

Сравнительный анализ химического состава и антиоксидантных свойств разных видов чая как исходного сырья для производства чайных экстрактов

Динара Ф. Валиулина¹ dinara-bakieva@mail.ru
Надежда В. Макарова¹ makarovnv1969@yandex.ru
Дмитрий В. Бudyлин¹

¹ Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, 443100, Россия

Реферат. Одним из наиболее часто потребляемых источников натуральных антиоксидантов является чай. Высокое содержание фенольных веществ в нем, делает его отличным функциональным напитком. В настоящее время интерес к чаю велик не только как к самостоятельному напитку, но и как к исходному сырью для производства чайных экстрактов. Исследование проводилось на экстрактах, полученных из образцов листового чая иностранного и российского производства по следующим показателям: содержание растворимых сухих веществ в экстрактах чая; общее содержание фенольных веществ; общее содержание флавоноидов; общее содержание танинов; антирадикальная активность по методу DPPH; восстанавливающая сила по методу FRAP. В ходе проведения исследования видов чая, различных по способу обработки и по региону происхождения, было определено, что лидером среди представленных чаев является белый чай китайского происхождения, имеющий самую высокую антирадикальную активность и наибольшее содержание танинов. Сравнивая между собой зеленые чаи из Китая и России, можно заключить, что содержание отдельных групп веществ незначительно различается на фоне чуть более высокой антирадикальной активности чая китайского. В группе черных чаев лидирует по полученным результатам испытания чай индийский «Хармутти», значительно превосходя чай из Краснодарского края по антирадикальной активности и общему содержанию фенольных веществ. Таким образом, перспективными видами чая для профилактики заболеваний (диабет, атеросклероз, гипертензия, болезнь Альцгеймера), возникающих как следствие окислительного стресса, являются чай белый китайский и чай зеленый Краснодарский.

Ключевые слова: чай, фенольные вещества, флавоноиды, антиоксидантная активность, окислительный стресс

Comparative analysis of the chemical composition and antioxidant properties of different types of tea as a raw material for the production of tea extracts

Dinara F. Valiulina¹ dinara-bakieva@mail.ru
Nadezhda V. Makarova¹ makarovnv1969@yandex.ru
Dmitriy V. Budylin¹

¹ Samara State Technical university, Molodogvardiys'ka str., 224, Samara, 443100, Russia

Summary. One of the most frequently consumed sources of natural antioxidants is tea. High content of phenolic substances in it, makes it an excellent functional drink. At present, interest in tea is great not only as an independent drink, but also as a raw material for the production of tea extracts. The study was conducted on extracts obtained from samples of leaf tea of foreign and Russian origin in the following parameters: the content of soluble solids in tea extracts; total content of phenolic substances; total content of flavonoids; total content of tannins; antiradical activity by the DPPH method; restoring force by the method of FRAP. During the study of tea species, different in the way of processing and in the region of origin, it was determined that the leader among the presented teas is the white tea of Chinese origin, which has the highest antiradical activity and the highest content of tannins. Comparing green tea from China and Russia, it can be concluded that the content of individual groups of substances varies slightly against the background of slightly higher anti-radical activity of Chinese tea. In the group of black teas, the Indian "Harmutti" tea is in the lead by the results of the test, significantly exceeding tea from the Krasnodar Territory by antiradical activity and the total content of phenolic substances. Thus, promising types of tea for the prevention of diseases (diabetes, atherosclerosis, hypertension, Alzheimer's disease), arising as a consequence of oxidative stress, are tea white Chinese and green tea Krasnodar.

Keywords: tea, phenolic substances, flavonoids, antioxidant activity, oxidative stress

Введение

Современной науке хорошо известно такое понятие, как окислительный (оксидативный) стресс – деструктивный процесс, приводящий к повреждению клеточных структур в процессе окисления. Он является причиной или важной составляющей многих серьезных болезней: диабет, атеросклероз, гипертензия, болезнь Альцгеймера [1].

Для цитирования

Валиулина Д.Ф., Макарова Н.В., Бudyлин Д.В. Сравнительный анализ химического состава и антиоксидантных свойств разных видов чая как исходного сырья для производства чайных экстрактов // Вестник ВГУИТ. 2018. Т. 80. № 2. С. 249–255. doi:10.20914/2310-1202-2018-2-249-255

Риск возникновения и развития выше упомянутых заболеваний можно снизить, потребляя в пищу достаточное количество веществ, способных противостоять разрушительному действию свободных радикалов. Антиоксидантные вещества – группа веществ, нейтрализующих окислительное действие свободных радикалов, супероксида, пероксида и валентных переходов ионов железа и меди

For citation

Valiulina D.F., Makarova N.V., Budylin D.V. Comparative analysis of the chemical composition and antioxidant properties of different types of tea as a raw material for the production of tea extracts. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2018. vol. 80. no. 2. pp. 249–255. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2018-2-249-255

в организме человека [2]. Наиболее распространенными природными источниками антиоксидантов являются: свежие ягоды и фрукты, сухофрукты, орехи, чай и кофе [3]. Введение в рацион питания природных источников натуральных антиоксидантов существенно снижает негативное влияние факторов, усиливающих окислительные процессы в организме человека, таким образом защищая от развития серьезных заболеваний [4].

