

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭКСТРАКЦИИ НА АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ ПЛОДОВ КЛЮКВЫ, ОБЛЕПИХИ, ЕЖЕВИКИ, ЖИМОЛОСТИ, КАЛИНЫ, РЯБИНЫ И МОЖЖЕВЕЛЬНИКА

Н.В. Макарова, доктор химических наук, профессор

Н.Б. Еремеева, кандидат технических наук

Самарский государственный технический университет

E-mail: rmvnatasha@rambler.ru

Ключевые слова: экстракция, ультразвук, микроволновое облучение, мацерация, ягоды, фенолы, флавоноиды, антоцианы, свободные радикалы, восстанавливающая сила.

Реферат. Целью работы является разработка оптимальной технологии извлечения комплекса веществ с антиоксидантным действием из широко распространенных на территории Российской Федерации плодов – клюквы (*Vaccinium oxycoccos* L.), облепихи (*Hippophaë rhamnoides* L.), ежевики (*Rubus* subgen. *Rubus*), жимолости (*Lonicera* L.), калины (*Viburnum opulus* L.), рябины (*Sorbus aucuparia* L.), можжевельника (*Juniperus* L.), сравнительное исследования влияния ультразвукового воздействия с методами традиционной мацерации и микроволнового облучения на общее содержание фенолов, флавоноидов, антоцианов, β-каротина, антирадикальное действие, восстанавливающую силу при экстрагировании изученного растительного сырья. В качестве методов исследования выбраны спектрофотометрические методы определения общего содержания фенолов, флавоноидов, антоцианов, антирадикальной активности со свободным радикалом 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом, восстанавливающей силы с реактивом FRAP. Именно использование ультразвуковой экстракции для плодов позволяет получить более высокое содержание фенолов, флавоноидов, антоцианов, значения антирадикальной активности, восстанавливающей силы, антиокислительного действия в полученных экстрактах. Аналогичное влияние оказывает и микроволновое излучение в уровне ряда показателей экстрактов плодов, хотя показатели микроволновых экстрактов плодов ниже по величине, чем ультразвуковых экстрактов. Интересно отметить, что именно антоцианы как наиболее чувствительный к внешним воздействиям класс соединений извлекаются при ультразвуковой обработке из ягод и сохраняются в наибольшей степени. Для получения экстракта плодов, выступающего как компонент многих биологически активных добавок, а также косметических средств с высоким уровнем антиоксидантных веществ и антиоксидантной активности, на основании проведенных исследований можно рекомендовать ультразвуковую обработку как метод интенсификации при тех же температурных параметрах и времени процесса, что позволит получать экстракты с более высоким содержанием нутрицевтических веществ.

THE INFLUENCE OF EXTRACTION TECHNOLOGY ON THE ANTIOXIDANT ACTIVITY OF EXTRACTS OF FRUITS OF CRANBERRY, SEA BUCKTHORN, BLACKBERRY, HONEYSTONE, KALINA, ROWAN, AND JUNIOR

N.V. Makarova, Doctor of Chemistry, Professor

Nb Eremeeva, Candidate of Technical Sciences

Samara State Technical University

Key words: extraction, ultrasound, microwave irradiation, maceration, berries, phenols, flavonoids, anthocyanins, free radicals, restoring power.

Abstract. The aim of the work is to develop an optimal technology for extracting a complex of substances with an antioxidant effect from cranberries (*Vaccinium oxycoccos* L.), sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides* L.), blackberries (*Rubus* subgen. *Rubus*), honeysuckle (*Lonicera* L.) widespread in the Russian Federation.

), viburnum (*Viburnum opulus* L.), mountain ash (*Sorbus aucuparia* L.), juniper (*Juniperus* L.), a comparative study of the effect of ultrasound exposure with traditional maceration and microwave irradiation on the total content of phenols, flavonoids, anthocyanins, β -carotene, antiradical e action, restoring force in the extraction of the studied plant materials. Spectrophotometric methods for determining the total content of phenols, flavonoids, anthocyanins, antiradical activity with 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical, and restoring forces with the FRAP reagent were chosen as research methods. It is the use of ultrasonic extraction for fruits that allows to obtain a higher content of phenols, flavonoids, anthocyanins, antiradical activity values, regenerating power, antioxidant action in the obtained extracts. Microwave radiation has a similar effect in the level of a number of indicators of fruit extracts. Although the performance of microwave extracts of fruits is lower in magnitude than ultrasonic extracts. It is interesting to note that it is anthocyanins as the most sensitive to external influences class of compounds that are extracted during ultrasonic processing from the berries and remain the most. To obtain fruit extract, acting as a component of many dietary supplements, as well as cosmetics with a high level of antioxidant substances and antioxidant activity, on the basis of the conducted research it is possible to recommend ultrasonic treatment as an intensification method with the same temperature parameters and process time, which will allow to obtain extracts with a higher content of nutraceutical substances.

