

УДК 664.8 + 634.11

Н. В. Макарова [N. V. Makarova]
 Д. Ф. Игнатова [D. F. Ignatova]
 Н. Б. Еремеева [N. B. Eremeyeva]

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ ДЛЯ ЗЕЛЕНОГО ЧАЯ, БОБОВ КОФЕ, ИВАН-ЧАЯ

THE CHOICE OF EXTRACTION TECHNOLOGY FOR GREEN TEA, COFFEE BEANS, CHAMAENERION ANGUSTIFOLIUM

ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия,
 e-mail: dinara-bakieva@mail.ru

Аннотация. Поиск продуктов питания, способствующих снижению риска развития раковых заболеваний – одно из актуальных направлений пищевой промышленности.

Материалы и методы. Целью данной работы является: 1) сравнение содержания фенолов, флавоноидов, для зерен кофе, зеленого чая, растения иван-чая (*Chamaenerion angustifolium*), сравнение антиоксидантной активности экстрактов, полученных из данных видов растительного сырья, полученных при помощи нескольких методов экстрагирования (настаивания, микроволнового облучения, ультразвуковой обработки); 2) выбор оптимальной технологии экстрагирования из изученных.

Результаты. Общее содержание фенолов в исследуемых объектах, в частности для иван-чая *Chamaenerion angustifolium* колеблется 922 мг ГК/100 г – для экстракта иван-чая (*Chamaenerion angustifolium*), полученного методом настаивания; 1486 мг ГК/100 г для экстракта иван-чая, полученного с использованием ультразвуковой обработки. Содержание фенолов в экстрактах бобов кофе составило 1437 мг ГК/100 г и 1387 мг ГК/100 г в экстрактах зеленого чая, полученных методом обработки ультразвуком. Экспериментально определено, что общее содержание фенолов в ультразвуковом экстракте иван-чая больше по сравнению с экстрактами зерен кофе и зеленого чая.

Заключение. С целью получения максимального содержания антиоксидантов из растительного сырья: зерен кофе, зеленого чая, иван-чая, рекомендуется использовать метод ультразвуковой обработки.

Ключевые слова: *Chamaenerion angustifolium*, зеленый чай, зерна кофе, фенольные соединения, антиоксидантная активность, экстракция.

Annotation. Search of food, *sposobstvuyuschih to reduce the risk of developing cancer* – one of the important areas of the food industry.

Materials and methods. The aim of this work is: 1) to compare the content of phenols, flavonoids, coffee beans, green tea, plants Ivan-tea (*Chamaenerion angustifolium*, comparison of antioxidant activity of extracts obtained from these types of vegetable raw materials obtained by: several methods of extraction (infusion, microwave irradiation, ultrasonic treatment; 2) the choice of optimal extraction technology from the studied.

Results. The total content of phenols in the studied objects, in particular for willow-tea *Chamaenerion angustifolium* ranges 922 mg ha/100 g – for the extract of willow-herb (*Chamaenerion angustifolium*) obtained by infusion; 1486 mg ha/100 g for the extract of willow-herb obtained using ultrasonic treatment. The content of phenols in coffee bean extracts was 1437 mg ha/100 g and 1387 mg ha/100 g in green tea extracts obtained by ultrasound treatment. It was experimentally determined that the total content of phenols in the ultrasonic extract of Ivan-tea is greater in comparison with extracts of coffee beans and green tea.

Conclusion. In order to obtain the maximum content of antioxidants from vegetable raw materials: coffee beans, green tea, Ivan tea, it is recommended to use the method of ultrasonic treatment.

Key words: *Chamaenerion angustifolium*, green tea, coffee grains, phenolic compounds, antioxidant activity, extraction.

Введение. Именно качество и состав пищевых продуктов питания человека считаются основными факторами риска раковых заболеваний [1]. Рак является одним из лидеров по смертности [2]. Эта проблема затрагивает 1/8 часть населения земного шара. Основой функционального питания для профилактики рака по мнению многих ученых должны стать функциональные ингредиенты.

Напитки являются одним из основных элементов питания каждого человека. Именно высокая популярность напитков дает возможность их использования в качестве средств для профилактики заболеваний, в том числе и раковых. На настоящий момент чай является одним из самых известных продуктов с доказанной проти-

вораковой активностью [3]. Главным классом соединений с противораковыми свойствами считается класс флавонолов. В статье [3] китайских ученых описана фармадинамика, токсикология, фармакинетика зеленого чая как терапевтического средства против рака.

Результаты работы [4] показывают, что метанольный экстракт зеленого чая способен ингибировать развитие раковых клеток в концентрации 111,9 мг/мл.

В статье [5] приведены результаты изучения антиоксидантных и антиканцерогенных свойств ароматизированных зеленых чаев (манго, жасмин, груша, мята, гранат, лимон, черника). Чай с жасмином обладает высокими антиоксидантными свойствами, тогда как чай с жасмином и черникой – лучшими антиканцерогенными.

Согласно выводам работы [6] эпигаллокатехин галлат из зеленого чая ингибирует пролиферацию раковых клеток линии A-549 при концентрации IC_{50} 25 ммоль и клеток фибробластов при концентрации IC_{50} 100 ммоль.

В Литературном обзоре [7] суммированы данные по изучению химического состава кофе. В состав кофе входят такие соединения как кофеин, кофейная кислота, кахеол, кафестол и т.д. На основании многочисленных публикаций автор дает рекомендации по употреблению кофе для профилактики рака – 2–4 чашки кофе в день.