Одним из наиболее часто потребляемых источников натуральных антиоксидантов является чай. Культура потребления чая в России документально зарегистрирована XVII в. Именно с тех давних пор чай стал популярным напитком всех слоев населения.

Чай – напиток, получаемый завариванием, настаиванием или варкой обработанных особым образом листьев чайного куста [5]. По способу обработки чай подразделяется на черный, зеленый, белый, желтый, красный (Улун), Пуэр [6]. В России наибольшей популярностью пользуются черный и зеленый виды чая. В среднем годовое потребление чая на душу населения среди россиян на 2016 г. составило 1.36 кг, что позволило занять четвертое место в мировом рейтинге по количеству потребляемого чая.

В настоящее время интерес к чаю велик не только как к самостоятельному напитку, но и как к исходному сырью для производства чайных экстрактов. Они нашли широкое применение в качестве компонентов чайных безалкогольных напитков, печенья, шоколада и т. д.

Проведенные исследования говорят о высоком содержании фенольных веществ в чае, что делает его отличным функциональным напитком [7]. Протекционные свойства чая против окислительного стресса в организме основаны прежде всего на способности его биоактивных веществ проявлять восстанавливающие свойства [8]. Травяные чаи в последнее время также приобретают большую популярность благодаря их репутации «улучшителей» здоровья человека. Так в статье нигерийских ученых исследован эффект по снижению содержания сахара в крови и тканях за счет употребления чая [9]. В течении 14 дней в рацион пациентов было включено употребление белого чая. Доза 100 мг/кг остаточна для снижения содержания сахара в крови, что свидетельствует о наличии антидиабетического эффекта для данного вида чая [10].

Все большее количество людей во всем мире страдают тяжелыми заболеваниями нервной системы – болезнью Альцгеймера и Паркинсона. Тогда как китайские ученые доказывают эффективность использования полифенолов чая в качестве профилактических средств для снижения риска нейродегенеративных болезней [11].

Чай, собранный с плантаций Индии, изучался в качестве антимикробного средства

против *Salmonella typhi*, *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumonia*, *Pseudomonas fluorescens*, *Aeromonas hydrophila*, *Staphylococcus aureus*. Действие чая сравнивалось со стрептоцидом и ципрофлоксацином. Отмечено, что большинство микроорганизмов чувствительно к действию экстрактов чая [12].

Австралийские ученые приводят данные анализа профилактики многих видов рака (лейкемия, яичников, молочных желез) для жителей различных областей Китая. По мнению этих ученых на основании полученных данных, а также исследований на животных, можно считать, что полифенолы зеленого чая обладают антиканцерогенными свойствами [13].

В обзорной работе немецких ученых представлен анализ данных по использованию зеленого чая и его экстрактов в качестве средства для профилактики и лечения рака [14]. Зеленый чай может выступать в качестве средства для увеличения продолжительности и улучшения качества жизни.

Значительное содержание полифенолов, преимущественно катехина и его производных, обуславливает профилактические и защитные свойства чая против опухолевых и сердечно-сосудистых заболеваний [15]. Также широко известно превентивное действие полифенольных веществ чая на развитие кариеса и общее антимикробное действие [16].

Многие ученые в приведенных выше работах считают, что биологическая активность чая напрямую связана с его антиоксидантными свойствами. Исследования антиоксидантной активности чая имеют широкое распространение. Польские ученые получили из чая препарат Polyphenon 60, который изготовлен на основе катехинов зеленого чая [14]. Для данного препарата методом ВЭЖХ исследован фенольный профиль, антирадикальная активность по методам DPPH и ABTS, восстанавливающая сила для ионов Cu^{2+} и Fe^{2+} . В составе препарата содержатся галловая кислота, витамин B1, катехины различного строения. Полученные результаты по антиоксидантным свойствам препарата Polyphenon 60 позволяют рекомендовать его как эффективное профилактическое средство.

