказывается на элементный «образ» и зависит от сорта виноматериала. С другой стороны отмечено, что кластерная

структура обработанных бентонитовыми глинами виноматериалов сохраняется относительно содержания в них металлов, что подтверждает образование групп однородности в соответствии с наименованиями виноматериалов. Бентонитовые глины, влияя на элементный состав, сохраняли элементный «образ» виноматериалов, а также сортовую индивидуальность и характер их сортового отличия. Объединение наиболее информативных в определении кластерной структуры виноматериалов макро- и микроэлементов увеличивают возможности оценки внутрисортowego сходства и межсортowych отличий виноматериалов.

Интересным представляется оценка возможности установления сорта винограда и региона его произрастания искусственными нейронными сетями (*Neural Network*). Для выделения элементов-предикторов нейросетевых моделей классификации был использован коэффициент непараметрической корреляции Спирмена, характеризующий корреляционную связь наименований образцов вин, региона, в котором был выращен виноград, и концентрациями элементов в этих образцах. Предикторными переменными для красных и белых вин были выбраны элементы со статистически значимыми, наибольшими корреляционными связями – Fe, Mg, Rb, Ti, Na. Полученные в процессе обучения параметры сетей – их топология и значения весов позволили в среде программирования *Visual C#* разработать программный продукт, автоматизирующий процесс идентификации наименований вин, с последующим определением регионов произрастания винограда.

**Новизна** диссертационного исследования заключается в том, что соискателем установлены критерии комплексной идентификации натуральности, качества, региональной и сортовой принадлежности вин по данным их многоэлементного состава. Выявлены маркеры региональной и сортовой принадлежности белых и красных сухих вин, произведенных в Краснодарском крае, по данным многоэлементного анализа почв, ягод винограда и вин с мест произрастания.

Показана возможность идентификации вин и региона их произрастания по концентрациям в них элементов методами статистического моделирования – дискриминантным анализом, деревьями классификации, а также нейронными сетями. Изучено влияние осветления и стабилизации виноматериалов бентонитовыми глинами на элементный образ вин и оценен вклад макро- и микроэлементов в формировании их элементного образа.

**Надежность** представленных результатов исследований обеспечена применением различных современных методов аналитической химии. Элементный состав вин устанавливали методами атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Рентгенофазовый анализ бентонитовых глин проводили на рентгеновском дифрактометре. Хемометрические исследования данных по многоэлементному составу образцов проводили в среде пакета STATISTICA v.13.

#### **Практическая значимость результатов работы**

Практическая значимость диссертационного исследования не вызывает сомнений. По результатам элементного анализа предложены математические модели оценки качества вин, построены схемы идентификации географической, сортовой принадлежности и подлинности сухих вин, произведенных в Краснодарском крае. Разработаны программные продукты, автоматизирующие определение географической, сортовой принадлежности и подлинности сухих вин.

Выявлено влияние различных групп бентонитовых глин на формирование элементного состава красных виноматериалов, произведенных из сортов винограда Каберне Совиньон, Мерло и Молдова.

#### **Апробация работы**

Результаты диссертационной работы обсуждены на 5 Всероссийских и международных научно-технических конференциях. По результатам проведенных исследований опубликованы 9 статей в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ и индексируемых в международных базах Web of Science и Scopus, получены 2 свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

Диссертационная работа выполнена в рамках проектов РФФИ № 18-03-00059 и № 20-33-90046 с использованием научного оборудования ЦКП “Эколого-аналитический центр” Кубанского госуниверситета.

#### **Соответствие диссертационной работы заявленной научной специальности**

Диссертационная работа Абакумова Алексея Геннадьевича по научной концепции, содержанию и результатам реализованной области исследований соответствует пунктам 2,5,7 и 13 паспорта научной специальности 1.4.2 – Аналитическая химия (химические науки).