Растительное сырье, произрастающее на территории Самарского края, является исходным материалом для получения ряда биологически активных веществ. Однако переработка такого сырья в настоящий момент находится на низком уровне. Вместе с тем литературные источники и медицинские исследования показывают перспективность его использования в различных областях, в том числе в фармацевтической и пищевой промышленности. К такому растительному сырью можно отнести плоды клюквы (*Vaccinium oxycoccos* L.), облепихи (*Hippophaë rhamnoides* L.), ежевики (*Rubus* subgen. *Rubus*), жимолости (*Lonicera* L.), калины (*Viburnum opulus* L.), рябины (*Sorbus aucuparia* L.), можжевельника (*Juniperus* L.). Для многих из этих плодов налажено промышленное производство и сбор на территории России. Кроме того, они проявляют различные виды биологической активности. Так, установлено [1], что различные химические компоненты клюквы обладают разным химическим составом и проявляют противовоспалительные [2, 3] и антибактериальные [4, 5] свойства, тогда как химические компоненты рябины [6] обеспечивают ее плодам наличие антиканцерогенного действия [7] и возможности использования в лечении болезни Альцгеймера [8], плодам облепихи – антиканцерогенную [9] и иммуномодулирующую [10] активность, плодам калины – противовоспалительную [2], ягодам ежевики – антидиабетическую [11], ягодам жимолости – противовоспалительную [12] и противораковую [13]. А плоды можжевельника обладают несколькими видами биологического действия: антиканцерогенным [14], антибактериальным [15], антивирусным [16].

Основной технологией получения комплекса биологически активных веществ из ягод и плодов является экстрагирование [17, 18]. Однако проведенные за последние годы исследования убедительно доказывают, что возможно увеличение выхода экстракта и изменение состава экстрагируемых биологически активных веществ за счет использования методов интенсификации экстракции – микроволнового и ультразвукового излучения [19].

Целью данной работы являются: сравнительные исследования показателей общего содержания фенолов, флавоноидов, антирадикальной активности по улавливанию свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила, восстанавливающей силы, антиоксидантной активности для плодов клюквы (*Vaccinium oxycoccos* L.), облепихи (*Hippophaë rhamnoides* L.), ежевики (*Rubus* subgen. *Rubus*), жимолости (*Lonicera* L.), калины (*Viburnum opulus* L.), рябины (*Sorbus aucuparia* L.), можжевельника (*Juniperus* L.) для трех технологий экстрагирования (настаивание, микроволновое облучение, ультразвуковая обработка) и выбор оптимальной технологии.

Исходное растительное сырье. Образцы ягод и плодов являются сортосмесью ягод и плодов из коллекции НИИ Жигулевские сады урожая 2018 г. Анализы повторены трижды. Для экстракции исходное сырье было измельчено до размера частиц 1,0–2,0 мм.

Метод мацерации для приготовления экстракта плодов (М). Навеску измельченных плодов 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 в течение 15 мин при скорости 3000 об/мин.

Метод приготовления экстракта плодов с использованием микроволнового излучения (МВ). Навеску измельченных плодов 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 течение 1 мин. Далее отделяли прозрачный слой экстракта центрифугированием в течение 15 мин при скорости 3000 об/мин.

Метод приготовления экстракта плодов с использованием ультразвукового излучения (УЗ). Навеску измельченных плодов 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 частотой 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. Исследования проводились по методу V. Kant et al. [20] с модификацией для экстракта плодов. Калькуляцию фенольных соединений в миллиграммах галловой кислоты на 100 г плодов проводили по калибровочной кривой (мг ГК/100 г).

Метод определения общего содержания флавоноидов. Исследования содержания флавоноидов проводят по методу J.C.P. Calado et al. [21] с модификацией для экстракта плодов. Калькуляцию флавоноидов в миллиграммах катехина (К) на 100 г плодов проводили по калибровочной кривой (мг К/100 г).

Метод определения общего содержания антоцианов. Содержание антоцианов в экстрактах плодов определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре с буферными растворами, имеющими рН 1,0 и 4,5 [22]. Калькуляцию антоцианов в миллиграммах цианидин-3-гликозида (ЦГ) на 100 г плодов проводили по формуле, приведенной в статье S. Eshghi et al. [22] (мг ЦГ/100 г).

Метод определения общего содержания β-каротина. Содержание β-каротина в экстрактах плодов определяли спектрофотометрическим методом на спектрофотометре при длине волны 470 нм. Калькуляцию β-каротина в миллиграммах β-каротина (БК) на 100 г плодов проводили по калибровочной кривой (мг БК/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 [23]. Чтобы охарактеризовать антиоксидантную активность, существует параметр E_{C50} – это та концентрация экстракта, при которой происходит 50%-е 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 X.-d. Jin et al. [24] с модификацией для экстракта плодов. Определение железосвязывающей активности проводили по калибровочной кривой (моль Fe²⁺/ кг плодов).

