

## ИССЛЕДОВАНИЕ АНТИОКСИДАНТНЫХ И АНТИМИКРОБНЫХ СВОЙСТВ БИОПРОТЕКТОРОВ ИЗ ОТХОДОВ СОКОВЫХ ПРОИЗВОДСТВ КАК ИНГРЕДИЕНТОВ ДЛЯ ОБОГАЩЕНИЯ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

© Н.Д. Замбулаева, С.Д. Жамсаранова

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,  
670013, Российская Федерация, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Ключевская, 40в, стр. 1

*Цель работы – изучение антимикробной и антиоксидантной активности сухих экстрактов из выжимок ягод брусники и клюквы, а также оценка возможности использования клюквенного экстракта для изготовления печенья с антиоксидантным эффектом. Ягодные выжимки содержат биологически активные вещества, такие как фенольные соединения и бензойную кислоту, извлечение и концентрирование которых позволило получить сухие экстракты как возможные ингредиенты функциональной направленности. Определены радикал-связывающая активность и  $Fe^{2+}$ -хелатирующая способность экстрактов, а также установлено антимикробное действие по отношению *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes*. Исследована возможность использования сухих экстрактов из вторичного сырья растительного происхождения при изготовлении сахарного печенья с повышенной биологической ценностью. Результаты исследований свидетельствуют о высоком содержании антиоксидантов в опытном образце, превышающем в 5,2 раза соответствующий показатель контрольного образца, что характеризует экстракт как эффективный ингредиент функционального назначения при производстве кондитерских изделий и возможности его использования для создания других продуктов функционального питания.*

**Ключевые слова:** выжимки ягод брусники и клюквы, экстракт сухой, антиоксидантная активность, антимикробная активность.

**Формат цитирования.** Замбулаева Н.Д., Жамсаранова С.Д. Исследование антиоксидантных и антимикробных свойств биопротекторов из отходов соковых производств как ингредиентов для обогащения продуктов питания // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. 2018. Т. 8, N. 1. С. 51–58. DOI: [10.21285/2227-2925-2018-8-1-51-58](http://dx.doi.org/10.21285/2227-2925-2018-8-1-51-58)

## INVESTIGATION OF THE ANTIOXIDANT AND ANTIMICROBIAL PROPERTIES OF JUICE PROCESSING BY-PRODUCTS FOR USE AS INGREDIENTS FOR THE ENRICHMENT OF FOOD PRODUCTS

© N.D. Zambulaeva, S.D. Zhamsaranova

East-Siberian State University of Technology and Management,  
40 b, Klyuchevskaya St., Ulan-Ude, 670013, Russian Federation

*This paper is aimed at investigating the antimicrobial and antioxidant properties of dried cranberry and cowberry extracts, as well as assessing the possibility for cranberry extract to be used in the production of biscuits having antioxidant attributes. By-products from berry processing contain biologically active substances, such as phenolic compounds and benzoic acid, the extraction and concentration of which allowed dried berry extracts to be obtained for further use as possible functional ingredients. The radical binding and  $Fe^{2+}$ -chelating ability of the extracts and their antimicrobial action towards *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Salmonella typhimurium*, *Listeria monocytogenes* are determined. The possibility for dried extracts obtained from berry processing by-products to be used in the production of sugar-containing biscuits of increased biological value is investigated. The level of antioxidants in the experimental sample is shown to exceed that of the control sample by 5.2 times, proving the extract to be an effective ingredient in the production of confectionery and other food products.*

**Keywords:** cowberry and cranberry pomace, dry extract, antioxidant activity, antimicrobial activity

**For citation.** Zambulaeva N.D., Zhamsaranova S.D. Investigation of the antioxidant and antimicrobial properties of juice processing by-products for use as ingredients for the enrichment of food products. *Izvestiya Vuzov. Prikladnaya Khimiya i Biotekhnologiya* [Proceedings of Universities. Applied Chemistry and Biotechnology]. 2018, vol. 8, no 1, pp. 51–58 (in Russian). DOI: 10.21285/2227-2925-2018-8-1-51-58

## **ВВЕДЕНИЕ**

Растения имеют надежную систему приспособительных и защитных механизмов от неблагоприятных факторов окружающей среды. Они способны выдерживать жаркое солнце, засуху, заморозки, сильные ветры. Как правило, чем более суровые условия произрастания растений, тем более совершенными средствами химической адаптации оно обладает. Секретом выносливости растений является не одно вещество, а комплекс активных веществ с различным механизмом действия, которые работают сообща, обезвреживая свободные радикалы и токсины, нейтрализуя вредные эффекты УФ-излучения, активируя механизмы самовосстановления. Все эти вещества ученые объединяют одним словом – биопротекторы.

