

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

KURAGIN Alexey Andreevich – Postgraduate Student, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: xt-337@mail.ru

PICHUGINA Anna Igorevna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Polymer Technology, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: xt-337@mail.ru

STAROVOYTOVA Natalia Yurievna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Polymer Technology, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: xt-337@mail.ru

STAROVOYTOV Anatoly Vladimirovich – Senior Lecturer of the Department of Chemistry and Polymer Technology, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: avstarovoytov7@yandex.ru

CHALOV Kirill Vyacheslavovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Chemistry and Polymer Technology, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: tschalov_k@mail.ru

USTIMOV Aleksandr Vladimirovich – Candidate of Chemical Sciences, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: xt-337@mail.ru

DOLUDA Valentin Yuryevich – Doctor of Chemical Sciences, Head of the Department of Chemistry and Polymer Technology, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: doludav@yandex.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Kuragin A.A., Pichugina A.I., Starovoytova N.Yu., Starovoytov A.V., Chalov K.V., Ustimov A.V., Doluda V.Yu. Determination of metrological characteristics of chromatographic analysis of a mixture of hydrogen and carbon dioxide in the process of obtaining formaldehyde and its derivatives // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2025. No. 3 (27), pp. 80–86.

УДК 661.123**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ
КОЛИЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПОЛИФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ФИТОСБОРАХ**

А.И. Петрова, Д.Ю. Цветков, Н.В. Лакина, В.Ю. Долуда, А.И. Сидоров
Тверской государственный технический университет (г. Тверь)

© Петрова А.И., Цветков Д.Ю., Лакина Н.В.,
Долуда В.Ю., Сидоров А.И., 2025

Аннотация. В работе проведено количественное определение полифенольных соединений в фиточаях «Фиточай № 39», «Фитосбор № 1» и «Опалиховский». Отмечено, что наибольшее количество полифенольных соединений содержится в водном извлечении фиточая «Фиточай № 39» (26,57 %), наименьшее – в спиртовом извлечении этого же фиточая (3,94 %) в пересчете на катехин. Спектрофотометрический метод анализа

полифенольных соединений в пересчете на галловую кислоту и танин сочтен оптимальным для количественного определения суммарного количества полифенольных соединений.

Ключевые слова: полифенольные соединения, галловая кислота, танин, фитосбор, лекарственное растительное сырье.

DOI: 10.46573/2658-7459-2025-3-86-95

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в качестве лекарственного сырья широко используют растения. Значительный интерес представляют природные полифенольные соединения (флавоноиды и их гликозиды, фенолкарбоновые кислоты, кумарины, дубильные вещества и др.), обуславливающие биологическую активность такого сырья. Их состав и количественное содержание определяются ареалом произрастания растения и могут иметь общие черты у растений одного рода.

Полифенольные соединения широко известны благодаря своей антиоксидантной активности. Согласно общепринятой точке зрения, их антиоксидантные свойства основаны на способности соединений служить ловушками для свободных радикалов, а также хелатировать ионы металлов, участвующих в перекисном окислении. Фенольные соединения могут взаимодействовать с гидроксильными и пероксильными радикалами липидов (алкоксилами) благодаря их способности отдавать электрон (или атом) водорода. В результате образуются радикалы фенолов – феноксилы, которые не участвуют в распространении окислительного процесса. Это связано с уникальной структурой их молекул, в которой происходит делокализация неспаренного электрона, что приводит к стабилизации свободных радикалов.

Во всем мире активно исследуют действие богатых полифенольными соединениями растительных экстрактов. На их основе возможно создание новых высокоактивных лекарственных препаратов, обладающих противовоспалительной, противовирусной, антиканцерогенной, антипаразитарной или бактерицидной активностью. Благодаря способности полифенолов (ПФ) подавлять работу механизмов множественной лекарственной устойчивости ученые создают и испытывают новые антибиотики, а также агенты, вызывающие усиление действия других лекарств. В связи с перспективами использования полифенольных соединений в медицине в настоящее время наблюдается значительный рост интереса к их изучению. За последние три десятилетия число исследований в этой области составило от 8 000 до 10 000 публикаций в год (по данным PubMed) [2].