В работах [8, 9] проведены исследования антиканцерогенного эффекта этанольного экстракта сырых кофейных зерен и идентификация его химического состава. Этанольный экстракт зерен кофе в концентрации 0,1 мг/мл обладает антипролиферативным эффектом против линий клеток рака HeLa и PA-1.

Для растения иван-чая (*Chamaenerion angustifolium*) также обнаружен антиканцерогенный эффект на клеточных линиях MCF7, MDA-MB-468 and MDA-MB-231, сравнимый с таким индивидуальным соединением как рутин.

Кофе и чай являются основными источниками кофеина. При этом обнаружено [11], что кофеин обладает способностью ингибировать развитие различных микроорганизмов, характерных для пищевых продуктов. Кроме этого в обзоре [12] приводятся многочисленные данные по обнаружению у катехинов зеленого чая потенциального действия для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, что может быть использовано для оставления специальных диет.

В работе [13] описаны результаты исследования антимуутагенного действия экстрактов зеленого чая, полученных с помощью петролейного эфира, хлороформа, этанола, воды. Именно этанольный экстракт зеленого чая является самым перспективным противомутагенным агентом.

Исследование [14] антибактериальной активности по диффузионному методу нескольких экстрактов листьев первого и второго сбора зеленого чая, полученных с помощью таких растворителей как петролейный эфир, этилацетат, хлороформ. Именно этилацетатный экстракт более эффективно угнетает развитие патогенных микроорганизмов.

В статье [15] охарактеризованы экстрагируемые и неэкстрагируемые полифенолы зеленого чая. Общее содержание полифенолов в неэкстрагируемой части в 4 раза ниже, чем в экстрагируемой. Однако именно для эфой фракции характерно наличие α -глюкозидазной ингибирующей активности.

В работе [16] показано, что отходы от переработки кофе могут выступать в качестве сырьевого источника многих антиоксидантов – меланоидинов, кофеина, кафеилхиноновых кислот. Для шелухи кофейных зерен обнаружено наличие нескольких видов антиоксидантной активности [17], также как и для меланоидов кофе, выделенных методом ультрафильтрации [18].

Результаты исследования [19] антиоксидантной и антибактериальной активности 4 брендов чая из Бангладеша (FBOF, BOF, красного и зеленого) доказали, что именно зеленый чай является более полезным.

За последние годы появился целый ряд работы по введению чая и полуфабрикатов из него в пищевые системы: хлеб [20], сыр и молочные продукты [21], пальмовый олеин [22].

При изучении [23] химического состава сублимированного экстракта иван-чая (*Chamaenerion angustifolium*) было обнаружено, что основными компонентами являются: гидроксидинамные кислоты 9,76 % в виде хлорогеновой кислоты, флавоноиды 11,92 % в виде рутина, танины 24,23 % в виде пиррагаллола, фенольные соединения 20,30 % в виде галловой кислоты.

Кроме того, для растения иван-чая (*Chamaenerion angustifolium*) L. обнаружена [24] зависимость между показателями химического состава и антирадикальной активности и зоной географического произрастания, а также фазой произрастания [25]. Именно в период цветения показатели содержания флавоноидов и антирадикальной активности – наивысшие.

Экстракция является одной из основных технологий извлечения комплекса биологически активных веществ из растительного материала. Так для экстракции фенольных соединений из листьев чая был использован [26] этанол при температурах 40, 50 и 60°C. Было установлено, что более низкие температуры приводят к более высоким значениям содержания фенольных соединений.

В работе [27] приводятся данные по многофакторному анализу с помощью метода поверхности отклика технологических режимов экстракции (концентрация растворителя этанола 0–100 %, время экстракции 3–15 мин, температура экстракции 10–70 °С) для зеленого чая. В качестве контрольного параметра выбрана антирадикальная активность по методу DPPH. Регрессионный анализ позволил установить самые эффективные параметры экстракции зеленого чая для получения высоких значений антирадикальной активности: 57,7 % EtOH, 15 мин и 70 °С.

В другой статье [28] были проведены аналогичные исследования также для зеленого чая. Однако, в качестве контролирующего параметра было выбрано содержание кверцетина. В данном случае оптимальными параметрами являлись 94,7 % этанол, 58,5 мин, модуль экстракции 1:19,4.

Целый ряд работ посвящен исследованиям оптимальных условий экстракции биологических полезных веществ отходов кофе [29]. Установлено [30], что лучшей технологией экстракции является двухфазная – жидкость – твердое вещество, а лучшим растворителем – метанол. Сами кофейные оболочки могут быть использованы как субстрат для твердофазной экстракции [31]. А кофейная пленка выступает в качестве источника антиоксидантных фенольных веществ [32], которые можно выделить с помощью этанола в процессе экстракции.

Микроволновое облучение в настоящее время стало использоваться для повышения эффективности процесса экстракции фенольных соединений из растительных материалов. Так, например, удалось [33] увеличить выход полифенолов из чая при водной экстракции с использованием микроволновой обработки.

С помощью методологии поверхностного отклика были определены [34] оптимальные условия экстракции (концентрация этанола и время микроволнового облучения) для получения высоких значений ряда показателей (выхода экстракта, общего содержания полифенолов, DPPH-радикал ингибирующей способности, восстанавливающей силы) при микроволновой экстракции остатков после фильтрования кофе. Самое высокое значение полифенолов получено при использовании 20 %-го этанола в качестве растворителя при экстракции и микроволновой обработке в течении 40 с при мощности 80 Вт.

Аналогичные исследования были проведены при экстракции зеленого кофе водой и спиртом [35]. При этом в качестве анализируемых показателей выступают общий выход экстракта, содержание хлорогеновых кислот, кофеина, общих полифенолов, антирадикальная активность. Установлено, что для получения максимального количества хлорогеновых кислот и кофеина лучшим растворителем является вода при времени 5 мин, температуре 50°C и мощности 800 Вт.

