

УТВЕРЖДАЮ

Директор Федерального  
государственного бюджетного научного  
учреждения «Северо-Кавказский  
федеральный научный центр  
садоводства, виноградарства,  
виноделия», академик РАН

  
Е.А. Егоров  
«27» апреля 2023 г.

## ОТЗЫВ

Ведущей организации на диссертационную работу Гуцаевой Кристины Сергеевны на тему «УСТАНОВЛЕНИЕ РЕГИОНА ПРОИЗРАСТАНИЯ ЧЕРНОГО ЧАЯ ПО ЕГО КОМПОНЕНТНОМУ СОСТАВУ», представленную на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия (химические науки)

### 1 Актуальность избранной темы

Чай, как один из самых распространенных пищевкусовых продуктов постоянно нуждается в объективной оценке его качества и защите производителя от подделок. В настоящее время идет гармоничное развитие отечественной чайной индустрии, основанной на переработке качественного чайного листа, произведенного в определенных агроклиматических условиях. Подтверждением чему в 2022 введен в действие национальный стандарт ГОСТ Р 59700-2021 «Чай краснодарский. Технические условия». Положениями данного стандарта предусматривается, что все стадии производства краснодарского чая должны осуществляться на территории Краснодарского края. Однако контроль только нормируемых физико-химических показателей качества, установленных стандартом (содержание водорастворимых экстрактивных веществ, массовая доля влаги, общее содержание золы, содержание водорастворимой золы, содержание грубых волокон) не позволит провести аутентификацию продукта с подтверждением региона произрастания чая. К ключевым биологически активным веществам чая, отвечающим за его качество, можно отнести кофеин, катехины, галловую кислоту, минеральный состав, содержание которых в готовой продукции обусловлено множеством факторов, таких как регион, сорт чайного растения, технология, степень ферментации и др.



Поэтому исследования, направленные на разработку аналитических подходов к решению проблемы установление региона происхождения чая, имеют научный и практический интерес и являются актуальными.

## **2 Научная новизна исследования, полученных результатов и выводов, сформулированных в диссертации**

Разработан подход к установлению региональной принадлежности черного чая на основе совокупности отношений площадей характеристических пиков электрофореграмм, полученных в условиях мицеллярной электрокинетической хроматографии (МЭКХ). Показана возможность классификации черного чая для групп китайского, кенийского, индийского, ассамского, цейлонского и краснодарского происхождения на основе отношений площадей характеристических пиков катехинов:  $S_{ГКм}/S_{Км}$ ,  $S_{Км}/S_{ГКГ}$ ,  $S_{Км}/S_{ЭКГ}$ ,  $S_{ЭКм}/S_{ГКГ}$ ,  $S_{ГКГ}/S_{ЭКГ}$ .

Предложены модели классификации черного чая по региональной принадлежности на основе концентрационного профиля с использованием значимых дескрипторов – содержания кофеина, катехинов и галловой кислоты (модель 1); содержания Al, Fe, Ba, Na, Ti, Cr, Pb, Li (модель 2) и содержания Sr, Cr, Mo, Mg, Cd, Ti, Li, Ba, Ni, Ca, Mn, ГКТ, ГКГ, КТ и ЖВС (модель 3).

## **3 Практическая значимость работы**

Оптимизирована методика одновременного определения галлокатехина, катехина, эпигаллокатехина, эпигаллокатехин галлата, эпикатехина, галлокатехин галлата и эпикатехин галлата в чае методом МЭКХ и проведена ее метрологическая оценка. Показатель точности определения аналитов составляет от 12% (для Кф) до 24% (для ЭКт), в динамическом диапазоне измерений 1,3-2,3.

Предложен алгоритм скрининг-определения региональной принадлежности черного чая с использованием установленных диапазонов величин отношений площадей характеристических пиков электрофореграмм:  $S_{Кф}/S_{Км}$ ,  $S_{Кф}/S_{ЭКм}$ ,  $S_{ЭКГ}/S_{ЭКГ}$  – для китайского,  $S_{ГКм}/S_{Км}$ ,  $S_{ГКм}/S_{ЭКГ}$ ,  $S_{Км}/S_{ГКГ}$  – кенийского,  $S_{Кф}/S_{ГК}$ ,  $S_{ЭКГ}/S_{ЭКГ}$ ,  $S_{ГК}/S_{ЭКГ}$  – краснодарского чая.