Объектом настоящего исследования являются такие фиточаи, как «Фиточай № 39» (в состав входят шиповник, эхинацея, девясил, липа, мята, ромашка, корень солодки, стевия, шалфей, душица, эвкалипт, чабрец); «Фитосбор № 1», (толокнянка, календула, укроп, элеутерококк, мята); «Опалиховский» (зверобой, липа, ромашка, мята, душица, шалфей, тимьян).

Полифенолы – разнообразные и широко распространенные минорные биологически активные соединения растительного происхождения. Они содержатся в различных пищевых продуктах: фруктах, овощах, крупах, орехах, кофе, какао, специях, семечках. В зависимости от строения молекулы выделяют фенольные кислоты, стильбены, флавоноиды, лигнаны, дубильные вещества. Полифенолы привлекают внимание

исследователей в связи с широким набором биологических эффектов, оказываемых на организм человека [3].

В научной литературе можно встретить различные варианты классификации ПФ. Общепринято выделение следующих групп:

1. Фенольные кислоты. Это ароматические кислоты, содержащие фенольное кольцо и карбоксильную функциональную группу. Они содержатся в тканях растений, чаще в связанной с сахарами или другими ПФ форме (рябина черноплодная, боярышник кроваво-красный, кора дуба и др.). В организме человека они образуются в результате микробного расщепления в толстой кишке либо при внутриклеточном метаболизме более конденсированных молекул [4].

2. Производные гидроксикоричной и гидроксibenзойной кислот. Это две основные группы фенольных кислот, выделяемые в зависимости от строения молекул. Наибольший интерес исследователей привлекают галловая, эллаговая, кофейная кислоты и производные последней: хлорогеновая, неохлорогеновая, розмариновая кислоты и др.

3. Флавоноиды. Это группа ПФ, участвующих во многих процессах, протекающих в организме. Они оказывают антиоксидантное действие, снижают свертываемость крови, уменьшают ломкость и проницаемость капилляров, улучшают обменные процессы [6]. Наиболее распространены и изучены представители флавонолов – кверцетин и кемпферол. Они содержатся в овощах, фруктах и зерновых культурах [5].

4. Дубильные вещества. Это группа растительных ПФ, способных «дубить» невыделанную шкуру, превращая ее в кожу. Эта способность дубильных веществ основана на их взаимодействии с белком кожных покровов – коллагеном, приводящим к образованию структур, устойчивых к процессам гниения. Однако не все такие вещества способны к дублению. Этим свойством обладают только природные высокополимерные соединения, имеющие молекулярную массу 1 000–5 000; более низкомолекулярные соединения имеют только вяжущий вкус и неспособны к дублению. Чтобы не путать такие вещества с подлинными дубителями, их часто называют «пищевыми танинами», «чайными танинами» [7].

Фиточаи (лат. *phyton* – растение) – чайные напитки из растений, которые широко используются в качестве продуктов питания, а также обладают не только органолептическими, но и целебными свойствами (в зависимости от состава растительной композиции) [8]. В настоящее время на фармацевтическом рынке имеется довольно широкий выбор фиточаев, но ежегодно появляются новые. Необходимо отметить, что в композиции фиточаев включают как культивируемые, так и дикорастущие растения [9]. Каждая композиция фиточая, которая появляется на рынке, отличается от предыдущих видовым составом растительных компонентов. Все фиточаи можно разделить на моноосновные и поликомпонентные. В настоящее время редко используют моноосновные чаи и даже 2–3-компонентные системы применяются не так часто. Таким образом, если напиток включает только один вид растительного сырья, то можно предположить, что оно было подвергнуто обработке, которая позволяет получить дополнительный выход биологически активных веществ. Так, в исследовательской работе [9] представлен способ производства чая, заключающийся в дополнительной ферментации сырья, которую осуществляют импульсным электрическим полем.

На рис. 1 представлена схема классификации фиточаев.