Исследования общего содержания катехинов, полифенолов, теафлавинов, общей антиокислительной активности были проведены для 46 образцов чая различных производителей и различных площадей сбора (Шри-Ланка, Турция, Индия, Кения, Грузия, Индонезия и т. д.) [18]. Чай были как зеленый, черный, oolong, Puerh. Отличия в показателях наблюдаются не только для разных типов чая, но и для одного типа чая, но разных производителей.

Интерес малайзийских ученых привлекли 12 клонов чая, отличающихся по размеру листьев. Для этих клонов изучено общее содержание

фенолов, флавоноидов, антирадикальная активность. Среди лидеров по химическому составу можно выделить клон 100. Этот клон имеет хороший уровень показателей по улавливанию радикалов 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила [19].

С помощью методологии поверхностного отклика на примере зеленого чая определены условия экстракции (растворитель, время, температура) для получения экстрактов с высокими антирадикальными свойствами [20].

Индийские ученые провели ряд экспериментов на животных по использованию чая в качестве средства по торможению окислительного стресса в крови мышей. Именно катехины зеленого чая показывают положительные результаты [21].

Цель работы – определение содержания антиоксидантных веществ (общее содержание фенольных веществ, общее содержание флавоноидов, общее содержание танинов, антирадикальная активность по методу DPPH, восстанавливающая сила по методу FRAP) в различных видах чая иностранного и российского производства и выявление перспективных видов чая, как исходного сырья для производства экстрактов, с точки зрения профилактики заболеваний, вызываемых окислительным действием свободных радикалов.

Материалы и методы **Образцы проб чая**

В качестве образцов чая были взяты следующие его виды, различные по способу производства и региону происхождения:

1. чай черный (производство Индия);
2. чай черный (производство Россия)
3. чай зеленый (производство Китай)
4. чай зеленый (производство Россия);
5. чай белый (производство Китай).

Чай черный листовой производства Индии и России был приобретен в розничной сети. Чай черный индийский «Хармутти» – крупнолистовой чай, выращиваемый в индийском штате Ассам на плантации Хармутти. Чай черный российский «Краснодарский» – крупнолистовой чай, выращиваемый в Краснодарском крае Российской Федерации. Чай, производимый на плантациях Краснодарского края, является самым северным чаем в мире.

Чай зеленый «Ганпаудер» – китайский зеленый листовой чай, собранный в провинции Чженцзянь. Чай зеленый «Краснодарский» – российский зеленый чай, выращен и произведен в Краснодарском крае с. Измайловка.

Чай белый «Бай Му Дань» – китайский белый чай, выращивается в провинции Фуцзянь, технология производства исключает процесс ферментации.

Исследование проводилось на экстрактах, полученных из образцов чая.

Изучение образцов листового чая проводилось по следующим показателям:

1. содержание растворимых сухих веществ в экстрактах чая;
2. общее содержание фенольных веществ;
3. общее содержание флавоноидов;
4. общее содержание танинов;
5. антирадикальная активность по методу DPPH;
6. восстанавливающая сила по методу FRAP.

Получение экстрактов чая

Навеска чая весом 1 г помещалась в стеклянную колбу с притертой крышкой, заливалась 4 г водно-спиртовой смеси (соотношение объемных долей воды и спирта 96.6% 1:1). Далее проводилось экстрагирование при температуре 37 °С в течение 24 часов. После окончания времени экстракции полученный раствор отфильтровывался на бумажном фильтре с ватным тампоном и помещался в чистую стеклянную колбу с притертой крышкой. Для каждого образца чая были взяты 3 пробы.

Определение сухих веществ экстракта чая

Массовая доля растворенных сухих веществ экстракта чая определяют рефрактометрическим методом по ГОСТ ISO 2173–2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ».

Доводят температуру экстракта до температуры +20 °С. Наносят 2–3 капли на неподвижную призму рефрактометра и накрывают подвижной призмой. Подводят линию, разделяющую темное и светлое поле в окуляре, точно на перекрестье в окошке окуляра и считывают показатель массовой доли сухих веществ в исследуемом растворе. Измерение проводят трижды, а из полученных результатов выводят среднее арифметическое значение.

Определение общего содержания фенольных веществ

В качестве исходного метода была взята методика [22] с модификацией для своих экстрактов чая. Исследуемый экстракт в количестве 0.25 см³ смешивают с 4 см³ дистиллированной воды и прибавляют 0.25 см³ водного раствора реактива Фолина-Чокалтеу (в соотношении 1:1), а следом 0.25 см³ раствора насыщенного карбоната натрия. Полученную смесь оставляют в покое на 30 мин, и далее проводят измерение оптической плотности проб на спектрофотометре при длине световой волны 725 нм. Результаты рассчитывают по калибровочной кривой в мг галловой кислоты/100 г. исходного сырья.