Используя метод методологии поверхности отклика, были определены оптимальные условия экстракции антиоксидантов при минимальном содержании кофеина из зеленого чая в ультразвуковой экстракции [36]: 19,7 % этанол, 26,4 мин, 24,0 °С. В работе [37] сербских ученых подобные исследования выполнены для *Thymus serpyllum*.

Таким образом, из представленного материала очевидно, что зеленый чай, кофе, растение иван-чай являются перспективным сырьем для получения антиоксидантов, которые также интересны в качестве потенциальных антиканцерогенных веществ. При этом решающую роль в уровне антиоксидантной активности будет играть метод и условия экстракции.

Целью данной работы является: 1) сравнительные исследования показателей общего содержания фенолов, флавоноидов, антирадикальной активности по улавливанию свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила, восстанавливающей силы, антиоксидантной активности для зерен кофе, зеленого чая, растения иван-чая (*Chamaenerion angustifolium*) для трех технологий экстрагирования (настаивание, микроволновое облучение, ультразвуковая обработка; 2) выбор наиболее оптимальной технологии экстрагирования из изученных.

Материалы и методы. *Растительное сырье.* Образцы зеленого чая и зерен кофе закуплены в торговых сетях, образцы иван-ча (*Chamaenerion angustifolium*) – в аптечных сетях г. Самары. Анализы повторены трижды. Для экстракции исходное сырье было измельчено до размера 1,0–2,0 мм.

Метод мацерации для приготовления экстракта растительного сырья. Навеску измельченного сырья 1 г (для экстракта концентрацией 0,1 г/см³) помещали в колбу с притертой пробкой, добавляли 10 мл 98 %-го этилового спирта разбавленного водой в соотношении 1:1, выдерживали в термостате при 37 °С в течение 2 ч при

непрерывном перемешивании. Далее отделяли прозрачный слой экстракта центрифугированием на центрифуге в течение 15 мин при скорости 3000 об/мин.

Метод приготовления экстракта растительного сырья с использованием микроволнового излучения. Навеску измельченного сырья 1 г (для экстракта концентрацией 0,1 г/см³) помещали в колбу с притертой пробкой, добавляли 10 мл 98 %-го этилового спирта разбавленного водой в соотношении 1:1, обрабатывали микроволновым излучением мощностью 800 Вт в течении 1 мин. Далее отделяли прозрачный слой экстракта центрифугированием на центрифуге в течение 15 мин при скорости 3000 об/мин.

Метод приготовления экстракта растительного сырья с использованием ультразвукового излучения. Навеску измельченного сырья 1 г (для экстракта концентрацией 0,1 г/см³) помещали в колбу с притертой пробкой, добавляли 10 мл 98 %-го этилового спирта разбавленного водой в соотношении 1:1, обрабатывали ультразвуковым излучением мощностью 37 кГц 90 мин при 37 °С. Далее отделяли прозрачный слой экстракта центрифугированием на центрифуге в течение 15 мин при скорости 3000 об/мин.

Метод определения общего содержания фенольных веществ. Определение фенольных веществ основано на их способности связываться с белковыми веществами, осаждаться солями металлов, окисляться и давать цветные реакции. Исследования проводились по методу [38]. Калькуляцию фенольных соединений в мг галловой кислоты/100 г виноградных выжимок проводили по калибровочной кривой (мг ГК/100 г).

Метод определения общего содержания флавоноидов. Исследования содержания флавоноидов проводят по методу [39] с модификацией для экстракта растительного сырья. Калькуляцию флавоноидов в мг катехина/100 г виноградных выжимок проводили по калибровочной кривой (мг К/100 г).

DPPH-метод (метод определения радикалудерживающей способности с использованием реактива 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила). Одним из способов оценки антиоксидантной активности является колориметрия свободных радикалов. Данный метод основан на реакции стабильного синтетического радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразила), растворенного в этаноле, с образцом антиоксиданта, содержащегося в экстракте [40]. Чтобы охарактеризовать антиоксидантную активность существует параметр – E_{C50} – это та концентрация экстракта, при которой происходит 50 %-ое ингибирование радикала DPPH антиоксидантом экстракта. Торможение реакций окислительного распада происходит тем быстрее и антиоксидантная активность образцов тем выше, чем ниже показатель E_{C50}.

FRAP-метод (метод определения железосвязывающей активности экстрактов). Исследование восстанавливающей силы было проведено по методу [41] с модификацией для экстракта растительного сырья. Определение железосвязывающей активности проводили по калибровочной кривой в ммоль Fe²⁺/1 кг исходного сырья.

Метод оценки антиоксидантных свойств с использованием модельной системы с линолевой кислотой. Метод исследований на модели с линолевой кислотой основан на регистрации перекисления линолевой кислоты, которое определялось по реакции веществ, реагирующих с радикалом аммония и хлоридом железа (II) при 500 нм, образующихся при нагревании при 40 °С за период 120 ч смеси из экстракта растительного сырья, линолевой кислоты, фосфотного буфера и Tween-20 [42].

Результаты. Результаты рассчитывали в процентах ингибирования процессов окисления линолевой кислоты.

