

## Оценка качества УЗ-экстрактов из клюквы

Наталья С. Родионова	<sup>1</sup>	rodionovast@mail.ru
Марина В. Мануковская	<sup>1</sup>	manukowskaj@mail.ru
Маргарита В. Серченя	<sup>1</sup>	serchenya.margarita@yandex.ru
Анастасия А. Бабенко	<sup>1</sup>	anastasianbabenko@gmail.com

<sup>1</sup> Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия

**Реферат.** В статье представлены экспериментальные результаты определения физико-химических показателей, антиоксидантной активности, содержание макроэлементов в полученных экстрактах, приготовленных из свежих и предварительно замороженных ягод клюквы, с применением метода ультразвукового экстрагирования. В качестве экспериментальной установки использовали экстрактор с ультразвуковым погружным излучателем. Сущность его работы заключается в следующем: смесь экстрагента и растительного субстрата в различных соотношениях загружали в емкость с излучателем, после чего включали ультразвуковой генератор. Колебания ультразвуковой частоты (22 кГц), возбуждали высокочастотные механические колебания, под воздействием которых в обрабатываемой смеси формировались зоны интенсивной кавитации и диффузного растворения клеточных субстратов в экстрагенте. Процесс экстрагирования осуществляли при температуре 20–22 °С в течение 15 мин. Замораживание производили по технологии шоковой заморозки при температуре от -35 до -40 °С и до достижения внутри продукта температуры -18 °С. В качестве контроля рассматривали экстракт, получаемый по традиционной технологии методом настаивания при температуре 85–90 в течение 5 минут и дальнейшего охлаждения в течение 2–3 часов. Целью работы является оценка влияния предварительного замораживания на физико-химические показатели экстрактов из ягод клюквы, полученных с применением метода ультразвукового экстрагирования. В результате проведенных исследований установлена целесообразность предварительного замораживания ягод перед экстрагированием, обоснована возможность получения экстрактов с улучшенными показателями функциональности (антиоксидантной активности, содержания макроэлементов, органических кислот) и качества (массовой доли сухих веществ) из замороженных ягод, что необходимо для обоснования технологических режимов при практической реализации производства экстрактов с применением последовательного замораживания и ультразвука с учетом сезонности производства ягодного сырья.

**Ключевые слова:** ягоды клюквы, замораживание, ультразвуковое экстрагирование, макроэлементы, оптическая плотность, антиоксидантная активность

## Quality assessment of US-extracts from cranberries

Natalya S. Rodionova	<sup>1</sup>	rodionovast@mail.ru
Marina V. Manukovskaya	<sup>1</sup>	manukowskaj@mail.ru
Margarita V. Serchenya	<sup>1</sup>	serchenya.margarita@yandex.ru
Anastasiya A. Babenko	<sup>1</sup>	anastasianbabenko@gmail.com

<sup>1</sup> Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia

**Summary.** The article presents experimental results of determining physical and chemical parameters, antioxidant activity and macronutrient content in the obtained extracts prepared from fresh and previously frozen cranberries, using the method of ultrasonic extraction. As the experimental setup used the extractor with a submersible ultrasonic emitter. The essence of his work is as follows: the mixture of extractant, and a vegetable substrate in different proportions loaded in a container with emitter, and then include ultrasonic generator. Vibrations of ultrasonic frequency (22 kHz), high frequency excited mechanical vibrations under the effect of which in the treated mixture formed in the zone of intensive cavitation and diffuse to the dissolution of the cellular substrates in the extractant. The extraction process was carried out at a temperature of 20–22 °C for 15 min. Freezing was performed according to the technology shock freezing at a temperature from -35 to -40 °C and to achieve the internal product temperature of -18 °C. As a control examined the extract obtained according to the traditional technology by steeping at a temperature of 85–90 for 5 minutes and further cooling for 2–3 hours. The aim of this work is to evaluate the influence of pre-freezing on the physical-chemical characteristics of the ex-tracts from cranberries, obtained using the method of ultrasonic extraction. The results of the research showed the feasibility of pre-freezing the berries before extraction, the possibility of obtaining extracts with improved functionality (antioxidant activity, content of macroelements, organic acids) and quality (mass fraction of dry substances) of frozen berries that is necessary to substantiate the technological regimes in the practical implementation of the production of extracts using the sequential freezing and ultrasound seasonally adjusted production of berry raw materials.