Как доказала практика народной медицины и сейчас подтверждают научные исследования, растительные биопротекторы универсальны, то есть они действуют по тем же принципам, и используют те же механизмы, что и защитные вещества, присутствующие в организме человека, с той лишь разницей, что они гораздо более эффективны [1]. Примерами растений, содержащих биопротекторы, являются ягоды и фрукты красного, оранжевого, синего и черного цветов. К таким плодам относятся ягоды брусники и клюквы, которыми особенно богаты леса Сибири.

Лечебные свойства ягод брусники и клюквы известны с давних пор. В народной медицине плоды брусники и клюквы применяют для профилактики и лечения простудных заболеваний, ангины. Включение их в рацион человека улучшает обмен веществ в организме, способствует лучшему усвоению пищи, содействует успешному лечению сердечно-сосудистых заболеваний, также оказывает хорошее заживляющее и противовоспалительное действие. Лечебные свойства ягод брусники и клюквы объясняются специфическим составом содержащихся биологически активных веществ, благодаря которым они обладают противомикробным, антиоксидантным, тонизирующим действиями.

Переработка дикоросов дает пищевые продукты высокого качества. Одним из способов переработки ягод является производство соков, в процессе которого образуется 23,5–36,0% отходов от общего объема перерабатываемых ягод. Отходы, состоящие из кожицы и семян (выжимки), в большинстве случаев используют на корм скоту, превращают в компост или утилизируют. Учитывая промышленные масштабы переработки ягод, а также содержа-

ние в выжимках ценных биологически активных веществ, использование ягодных отходов является перспективной задачей.

Использование ягодных выжимок в технологии производства пищевых продуктов является предметом исследований многих ученых. Разработке кондитерских, хлебобулочных и мясных изделий, обогащенных микронутриентами, были посвящены работы И.В. Изосимовой (2001), О.Я. Кольман, Г.В. Иванова, Н.В. Цугленок (2013, 2013), которые использовали высушенные и измельченные выжимки ягод [2–4]. Вторичное сырье продуктов переработки ягод получило широкое применение в виноделии в виде паст, полученных из замороженных выжимок [5].

Извлечение биологически активных веществ (БАВ) из ягодных выжимок и концентрирование сухих веществ позволило бы использовать небольшое количество экстракта в технологии производства продуктов питания функционального назначения, исключая при этом негативного влияния на показатели качества пищевого продукта. Использование экстрактов позволит расширить область их применения в пищевой промышленности, нежели использование в засушенном и измельченном виде. Кроме того, сухой экстракт удобен в хранении и транспортировке.

Объектами исследования явились выжимки, остающиеся после получения соков из ягод брусники и клюквы, произрастающих на территории Республики Бурятия. Район произрастания исследуемых плодов брусники и клюквы расположен в центре евроазиатского континента, в южной части Восточной Сибири, южнее оз. Байкал. Для этого региона характерен резко континентальный климат с большими годовыми и суточными колебаниями температуры воздуха и с неравномерным распределением атмосферных осадков по сезонам года.

Цель работы – изучение антимикробной и антиоксидантной активности сухих экстрактов из выжимок ягод брусники и клюквы, а также исследование возможности использования клюквенного экстракта для изготовления сахарного печенья с антиоксидантными свойствами.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ**

Для исследований были собраны ягоды брусники и клюквы в местах естественного произрастания на территории Тункинского района республики Бурятия в период полного созревания (август-октябрь, 2014 г). Для научной работы использовались выжимки, полу-

ченные после отжима сока из ягод брусники и клюквы. Для расширения возможностей использования вторичного сырья и увеличения срока хранения ягодную выжимку высушивали при температуре 35–40 °С в сушильном шкафу с инфракрасным излучением в течение 40–50 мин до 10–15% влажности.