Таблица 1

Результаты исследования общего содержания фенолов и флавоноидов в экстрактах зерна кофе, Иван-чая, зеленого чая

Методы экстракции	Общее содержание фенолов, мг галловой кислоты/100 г	Общее содержание флавоноидов, мг катехина/100 г
<i>Иван-чай (Chamaenerion angustifolium)</i>		
Мацерация	922	621
Микроволновое излучение	1358	663
Ультразвуковое излучение	1486	794
Зерна кофе		
Мацерация	1339	1122
Микроволновое излучение	1190	966
Ультразвуковое излучение	1437	1257
Зеленый чай		

Мацерация	1329	1092
Микроволновое излучение	1243	903
Ультразвуковое излучение	1386	1125

Таблица 2

Антиоксидантная активность экстрактов Иван-чая, зерна кофе, зеленого чая

Методы экстракции	DPPH метод E ₅₀ , мг/см ³	FRAP метод ммоль Fe ²⁺ /1 кг	AA, %
Иван-чай (<i>Chamaenerion angustifolium</i>)			
Мацерация	4.00	19.98	47.4
Микроволновое излучение	4.45	22.14	37.0
Ультразвуковое излучение	0.58	22.50	52.0
Зерна кофе			
Мацерация	5.52	24.12	29.8
Микроволновое излучение	4.86	23.40	33.0
Ультразвуковое излучение	5.12	24.48	36.7
Зеленый чай			
Мацерация	0.96	20.88	15.6
Микроволновое излучение	0.71	20.52	9.9
Ультразвуковое излучение	0.67	21.00	72.2

Фенольные соединения являются одним из самых известных классов химических соединений, имеющих положительное влияние на сердечно-сосудистую систему человека [43]. Результаты определения общего содержания фенолов в зернах кофе, зеленого чая, иван-чая *Chamaenerion angustifolium* представлены на рис. 1. Согласно этим результатам уровень фенолов в исследуемых объектах колеблется от 922 мг ГК/100 г для экстракта иван-чая (*Chamaenerion angustifolium*), полученного методом настаивания, до 1486 мг ГК/100 г для экстракта иван-чая, полученного с использованием ультразвукового облучения. Интересно отметить, что ультразвуковые экстракты бобов кофе (1437 мг ГК/100 г) и зеленого чая (1387 мг ГК/100 г) имеют более низкие значения, чем ультразвуковой экстракт иван-чая. В целом можно отметить, что именно использование ультразвукового облучения способствует получению экстрактов с более высокими показателями содержания фенолов.

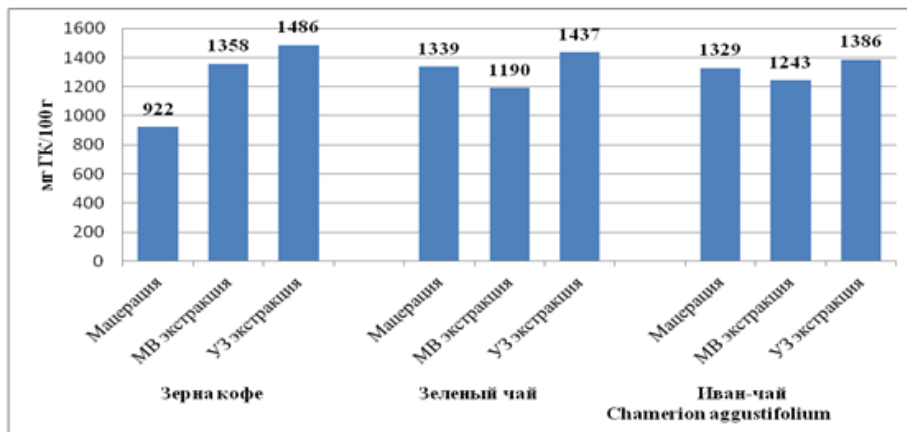


Рис. 1. Результаты определения общего содержания фенолов в экстрактах зерен кофе, зеленого чая, иван-чая, полученным по трем технологиям

Флавоноиды являются основной группой вторичных метаболитов и многие представители флавоноидов используются в традиционной медицине как фармакологические средства [44]. Результат определения общего содержания флавоноидов в зернах кофе, зеленого чая, иван-чая *Chamaenerion angustifolium* спектрофотометрическим методом представлены на рис. 2. Экстракт зерен кофе, полученный с помощью ультразвуковой обработки обладает наивысшим содержанием флавоноидов (1257 мг К/100 г), тогда как экстракт иван-чая, полученный методом настаивания, – низшее значение (621 мг К/100 г). Общее содержание флавоноидов для экстрактов зеленого

чая и иван-чая, полученных с использованием ультразвуковой обработки, ниже значения полученного для зерен кофе. Однако, и в случае флавоноидов показатели выше при использовании ультразвуковой обработки в технологии экстрагирования.

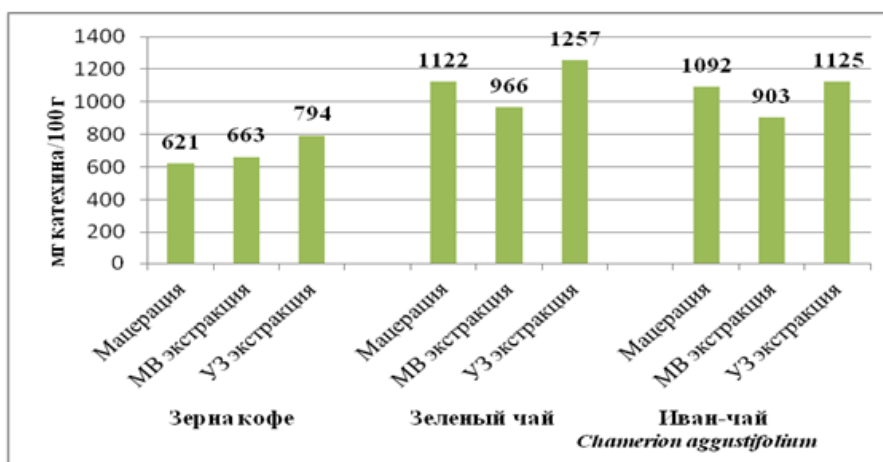


Рис. 2. Результаты определения общего содержания флавоноидов в экстрактах зерен кофе, зеленого чая, иван-чая, полученным по трем технологиям

Таким образом, для зерен кофе, зеленого чая, иван-чая, известных как популярные напитки, для получения высоких показателей известных классов антиоксидантов – фенолов и флавоноидов при экстракции необходимо применять ультразвуковую обработку, тогда как, эффективность метода настаивания и микроволновой обработки существенно ниже.

