

ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертационную работу на соискание ученой степени
кандидата химических наук Гуцаевой Кристины Сергеевны
на тему: «Установление региона произрастания черного чая на основе его
компонентного состава»
по специальности 1.4.2. – Аналитическая химия (химические науки)

В последние годы растущий спрос на зеленый и черный чай, характеризующихся высокой концентрацией полезных для здоровья биологически активных веществ, привел к увеличению фальсификации чая и поступлению на рынок продукта низкого качества. Следует отметить, что нормативными документами предусмотрено определение лишь ограниченного числа показателей для оценки качества чая, установления его региональной принадлежности и факта возможной фальсификации, что мало эффективно. В связи с этим разработка аналитических подходов для оценки качества чая и установления его региональной принадлежности является крайне актуальной задачей. Это особенно важно для Краснодарского края, где интенсивно происходит восстановление и развитие чаеводства. Особое внимание уделяется использованию хроматографических и электрофоретических методов для одновременного определения и идентификации биологически активных веществ в растительных объектах. Перспективным подходом является применение целевого и нецелевого профилирования, что также позволяет получить более полную картину о составе биологически активных веществ в различных образцах чая. Одними из основных биологически активных компонентов чая являются полифенольные соединения, они составляют 24–36 % от сухой массы зеленого чая. Именно полифенолы обеспечивают лечебное действие чая, обладая сильными противовоспалительными, антиоксидантными, противораковыми, противомикробными и антимуtagenными свойствами. Их содержание коррелирует с различными факторами и позволяет использовать в качестве биологических маркеров при определении качества чая, идентификации сортов чайного растения, оценке времени хранения чая, выявлении фальсификации чайной продукции и изучении влияния погодных условий на выращивание чая. Кроме того, чай является богатым источником макро- и микроэлементов, содержание которых также зависит от географического положения плантаций. Таким образом, диссертационное исследование Гуцаевой Кристины Сергеевны, посвященное выявлению особенностей минерального и органического состава чая, выращенного в условиях Краснодарского края и Адыгеи, и разработке на этой основе подхода к его идентификации и установлению региональной принадлежности черного чая является крайне актуальной задачей.

Научная новизна

В диссертационной работе предложен подход к установлению региональной принадлежности черного чая на основе отношений площадей характеристических

пиков катехинов на электрофореграммах, полученных в условиях мицеллярной электрокинетической хроматографии (МЭКХ), и убедительно продемонстрирована возможность классификации черного чая по происхождению для групп китайского, кенийского, индийского, ассамского, цейлонского и краснодарского происхождения на основе разработанного подхода.

Важным результатом диссертационной работы является впервые предложенные модели классификации черного чая по региональной принадлежности на основе концентрационного профиля минеральных и органических компонентов чая.

Теоретическая и практическая значимость работы

Оптимизирована методика одновременного определения *катехинов, кофеина и галловой кислоты* в чае методом МЭКХ и проведена ее метрологическая оценка. Разработаны подходы по установлению региональной принадлежности черного чая на основе концентрационного и электрофоретического профилей полифенолов. В результате работы предложен алгоритм скрининг-определения региональной принадлежности черного чая по конкретным диапазонам величин отношений площадей характеристических пиков катехинов для китайского, кенийского и краснодарского чая. Эта информация крайне необходима для установления возможной фальсификации региона произрастания и проведения мониторинга качества краснодарского чая.

Выявлены закономерности перераспределения минеральных компонентов в связанной системе почва - физиологически зрелый лист - флешь чая, выращенного в Краснодарском крае, и проведена оценка накопления металлов во флешах и в физиологически зрелом чайном листе. Установлена высокая аккумуляция К, Са, Мп и Sr во флешах и физиологически зрелом листе чайного растения, выращенном на территории Краснодарского края, что крайне полезно при классификации чая, произрастающего на небольших площадях со сходными почвенно-климатическими условиями.

Структура диссертационной работы

Диссертационная работа состоит из введения и 3-х глав: литературного обзора, экспериментальной части, обсуждения результатов, заключения и выводов, а также списка принятых сокращений и списка цитируемой литературы. Работа представлена на 136 страницах, содержит 26 рисунков и 25 таблиц.