Для получения сухого экстракта высушенные ягодные выжимки предварительно измельчали до порошкообразного состояния, затем подвергали экстракции водно-спиртовым раствором в электромагнитном поле СВЧ мощностью 700 Вт и частотой 2450 МГц [6]. Эффективность извлечения БАВ контролировали по содержанию фенольных веществ в экстракте спектрофотометрическим методом с использованием реактива Фолина-Чиокальтеу в пересчете на кофейную кислоту [7]. Сухие экстракты получали путем удаления экстрагента вакуумной сушкой.

Оценку антимикробной активности сухих экстрактов проводили диско-диффузионным методом, основанным на способности антимикробного препарата диффундировать из пропитанных ими бумажных дисков в питательную среду, угнетая рост микроорганизмов, посеянных на поверхности агара. В качестве тест-культуры микроорганизмов использовали *Escherichia coli* 113-3, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* 11170, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella typhimurium* 79, борьба с действием которых является основной задачей при хранении и переработке пищевых продуктов. Штаммы тест-культур были представлены кафедрой микробиологии, вирусологии и ветсанэкспертизы БГСХА им.В.Р. Филиппова.

Антиоксидантную активность сухих экстрактов из выжимок ягод брусники и клюквы оценивали с использованием различных методов. Для количественного определения суммарного содержания антиоксидантов применяли амперометрический метод на проточно-инжекторной системе «Цвет Яуза-01-АА» по методике («Методика определения содержания антиоксидантов в напитках и пищевых продуктах, биологически активных добавках, экстрактах растительных растений амперометрическим методом»), разработанной ОАО НПО «Химвавтоматика».

Для определения радикал-связывающей активности экстрактов использовали спектрофотометрический метод с участием 2,2'-дифенил-1-пикрил-гидразил хромоген-радикала (ДФПГ). Метод основан на реакции реактива ДФПГ, растворенного в этаноле, с образцом антиоксиданта. Радикал-связывающая активность рассчитана как  $E_{C50}$  – концентрация исходного экстракта, необходимая для поглощения 50% радикалов ДФПГ [8].

$Fe^{2+}$ -хелатирующую способность экстрактов определяли по методу, описанному в ра-

боте [9].  $IC_{50}$  – концентрация субстрата, при которой ионы железа хелатируются на 50%, рассчитывалась по формуле:

$$XC (\%) = (1 - \frac{\text{поглощение образца}}{\text{поглощение контроля}}) \times 100$$

Для приготовления кондитерского изделия с сухим экстрактом из выжимок ягод клюквы за основу брали рецептуру печенья «Чайное». Сухой экстракт вводили из расчета 0,3% к массе готового печенья.

Антиоксидантные свойства печенья оценивали по суммарному содержанию антиоксидантов на приборе Цвет-Яуза 01-АА. Для измерения суммарного содержания антиоксидантов (ССА) 1 г измельченной навески печенья экстрагировали 70%-ым раствором этанола в соотношении 1:10, постоянно перемешивая в течение 10 мин на водяной бане при температуре 70 °С. Экстракт отфильтровывали, затем удаляли экстрагент на ротационном испарителе IKARV 10 digital при 40 °С и 90 об/мин в течение 4–5 мин под вакуумом. Сухой остаток растворяли в 100 мл бидистиллированной воды, фильтровали, аликвоту вытяжки отбирали для измерения ССА.

Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с применением программы MS Microsoft Excel.

### ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Выжимки ягод брусники и клюквы содержат различные полезные вещества, главными компонентами из которых являются группа фенольных соединений (ФС), проявляющие антиоксидантную активность, и бензойная кислота, обладающая антимикробным действием. Нами были получены сухие экстракты из выжимок ягод брусники и клюквы, которые представляли собой сыпучие массы кисло-сладкого вкуса с ароматом, свойственным ягодам брусники и клюквы. В табл. 1 представлено содержание активных веществ в ягодных выжимках и полученных из них экстрактах.

В сухих ягодных экстрактах количество фенольных соединений больше, чем в выжимках ягод брусники и клюквы в 5,0 и 7,7 раза, соответственно. Содержание бензойной кислоты в брусничном экстракте составило 1,33%, а в клюквенном экстракте - 0,16%. Соответствующий показатель бензойной кислоты, входящий в состав выжимок, содержится в меньшем количестве – 0,55% и 0,06% соответственно.