Определение общего содержания флавоноидов

Определение проводят фотометрическим методом путем измерения оптической плотности раствора исследования на спектрофотометре

при длине световой волны 510 нм. В качестве исходной методики была взята [23] с изменениями для экстрактов чая. Для приготовления раствора исследования 0.5 см³ исходного экстракта чая смешивают с 2.5 см³ дистиллированной воды и 0.15 см³ 5% раствора нитрита натрия, выдерживают паузу 5 мин, затем прибавляют 0.3 см³ 10% хлорида алюминия, оставляют в покое еще на 5 мин, после чего раствор готов для измерения. Результаты выражают в мг катехина/100 г. исходного сырья, определенные по калибровочной кривой.

Определение общего содержания танинов

В качестве исходной методики взята [24] с изменениями для экстракта чая. Для приготовления исследуемого раствора смешивают 0.5 см³ исходного экстракта чая, 3 см³ 4% раствора ванилина в этаноле и 1.5 см³ концентрированной соляной кислоты. Выдерживают 15 мин, затем проводят измерение оптической плотности на спектрофотометре при длине световой волны 500 нм. Результаты измерений выражают в мг катехина/100 г. исходного сырья, определяемые по калибровочному графику.

Определение антирадикальной активности по методу DPPH

Для определения антирадикальной активности объектов исследования используют раствор 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила в этаноле, имеющий насыщенную пурпурно-синюю окраску. За основу взята методика [25] в собственной модификации для экстрактов чая. Из каждой пробы чая приготавливают растворы различной концентрации из которых далее отбирается в пробирку 0.2 см³, 2 см³ дистиллированной воды, 2 см³ раствора DPPH. Готовые растворы оставляют в защищенном от света месте на 30 мин. Далее на спектрофотометре измеряется оптическая плотность полученных растворов исследования при длине световой волны 517 нм. Определение антиоксидантной активности ведется по показателю E_{50} как концентрации экстракта, необходимой для поглощения 50% свободных радикалов DPPH.

Определение восстанавливающей силы по методу FRAP

В качестве исходной методики используют метод [26] с модификацией для экстрактов чая. Для приготовления раствора исследования смешивают в пробирке 0.1 см³ исходного экстракта чая, 3 см³ дистиллированной воды, 1 см³ раствора реагента FRAP и оставляют на 4 мин в термостате при температуре 37 °С. Далее проводят измерение оптической плотности полученного раствора на спектрофотометре при длине световой волны 593 нм. Результаты рассчитывают в данных значениях FRAP по калибровочному графику в моль Fe²⁺/1 кг исходного сырья.

Результаты и обсуждение

Массовая доля растворенных сухих веществ экстракта чая

Измеренные значения массовой доли растворенных сухих веществ представлены на рисунке 1. В экстракте белого чая содержание сухих веществ составило 16,2%, в зеленом китайском чае 19%, в зеленом российском 18%. Экстракты чая черного индийского и черного российского содержат 18% и 16% соответственно. Таким образом, экстракт зеленого китайского чая содержит максимальное количество сухих веществ. Напротив, минимальное значение содержания сухих веществ наблюдается в экстракте черного российского чая.

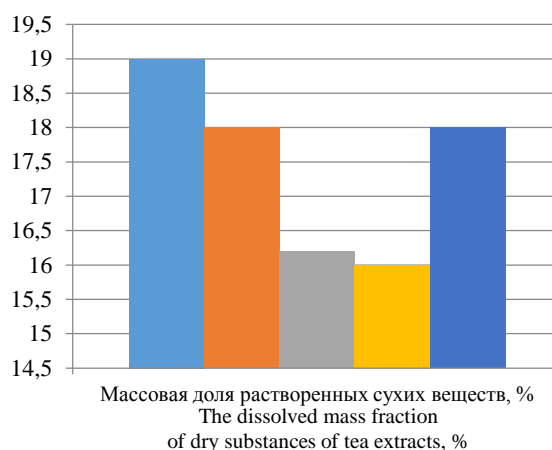


Рисунок 1. Массовая доля растворенных сухих веществ экстрактов чая ■ – Чай зеленый (Китай); ■ – Чай зеленый (Россия); ■ – Чай белый (Китай); ■ – Чай черный (Россия); ■ – Чай черный (Индия)

Figure 1. The dissolved mass fraction of dry substances of tea extracts ■ – Green Tea (China); ■ – Green Tea (Russia); ■ – White Tea (China); ■ – Black Tea (Russia); ■ – Black Tea (India)

Общее содержание фенольных веществ

Полученные результаты изображены на рисунке 2.