**Keywords:** cranberries, freezing, ultrasonic extraction, macro, optical density, antioxidant activity

### Введение

Недостаточное содержание микронутриентов в пище – актуальная проблема современного рациона питания, который при достаточном уровне восполнения энергозатрат, не обеспечивает организм необходимым количеством витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон, потребность в которых у современного человека

существенно возросла вследствие роста стрессовых и экологически неблагоприятных факторов [1]. Зарубежный и отечественный опыт свидетельствуют, что эффективно и экономически доступно обеспечить население микронутриентами можно за счет создания пищевых продуктов и напитков, обогащенных витаминами, минеральными веществами и пищевыми волокнами.

### Для цитирования

Родионова Н.С., Мануковская М.В., Серченя М.В., Бабенко А.А. Оценка качества УЗ-экстрактов из клюквы // Вестник ВГУИТ. 2017. Т. 79. № 1. С. 200–204. doi:10.20914/2310-1202-2017-1-200-204

### For citation

Rodionova N.S., Manukovskaya M.V., Serchenya M.V., Babenko A.A. Quality assessment of US-extracts from cranberries. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2017. Vol. 79. no. 1. pp. 200–204. (in Russian). doi:10.20914/2310-1202-2017-1-200-204

Основным сырьем для производства напитков являются лекарственные растения, дикорастущие или культивируемые плоды и ягоды, содержащие значительное количество биологически активных веществ. К сырью такого рода можно отнести ягоды клюквы, содержащие большое число витаминов, макроэлементов, повышающих адаптивные возможности человека. Ягода тонизирует, освежает, повышает умственные и физические способности, богата эллаговой кислотой, которая эффективно разрушает канцерогены и предотвращает развитие сердечно-сосудистых заболеваний, обладает антибактериальными свойствами, повышает иммунитет, нормализует артериальное давление [2, 3]. Максимальное извлечение данных нутриентов в процессе приготовления напитков, обладающих максимально сохраненным исходным биокорректирующим действием на организм, возможно с помощью ультразвукового экстрагирования [4, 5]. При использовании ультразвука наблюдается не только значительное возрастание скорости массопереноса, но и увеличение массы экстрагируемых веществ.

*Цель работы* – оценка влияния предварительного замораживания на физико-химические показатели экстрактов из ягод клюквы, полученных с применением метода ультразвукового экстрагирования.

### Материалы и методы

В качестве объектов исследования были выбраны свежие и предварительно замороженные ягоды клюквы.

Процесс экстрагирования осуществляли с помощью установки с ультразвуковым погружным излучателем в диапазоне частот 20–20,5 кГц, при температуре 20–22 °С в течение 15 мин. Замораживание производили по технологии шоковой заморозки при температуре от -35 до -40 °С и до достижения внутри продукта температуры -18 °С. В качестве контроля рассматривали экстракт, получаемый по традиционной технологии методом настаивания при температуре 85–90 в течение 5 минут и дальнейшего охлаждения в течение 2–3 часов.

В полученных экстрактах контролировали оптическую плотность (ГОСТ 28562-90), антиоксидантную активность (АОА) (ГОСТ Р 54037-2010), содержание макроэлементов (метод атомно-адсорбционной спектроскопии), сухих веществ (ГОСТ 28562-90), кислотность (ГОСТ 25555.0-82).

### Результаты и их обсуждение

В результате эксперимента была получена зависимость изменения оптической плотности от продолжительности экстрагирования (рисунок 1).