Полифенолы на данный момент являются наиболее известным классом биологически активных соединений с широким спектром биологической активности и большим потенциалом

в качестве профилактических средств многих заболеваний [25]. Исследование общего содержания фенольных веществ спектрофотометрическим методом в выбранных плодах и ягодах показало, что все изученные объекты можно условно разделить на две группы (рис. 1). Первая группа имеет достаточно высокие показатели. В нее входят плоды калины (1210–1282 мг ГК/100 г) и можжевельника (1202–1272 мг ГК/100 г). Вторая группа, со средними данными, самая многочисленная: ягоды клюквы (433–441 мг ГК/100 г), облепихи (237–428 мг ГК/100 г), ежевики (402–449 мг ГК/100 г), жимолости (429–634 мг/100 г), плоды рябины (486–736 мг ГК/100 г). Для всех изученных плодов и ягод и технология экстракции с использованием ультразвуковой обработки дает наилучшие показатели общего содержания фенольных веществ.

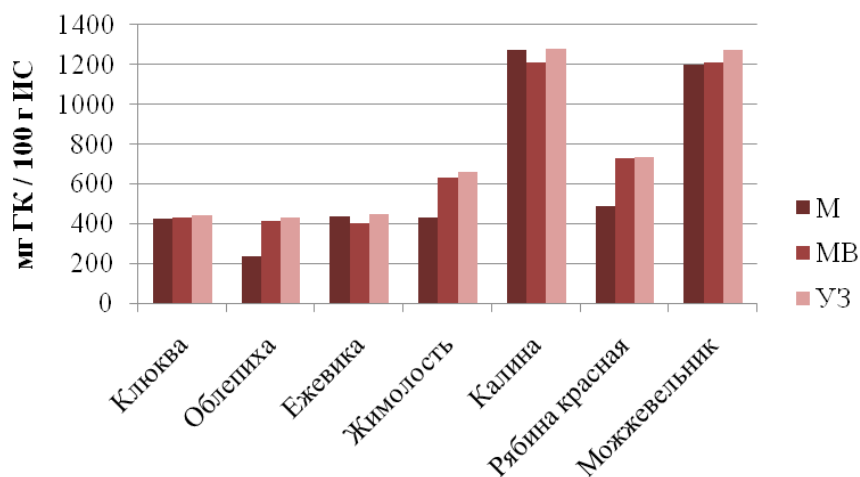


Рис. 1. Результаты определения общего содержания фенолов в исследуемых плодах и ягодах при использовании трех технологий экстракции

В настоящее время ведется активная работа по производству ряда лекарственных препаратов с повышенным содержанием растительных **флавоноидов** как комплекса веществ с различными свойствами [25]. Для этого исследуется большой ассортимент растительного сырья и отходов пищевого производства с целью получения комплекса флавоноидов. Результаты определения общего содержания флавоноидов в исследуемых плодах и ягодах представлены на рис. 2. В данном случае все исследуемые объекты также можно поделить на три группы. Первая группа имеет низкие показатели по содержанию флавоноидов: ягоды клюквы (56–93 мг К/100 г) и облепихи (57–131 мг К/100 г). Вторая группа, со средними показателями по содержанию флавоноидов, включает ягоды ежевики (239–392 мг К/100 г), жимолости (217–304 мг К/100 г),

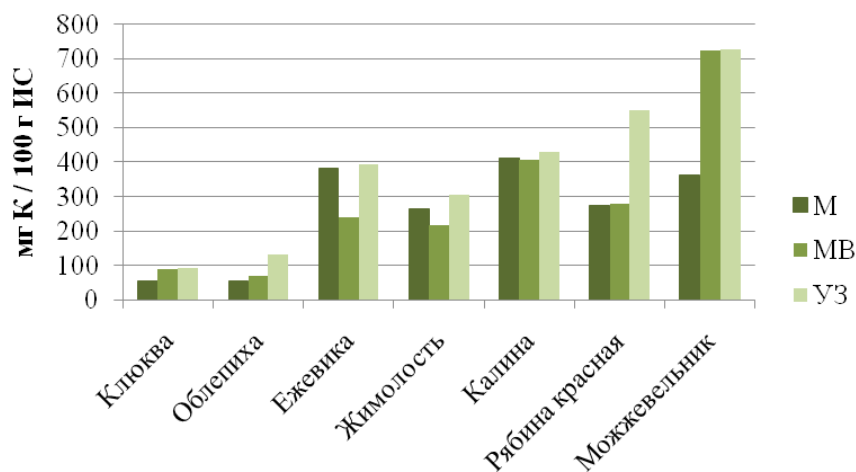


Рис. 2. Результаты определения общего содержания флавоноидов в исследуемых плодах и ягодах при использовании трех технологий экстракции

плоды калины (406–429 мг К/100 г) и рябины (274–550 мг К/100 г). Отнесенный к третьей группе можжевельник (364–729 мг К/100 г) является несомненным лидером по содержанию флавоноидов. При этом использование ультразвукового облучения является решающим фактором в увеличении данного показателя для всех изученных плодов.