Содержание в растительном сырье фенольных соединений является одним из важнейших показателей их биологической ценности, определяющим его антиокислительную активность. Система антирадикальной и антиперекисной защиты представляет собой многоуровневую и многофункциональную систему,

Таблица 1

Содержание активных веществ в выжимках ягод брусники и клюквы и полученных из них сухих экстрактах

Table 1

Content of active substances in cowberry and cranberry pomace and in dry extracts obtained from it

Наименование показателей	Выжимки ягод		Экстракт сухой	
	брусника	клюква	брусника	клюква
Фенольные соединения, %	1,34±0,03	1,03±0,04	6,63±0,05*	8,0±0,03**
Бензойная кислота, %	0,55±0,02	0,06±0,008	1,33±0,05*	0,16±0,02**

\* – достоверно относительно показателей выжимок ягод брусники ( $p \leq 0,05$ ); \*\* – достоверно относительно показателей выжимок ягод клюквы ( $p \leq 0,05$ ).

поддерживающую физиологический уровень активных форм кислорода и свободных радикалов и защищающую биологические системы по механизмам: 1) прямое взаимодействие оксидантов с клеточными антиоксидантами; 2) улавливание свободного радикала и синглетного кислорода; 3) восстановление, связывание и удаление гидропероксидов; 4) защитное действие «структурных» антиоксидантов, предотвращающих контакт активных форм кислорода с функциональными компонентами биомембраны [10].

Для оценки антиоксидантной активности сухих экстрактов проводили амперометрическое измерение суммарного содержания антиоксидантов (ССА). Экспериментально установлено, что ССА составило 441,48 мг/г в клюквенном экстракте и 382,64 мг/г в брусничном экстракте, что превышает в 11,5 и 10,2 раза этот же показатель в клюквенных и брусничных выжимках соответственно (рис. 1).

Антиоксиданты, способные в малых концентрациях замедлять или предотвращать окислительные процессы, различаются не только химической структурой (ферменты, фенольные соединения и др.) и растворимостью (водо- и жирорастворимые), но и механизмом

действия. Как один из типов антиокислительного действия антиоксидантов выделяют радикал-связывающую активность (РСА).

На рис. 2 представлена радикал-связывающая активность (РСА) сухих ягодных экстрактов.

По экспериментальным данным выявлена величина 50% улавливания ДФПГ-радикалов, которая составила 50,5 мкг/мл для брусничного экстракта. Для клюквенного экстракта отмечена более высокая активность ( $IC_{50} = 20,5$  мкг/мл), действие которой, по-видимому, обусловлено большим содержанием фенольных соединений. Положительная зависимость радикал-связывающей активности от уровня фенольных соединений отмечена в работах Ястержебски с соавторами (2007), Логвиной (2014) [11, 12].

Хелатирующая способность соединений рассматривается как одна из составляющих антиоксидантного потенциала, являясь самостоятельным типом фармакологической активности. Связывая ионы металлов, хелатирующие вещества не оказывают прямого антиоксидантного действия, а предотвращают генерацию перекисных радикалов и, как следствие, перекисное окисление липидов, вызываемое



Рис. 1. Суммарное содержание антиоксидантов в сухих экстрактах из выжимок ягод брусники и клюквы, мг/г

Fig. 1. Total content of antioxidants in dry extracts obtained from cowberry and cranberry pomace, mg/g

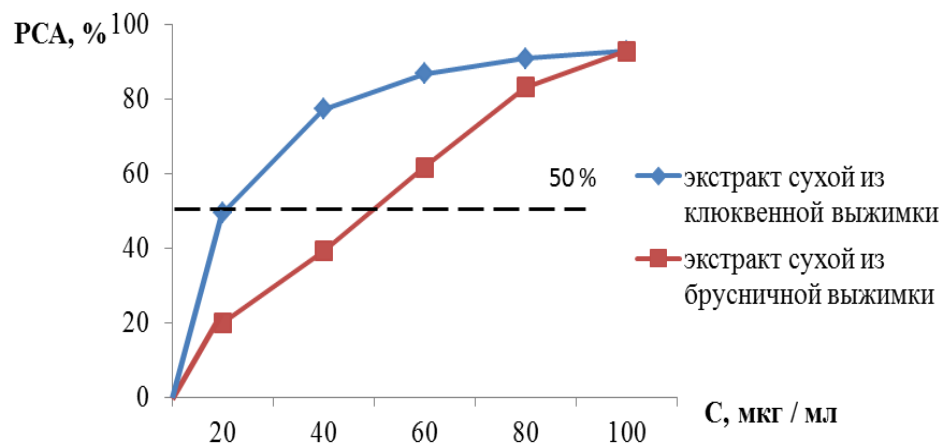


Рис. 2. Радикал-связывающая активность сухих экстрактов из выжимок ягод брусники и клюквы, %