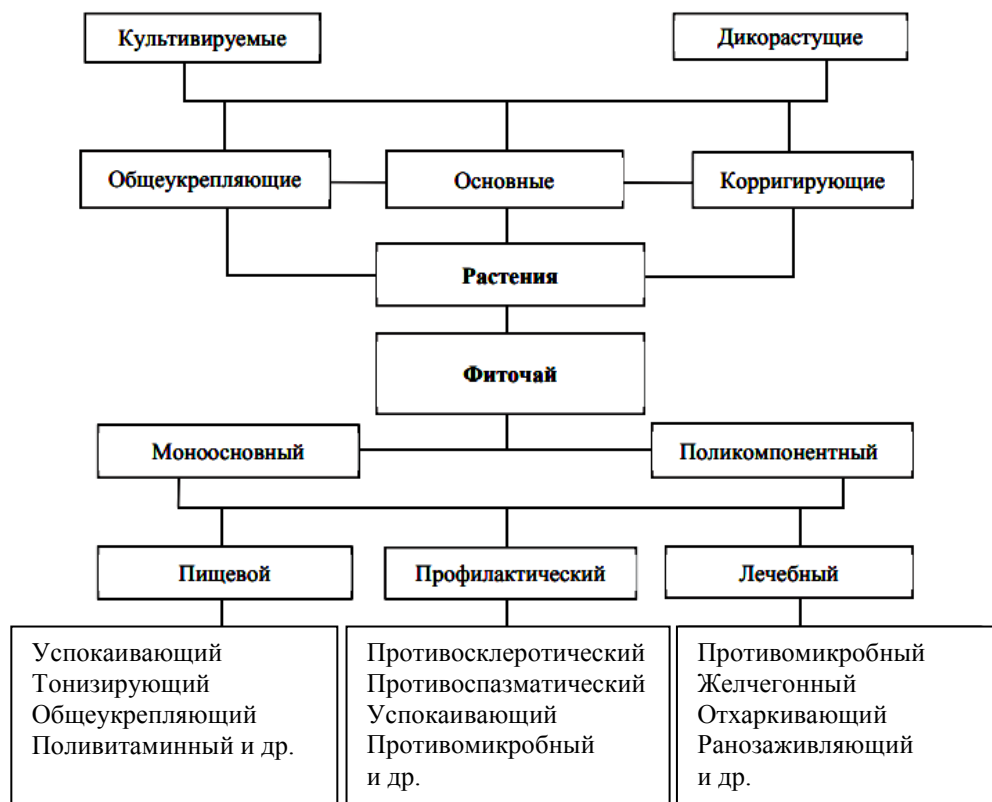


Рис. 1. Классификация фиточаев

Поликомпонентные составы находят все больше сторонников. Например, известен патент на фиточай, состоящий из 77 трав. Однако необходимо отметить, что поликомпонентные композиции, помимо положительных черт, имеют и ряд недостатков: длительное время заваривания, неравномерное распределение вкусоароматических и биологических веществ по порциям продукта (в результате транспортировки и хранения). Кроме того, слишком большое количество компонентов не позволяет им в полной мере проявлять полезные свойства, так как направленное действие одного компонента может нейтрализоваться действием другого [10].

Вместе с тем экспериментально установлено, что практически невозможно в экстракте получить то количество экстрактивных (полезных) веществ, которое теоретически содержится в исходном сырье. По этой причине очень ценятся грамотно составленные композиции, которые позволяют уменьшить ингибирование процесса высвобождения полезных веществ в экстракт сопутствующими веществами. При разработке композиций фиточаев необходимо принимать во внимание дозировки действующих веществ растений для достижения заявленного эффекта.

На рис. 2 продемонстрирована частота встречаемости растительного сырья в рецептурах фиточаев.