Антоцианы являются не только окрашивающими веществами, но и проявляют различные виды биологической активности, в том числе противораковую, антимикробную, антиоксидантную [25]. Результаты определения общего содержания антоцианов в изучаемых ягодах и плодах представлены на рис. 3. Из всех изученных объектов наивысшим содержанием антоцианов обладает калина (98,11 мг ЦГ/100 г ягод). Однако это незначительно выше, чем для других ягод. При выделении антоцианов технология экстрагирования с использованием ультразвукового воздействия не имеет преимуществ, что, вероятно, связано с разрушением их под воздействием ультразвука, т. к. именно класс антоцианов наиболее чувствителен к воздействию света, температуры, кислорода и т. д.

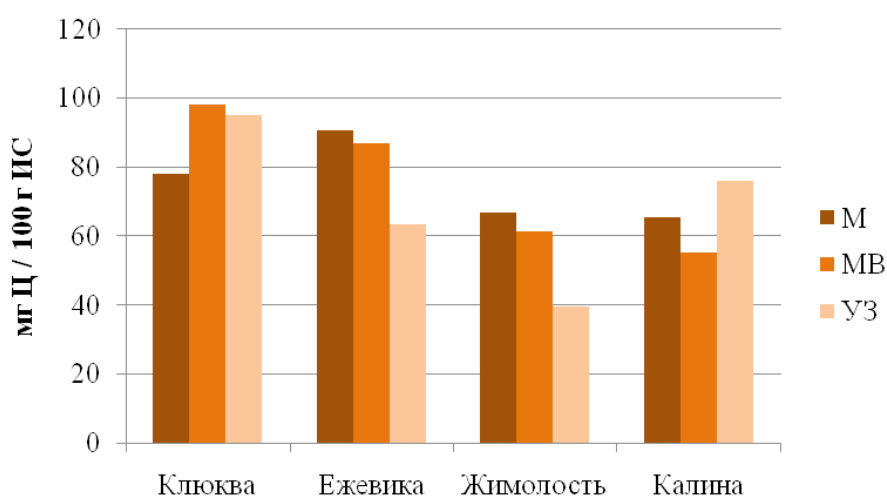


Рис. 3. Результаты определения общего содержания антоцианов в исследуемых плодах и ягодах при использовании трех технологий экстракции

Бета-каротин также на данный момент входит в число наиболее известных антиоксидантов [26]. Для плодов облепихи и рябины было определено общее содержание β -каротина спектрофотометрическим методом (рис. 4). Хотя содержание β -каротина в данных плодах невелико (11,7–23,6 мг БК /100 г плодов), однако этот витамин вносит определенный вклад в уровень антиоксидантной активности в целом.

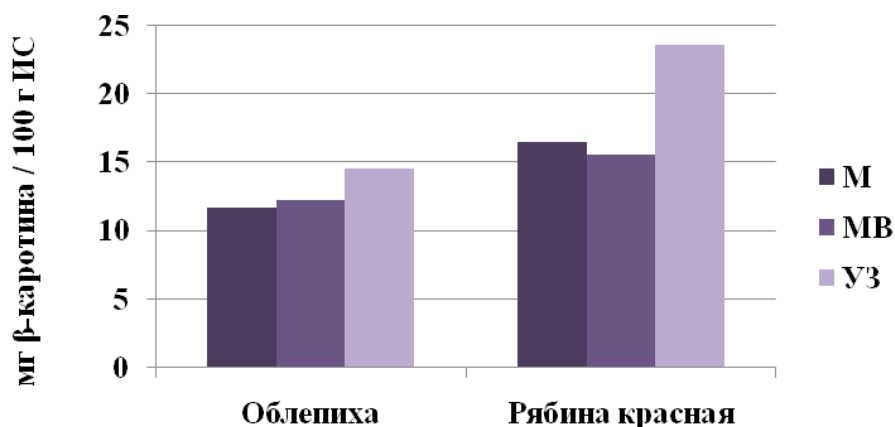


Рис. 4. Результаты определения общего содержания β -каротина в исследуемых плодах при использовании трех технологий экстракции

Способность улавливать свободные радикалы является важнейшим свойством антиоксиданта, т.к. именно свободные радикалы оказывают наиболее разрушительное воздействие на живые клетки, обладая высокой реакционной способностью – «агрессивностью» [25]. В ряде случаев антиоксиданты называют «ловушками» для свободных радикалов. В нашей работе были использован метод исследования антирадикальной активности с помощью реактива 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразила. Результаты определения антирадикальной активности для исследованных ягод и плодов представлены на рис. 5. Необходимо отметить, что изученные плоды и ягоды отличаются по данному показателю в десятки раз. Так, например к лидерам по способности улавливать свободные радикалы можно отнести ежевику (7,8 мг/мл), жимолость (9,4 мг/мл), калину (6,5 мг/мл), можжевельник (8,2 мг/мл). Наиболее эффективным методом экстракции с точки зрения данного показателя выступает экстракция с использованием ультразвукового воздействия, а, например, в случае облепихи и можжевельника ультразвуковое воздействие является определяющим фактором.