#### **Значение результатов диссертационной работы для науки и производства**

Полученный в диссертационной работе Абакумова Алексея Геннадьевича теоретический и экспериментальный материал представляет значительный интерес для исследователей, выполняющих научные исследования в области виноделия при разработке алгоритмов контроля качества на основе компонентного состава винодельческой продукции.

Научные и прикладные результаты диссертации могут быть рекомендованы для использования в винодельческих хозяйствах, ВУЗах, занимающихся вопросами химии и технологии вина. Результаты исследований представляют несомненный интерес для специалистов научно-исследовательских организаций, высших учебных заведений и найдут отражение в теоретических курсах и лабораторных практикумах при обучении бакалавров и магистрантов, а также специалистов, повышающих квалификацию в области контроля качества продукции виноделия.

#### **Соответствие содержания автореферата основным положениям и выводам диссертационной работы**

Содержание автореферата в полной мере отражает основные разделы и выводы диссертационной работы.

#### **Замечания по диссертационной работе**

Характеризуя диссертацию Абакумова Алексея Геннадьевича необходимо отметить, что она представляет собой завершенную квалификационную научную работу. Достоверность полученных соискателем результатов не вызывает сомнений.

Вместе с тем, к работе имеются замечания, требующие пояснений, но принципиально не влияющие на общую положительную оценку:

1. По тексту диссертации встречается термин ранее применявшейся в РФ классификации винодельческой продукции «*виноградные вина*». Автору следовало бы привести терминологию в соответствии с действующей в РФ классификацией винодельческой продукции.

2. В диссертационной работе на стр. 6 соискатель указывает, что минеральный состав является одним из основных признаков сортовой и региональной принадлежности

вин и, как инструмент идентификации географического происхождения используется практически во всех основных винодельческих странах мира. Данное утверждение необходимо подтвердить соответствующими ссылками.

3. В диссертационной работе (таблица 2) соискателем приведены следующие данные:

Содержание полифенолов	белые вина 0,24-0,42 г/дм <sup>3</sup> , красные вина 3,85-4,13 г/дм <sup>3</sup>	«Искусственные» вина	[59-62]
Содержание антоцианов	красные вина 20,3-167,5 г/дм <sup>3</sup>	Окрашивание вина	[61, 63-65]

По моему мнению, указанные концентрации полифенолов и антоцианов весьма высоки и требуют пояснения.

4. В диссертационной работе (стр.18) указано, что содержание в вине полифенолов, таких, как антоцианы и дубильные вещества составляет 0,1%. Не совсем корректная формулировка, т.к. содержание полифенолов и антоцианов зависит от типа вина и сорта винограда (например, в белоягодных сортах винограда антоцианы отсутствуют). Кроме того, антоцианы не относятся к полифенолам.

### Заключение

Отмеченные недостатки не умаляют достоинств и уровень диссертационной работы, не подвергают сомнению основные выводы, сделанные автором. По объему, качеству проделанной теоретической и экспериментальной работы в области аналитической химии вина, уровню и научной новизне, актуальности и значимости полученных результатов, диссертационная работа Абакумова А.Г. соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 11.09.2021), представленным на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор, Абакумов Алексей Геннадьевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия (химические науки).

Профессор кафедры технологии виноделия,  
бродительных производств, сахаристых и  
пищевкусковых продуктов имени  
профессора А. А. Мержаниана при  
институте пищевой и перерабатывающей  
промышленности ФГБОУ ВО  
«Кубанский государственный технологический  
университет», д.х.н., профессор

Н.К. Стрижов

Почтовый адрес:

350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, КубГТУ  
тел.: +7 (918) 3186369 Эл. почта: [nikolai.strizhov@yandex.ru](mailto:nikolai.strizhov@yandex.ru)  
Стрижов Николай Константинович



Подпись Стрижова Н.К.  
Заведующий  
Начальник центра  
административно-управленческого управления  
Е.И. Каширина  
«12» 09. 2022