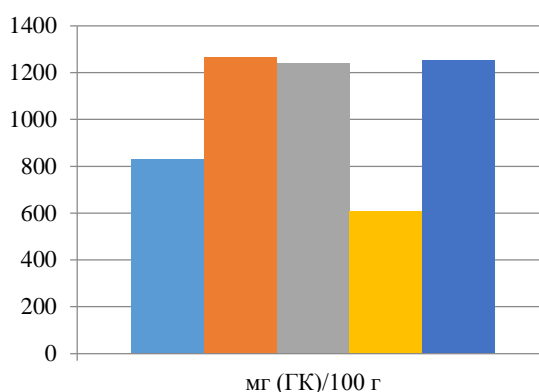


Рисунок 2. Общее содержания фенольных веществ в различных видах чая ■ – Чай зеленый (Китай); ■ – Чай зеленый (Россия); ■ – Чай белый (Китай); ■ – Чай черный (Россия); ■ – Чай черный (Индия)

Figure 2. The total content of phenolic substances in different types of tea ■ – Green Tea (China); ■ – Green Tea (Russia); ■ – White Tea (China); ■ – Black Tea (Russia); ■ – Black Tea (India)

Лидером по содержанию фенольных веществ является чай зеленый из Краснодарского края Российской Федерации со значением 1267 мг (ГК)/100 г. (ГК – галловая кислота). Практически равное содержание обнаружено в китайском белом чае и черном индийском чае, 1253 мг (ГК)/100 г. и 1243 мг (ГК)/100 г. соответственно. Значительно низкое содержание фенольных веществ, практически в 2 раза, обнаружено в чае зеленом китайском и чае черном российском, и составило 832 мг (ГК)/100 г. и 607 мг (ГК)/100 г. соответственно.

Таким образом, абсолютным лидером по содержанию фенолов является зеленый чай российского производства, а «аутсайдером» – черный чай российского производства.

Общее содержание флавоноидов

В целом общее содержание флавоноидов в исследуемых образцах чая незначительно различается. Минимальное значение составило 336 мг (К)/100 г. (К – кахетин), которое соответствует содержанию флавоноидов в черном индийском чае, и 338 мг (К)/100 г. в чае черном краснодарском. Несколько большие значения принадлежат белому чаю из Китая и зеленому чаю из России и составляют 383 мг (К)/100 г. и 385 мг (К)/100 г. соответственно. Наибольшее значение 403 мг (К)/100 г. соответствует общему содержанию флавоноидов в китайском зеленом чае. Результаты изображены на рисунке 3.

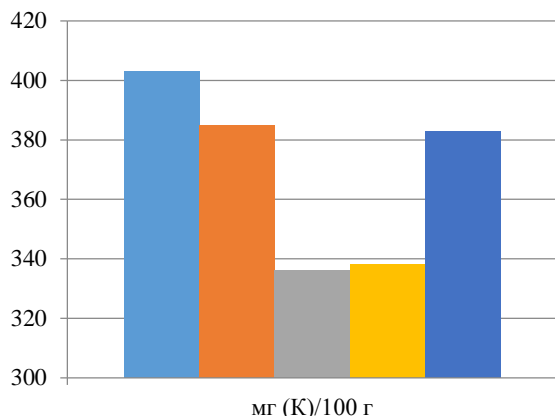


Рисунок 3. Общее содержание флавоноидов в различных видах чая ■ – Чай зеленый (Китай); ■ – Чай зеленый (Россия); ■ – Чай белый (Китай); ■ – Чай черный (Россия); ■ – Чай черный (Индия)

Figure 3. The total content of flavonoids in different types of tea ■ – Green Tea (China); ■ – Green Tea (Russia); ■ – White Tea (China); ■ – Black Tea (Russia); ■ – Black Tea (India)

Разница между основным лидером – зеленым китайским чаем и чаем с наиболее низшим значением флавоноидов составляет 16,6%.

Общее содержание танинов

Как видно из рисунка 4 в ходе определения общего содержания танинов в исследуемых образцах было определено, что максимальное

количество танинов в пересчете на катехин обнаружено в белом чае из Китая – 125.31 мг (К)/100 г., а минимальное составило 95.39 мг (К)/100 г. – у чая зеленого китайского. В российском черном чае танинов содержится больше, чем в российском зеленом чае, 115.8 мг (К)/100 г. и 112.73 мг (К)/100 г. соответственно.