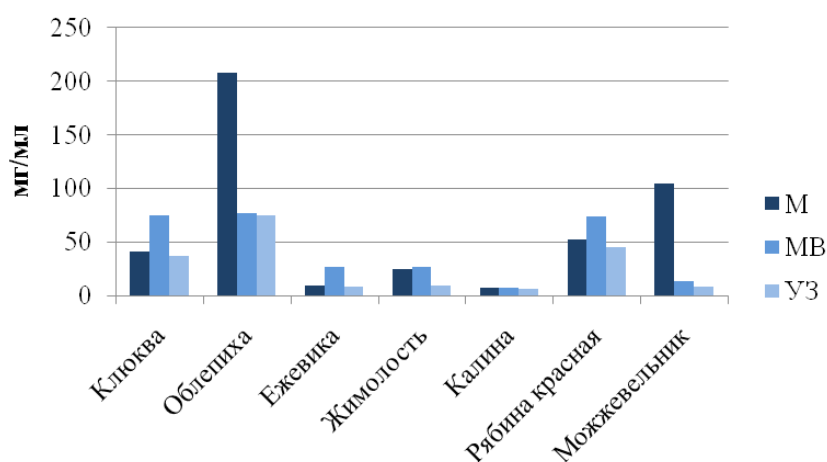


Рис. 5. Результаты определения антирадикальной активности для исследуемых плодов и ягод при использовании трех технологий экстракции

Возможность использования пищевого сырья в качестве антиоксиданта оценивается не только по способности улавливать свободные радикалы, но и по уровню ингибирования катализирующего воздействия ионов металлов на процессы окисления в живой клетке. Для определения уровня этого ингибирования введена методика изучения восстанавливающей силы [25]. Результаты определения восстанавливающей силы для исследованных ягод и плодов представлены на рис. 6. Три вида ягод и плодов проявляют высокие показатели восстанавливающей

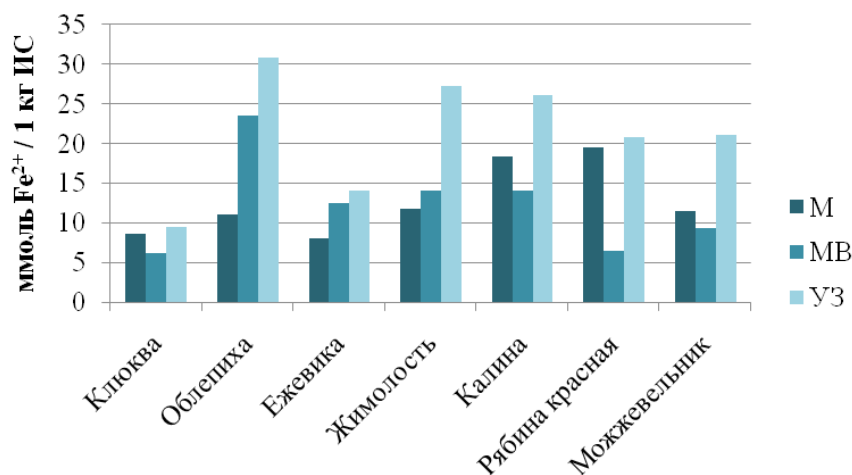


Рис. 6. Результаты определения восстанавливающей силы для исследуемых плодов и ягод при использовании трех технологий экстракции

силы: облепиха (30,78 ммоль Fe^{2+} /1 кг плодов), жимолость (27,27 ммоль Fe^{2+} / кг плодов), калина (26,13 ммоль Fe^{2+} / кг плодов). Обеспечило эти показатели использование ультразвукового воздействия при технологии экстрагирования.