Именно улавливание свободных радикалов является составной частью антиоксидантной способности пищевых систем [45], т.к. именно свободные радикалы наносят наиболее разрушающий эффект на живую клетку. Результаты определения показателя E_{c50} по улавливанию свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила для зерен кофе, зеленого чая, иван-чая представлены на рис. 3. Именно ультразвуковые экстракты иван-чая и зеленого чая имеют более высокие показатели, отличающиеся от показателей экстрактов зерен кофе, а также экстрактов растительного сырья, полученных методом настаивания и с использованием микроволновой обработки, практически до 10 раз.

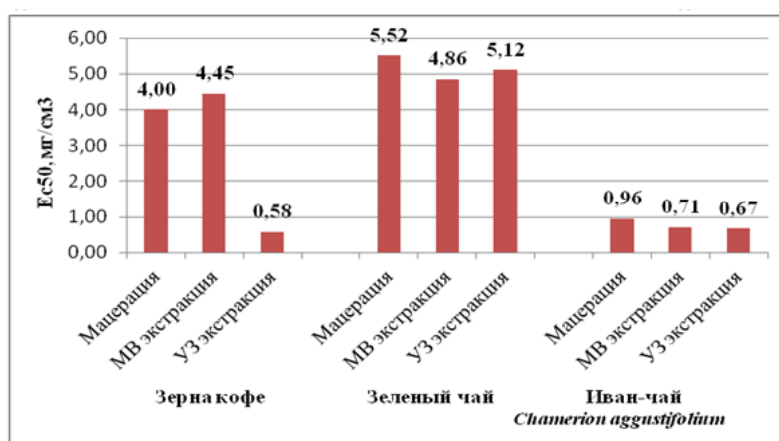


Рис. 3. Результаты определения антирадикальной активности для экстрактов зерен кофе, зеленого чая, иван-чая, полученных по трем технологиям

FRAP-метод используется как метод оценки способности растительной системы как антиоксиданта при торможении катализирующего действия ионов металлов в процессах окисления [46]. Результаты определения значения FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Potential) для зерен кофе, зеленого чая, иван-чая представлены на рис. 4. Наибольшее значение FRAP-показателя имеет экстракт зерен кофе, полученный с помощью ультразвука (24,48 ммоль Fe^{2+} /1 кг). Для двух других экстрактов зерен кофе, полученных с помощью технологии настаивания

и микроволновой обработки, также характерны высокие значения FRAP показателя (23.40 и 24.12 ммоль Fe²⁺/1 кг). Тогда как все другие исследуемые объекты уступают этим трем экстрактам зерен кофе. Хотя ультразвуковое облучение является очень эффективным методом экстрагирования для всех изученных растительных систем.

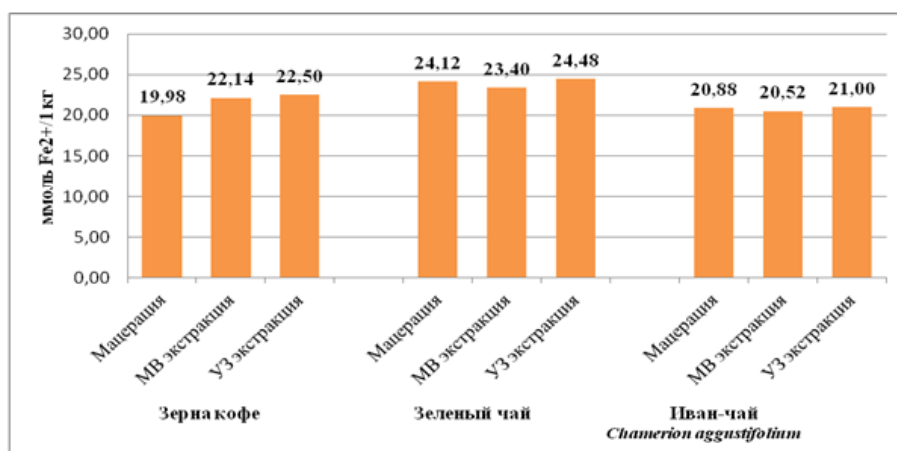


Рис. 4. Результаты определения восстанавливающей силы для экстрактов зерен кофе, зеленого чая, иван-чая, полученных по трем технологиям

В большей части пищевых продуктов основным ингредиентом определяющим качество является жировая фаза. Именно поэтому одной из характеристик растительного сырья как антиоксиданта является способность к ингибированию процессов окисления в жирных кислотах [46]. Результаты определения антиоксидантной способности для зерен кофе, зеленого чая, иван-чая представлены на рис. 5. Именно экстракт зеленого чая, полученный с использованием ультразвукового облучения проявляет способность ингибировать окисление линолевой кислоты на 72.2 %. Близкий результат (52.0%) показывает ультразвуковой экстракт иван-чая. Тогда как микроволновой экстракт зеленого чая имеет самое низкое значение 9.9%. Уровень остальных показателей находится в этих пределах.