Fig. 2. Radical-connecting activity of dry extracts obtained from cowberry and cranberry pomace, %

При исследовании  $Fe^{2+}$ -хелатирующей способности экстрактов установлено, что величина  $IC_{50}$  для экстракта из клюквенной выжимки составила 1,08 мг/мл, а для экстракта из брусничной выжимки  $IC_{50}$  составила 1,34 мг/мл.

Содержание бензойной кислоты в растительном сырье обуславливает его устойчивость к действию микроорганизмов, благодаря чему ягоды, а также продукты ее переработки могут храниться длительное время. Данные по влиянию сухих экстрактов из ягодных выжимок на рост микроорганизмов, обуславливающих порчу пищевых продуктов, представлены в табл. 2.

Несмотря на то, что содержание бензойной кислоты в экстракте из брусничной выжим-

ки было выше, чем в экстракте из клюквенной выжимки, последний обладал бактерицидным действием (диаметр зон задержки  $>10$  мм) по отношению ко всем тестируемым микроорганизмам. А экстракт сухой из брусничной выжимки при идентичной концентрации обладал бактерицидным действием по отношению *Escherichia coli* ( $d=16,5$  мм), *Staphylococcus aureus* ( $d=18$  мм), *Bacillus cereus* ( $d=11,5$  мм) и бактериостатическим действием по отношению *Listeria monocytogenes* ( $d=7$  мм) и *Salmonella typhimurium* ( $d=8$  мм). Это объясняется, по-видимому, тем, что антимикробный потенциал растений определяется не только наличием бензойной кислоты, но и синергизмом действия витаминов и фенольных соединений [14].

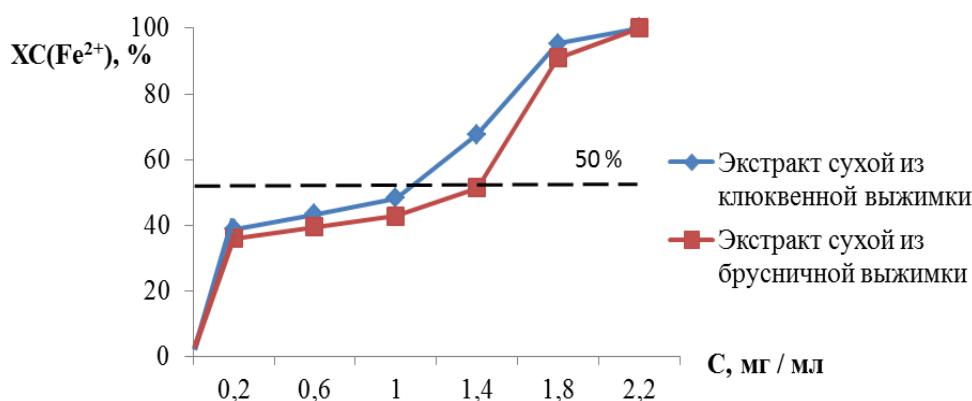


Рис. 3.  $Fe^{2+}$ -хелатирующая способность сухих экстрактов из выжимок ягод брусники и клюквы, мг/мл

Fig. 3.  $Fe^{2+}$ -chelating ability of dry extracts obtained from cowberry and cranberry pomace, mg/mL

Таблица 2  
**Антимикробная активность сухих экстрактов из выжимок ягод брусники и клюквы**  
**Table 2**  
**Antimicrobial activity of dry extracts obtained from cowberry and cranberry pomace**

Вид микроорганизма	Зоны задержки роста микроорганизмов, мм	
	Экстракт сухой из выжимки ягод брусники, 1000 мг/мл	Экстракт сухой из выжимки ягод клюквы, 1000 мг/мл
Escherichia coli 113-3	16,5	15,0
Staphylococcus aureus	18,0	19,5
Bacillus cereus 11170	11,5	11,0
Listeria monocytogenes	7,0	15,0
Salmonella typhimurium 79	8,0	18,5

Для исследования возможности использования сухого экстракта из клюквенных выжимок при производстве кондитерских изделий с антиоксидантными свойствами проводили пробную выпечку печенья «Чайное». Во-первых, печенье, пользуясь постоянным и устойчивым спросом у населения, является одним из продуктов питания, нуждающихся в обогащении минорными микронутриентами. Во-вторых, содержание жиров в печенье влияет на состояние липидного комплекса, окисление которого приводит к ухудшению органолептических показателей, образованию низкомолекулярных продуктов распада и, соответственно уменьшению продолжительности хранения.