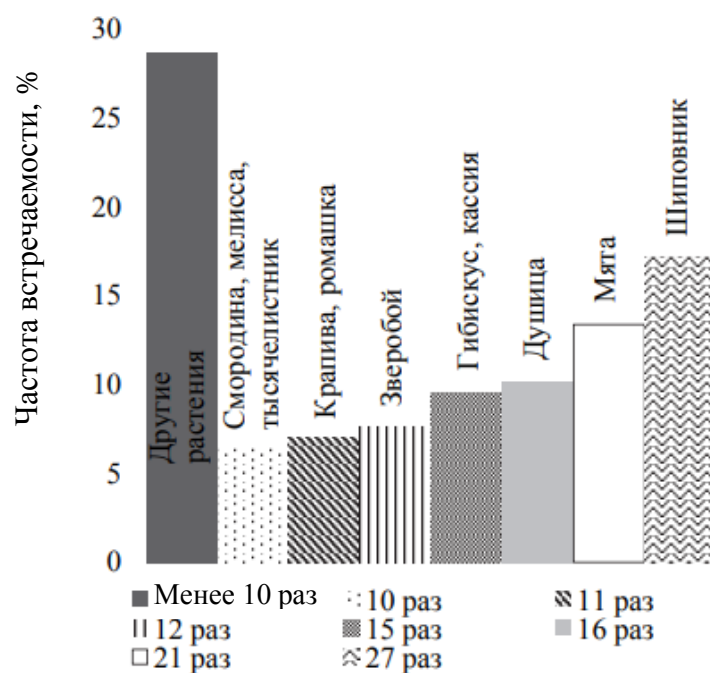


Рис. 2. Частота встречаемости растительного сырья в рецептурах фиточаев

Из рис. 2 видно, что наиболее часто в композициях фиточаев встречаются следующие растения: шиповник, мята, душица, гибискус, кассия, зверобой, крапива и ромашка.

МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

Методика количественного определения полифенольных соединений в образцах фиточаев

Для исследования были взяты три образца фитосбора. Производители и торговые марки представлены в таблице.

Фитосборы, обладающие противовоспалительным действием

Номер образца	Название	Производитель
1	«Фиточай № 39»	ООО «Сила российских трав»
2	«Фитосбор № 1»	Green
3	«Опалиховский»	Green

Аналитическую пробу сырья измельчали до величины частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями размером 3 мм. Помещали 1,0 г (точная навеска) измельченного сырья в коническую колбу с притертой пробкой и вместимостью 250 мл, прибавляли 50 мл 50%-го спирта и взвешивали с точностью $\pm 0,01$ г. Колбу с содержимым присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на водяной бане в течение 1 ч. Полученное

извлечение охлаждали до комнатной температуры и взвешивали, при необходимости доводили 50%-м спиртом до первоначальной массы, фильтровали через беззольный фильтр, отбрасывая первые 10 мл фильтрата. В мерную колбу вместимостью 25 мл помещали 0,5 мл фильтрата, прибавляли 10 мл 50%-го спирта подкисленного, доводили объем раствора указанным спиртом до метки. Раствор сравнения – спирт 50%-й подкисленный.

Измеряли оптическую плотность испытуемого раствора на спектрофотометре при длинах волн 279 нм и 305 нм в кювете с толщиной слоя 1 см относительно раствора сравнения.

Содержание суммы полифенольных соединений в пересчете на (+)-катехин в сухом сырье в процентах (X) устанавливали по формуле

$$X = \frac{A \cdot 50 \cdot 25 \cdot 100}{144 \cdot a \cdot 0,5 \cdot (100 - W)}, \quad (1)$$

где A – оптическая плотность испытуемого раствора; a – навеска сырья, г; 144 – удельный показатель поглощения (+)-катехина в растворе 50%-го спирта подкисленного при длине волны 279 нм; W – влажность сырья, %.

Спектрофотометрический анализ полифенольных соединений по галловой кислоте и танину

Для спектрофотометрического анализа полифенольных соединений в пересчете на танин и галловую кислоту брали 2 г (точная навеска) измельченного сырья.

Для проведения исследования были приготовлены растворы стандартных образцов (PCO) галловой кислоты и танина.

Приготовление PCO галловой кислоты. Около 0,025 г (точная навеска) стандартного образца кислоты галловой переносят в мерную колбу объемом 50 мл, доводят очищенной водой до метки, 0,5 мл полученного раствора переносят в мерную колбу на 25 мл и доводят боратым буферным раствором до метки. Измеряют оптическую плотность раствора при длинах волн 275 ± 2 и 305 ± 2 нм.

Приготовление PCO танина. Около 0,025 г (точная навеска) стандартного образца танина переносят в мерную колбу на 50 мл, доводят очищенной водой до метки, 0,5 мл полученного раствора переносят в мерную колбу на 25 мл и доводят боратым буферным раствором до метки. Измеряют оптическую плотность раствора при длинах волн 275 ± 2 и 305 ± 2 нм.