Автором диссертации проведена большая работа по изучению литературы, о чем свидетельствует библиографический список, содержащий 212 ссылок. В обзоре дается подробное описание технологии обработки чайного листа для получения разных видов чая и основных изменений химического состава чая на отдельных стадиях производства, рассматриваются биохимические процессы, протекающие в чайном листе в процессе его переработки и формирующие состав готового чая; обсуждаются основные источники формирования минерального состава чая. В

отдельном разделе представлены современные методы исследования индивидуальных компонентов чая: хроматографические и электрофоретические методы для определения органических веществ в чае, для определения металлов в чае – методы атомно-абсорбционной (ААС) и атомно-эмиссионной спектроскопии (АЭС), РФА и ИСП-МС; дается подробное описание методов определения суммарного содержания фенольных соединений, их особенностей и ограничений. Особое внимание уделяется рассмотрению применения различных хемометрических подходов для оценки качества чая и определения региональной принадлежности. Анализ литературных данных позволил диссертанту выявить основные положения, которые необходимо учитывать при выявлении особенностей минерального и компонентного состава краснодарского чая.

Для реализации поставленных задач на первом этапе автору необходимо было выбрать условия электрофоретического определения катехинов и кофеина методом МЭЖХ. Эта задача эффективно решена с применением метода планирования эксперимента (дробный факторный план типа 2^{4-1}), что позволило одновременно оценить все выбранные факторы и их взаимодействия и выбрать оптимальные условия разделения исследуемых полифенольных соединений. На основании изучения графиков поверхностей откликов силы тока в системе и времени анализа аргументирован выбор оптимальных условий определения катехинов методом МЭЖХ, а применение диаграмм Парето к полученным результатам позволило диссертанту установить факторы, оказывающие статистически значимое влияние на исследуемые параметры. Показана возможность определения полифенолов по разработанной методике с высокой точностью и чувствительностью как в физиологически зрелом чайном листе и флеша, так и в готовом продукте (черный и зеленый чай).

На основании исследований методом ИСП-АЭС минерального состава чая, автором выявлены его особенности для чая, выращенного в условиях Краснодарского края, и установлена высокая аккумуляция металлов К, Са, Мп и Sr во флеша и физиологически зрелом листе ($КБА > 1$) на основании оценки коэффициентов биоаккумуляции металлов. Изучение взаимосвязи минерального состава в системе «почва – чайное растение (флеша и физиологически зрелый лист)» с применением математических методов обработки многомерных данных (МГК-ПЛС) позволило диссертанту выделить возможные вещества-маркеры для определения микроразнообразия выращивания краснодарского чая, содержание Ва, Na и Ni.

Следующий этап диссертационной работы посвящен исследованию взаимосвязи характеристик (минеральный и катехиновый состав и суммарный показатель – железовосстанавливающая способность) черного чая различных регионов произрастания (Ассамский, Цейлонский, Кенийский, Китайский и Краснодарский). Сравнение содержаний минеральных и органических компонентов в чае различных регионов произрастания позволило диссертанту выделить особенности состава краснодарского чая. Установлены интересные факты, ранее не описанные в литературе, по антогонистическому влиянию макрокомпонентов на

микрокомпоненты для чая (К с Мо и Mn, а также Са с Ni и Pb). Важно отметить, что построенные лепестковые диаграммы по медианам концентраций наиболее отличающихся компонентов визуально четко показывают отличие образа краснодарского черного чая от образцов чая других регионов происхождения.

Полученные результаты позволили диссертанту разработать несколько подходов к классификации черного чая по региону произрастания. Предложены три модели классификации чая по региональной принадлежности на основе концентрационного профиля минеральных и органических компонентов и получены функции классификации с помощью метода дискриминантного анализа, позволившие установить регион произрастания с использованием выявленных дескрипторов. Стоит отметить высокую точность полученных моделей (процент правильности классификации моделей – 92-99%). Кроме того, с применением функций классификации третьей модели автором были установлены минимальные доли введенного купажного чая для определения региональной принадлежности различных купажей чая. Этот результат имеет большое практическое значение, поскольку ряд торговых марок краснодарского чая являются купажом из местного сырья с добавлением чая из других регионов.