Установлена высокая аккумуляция К, Са, Мп и Sr во флешах и физиологически зрелом листе чайного растения, выращенном на территории Краснодарского края. На основе коэффициентов биоаккумуляции показано, что во флешах характерно накопление К, Zn, Mg, Co, Ni, Mo и Са, Mn, Sr, Ba, Cu, Pb, Al, Ti, Cr, Fe в физиологически зрелом листе.



#### **4 Достоверность полученных результатов**

Достоверность полученных результатов, научных положений и выводов, содержащихся в работе, подтверждается:

- использованием современных методов исследований;
- соответствием разработанных методик целевому назначению;
- обеспечением прослеживаемости измерений за счет использования аттестованных стандартных образцов;
- согласованностью литературных и экспериментальных данных.

#### **5 Общая оценка работы**

Диссертация Гуцаевой К.С. изложена на 168 страницах, состоит из введения, обзора литературы, экспериментальной части и заключения.

Во введении дано обоснование актуальности темы, практической значимости работы, сформированы цели и задачи исследования.

В обзоре литературы рассмотрены технология получения черного чая, особенности формирования его полифенольного и минерального состава. Обсуждены основные методы исследования компонентного состава чая и хемометрические методы установления региональной принадлежности. Сделаны выводы к обзору литературы и сформулированы задачи диссертационного исследования.

В экспериментальной части указаны объекты исследования, реактивы, материалы, методы и методики проведения анализа. В качестве объектов исследования автор выбрал оригинальные образцы чая черного байхового, отличающиеся регионом произрастания: цейлонский, китайский, индийский, кенийский и ассамский. А также образцы почв, листьев чайного растения и черного чая, изготовленного из сырья, выращенного в условиях Краснодарского края, предоставленные лабораторией Всероссийского НИИ цветоводства и субтропических культур, г. Сочи.

Анализ минерального состава (K, Ca, Mg, Fe, Mn, Al, Zn, Na, Sr, Ba, Cu, Ni, Pb, Cr, Li, V, Ti, Co, Cd, Mo) образцов чая и почв проводили методом ИСП-АЭС на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно связанной плазмой «iCAP 6000» (Thermo Fisher Scientific, США), при длинах волн свободных от спектральных наложений.

Электрофоретическое разделение компонентов водных экстрактов чая проводили с помощью системы капиллярного электрофореза «Капель 105» (Люмэкс, Россия) с положительной полярностью, УФ-детектором и пневматическим вводом пробы.



Оценку величины железовосстанавливающей способности черного чая проводили методом FRAP с индикаторной системой Fe(III) – о-фенантролин (при концентрации компонентов 0,12 и 0,20 ммоль/дм<sup>3</sup> соответственно) в пересчете на вещество-стандарт – галловая кислота. Измерение оптической плотности растворов проводили при  $\lambda=500\pm 10$  нм на спектрофотометре «LEKI SS2107» (LEKI Instruments, Финляндия).

В обсуждении результатов рассмотрена оптимизация условий определения кофеина, катехинов и галловой кислоты методом МЭКХ. Изучены особенности минерального состава чая, выращенного в условиях Краснодарского края. Исследованы подходы к установлению региональной принадлежности черного чая на основе концентрационного и электрофоретического профилей экстрактов чая.

Работа отличается системным подходом к решаемой проблеме: каждый последующий раздел логично выходит из предыдущего и пролонгирует последующие исследования. Сделанные автором выводы основаны на результатах проведенных исследований, достаточно обоснованы, аргументированы и соответствуют задачам исследований.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации, изложен четко, последовательно и логично, с соблюдением требований, предъявляемых ВАК Минобрнауки РФ к авторефератам.

По материалам диссертации Гуцаевой К.С. опубликовано 5 статей, из которых 3 включены в рекомендованные ВАК РФ рецензируемые научные издания, а также 6 тезисов докладов в материалах международных конференций.

Вынесенные на защиту научные положения обоснованы и соответствуют поставленным целям и задачам.