Содержание галловой кислоты и танина в процентах в растворе в пересчете на абсолютно сухое сырье ($X_{гк}$ и X_m) устанавливают по следующим формулам:

$$C_{гк} = \frac{E_2^{\lambda 2} A^{\lambda 1} - E_2^{\lambda 1} A^{\lambda 2}}{(E_1^{\lambda 1} E_2^{\lambda 2} - E_1^{\lambda 2} E_2^{\lambda 1}) \ell}; \quad (2)$$

$$C_m = \frac{E_1^{\lambda 1} A^{\lambda 2} - E_1^{\lambda 2} A^{\lambda 1}}{(E_1^{\lambda 1} E_2^{\lambda 2} - E_1^{\lambda 2} E_2^{\lambda 1}) \ell}; \quad (3)$$

$$X_{гк} = \frac{C_{гк} W_1 W_2 \times 100}{a(100 - B) V_a}; \quad (4)$$

$$X_m = \frac{C_m W_1 W_2 \times 100}{a(100 - B) V_a}, \quad (5)$$

где $A^{\lambda 1}$ – оптическая плотность исследуемого раствора по галловой кислоте при длине волны 275 ± 2 нм; $A^{\lambda 2}$ – оптическая плотность исследуемого раствора по танину при длине

волны 305 ± 2 нм; a – масса сырья, г; B – потеря в массе при высушивании сырья, %; W_1 и W_2 – объем мерных колб, взятых для разведения, мл; V_a – объем аликвоты извлечения, взятой на анализ, мл; E^{λ_1} – величина удельного показателя поглощения при 275 ± 2 нм; E^{λ_2} – величина удельного показателя поглощения при 305 ± 2 нм; l – толщина кюветы, 1 см.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Количественное определение полифенольных соединений в фиточаях

На рис. 3 представлены полученные расчетные данные спектрофотометрического анализа водных и спиртовых полифенольных извлечений исследуемых образцов фитосборов, обладающих противовоспалительным и иммуномодулирующим действием.

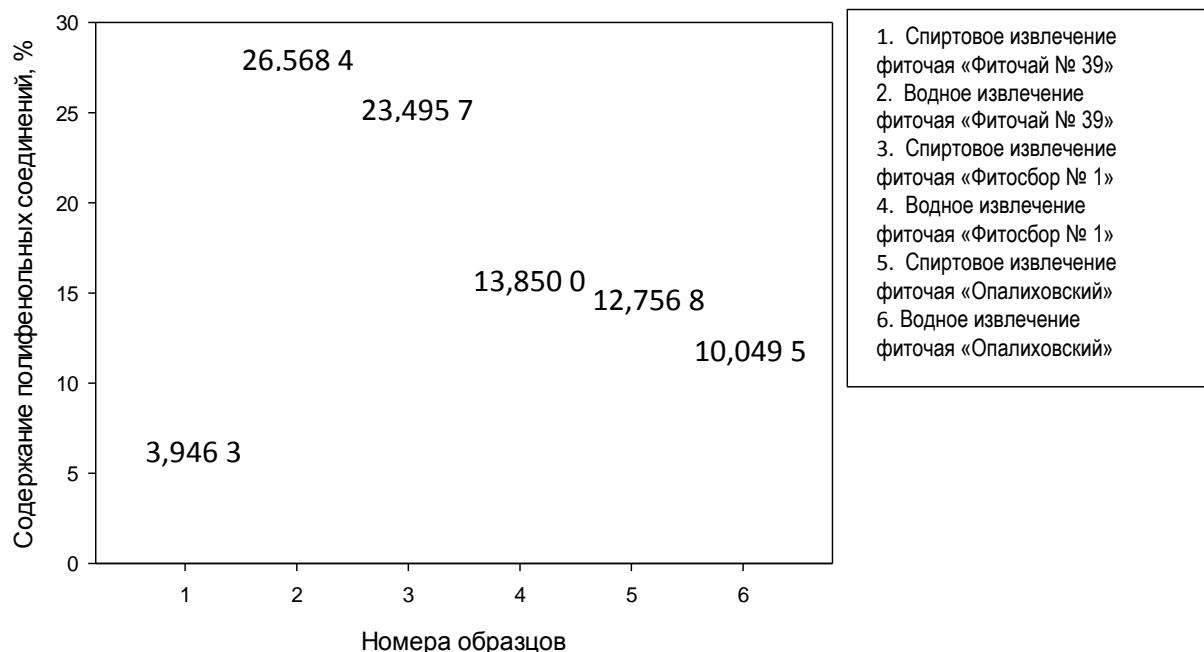


Рис. 3. Диаграмма суммарного содержания полифенольных соединений, рассчитанных по катехину, галловой кислоте и танину в исследуемых фиточаях

Согласно полученным данным, наибольшее количество полифенольных соединений содержится в водном извлечении фиточая «Фиточай № 39» (26,5 %), наименьшее содержание – в спиртовом извлечении этого же фиточая (3,9 %). Результаты показывают, что оптимальным способом извлечения полифенольных соединений является водное, так как применение спирта в качестве экстрагента приводит к экстракции балластных веществ в виде белков и углеводов, что существенно мешает спектрофотометрическому определению количественного содержания полифенольных веществ, основанному на законе Бугера – Ламберта – Бера.