На основании результатов обработки электрофоретических профилей катехинов, кофеина и галловой кислоты методом МГК-ПЛС автором диссертации предложен второй подход определения региональной принадлежности черного чая по отношениям площадей пиков катехинов и установлены диапазоны величин этих соотношений для китайского, кенийского и краснодарского чая. Сильной стороной данного исследования является его практическая направленность. На основании разработанного подхода предложен экспрессный скрининг-анализ определения региона произрастания для групп чая краснодарского, кенийского и китайского региона.

Достоверность результатов

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием современных методов исследования, применением аттестованных стандартных образцов и согласованностью литературных и экспериментальных данных. Результаты диссертационного исследования опубликованы в российских журналах (5 статей) и доложены на представительных всероссийских и международных научных конференциях.

По работе возник ряд вопросов и замечаний:

1. Выявлены важные закономерности распределения минеральных компонентов в чае, выращенного в условиях Краснодарского края. Что можно сказать по поводу изменения полифенольного состава этих образцов в разных микроразнообразиях выращивания краснодарского чая?

2. В работе предложены три модели классификации черного чая. Какие можно предложить рекомендации по применению этих моделей? Можно ли использовать только одну модель для отнесения чая к определенному региону произрастания?
3. Предложенный подход на основе отношений площадей характеристических пиков катехинов позволяет провести классификацию черного чая с высокой точностью. Достаточно ли только определения органического состава исследуемых образцов для отнесения к определенному региону?
4. В работе на рис. 3.18-3.22 представлены изменения визуального образа Краснодарского черного чая от доли введенного купажного чая в соответствии с регламентированными категориями. Однако нет выводов по их использованию. Кроме того, существенного отличия в визуальном образе Краснодарского чая с добавками индийского и ассамского чаев не наблюдается. Некоторые параметры практически не участвуют в классификации.
5. Есть некоторые замечания по оформлению работы: в ряде таблиц не указаны погрешности определения концентраций минеральных компонентов и площадей пиков катехинов; нет четкого описания объектов исследования, условий и времени сбора листьев чая, которые существенно влияют на содержание биологически активных компонентов чайного листа.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертационное исследование Гуцаевой К.С. является цельной и завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на актуальную тему, связанную с приоритетными направлениями и программами развития отечественной фундаментальной и прикладной науки с использованием современных концепций и экспериментальных методологий и содержит решение важной задачи, состоящей в разработке подходов к идентификации и установлению региональной принадлежности черного чая по результатам исследования минерального и органического состава чая. По **актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости**, степени обоснованности положений и выводов диссертационная работа Гуцаевой Кристины Сергеевны полностью соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Содержание автореферата и опубликованных трудов диссертанта полностью соответствует содержанию диссертации.

На основании вышесказанного считаю, что диссертационная работа Гуцаевой Кристины Сергеевны на тему «Установление региона произрастания черного чая на основе его компонентного состава» является завершенным квалификационным научным исследованием, выполненным на актуальную тему на высоком научном

уровне, обладает научной новизной и практической значимостью и соответствует требованиям п. 9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Гуцаева Кристина Сергеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности – 1.4.2. – Аналитическая химия (химические науки)

Официальный оппонент:

Официальный оппонент:

кандидат химических наук,
доцент кафедры органической химии
Института химии

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский Государственный Университет»

БЕССОНОВА Елена Андреевна

Елена Андреевна Бессонова - 28.04.2023

Контактные данные:

тел.: +7(921)3645836, e-mail: e.bessonova@spbu.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом
защищена диссертация: 02.00.02 – Аналитическая химия

Адрес места работы: 198504, Россия, Санкт-Петербург, г. Петергоф,
Университетский просп., д. 26, ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский
Государственный Университет» Институт химии

Тел.: +7 921 364 58 36; e-mail: e.bessonova@spbu.ru

Подпись сотрудника

Е.А. Бессонова

удостоверяю:

Текст документа размещен
в открытом доступе
на сайте СПбГУ по адресу
<http://spbu.ru/science/expert.htm>

Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей

И.о. начальника
отдела кадров
И.И. Костяев