#### **К тексту диссертации имеются вопросы и замечания:**

1. Известно, что чайные плантации Краснодарского края в соответствии с почвенно-климатическими условиями подразделяются на четыре микрозоны. Автор проводил исследование компонентного состава краснодарского чая и почв его произрастания на образцах, отобранных в I, III и IV зон. Почему в исследования не были включены образцы II микрозоны?

2. Согласно ГОСТ Р 59700-2021 «Чай краснодарский. Технические условия», п. 4.4 в зависимости от содержания чайного листа краснодарского происхождения краснодарский чай подразделяют на 4 категории. Возможно, ли установить категорию краснодарского чая (процентное содержание чайного листа краснодарского происхождения в чае) с использованием предложенных моделей?



3. В подразделе 2.1 «Материалы, реактивы и используемое оборудование» не указан метанол и его квалификация, который использовался автором в диссертационной работе.

Автором выбран этиловый спирт достаточно низкого сорта – высшей очистки, что могло отразиться на качестве анализа при приготовлении буферных растворов.

4. В тексте диссертации имеются неточности:

- таблица 3.13 – Содержания металлов в кларке и почвах чайных плантаций I, III и IV микронзон выращивания.

КЛАРК – константа распространенности элемента (среднее содержание) в земной коре, литосфере, всей планете, крупной геохимической системе и др. (Геологическая энциклопедия). Поэтому выражение содержание элемента в Кларке некорректно, правильно писать – Кларк элемента;

- рисунок 3.9 – Гистограммы содержания Ca, Zn, Ba во флешах, зрелом листе и почве. Судя по указанной размерности в одном грамме чайного листа содержится до 6 граммов кальция. Подобные ошибки в размерностях встречаются и на других рисунках;

- таблица 3.17 – Содержание металлов в образцах черного чая различного региона произрастания. Автором не указано, сколько образцов чая одного наименования и года фасовки использовали для получения данных;

- рисунок 3.11 – Результаты корреляционного анализа величин ЖВС чая и суммарного содержания катехинов и ГК. Оси без наименований и указания размерностей.

Перечисленные замечания не снижают общей положительной оценки работы, выполненной диссертантом. Гуцаева К.С. своими исследованиями подтвердила свою высокую квалификацию и широкий научный кругозор.

## **6 Рекомендации по использованию результатов исследований**

Предложенные модели классификации черного чая по региональной принадлежности на основе концентрационного профиля с использованием значимых дескрипторов могут быть положены в основу разработки стандартов для идентификации и аутентификации чая.

Оптимизированная методика одновременного определения галлокатехина, катехина, эпигаллокатехина, эпигаллокатехин галлата, эпикатехина, галлокатехин галлата и эпикатехин галлата в чае методом МЭКХ после аттестации может найти широкое применение для контроля содержания кахетинов в чае.



## Заключение

Диссертационная работа Гуцаевой Кристины Сергеевны является законченной научно-квалификационной работой, в которой решены научные задачи по идентификации подлинности черного чая на основе его концентрационного и электрофоретического профилей.

Выполненная работа соответствует требованиям, установленным в п. 9 Постановления Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 «О Порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ (в действующей редакции), и предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.2 – Аналитическая химия (химические науки).

Содержание выполненной работы подтверждает соответствие критериям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук (пункты 9–11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденное Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции)).

Диссертационная работа Гуцаевой Кристины Сергеевны и отзыв обсуждены и одобрены на заседании Ученого совета Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия», протокол № 4 от 24.04.2023.

Ведущий научный сотрудник  
Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения  
«Северо-Кавказский федеральный научный центр  
садоводства, виноградарства, виноделия»,  
д-р техн. наук, канд. хим. наук, доцент

 О.Н. Шелудько

Подпись Шелудько О.Н. заверяю

Ученый секретарь Ученого совета  
Федерального государственного  
бюджетного научного учреждения  
«Северо-Кавказский федеральный научный центр  
садоводства, виноградарства, виноделия»,  
канд. с.-х. наук

 Н.М. Запорожец

Почтовый адрес: 350901, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. 40-летия Победы, д.39.  
Тел.: (861) 252-70-74;  
email: kubansad@kubannet.ru.