Анализируя расчетные данные, можно сделать вывод, что максимумы светопоглощения приходятся на длину волны 275 ± 4 нм и 305 ± 2 нм, а это свидетельствует о наличии в фиточаях полифенольных соединений типа гидролизуемых по галловой кислоте и негидролизуемых по танину в приблизительно равных количествах. Больше всего танина содержится в спиртовом извлечении фиточая «Фитосбор № 1» (12,7 %), а галловой кислоты – в спиртовом извлечении фиточая «Опалиховский» (10,2 %).

Спектрофотометрия является более точным методом, однако выбранная методика определяет лишь дубильные вещества в пересчете на танин и галловую кислоту. Данный метод уникален, поскольку исключает погрешность в виде примесей и позволяет изучать отдельные дубильные вещества без их разделения.

На основе проделанной работы можно сделать вывод об актуальности количественного определения отдельных биологически активных компонентов фитосборов, таких как полифенольные соединения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значимость настоящей работы продиктована возрастающей потребностью в эффективных и безопасных натуральных средствах для профилактики и вспомогательной терапии воспалительных заболеваний, а также необходимостью научного обоснования качества и стандартизации фитопродукции. Результаты исследования подтверждают важность количественного определения полифенольного состава методом ультрафиолетовой спектрофотометрии как одного из ключевых факторов, оказывающих влияние на противовоспалительную и иммуномодулирующую активность. Полученные данные о качестве исследованных коммерческих образцов фиточаев могут быть полезны как для специалистов в области фармации и медицины, так и для потребителей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник. Самара: Офорт; СамГМУ, 2004. 1239 с.
2. Тараховский Ю.С., Ким Ю.А., Абрасимов Б.С., Музафаров Е.Н. Флавоноиды: биохимия, биофизика, медицина: монография. Пушино: Synchrobook, 2013. 310 с.
3. Singla R.K., Dubey A.K., Garg A., Sharma R. Natural Polyphenols: Chemical Classification, Definition of Classes, Subcategories, and Structures // *J. AOAC Int.* 2019. Vol. 102. No. 5, pp. 1397–1400.
4. Zhang L., Han Z., Granato D. Classification, Methods of Identification, and Nutritional Aspects in Human Health // *Adv. Food Nutr. Res.* 2021. Vol. 98. P. 1–33.
5. Муравьева Д.А., Самылина И.А., Яковлев Г.П. Фармакогнозия: учебник. М.: Медицина, 2002. 656 с.
6. Остроухова Л.А., Федорова Т.Е., Онучина Н.А., Левчук А.А., Бабкин В.А. Определение количественного содержания экстрактивных веществ из древесины, корней и коры деревьев хвойных видов Сибири: лиственницы (*Larix sibirica* L.), сосны (*Pinus sylvestris* L.), пихты (*Abies sibirica* L.), ели (*Picea obovata* L.) и кедра (*Pinus sibirica* du tour.) // *Химия растительного сырья*. 2018. № 4. С. 185–195.
7. Муравьева Д.А. Фармакогнозия: учебник. М.: Медицина, 1978. 656 с.
8. Antioxidant, Anti-inflammatory Activities and Polyphenol Profile of *Rhamnus Prinoides* / G.-L. Chen [et al.] // *Pharmaceuticals*. 2020. Vol. 13. No. 4. P. 55.
9. Патент РФ 2346452. *Травяной чай* / Касьяненко С.В., Евневич А.А. Заявл. 20.09.2007. Оpubл. 20.02.2009, Бюл. № 5.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

ПЕТРОВА Арина Игоревна – студентка, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22.
E-mail: arinapetrova989@gmail.com

ЦВЕТКОВ Дмитрий Юрьевич – студент, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: dm.cwetkow@mail.ru

ЛАКИНА Наталия Валерьевна – кандидат химических наук, доцент кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: lakina@yandex.ru

ДОЛУДА Валентин Юрьевич – доктор химических наук, заведующий кафедрой химии и технологии полимеров, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: doludav@yandex.ru

СИДОРОВ Александр Иванович – кандидат химических наук, профессор кафедры биотехнологии, химии и стандартизации, ФГБОУ ВО «Тверской государственный технический университет», 170026, Россия, г. Тверь, наб. А. Никитина, д. 22. E-mail: sidorov_science@mail.ru

БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

Петрова А.И., Цветков Д.Ю., Лакина Н.В., Долуда В.Ю., Сидоров А.И. Исследование оптимальных методов количественного определения полифенольных соединений в фитосборах // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия «Строительство. Электротехника и химические технологии». 2025. № 3 (27). С. 86–95.