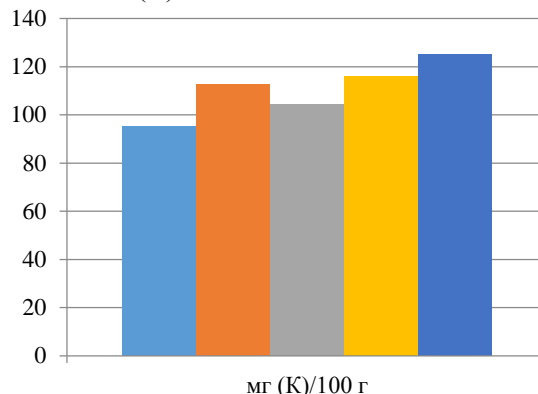


Рисунок 4. Общее содержание танинов в различных видах чая ■ – Чай зеленый (Китай); ■ – Чай зеленый (Россия); ■ – Чай белый (Китай); ■ – Чай черный (Россия); ■ – Чай черный (Индия)

Figure 4. The total content of tannins in different types of tea ■ – Green Tea (China); ■ – Green Tea (Russia); ■ – White Tea (China); ■ – Black Tea (Russia); ■ – Black Tea (India)

Российскому чаю уступает также чай черный из Индии со значением 104.34 мг (К)/100 г.

Лидер по содержанию танинов – белый китайский чай, он имеет показатели в 1,3 раза больше, чем зеленый китайский чай.

Антирадикальная активность по методу DPPH

Наименьшая антирадикальная активность выявлена у чая черного российского производства, выращенного и прошедшего технологическую обработку в Краснодарском крае, и составила $Ec_{50} = 0.91$ мг/см³. Результаты исследования представлены на рисунке 5.

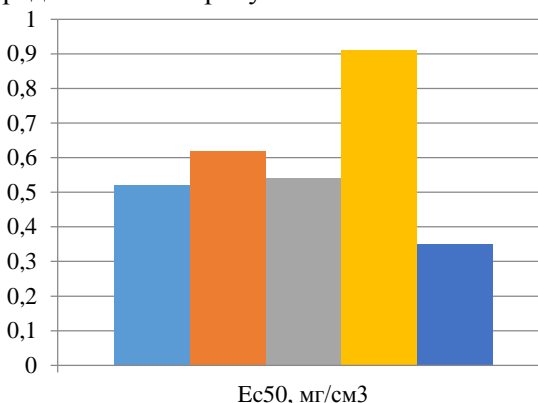


Рисунок 5. Антирадикальная активность по методу DPPH в различных видах чая ■ – Чай зеленый (Китай); ■ – Чай зеленый (Россия); ■ – Чай белый (Китай); ■ – Чай черный (Россия); ■ – Чай черный (Индия)

Figure 5. Antiradical activity by DPPH method in different types of tea ■ – Green Tea (China); ■ – Green Tea (Russia); ■ – White Tea (China); ■ – Black Tea (Russia); ■ – Black Tea (India)

Восстанавливающая сила по методу FRAP

Немного большую активность проявил чай зеленый производства России – 0.62 мг/см³. Далее в сторону увеличения антирадикальной активности расположены чай черный индийский и чай зеленый из Китая со значениями концентрации, при которой антирадикальная активность составляет 50%, 0.54 мг/см³ и 0.52 мг/см³ соответственно. Наивысшая активность проявлена у белого китайского чая и равна 0.35 мг/см³.

Таким образом, наивысшей антиоксидантной активностью обладает белый китайский чай.

У зеленого чая производства Китая выявлено максимальное значение восстанавливающей силы, что составило 18.72 ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья. У белого китайского чая получено значение 17.28 ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья, что выше значений чая зеленого российского 16.92 ммоль Fe²⁺/1 кг. Немного меньшую восстанавливающую силу проявляет черный российский чай 15.84 ммоль Fe²⁺/1 кг, и минимальное значение 14.58 Fe²⁺/1 кг исходного сырья принадлежит чаю черному из Индии. На рисунке 6 показаны результаты испытаний.