При проведении пробной выпечки печенья использовали различные варианты введения в рецептуру клюквенного экстракта в количестве 0,1–0,5% к массе готового печенья. По результатам органолептической оценки готового продукта наиболее оптимальным было использование экстракта в количестве 0,3%. Опытный образец печенья, как и контрольный, имел правильную форму, гладкую поверхность без надрывов и трещин, структуру на изломе без пустот с равномерными порами. Исследуемый

образец отличался желтым цветом со слабым темным оттенком (контроль – светло-желтый) и обладал более рассыпчатой, хрупкой структурой.

На рис. 4 представлены данные по оценке ССА в печенье, обогащенном сухим экстрактом из клюквенной выжимки, и контрольном образце без включения в рецептуру экстракта.

Экспериментальные данные указывают на то, что при введении в рецептуру печенья экстракта сухого из клюквенной выжимки в дозе 0,3% суммарное количество антиоксидантов в готовом продукте возросло в 5,2 раза относительно контрольного образца.

В соответствии с документом «Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ. Методические рекомендации. МР 2.3.1.1915-04» (утв. Роспотребнадзором 02.07.2004) средняя норма потребления полифенолов – антиоксидантов для здорового населения составляет 350-360 мг/сутки (максимальная доза 1000-1300 мг/сутки). В печенье, обогащенном сухим клюквенным экстрактом, содержание антиоксидантов составило 11,0 мг/г, что свидетельствует о повышенной биологической ценности кондитерского изделия.

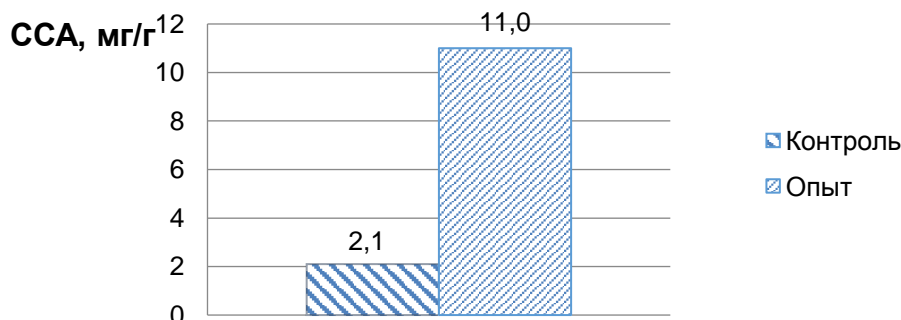


Рис. 4. Суммарное содержание антиоксидантов в печенье (стандарт-кверцетин), мг/г

Fig. 4. Total content of antioxidants in biscuits (standard – quercetin), mg/g

Использование сухих экстрактов из выжимок ягод брусники и клюквы не только позволит получить изделия функционального назначения, обогащенные антиоксидантами, но и расширить ассортимент продуктов данного сегмента.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

1. Установлены радикал-связывающая активность, Fe<sup>2+</sup>-хелатирующая способность и антимикробные свойства сухих экстрактов из вторичного сырья растительного происхождения – выжимок ягод брусники и клюквы:

– радикал-связывающая активность у экстракта сухого из выжимки ягод клюквы выше (IC<sub>50</sub>=20,5мкг/мл), чем у экстракта сухого из брусничной выжимки (IC<sub>50</sub> =50,5 мкг/мл);

– концентрация (IC) экстракта из клюквенной выжимки, при которой отмечается 50%-е хелатирование ионов железа, составила 1,08 мг/мл, а для экстракта из брусничной выжимки IC<sub>50</sub> - 1,34 мг/мл;

– сухие экстракты из выжимок ягод брусники и клюквы способны угнетать рост микроорганизмов *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus* *Salmonella typhimurium* и *Listeria monocytogenes*.