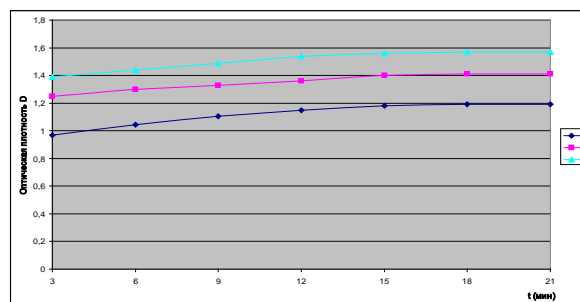


Рисунок 1. Изменение оптической плотности экстракта из клюквы: I – контроль, II – УЗ-экстракт из натуральной ягоды, III – УЗ-экстракт из замороженной ягоды

Figure 1. The change in optical density of the extract from cranberry: I – control, II – US-extract natural berry, III – US-extract from the frozen berries

Экспериментальные данные (рисунок 1) свидетельствуют о том, что значение оптической плотности образца III, для приготовления которого использовались замороженные ягоды клюквы, на 8% превышает значение оптической плотности образца II и на 24% превосходит образец I. Это объясняется тем, что предварительное замораживание способствует разрушению клеточной структуры ягод, и процесс экстрагирования проходит интенсивнее.

Как показали экспериментальные исследования полученный экстракт характеризуется значительным содержанием в нем макроэлементов (рисунок 2, таблица 1), таких как калий, натрий, кальций, магний, которые в сравнении с другими нутриентами являются наиболее стабильными при производстве и хранении напитков.

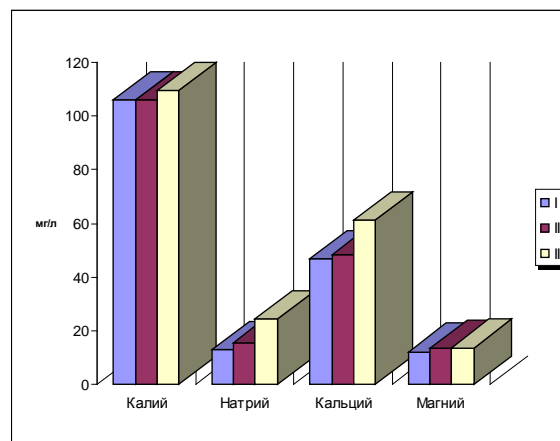


Рисунок 2. Содержание макроэлементов в экстракте из клюквы: I – контроль, II – УЗ-экстракт из натуральной ягоды, III – УЗ-экстракт из замороженной ягоды

Figure 2. The content of macronutrients in the extract from cranberry: I – control, II – ULTRASONIC extract natural berry, III – UZ-extract from the frozen berries

Физико-химические показатели экстрактов

Table 1.

Physical-chemical parameters of extracts

Макроэлемент Macronutrient	Суточная потребность (мг) Daily requirement (mg)	% от суточной потребности		
		I – контроль I – control	II – УЗ-экстракт из натуральной ягоды II – US-extract from natural berry	III – УЗ-экстракт из замороженной ягоды III – US-extract from frozen berries
	2500	0,42	0,44	0,50
Калий Kalium	1300	0,09	0,12	0,23
Натрий Natrium	1000	0,46	0,49	0,62
Кальций Calcium	400	0,30	0,34	0,35

Благодаря наличию калия экстракт способствует нормализации деятельности мышц сердца, активизирует ферменты, регулирует кислотно-щелочное состояние организма и водно-солевой обмен, повышает работоспособность, поддерживает кислотно-щелочное равновесие в организме, стимулирует пищеварение, нормализует работу сердечно-сосудистой системы. Кальций активно участвует в обмене веществ, поддерживает здоровье тканей нервной и костной системы, принимает активное участие в выработке необходимых гормонов. Магний влияет на усвоение кальция и витаминов группы В, играет важную роль для метаболизма натрия, калия, фосфора и витамина С, участвует в обмене белков, углеводов и энергетическом обмене, улучшает функцию дыхания, улучшает работу пищеварительной системы, оказывает положительное действие на состояние репродуктивной системы.