RESEARCH OF OPTIMAL METHODS FOR QUANTITATIVE DETERMINATION OF POLYPHENOL COMPOUNDS IN HERBAL BRANCHES

A.I. Petrova, D.Yu. Tsvetkov, N.V. Lakina, V.Yu. Doluda, A.I. Sidorov
Tver State Technical University (Tver)

Abstract. This study quantified polyphenolic compounds in the herbal teas "Phytotea No. 39", "Phytosbor No. 1", and "Opalikhovsky". The highest amount of polyphenolic compounds was found in the aqueous extract of "Phytotea No. 39" (26,57 %), while the lowest amount was found in the alcoholic extract of the same tea (3,94 %), calculated as catechin. Spectrophotometric analysis of polyphenolic compounds calculated as gallic acid and tannin was deemed optimal for quantifying total polyphenolic compounds.

Keywords: polyphenolic compounds, gallic acid, tanin, herbal medicine, medicinal plant, raw materials complex.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

PETROVA Arina Igorevna – Student, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: arinapetrova989@gmail.com

TSVETKOV Dmitry Yurievich – Student, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: dm.cwetkow@mail.ru

LAKINA Natalia Valeryevna – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: lakina@yandex.ru

DOLUDA Valentin Yuryevich – Doctor of Chemistry, Head of the Department of Polymer Chemistry and Technology, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: doludav@yandex.ru

SIDOROV Alexander Ivanovich – Candidate of Chemical Sciences, Professor of the Department of Biotechnology, Chemistry and Standardization, Tver State Technical University, 22, embankment of A. Nikitin, Tver, 170026, Russia. E-mail: sidorov_science@mail.ru

CITATION FOR AN ARTICLE

Petrova A.I., Tsvetkov D.Yu., Lakina N.V., Doluda V.Yu., Sidorov A.I. Research of optimal methods for quantitative determination of polyphenol compounds in herbal branches // Vestnik of Tver State Technical University. Series «Building. Electrical engineering and chemical technology». 2025. No. 3 (27), pp. 86–95.

УДК 544.773.2

ВЛИЯНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК НА СКОРОСТЬ ОКИСЛЕНИЯ СУЛЬФИТА НАТРИЯ

А.В. Старовойтов, А.И. Пичугина, В.Ю. Долуда, А.Е. Соболев
Тверской государственный технический университет (г. Тверь)

© Старовойтов А.В., Пичугина А.И.,
Долуда В.Ю., Соболев А.Е., 2025

Аннотация. Исследовано влияние органических добавок на скорость окисления сульфит-ионов кислородом воздуха в водных растворах. Отмечено, что органические добавки могут как ускорять, так и замедлять процесс окисления сульфит-ионов растворенным кислородом. Показано, что малые концентрации спирта способны полностью подавлять реакцию окисления сульфит-ионов растворенным кислородом воздуха.

Ключевые слова: сульфит натрия, реакция окисления, водно-спиртовой раствор.

DOI: 10.46573/2658-7459-2025-3-95-100

ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных задач химической технологии является извлечение благородных металлов, в частности золота и серебра, из электронного лома или ювелирных изделий. Традиционные способы извлечения благородных металлов основаны на их растворении в водных растворах, которые содержат одновременно окислитель и комплексообразователь. Другой способ – это электролитическое анодное окисление, которое осуществляется без введения в раствор окислителя. Перспективным комплексообразователем в процессах электрохимического окисления благородных металлов является сульфит натрия. Потенциал сульфит-ионов в качестве комплексообразователя обусловлен тем, что они образуют прочные комплексы с ограниченным количеством металлов. Кроме того, сульфит можно использовать в щелочной среде, в которой многие другие переходные металлы образуют нерастворимые