2. Введение в рецептуру сахарного печенья сухого экстракта из выжимок ягод клюквы в количестве 0,3% от массы готового продукта позволяет получить печенье, обладающее высоким антиоксидантным потенциалом, не уступающее по своим потребительским свойствам контрольному образцу.

### **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Маковецкая Е.Ю. Изучение связанных полифенолов травы зверобоя // Химико-фармацевтический журнал. 2000. N 2. С. 55–56.

2. Изосимова И.В., Иванова Г.В., Сергачева О.М. Использование экологически чистого вторичного растительного сырья в производстве паштетов // Тр. IV Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». М., 2001. Т. 3. С. 469–471.

3. Пат. N 2012117932, Российская Федерация Кексы пониженной калорийности / О.Я. Кольман, Г.В. Иванова, Н.В. Цугленок. 2013.

4. Пат. N 2012118185, Российская Федерация. Мармеладно-ягодные массы / О.Я. Кольман, Г.В. Иванова, Н.В. Цугленок. 2013.

5. Кольман О.Я., Иванова Г.В. Способы консервирования вторичного сырья дикорастущих ягод брусники и клюквы // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2013. N 5. С. 218–223.

6. Жамсаранова С.Д., Замбулаева Н.Д. Анализ и оптимизация технологического процесса извлечения фенольных соединений из выжимок ягод дикоросов // Вестник Восточно-Сибирского государственного университета технологий и управления. 2015. N 4 (55). С. 61–66.

7. Olennikov D.N., Chekhirova G.V. 6"-Galloylpicein and other phenolic compounds from *Arctostaphylos uva-ursi* // Chemistry of Natural Compounds. 2013. V. 49, N 1. P. 1–5.

8. Majewska M., Skrzycki M., Podsiad M., Czeczot H. Evaluation of antioxidant potential of flavonoids: an in vitro study // Acta Poloniae Pharmaceutica - Drug Research. 2011. V. 68, N. 4. P. 611–615.

9. Оленников Д.Н., Зилфикаров И.Н., Торопова А.А., Ибрагимов Т.А. Химический состав сока каллизии душистой (*Callisia fragrans wood.*) и его антиоксидантная активность (in vitro) // Химия растительного сырья. 2008. N 4. С. 95–100.

10. Шабров А.В., Дадали В.А., Макаров В.Г. Биохимические основы действия микрокомпонентов пищи. М., 2003. 166 с.

11. Логвина А.О. Содержание фенольных соединений и антиоксидантный потенциал каллусных линий и нативных растений *trigonella foenum-graecum* // Тр. Белорусского государственного университета. 2014. Т. 9, Ч. 1. С. 67–72.

12. Jastrzebski Z. et al. In vitro studies of polyphenol compounds, total antioxidant capacity and other dietary indices in a mixture of plants (Prolipid) // International journal of Food Science and Nutrition. 2007. V. 58, N 7. P. 531–541.

13. Michalak A. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress // Polish J. Of Environ. Stud. 2006. V. 15, N 4. P. 523–530.

14. Карпова Е.А., Храмова Е.П., Фершалова Т.Д. Флавоноиды и аскорбиновая кислота у некоторых представителей рода *Begonia* L // Химия растительного сырья. 2009. N 2. С.105–110.

### **REFERENCES**

1. Makovetskaya E.Yu. The study of the associated polyphenols of St. John's wort. Khimiko-farmatsevticheskii zhurnal [Pharmaceutical Chemistry Journal]. 2000, no. 2, pp. 55–56. (in Russian)

2. Izosimova I.V., Ivanova G.V., Sergacheva O.M. Ispolzovanie ekologicheski chistogo vtorichnogo rastitelnogo syria v proizvodstve pashtetov [The using of environmentally friendly secondary plant raw materials in the production of pates].

Trudy IV Mezhdunarodnogo simpoziuma «Novye i netraditsionnye rasteniia i perspektivy ikh ispolzovaniia» [Proc. IV Int. Symp. «New and nontraditional plants and prospects for their use»]. Moscow, 2001, pp. 469–471. (in Russian)

3. Kol'man O.Ya., Ivanova G.V., Tsuglenok N.V. Keksy ponizhennoi kaloriinosti [Muffins of reduced caloric content]. Patent RF, no. 2012117932, 2013.