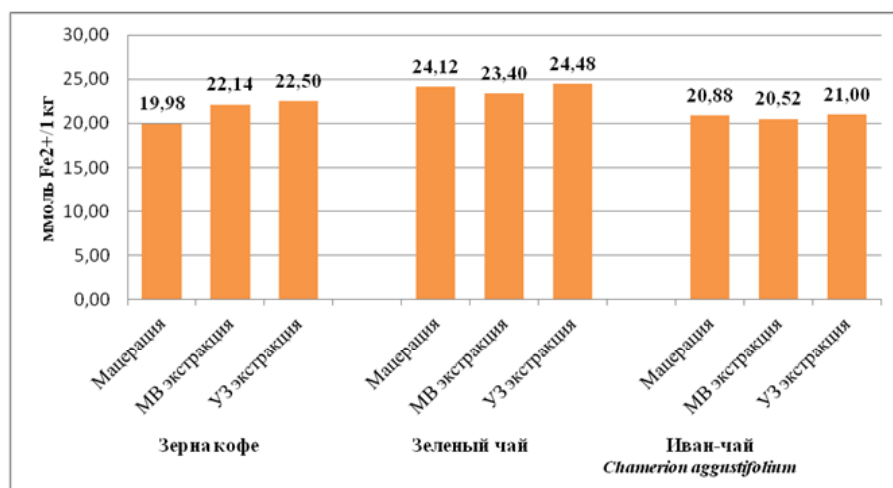


Рис. 5. Результаты определения антиоксидантной активности в системе линолевая кислота для экстрактов зерен кофе, зеленого чая, иван-чая, полученных по трем технологиям

Заключение. В результате сравнительного исследования влияния на уровень показателей содержания фенолов и флавоноидов, антирадикальной активности с реактивом 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом, восстанавливающей силы, антиоксидантной активности технологии экстрагирования: традиционного метода настаивания и инновационных технологий микроволнового облучения и ультразвуковой обработки на примере экстрактов исходного сырья для производства очень популярных напитков в России - зерен кофе, зеленого чая,

иван-чая установлено положительное влияние ультразвуковой обработки, что позволяет рекомендовать введение ее в технологию получения экстрактов с целью увеличения содержания биологически активных веществ. А среди напитков как альтернативу кофе и зеленому чаю можно рекомендовать старинный, имеющий широкие возможности для выращивания в России исходного сырья, напиток иван-чай.

ЛИТЕРАТУРА \ REFERENCES

1. Kumar D., Singh G., Singh M., Sharma D., Rathore M.S. Diet and functional foods in treatment and maintenance therapy of colon disorders. *J. Appl. Pharm. Sci.* 2012. Vol. 2. N 4. P. 177-187.
2. Aghajanzpour M., Nazer M.R., Obeidavi Z., Akbari M., Ezati P., Kor N.M. Functional foods and their role in cancer prevention and health promotion: a comprehensive review. *Am. J. Cancer Res.* 2017. Vol. 7. N 4. P. 740-769.
3. Cao J., Han J., Xiao H., Qiao J., Han M. Effect of tea polyphenol compounds on anticancer drugs in terms of anti-tumor activity, toxicology, and pharmacokinetics. *Nutrients.* 2016. Vol. 8. P. 762.
4. Geetha B., Santhy K.S. Anti-proliferative activity of green tea extract in Human Cervical Cancer Cells (HeLa). *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2013. Vol. 2. N 9. P. 341-346.
5. Alappat B., Sarna J.A., Truong Ch. Anticancer and antioxidant properties of flavored green tea extracts. *J. Agr. and Life Sci.* 2015. Vol. 2. P. 15-24.
6. Huang J., Chen Sh., Shi Y., Li Ch.-H., Wang X.-j., Li F.-j., Wang Ch.-h., Meng Q.-h., Zhong J.-n., Wang Z.-m. Epigallocatechin gallate from green tea exhibits potent anticancer effects in A-549 non-small lung cancer cells by including apoptosis, cell cycle arrest and inhibition of cell migration. *JBUON.* 2017. Vol. 22. N 6. P. 1422-1427.
7. Mishra M., Panta R., Miyares M. Influence of coffee and its components on breast cancer: a review. *Asian Pac. J. Trop. Dis.* 2016. Vol. 6. N 10. P. 827-831.
8. Rao Sh., Nadumane V.K. Evaluation of the anticancer potential of coffee beans: an *in vitro* study. *Ind. J. Traditional Knowledge.* 2016. Vol. 15. N 2. P. 266-271.
9. Ku B.M., Lee Y.K., Jeong J.Y., Ryu J., Choi J., Kim J.S., Cho Y.W., Roh G.S., Kim H.J., Choi W.S., Kang S.S. Caffeine inhibits cell proliferation and regulates PKA/GSK3 β pathways in U87MG human glioma cells. *Mol. Cells.* 2011. Vol. 31. P. 275-279.
10. Maruška A., Ugenskiene R., Raulinaitytė D., Jouzaitytė E., Kaškonienė V., Drevinskas T., Stelmakienė A., Akuneca I., Makaravičius T., Tiso N., Bartkuvienė V., Kornyšova O., Ragažinskienė O., Ramanauskienė K., Briedis V. Analysis of antiproliferative effect of *Chamerion aggustifolium* water extract and its fraction on several breast cancer cell lines. *Adv. Med. Sci.* 2017. Vol. 62. P. 158-164.
11. Nonthakaew A., Matan Na., Aewsiri T., Matan Ni. Caffeine in foods and its antimicrobial activity. *Int. Food Res. J.* 2015. Vol. 22. N 1. P. 9-14.
12. Lau S.O., Georgousopoulou E.N., Kellet J., Thomas J., McKune A., Mellor D., Roach P.D., Naumovski N. The effect of dietary supplementation of green tea catechins on cardiovascular disease risk markers in humans: a systematic review of clinical trials. *Beverages.* 2016. Vol. 2. P. 16.
13. Santhy K.S., Geetha B. Antimutagenic effect of green tea extracts in reverse mutation assay. *Int. J. Pharm. Med. and Bio. Sci.* 2013. Vol. 2. N 1. P. 62-67.
14. Ponnusamy P., Aldhafiri F.K., Balakrishnan S. Antibacterial activity of green tea leaves. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 2016. Vol. 5. N 11. P. 472-477.
15. Yan Sh., Shao H., Zhou Z., Wang Q., Zhao L., Yang X. Non-extractable polyphenols of green tea and their antioxidant, anti- α -glucosidase capacity, and release during *in vitro* digestion. *J. Func. Foods.* 2018. Vol. 42. P. 129-136.
16. Ludwig I.A., Sanchez L., Caemmerer B., Kroh L.W., De Peña M.P., Cid C. Extraction of coffee antioxidants: impact of brewing time and method. *Food Res. Int.* 2012. Vol. 48. P. 57-64.
17. Zain M.Z.M., Baba A.S., Shori A.B. Effect of polyphenols enriched from green coffee bean on antioxidant activity and sensory evaluation of bread. *J. King Saud Univ. – Sci.* 2018. Vol. 30. P. 278-282.
18. Passos C., Kukurová K., Basil E., Fernandes P.A.R., Neto A., Nunes F.M., Murkovic M., Ciesarová Z., Coimbra M.A. Instant coffee as a source of antioxidant-rich and sugar-free colored compounds for use in bakery: application in biscuits. *Food Chem.* 2017. Vol. 231. P. 114-121.
19. Nibir Y.M., Sumit A.F., Akhand A.A., Ahsan N., Hossain M.S. Comparative assessment of total polyphenols, antioxidant and antimicrobial activity of different tea varieties of Bangladesh. *Asian Pacific J. Trop. Biomed.* 2017. Vol. 7. N 4. P. 352-357.
20. Ning J., Hou G.G., Sun J., Wan X., Dubat A. Effect of green tea powder on the quality attributes and antioxidant activity of whole-wheat flour pan bread. *LWT – Food Sci. and Technol.* 2017. Vol. 79. P. 342-348.
21. Rashidinejad A., Birch E.J., Everett D.W. Antioxidant activity and recovery of green tea catechins in full-fat cheese following gastrointestinal simulated digestion. *J. Food Comp. and Anal.* 2016. Vol. 48. P. 13-24.
22. Womeni H.M., Djikeng F.T., Anjaneyulu B., Karuna M.S.L., Prasad R.B.N., Linder M. Oxidative stabilization of RBD palm olein under forced storage conditions by old Cameroonian green tea leaves methanolic extracts. *NFS J.* 2016. Vol. 3. P. 33-40.
23. Feshchenko H., Oleshchuk H., Lukanyuk M., Feshchenko B.M. Investigation of phenolic compounds content in *Chamerion aggustifolium* L. herb freeze-dried extract. *Pharma Innov. J.* 2017. Vol. 6. N 3. P. 40-43.