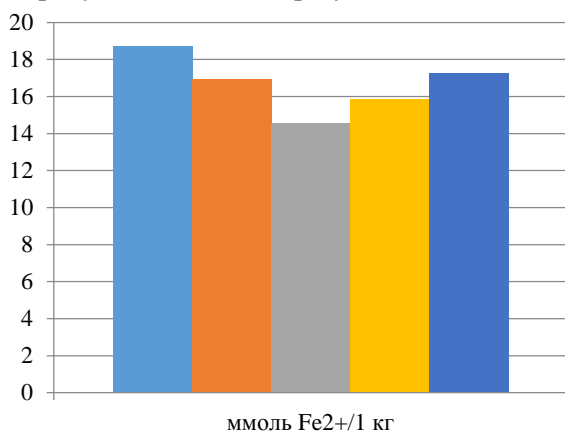


Рисунок 6. Восстанавливающая сила по методу FRAP в различных видах чая ■ – Чай зеленый (Китай); ■ – Чай зеленый (Россия); ■ – Чай белый (Китай); ■ – Чай черный (Россия); ■ – Чай черный (Индия)

Figure 6. Regenerating power by FRAP method in different types of tea ■ – Green Tea (China); ■ – Green Tea (Russia); ■ – White Tea (China); ■ – Black Tea (Russia); ■ – Black Tea (India)

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Nagao, T., Hase, T. and Tokimitsu, I. A green tea extract high in catechins reduced body fat and cardiovascular risks in humans // *Obesity* (Silver Spring). 2007. Vol. 15. P. 1473–1483.
- 2 Young, I.S., Woodside, J.V. Antioxidants in health and disease // *F Clin Pathol*. 2001. Vol. 54. P. 176–186.
- 3 Abd El-Moneim M.R. AFIFY, Emad A. SHALABY, Hossam Saad EL-BELTAGI. Antioxidant Activity of Aqueous Extracts of Different Caffeine Products // *Not Bot Horti Agrobo*. 2011. Vol. 39, № 2. P. 117–123.
- 4 Balentine, D.A., Wiseman, S.A., Bouwens, L.C.M. The chemistry of tea flavonoids // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*. 1997. Vol. 37. P. 693–704.

Таким образом, по значению FRAP все чаи можно расположить в ряд по убыванию показателей: зеленый китайский, белый китайский, зеленый российский, черный российский, черный индийский.

Заключение

В ходе проведения исследования видов чая, различных по способу обработки и по региону происхождения, было определено, что лидером среди представленных чаев является белый чай китайского происхождения, имеющий самую высокую антирадикальную активность и наибольшее содержание танинов. Сравнивая между собой зеленые чаи из Китая и России, можно заключить, что содержание отдельных групп веществ незначительно разнится на фоне чуть более высокой антирадикальной активности чая китайского. В группе черных чаев лидирует по полученным результатам испытания чай индийский «Хармутти», значительно превосходя чай из Краснодарского края по антирадикальной активности и общему содержанию фенольных веществ.

Ценность белого китайского чая с точки зрения содержания веществ, способных снизить оксидативный стресс в организме человека, очевидна и делает его лидером среди чаев, представленных на широком потребительском рынке. Наряду с этим важно отметить, что российский зеленый чай, выращенный и произведенный в Краснодарском крае, имеет несколько меньшие значения содержания активных веществ и значительно более доступную стоимость, чем белый китайский чай.

Таким образом, перспективными видами чая для профилактики заболеваний, возникающих как следствие окислительного стресса, являются чай белый китайский и чай зеленый краснодарский.

- 5 Sharangi, A.B. Medicinal and therapeutic potentialities of tea (*Camellia sinensis* L.) // *Food Research International*. 2009. Vol. 42. P. 529–535.

- 6 Pereira, V.P., Knor, F.J., Velloso, J.C.R., Beltrame, F.L. Determination of phenolic compounds and antioxidant activity of green, black and white teas of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae // *Rev. Bras. Pl. Med*. 2014. Vol. 16, № 3. P. 490–498.

- 7 Dutta, A.K., Siddiquee, M.A., Hossain, S., Karib, Y. Finlay green tea possesses the highest in vitro antioxidant activity among the 20 commercially available tea brands of Bangladesh // *Malaysian Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2013. Vol. 11, № 2. P. 11–20.

8 Amarowicz, R., Shahidi, F. Presence of two forms of methylated epigallocatechin-3-gallate in green tea // *Nahrung*. 2003. Vol. 47. P. 21–23.

9 Bede, E.N., Obi, A.U., Onuegbu, N. Anti-diabetic effect of a herbal tea processed from 'Nchannwu' (*Ocimum gratissimum*) leaves on alloxan-induced diabetic rats // *IOSR-JESTFT*. 2014. Vol. 8, № 8. P. 36–40.

10 Lia, A., Rani, S., Berna E. Antidiabetic activity studies of white tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) ethanolic extracts in streptozotocin-nicotinamide induced diabetic rats / A. Lia // *Pharmacogn J*. 2018. Vol. 10, № 1. P. 186–189.

11 Chen, S.Q. et al. Neuroprotective Effects and mechanisms of tea bioactive components in neurodegenerative diseases // *Molecules*. 2018. Vol. 23. P. 1–17.