4. Kol'man O.Ya., Ivanova G.V., Tsuglenok N.V. Marmeladno-yagodnye massy [Marmalade and berry mass]. Patent RF, no. 2012118185, 2013.

5. Kol'man O.Ya., Ivanova G.V. Methods of preserving the secondary raw materials of wild berries of cowberry and cranberry. Vestnik KrasGAU [Bulletin of the Krasnoyarsk state agrarian University]. 2013, no. 5, pp. 218–223. (in Russian)

6. Zhamsaranova S.D., Zambulaeva N.D. Analysis and optimization of the extraction process of phenolic compounds from bagasse of wild plants berries. Vestnik VSGUTU [Bulletin of the East-Siberian state university of technology and management]. 2015, no. 4 (55), pp. 61–66. (in Russian)

7. Olennikov D.N., Chekhirova G.V. 6"-Galloylpicein and other phenolic compounds from Arctostaphylos uva-ursi. Chemistry of Natural Compounds. 2013, vol. 49, no. 1, pp. 1–5.

8. Majewska M., Skrzycki M., Podsiad M., Czacot H. Evaluation of antioxidant potential of flavonoids: an in vitro study. Acta Poloniae Pharmaceutica – Drug Research. 2011, vol. 68, no. 4, pp. 611–615.

9. Olennikov D.N., Zilfikarov I.N., Toropova A.A., Ibragimov T.A. The chemical composition of

the juice of callisia fragrant (*Callisia fragrans* wood.) and its antioxidant activity (in vitro). Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw materials]. 2008, no. 4, pp. 95–100. (in Russian)

10. Shabrov A.V., Dadali V.A., Makarov V.G. Biokhimicheskie osnovy deistviya mikrokomponentov pishchi [Biochemical bases of action of microcomponents of food]. Moscow, 2003, 166 p.

11. Logvina A.O. The content of phenolic compounds and the antioxidant potential of callus lines and native plants *trigonella foenum-graecum*. Trudy BGU [Proceedings of the Belarusian State University]. Minsk, 2014, pp. 67–72. (in Russian)

12. Jastrzebski Z. [et al.] In vitro studies of polyphenol compounds, total antioxidant capacity and other dietary indices in a mixture of plants (*Prolipid*). International journal of Food Science and Nutrition. 2007, vol. 58, no. 7, pp. 531–541.

13. Michalak A. Phenolic compounds and their antioxidant activity in plants growing under heavy metal stress. Polish J. of Environ. Stud. 2006, vol. 15, no. 4, pp. 523–530.

14. Karpova E.A., Khramova E.P., Fershalova T.D. Flavonoids and ascorbic acid in some representatives of the genus *Begonia* L. Khimiya rastitel'nogo syr'ya [Chemistry of plant raw materials]. 2009, no. 2, pp. 105–110. (in Russian)

#### **Критерии авторства**

Замбулаева Н.Д., Жамсаранова С.Д. выполнили экспериментальную работу, на основании полученных результатов провели обобщение и написали рукопись. Замбулаева Н.Д., Жамсаранова С.Д. имеют на статью равные авторские права и несут равную ответственность за плагиат.

#### **Конфликт интересов**

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

#### **СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ**

##### **Принадлежность к организации**

##### **Наталья Д. Замбулаева**

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления  
Соискатель  
nzambulaeva@mail.ru

##### **Сэсэгма Д. Жамсаранова**

Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления  
Д.б.н., профессор  
zhamsarans@mail.ru

**Поступила 25.04.2017**

#### **Contribution**

Zambulaeva N.D., Zhamsaranova S.D. carried out the experimental work, on the basis of the results summarized the material and wrote the manuscript. Zambulaeva N.D., Zhamsaranova S.D. have equal author's rights and bear equal responsibility for plagiarism.

#### **Conflict of interests**

The authors declare no conflict of interests regarding the publication of this article.

#### **AUTHORS INDEX**

##### **Affiliations**

##### **Natalya D. Zambulaeva**

East-Siberian State University of Technology and Management  
Postgraduate  
nzambulaeva@mail.ru

##### **Sehsehgmа D. Zhamsaranova**

East-Siberian State University of Technology and Management  
Doctor of Biology, Professor  
zhamsarans@mail.ru

**Received 25 April 2017**