Таким образом, в результате сравнительного исследования влияния на уровень показателей содержания фенолов и флавоноидов, антоцианов, β -каротина, антирадикальной активности с реактивом 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом, восстанавливающей силы по методу FRAP трех технологий экстрагирования: традиционного метода настаивания и инновационных технологий – микроволнового облучения и ультразвуковой обработки на примере экстрактов плодов клюквы (*Vaccinium oxycoccos* L.), облепихи (*Hippophaë rhamnoides* L.), ежевики (*Rubus* subgen. *Rubus*), жимолости (*Lonicera* L.), калины (*Viburnum opulus* L.), рябины (*Sorbus aucuparia* L.), можжевельника (*Juniperus* L.) установлено положительное влияние ультразвуковой обработки, что позволяет рекомендовать введение ее в технологию получения экстрактов с целью увеличения содержания биологически активных веществ. Среди ягод и плодов по своим показателям выделяются широко произрастающие на определенных территориях Российской Федерации, но в настоящий момент мало перерабатываемые ежевика (*Rubus* subgen. *Rubus*), жимолость (*Lonicera* L.), калина (*Viburnum opulus* L.), можжевельник (*Juniperus* L.). С учетом низкого выхода соков или полного отсутствия соковой части в данных плодах технология экстрагирования может быть особенно интересной с целью максимального извлечения биологически активных веществ из изученных объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mo J., Bin W. A phytochemical and chemotaxonomic study on *Viburnum lancifolium* // Biochem. System. and Ecology. – 2011. – Vol. 39. – P. 857–860.
2. *In vitro* and *in vivo* anti-inflammatory properties of green synthesized silver nanoparticles using *Viburnum opulus* L. fruits extract / B. Moldovan, L. David, A. Vulcu [et al.] // Mat. Sci. and Eng. C. – 2017. – Vol. 79. – P. 120–127.
3. Kowalska K., Olejnik A. Cranberries (*Oxococcus quadripetalus*) inhibit pro-inflammatory cytokine and chemokine expression in 3N3-L1 adipocytes // Food Chem. – 2016. – Vol. 196. – P. 1137–1143.
4. Antibacterial activity of cranberry juice concentrate on freshness and sensory quality of ready to eat (RTE) foods / M. Harich, B. Maherani, S. Salmieri, M. Lacroix // Food Control. – 2017. – Vol. 75. – P. 134–144.
5. Cranberry (*Vaccinium macrocarpon*) oligosaccharides decrease biofilm formation by uropathogenic *Escherichia coli* / J. Sun, J.P.J. Marais, Ch. Khoo [et al.] // J. Func. Foods. – 2015. – Vol. 17. – P. 235–242.
6. Chemical constituents from the fruits of *Sorbus pohuashanensis* / H. Li, M. Matsuura, W. Li. [et al.] // Biochem. System. and Ecol. – 2012. – Vol. 43. – P. 166–168.
7. A novel cytotoxic activity of the fruit of *Sorbus commixta* against human lung cancer cells and isolation of the major constituents / T.K. Lee, H.-S. Roh, J.S. Yu [et al.] // J. Func. Foods. – 2017. – Vol. 30. – P. 1–7.
8. Hasbal G., Yilmaz-Ozden T., Can A. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of *Sorbus torminalis* (L.) Crantz (wild service tree) fruits // J. Foods and Drug Anal. – 2015. – Vol. 23. – P. 57–62.
9. Anticancer and immunostimulating activities of a novel homogalacturonan from *Hippophaë rhamnoides* L. Berry / H. Wang, T. Gao, Y. Du [et al.] // Carbohydrate Polym. – 2015. – Vol. 131. – P. 288–296.
10. A homogalacturonan from *Hippophaë rhamnoides* L. berries enhance immunomodulatory activity through TLR4/MyD88 pathway mediated activation of macrophages / H. Wang, H. Bi, T. Gao [et al.] // Internat. J. Biol. Macromol. – 2015. – Vol. 107. – P. 1039–1045.
11. Antioxidant and antidiabetic activity of blackberry after gastrointestinal digestion and human gut microbiota fermentation / V. Gowd, T. Bao, L. Wang [et al.] // Food Chem. – 2018. – Vol. 269. – P. 618–627.
12. Two new ursane-type nortriterpenes from *Lonicera macranthoides* and their iNOS-inhibitory activities / Y.-D. Mei, N. Zhang, W.-Y. Zhang [et al.] // Chin. J. Nat. Med. – 2019. – Vol. 17. – P. 27–32.