24. Kaškonienė V., Stankevičius M., Drevinskas T., Akuneca I., Kaškonas P., Bimbiraitė-Survilienė K., Maruška A., Ragažinskienė O., Kornyšova O., Briedis V., Ugenskienė R. Evaluation of phytochemical composition of fresh and dried raw material of introduced *Chamerion aggustifolium* L. using chromatographic, spectrophotometric and chemometric techniques. *Phytochemistry*. 2015. Vol. 115. P. 184-193.
25. Maruška A., Ragažinskiene O., Vyšniauskas O., Kaškonienė V., Bertuvienė V., Kornyšova O., Briedis V., Ramanauskienė K. Flavonoids of willow herb (*Chamerion aggustifolium* (L.) Holub) and their radical scavenging activity during vegetation. *Adv. Med. Sci.* 2014. Vol. 59. P. 136-141.
26. Sytyopratomo P. Extraction of phenolic compounds from green tea using ethanol. *J. Eng. and Appl. Sci.* 2014. Vol. 9. N 9. P. 1516-1521.
27. Kim M.J., Ahn J.H., Kim S.B., Jo Y.H., Liu Q., Hwang B.Y., Lee M.K. Effect of extraction conditions of green tea on antioxidant activity and EGCG content: optimization using response surface methodology. *Nat. Prod. Sci.* 2016. Vol. 22. N 4. P. 270-274.
28. Savic I.M., Nikolic V.D., Savic-Gajic I.M., Nikolic Lj.B., Moder K., Hopkins M. Optimization of quercetin extraction from green tea (*Camellia sinensis*) using central composite design, and the pharmacological activity of the extract. *Chem. Biochem. Eng.* 2016. Vol. 30. N 1. P. 103-115.
29. Pichai E., Krit S. Optimization of solid-to-solvent ratio and time for oil extraction process from spent coffee grounds using response surface methodology. *J. Eng. and Appl. Sci.* 2015. Vol. 10. N 16. P. 7049-7052.
30. Mussatto S.I., Ballesteros L.F., Martins S., Teixeira J.A. Extraction of antioxidant phenolic compounds from spent coffee grounds. *Separ. and Purific. Technol.* 2011. Vol. 83. P. 173-179.
31. Garcia L.R.P., Biasetto C.R., Araujo A.R., Del Bianchi V.L. Enhanced extraction of phenolic compounds from coffee industry's residues through solid state fermentation by *Penicillium purpurogenum*. *Food Sci. Technol. Campinas.* 2015. Vol. 35. N 4. P. 704-711.
32. Ballesteros L.F., Teixeira J.A., Mussatto S.I. Selection of the solvent and extraction conditions for maximum recovery of antioxidant phenolic compounds from coffee silverskin. *Food Bioprocess Technol.* 2014. Vol. 7. P. 1322-1332.
33. Tram N.N., Hien P.P., Oanh H.N. Optimizing the extraction conditions of phenolic compounds from fresh tea shoot. *J. Food and Nutr. Sci.* 2015. Vol. 3. P. 106-110.
34. Pavlović M.D., Buntić A.V., Šiler-Marinković S.S., Dimitrijević-Branković S.I. Ethanol influenced fast microwave-assisted extraction for natural antioxidants obtaining from spent filter coffee. *Separat. and Purific. Technol.* 2013. Vol. 118. P. 503-510.
35. Upadhyay R., Ramalakshmi K., Rao L.J.M. Microwave-assisted extraction of chlorogenic acids from green coffee beans. *Food Chem.* 2012. Vol. 130. P. 184-188.
36. Lee L.-S., Lee N., Kim Y.H., Lee Ch.-H., Hong S.P., Jeon Y.-W., Kim Y.-E. Optimization of ultrasonic extraction of phenolic antioxidants from green tea using response surface methodology. *Molecules.* 2013. Vol. 18. P. 13530-13545.
37. Javanović A.A., Đorđević V., Zdunić G.M., Šavkin K.P., Pljevljakušić D., Bugarski B.M. Ultrasound-assisted extraction of polyphenols from *Thymus serpyllum* and its antioxidant activity. *Hem. ind.* 2016. Vol. 70. N 4. P. 391-398.
38. Cardona F., Andrés-Lacueva C., Tulipani S., Tinahones F.J., Queipo-Ortuño M.I. Benefits of polyphenols on gut microbiota and implications in human health. *J. Nutr. Biochem.* 2013. Vol. 24. P. 1415-1422.
39. Rezaeian Sh., Pourianfar H.R., Janpoor J. Antioxidant properties of several medicinal plants growing wild in northeastern Iran. *Asian J. Plant Sci. and Res.* 2015. Vol. 5. N 2. P. 63-68.
40. Cleverdon R., Elhalaby Y., McAlpine M.D., Gittings W., Ward W.E. Total polyphenol content and antioxidant capacity of tea bags: comparison of black, red rooibos, chamomile and peppermint over different steep times. *Beverages.* 2018. Vol. 4. P. 15.
41. Masek A., Chrzescijanska E., Latos M., Zaborski M., Podśędek A. Antioxidant and antiradical properties of green tea extract compounds. *Int. J. Electrochem. Sci.* 2017. Vol. 12. P. 6600-6610.
42. Katak M.S., Murugamani V., Rajkumari A., Mehra P.S., Awasthi D., Yadav R.Sh. Antioxidant, hepatoprotective, and anthelmintic activities of methanol extract of *Urtica dioica* L. leaves. *Pharmaceutical Crops.* 2012. Vol. 3. P. 38-46.
43. Mierziak J., Kostyn K., Kulma A. Flavonoids as important molecules of plant interactions with the environment. *Molecules.* 2014. Vol. 19. P. 16240-16265.
44. Mishra K., Ojha H., Chaudhury N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH· assay: A critical review and results. *Food Chem.* 2012. Vol. 130. P. 1036-1043.
45. Pokorná J., Venskutonis P.R., Kraujalyte V., Kraujalis P., Dvořák P., Tremlová B., Kopřiva V., Ošťádalová M. Comparison of different methods of antioxidant activity evaluation of green and roast *C. Arabica* and *C. Robusta* coffee beans. *Acta Alim.* 2015. Vol. 44. P. 454-460.
46. Siva R., Rajikin N., Haiyee Z.A., Ismail W.I.W. Assessment of antioxidant activity and total phenolic content from green coffee *Robusta Sp.* beans. *Malais. J. Anal. Sci.* 2016. Vol. 20. P. 1059-1065.