12 Ponmurugan, P., Aldhafiri, F.K., Balakrishnan, S. Antibacterial activity of green tea leaves // *Int. J. Microbiol. App. Sci.* -2016. Vol. 5, № 11. P. 472–477.

13 Zhang, M. et al. Green tea for the prevention of cancer: evidence of field epidemiology // *Functional foods in health and disease*. 2012. Vol. 2, № 10. P. 339–350.

14 Schulze, J. et al. Green tea and its extracts in cancer prevention and treatment // *Beverages*. 2017. Vol. 3, № 17. 41p.

15 Gramza, A., Korczak, J., Amarowicz, R. Tea polyphenols their antioxidant properties and biological activity a review // *Pol. J. Food Nutr. Sci.* 2005. Vol. 14/55, № 3. P. 219–235.

16 Shin, J.E., Kim, J.M., Bae, E.A. In vitro inhibitory effect of flavonoids on growth, infection and vacuolation of *Helicobacter pylori* // *Planta Med.* 2005. Vol. 71. P. 197–201.

17 Masek, A. et al. Antioxidant and antiradical properties of green tea extract compounds // *Int. J. Electrochem. Sci.* 2017. Vol. 12. P. 6600–6610.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Динара Ф. Валиуллина к.т.н., доцент, кафедра, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, 443100, Россия, dinara-bakieva@mail.ru

Надежда В. Макарова д.х.н., профессор, кафедра, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, 443100, Россия, makarovnv1969@yandex.ru

Дмитрий В. Будылин аспирант, кафедра, Самарский государственный технический университет, ул. Молодогвардейская 244, г. Самара, 443100, Россия,

КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

Все авторы в равной степени принимали участие в написании рукописи и несут ответственность за плагиат

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 07.05.2018

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 28.06.2018

18 Yashin, A., Yashin, Y., Nemzer, B. Determination of antioxidant activity in tea extracts, and their total antioxidant content // *American journal of biomedical sciences*. 2011. Vol. 3, № 4. P. 322–335.

19 Gonbad, R.A. et al. Phytoconstituents and antioxidant properties among commercial tea (*Camellia sinensis* L.) clones of Iran // *Electronic journal of biotechnology*. 2015. Vol. 18. P. 433–438.

20 Kim, M.J. et al. Effect of extraction conditions of green tea on Antioxidant activity and EGCG content: optimization using response surface methodology // *Natural product sciences*. 2016. Vol. 22, № 4. P. 270–274.

21 Sharma, P., Goyal, P.K. Anti-oxidative and anti-metelotoxic properties of green tea catechin: a preliminary study // *Americal journal of ethnomedicine*. 2015. Vol. 2, № 1. P. 21–38.

22 Afshar, F.H. et al. Cimparrison of the total phenol, flavonoid contents and antioxidant activity of methanolic extracts of *Artemisia spicigera* and *A. splendens* growing in Iran // *Pharmaceutical sciences*. 2012. Vol. 18, № 3. P. 165–170.

23 Rohman, A. et al. Antioxidant activity, total phenolic, and total flavonoid of extracts and fractions of red fruit (*Pandanus conoideus* Lam) // *Int. Food research journal*. 2010. Vol. 17. P. 97–106.

24 Rebaya, A. et al. Total phenolic, total flavonoid, tannin content, and antioxidant capacity of *Halimium halimifolium* (cistaceae) / A. Rebaya // *Journal of applied pharmaceutical science*. 2015. Vol. 5, № 1. P. 52–57.

25 Ditrych, M., Kordialic-Bogacka, E., Czyzowska, A. Antiradical and reducing potential of commercial beers // *Czech J. Food sci.* 2015. Vol. 33, № 3. P. 261–266.

26 Babu, D. et al. Antioxidant and free radical scavenging activity of triphala determined by using different *in vitro* models // *Journal of medicinal plant research*. 2013. Vol. 7, № 39. P. 2898–2905.

INFORMATION ABOUT AUTHORS

Dinara F. Valiulina candidate of technical sciences, assistant professor, department, Samara State Technical university, Molodogvardiis'ka str., 224, Samara, 443100, Russia, dinara-bakieva@mail.ru

Nadezhda V. Makarova doctor of chemical sciences, professor, department, Samara State Technical university, Molodogvardiis'ka str., 224, Samara, 443100, Russia, makarovnv1969@yandex.ru

Dmitriy V. Budylin graduate student, department, Samara State Technical university, Molodogvardiis'ka str., 224, Samara, 443100, Russia,

CONTRIBUTION

All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for plagiarism

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 5.7.2018

ACCEPTED 6.28.2018