13. *Anti-tumor properties of anthocyanins from Lonicera caerulea “Beilei” fruit on human hepatocellular carcinoma: in vitro and in vivo study* / L. Zhou, H. Wang, J. Yi [et al.] // *Biomed. & Pharmacotherapy*. – 2018. – Vol. 104. – P. 520–529.
14. *Yaglioglu A. S., Eser F. Screening of some Juniperus extracts for the phenolic compounds and their antiproliferative activities* // *South Afr. J. Bot.* – 2017. – Vol. 113. – P. 29–33.
15. *Juniperus chinensis extracts loaded PVA nanofiber: enhanced antibacterial activity* / J. H. Kim, H. Lee, A.W. Jatoi [et al.] // *Mat. Lett.* – 2016. – Vol. 181. – P. 367–370.
16. *Beneficial effects on H1N1-induced acute lung injury and structure characterization of anti-complementary acidic polysaccharides from Juniperus pingii var. wilsonii* / Z. Fu, L. Xia, J. De [et al.] // *Int. J. Biol. Macromol.* – 2019. – Vol. 129. – P. 246–253.
17. *Influence of extraction pre-treatments on some phytochemicals and biological activity of Transylvanian cranberries (Vaccinium vitis-idea L.)* / G.M. Cătunescu, A.M. Rotar, C.R. Pop [et al.] // *LWT – Food Sci. and Technol.* – 2019. – Vol. 102. – P. 385–392.
18. *Influence of in vitro human digestion on the bioavailability of phenolic content and antioxidant activity of Viburnum opulus L. (European cranberry) fruit extracts* / T.H. Barak, E. Celep, Y. İnan, E. Yesilada // *Ind. Crops & Prod.* – 2019. – Vol. 131. – P. 62–69.
19. *Effect of microwaves and ultrasound on bioactive compounds and microbiological quality of blackberry juice* / B. Pérez-Grijalva, M. Herrera-Sotero, R. Mora-Escobedo [et al.] // *LWT – Food Sci. and Technol.* – 2018. – Vol. 87. – P. 47–53.
20. *Kant V., Mehta M., Varshneya Ch. Antioxidant potential and total phenolic contents of seabuckthorn (Hippophaë rhamnoides) pomace* // *Free Rad. Antiox.* – 2012. – Vol. 2, N 2. – P. 79–86.
21. *Flavonoid contents and antioxidant activity in fruit, vegetables and other types of food* / J.C.P. Calado, P.A. Albertão, E.A. de Oliveira [et al.] // *Agr. Sci.* – 2015. – Vol. 6. – P. 426–435.
22. *Eshghi S., Salehi L., Karami M.J. Antioxidant activity, total phenolic compounds and anthocyanin contents in 35 different grapevine (Vitis vinifera L.) cultivars grown in Fars Province* // *Int. J. Hort. Sci. and Technol.* – 2014. – Vol. 1, N 2. – P. 151–161.
23. *Jin X.-d., Wu X., Liu X. Phenolic characteristics and antioxidant activity of Merlot and Cabernet Sauvignon wines increase with Vineyard Altitude in a High-altitude region* // *S. Afr. J. Enol. Vitic.* – 2017. – Vol. 38, N 2. – P. 132–143.
24. *Nayak J., Basak U. Ch. Antioxidant potential of some lesser known wild edible fruits of Odisha* // *Eur. J. Experimental Biol.* – 2015. – Vol. 5, N 8. – P. 60–70.
25. *Breitenbach M., Eckl P. Introduction to oxidative stress in biomedical and biological research* // *Biomolecules*. – 2015. – Vol. 5. – P. 1169–1177.

REFERENCE

1. *Mo J., Bin W. A phytochemical and chemotaxonomic study on Viburnum lancifolium* // *Biochem. System. and Ecology*. – 2011. – Vol. 39. – P. 857–860.
2. *In vitro and in vivo anti-inflammatory properties of green synthesized silver nanoparticles using Viburnum opulus L. fruits extract.* / B. Moldovan., L. David., A. Vulcu., [et al] // *Mat. Sci. and Eng. C.* – 2017. – Vol. 79. – P. 120–127.
3. *Kowalska K., Olejnik A. Cranberries (Oxococcus quadripetalus) inhibit pro-inflammatory cytokine and chemokine expression in 3N3-L1 adipocytes* // *Food Chem.* – 2016. – Vol. 196. – P. 1137–1143.
4. *Antibacterial activity of cranberry juice concentrate on freshness and sensory quality of ready to eat (RTE) foods.* /M. Harich., B. Maherani., S. Salmieri., M. Lacroix // *Food Control.* – 2017. – Vol. 75. – P. 134–144.
5. *Cranberry (Vaccinium macrocarpon) oligosaccharides decrease biofilm formation by uropathogenic Escherichia coli.* /J. Sun., J.P.J Marais J., Ch. Khoo., [et al] // *J. Func. Foods.* – 2015. – Vol. 17. – P. 235–242.
6. *Chemical constituents from the fruits of Sorbus pohuashanensis.* /H. Li., Matsuura W. Li. [et al] // *Biochem. System. and Ecol.* – 2012. – Vol. 43. – P. 166–168.
7. *A novel cytotoxic activity of the fruit of Sorbus commixta against human lung cancer cells and isolation of the major constituents.* /T.K Lee., H. – S Roh., J.S Yu. [et al] // *J. Func. Foods.* – 2017. – Vol. 30. – P. 1–7.
8. *Hasbal G., Yilmaz-Ozden T., Can A. Antioxidant and antiacetylcholinesterase activities of Sorbus torminalis (L.) Crantz (wild service tree) fruits* // *J. Foods and Drug Anal.* – 2015. – Vol. 23. – P. 57–62.