ОБ АВТОРАХ

Макарова Надежда Викторовна, доктор химических наук, профессор, зав. каф «Технология и организация общественного питания» ФГБОУ ВО Самарского государственного технического университета, г. Самара, Россия, e-mail: marianna419@rambler.ru

Makarova Nadezhda Viktorovna, doctor of chemical Sciences, Professor, head. KAF "Technology and organization of public catering at Samara state technical University, Samara, Russia, e-mail: marianna419@rambler.ru

Игнатова Динара Фанисовна, кандидат технических наук, доцент кафедры "ТиООП" ФГБОУ ВО Самарский государственный технический университет; зав. кафедрой "Технология продукции и организации общественного питания" АНО ВО "Поволжский православный институт им. Святителя Алексия Митрополита Московского, 89879532685, e-mail: dinara-bakieva@mail.ru

Ignatova Dinara Fanisovna, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of "Tiоop" Department of Samara state technical University; Head of the Department "Technology of production and organization of public catering" "Volga Orthodox Institute named after St. Alexis Metropolitan Of Moscow, 89879532685, e-mail: dinara-bakieva@mail.ru

Еремеева Наталья Борисовна, старший преподаватель, каф «Технология и организация общественного питания» ФГБОУ ВО Самарского государственного технического университета, г. Самара, Россия, e-mail: rmnatasha@rambler.ru

Eremeeva Natalia, senior lecturer, KAF "Technology and organization of public catering of Samara state technical University, Samara, Russia, e-mail: rmnatasha@rambler.ru

Дата поступления 28.01.2019