9. *Anticancer* and immunostimulating activities of a novel homogalacturonan from *Hippophae rhamnoides*/ L. Berry, H. Wang., T. Gao., Y. Du., [et al] // Carbohydrate Polym. – 2015. – Vol. 131. – P. 288–296.
10. *A homogalacturonan* from *Hippophae rhamnoides* L. berries enhance immunomodulatory activity through TLR4/MyD88 pathway mediated activation of macrophages. / H. Wang., H. Bi., T. Gao. [et al] // Internat. J. Biol. Macromol. – 2015. – Vol. 107. – P. 1039–1045.
11. *Antioxidant* and antidiabetic activity of blackberry after gastrointestinal digestion and human gut microbiota fermentation. / V. Gowd., T. Bao., L. Wang. [et al] // Food Chem. – 2018. – Vol. 269. – P. 618–627.
12. *Two new ursane-type nortriterpenes* from *Lonicera macranthoides* and their iNOS-inhibitory activities. / Y. – D. Mei., N. Zhang., W. – Y. Zhang., [et al] // Chin. J. Nat. Med. – 2019. – Vol. 17. – P. 27–32.
13. *Anti-tumor properties* of anthocyanins from *Lonicera caerulea* «Beilei» fruit on human hepatocellular carcinoma: in vitro and in vivo study./ L. Zhou., H. Wang., J. Yi., [et al] // Biomed. & Pharmacotherapy. – 2018. – Vol. 104. – P. 520–529.
14. *Yaglioglu A. S., Eser F.* Screening of some *Juniperus* extracts for the phenolic compounds and their antiproliferative activities // South Afr. J. Bot. – 2017. – Vol. 113. – P. 29–33.
15. *Juniperus chinensis* extracts loaded PVA nanofiber: enhanced antibacterial activity. / J.H Kim., H. Lee., A.W Jatoi., [et al] // Mat. Lett. – 2016. – Vol. 181. – P. 367–370.
16. *Beneficial* effects on H1N1-induced acute lung injury and structure characterization of anti-complementary acidic polysaccharides from *Juniperus pingii* var. *wilsonii*. / Z. Fu., L. Xia., J. De., [et al] // Int. J. Biol. Macromol. – 2019. – Vol. 129. – P. 246–253.
17. *Influence* of extraction pre-treatments on some phytochemicals and biological activity of Transylvanian cranberries (*Vaccinium vitis-idea* L.). / G.M Cătușescu., A.M Rotar., C.R Pop. [et al] // LWT – Food Sci. and Technol. – 2019. – Vol. 102. – P. 385–392.
18. *Influence* of in vitro human digestion on the bioavailability of phenolic content and antioxidant activity of *Viburnum opulus* L. (European cranberry) fruit extracts. T.H Barak., E. Celep., Y. İnan., E. Yesilada // Ind. Crops & Prod. – 2019. – Vol. 131. – P. 62–69.
19. *Effect* of microwaves and ultrasound on bioactive compounds and microbiological quality of blackberry juice. / Pérez-Grijalva., M. Herrera-Sotero., R. Mora-Escobedo. [et al] // LWT – Food Sci. and Technol. – 2018. – Vol. 87. – P. 47–53.
20. *Kant V., Mehta M., Varshneya Ch.* Antioxidant potential and total phenolic contents of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides*) pomace // Free Rad. Antiox. – 2012. – Vol. 2. – N 2. – P. 79–86.
21. *Flavonoid* contents and antioxidant activity in fruit, vegetables and other types of food. / J.C.P Calado., P.A Albertão., E.A de Oliveira. [et al] // Agr. Sci. – 2015. – Vol. 6. – P. 426–435.
22. *Eshghi S., Salehi L., Karami M.J.* Antioxidant activity, total phenolic compounds and anthocyanin contents in 35 different grapevine (*Vitis vinifera* L.) cultivars grown in Fars Province // Int. J. Hort. Sci. and Technol. – 2014. – Vol. 1. – N 2. – P. 151–161.
23. *Jin X. – d., Wu X., Liu X.* Phenolic characteristics and antioxidant activity of Merlot and Cabernet Sauvignon wines increase with Vineyard Altitude in a High-altitude region // S. Afr. J. Enol. Vitic. – 2017. – Vol. 38, N 2. – P. 132–143.
24. *Nayak J., Basak U. Ch.* Antioxidant potential of some lesser known wild edible fruits of Odisha // Eur. J. Experimental Biol. – 2015. – Vol. 5. N 8. – P. 60–70.
25. *Breitenbach M., Eckl P.* Introduction to oxidative stress in biomedical and biological research. // Biomolecules. – 2015. – Vol. 5. – P. 1169–1177.