Известно, что клюква отличается высоким содержанием полифенольных веществ, совместное действие которых с аскорбиновой кислотой обуславливает антиоксидантные свойства ягоды [5, 6]. Данные по оценке влияния ультразвукового воздействия на переход антиоксидантов в экстракт и сохранение их активности представлены на рисунке 3.

Экспериментальные данные (рисунок 3) свидетельствуют о лучшем сохранении этого показателя при применении ультразвукового воздействия в процессе экстрагирования, что является подтверждением сохранения биологически активных веществ клюквы и соответствующего повышения функциональных свойств экстрактов на ее основе. Значения антиоксидантной активности в образцах, приготовленных с применением метода ультразвукового экстрагирования (II) и предварительным замораживанием (III) выше на 24 и 32% по сравнению с контрольным образцом.

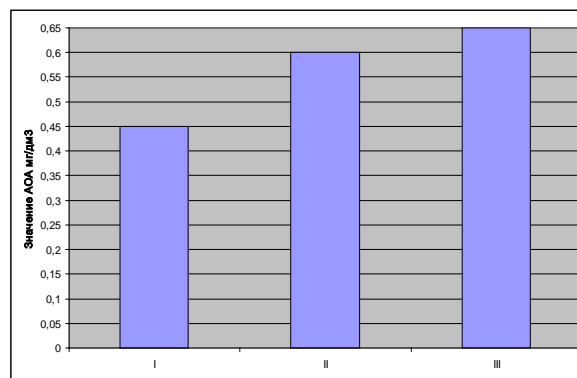


Рисунок 3. Значения АОА экстракта из клюквы: I – контроль, II – УЗ-экстракт из натуральной ягоды, III – УЗ-экстракт из замороженной ягоды

Figure 3. The values of antioxidant activity of extract from cranberry: I – control, II - ULTRASONIC extract natural berry, III – UZ-extract from the frozen berries

По сравнению с контролем УЗ-экстракты из натуральной и предварительно замороженной ягоды обладали более высокими значениями по всем оцениваемым показателям: на 36 и 40% возросло содержание сухих веществ, на 18 и 30% увеличилась кислотность (таблица 2).

Таблица 2.

Содержание макроэлементов в экстрактах

Table 2.

Macronutrient content in extracts

Наименование показателей The name of in- dicators	Образец Sample I	Образец Sample II	Образец Sample III
Содержание су- хих веществ, % Dry matter content, %	5,5	7,5	7,8
Кислотность, г/см³ Acidity, g/cm³	0,27	0,30	0,33

Полученные результаты доказывают интенсифицирующее действие ультразвукового воздействия при получении водных экстрактов из клюквы, которое связано и объясняется наличием ряда специфических эффектов в жидких средах, подвергаемых ультразвуковому воздействию – кавитации, интенсивных микро- и макропотоков, приводящих к нарушению диффузионного слоя и, как следствие, быстрому проникновению жидкой среды в структуру частицы, набуханию частиц, экстрагированию растворимых компонентов, быстрому и качественному перемешиванию компонентов среды.

### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Скальный А. В., Орджоникидзе З. Г., Громова О. А. Макро и микроэлементы в физической культуре и спорте. М.: КМК, 2000. 71 с.
- 2 Скурихин И. М. Химический состав пищевых продуктов. М.: ДеЛи принт, 2002.
- 3 Оуэн С. Источник силы. СПб.: Амфора., 2012. с. 16,41
- 4 Мануковская М. В., Серченя М. В. Использование современных технологий в приготовлении настоек // Экономика. Инновации. Управление качеством. 2015. № 2. С. 130-133.
- 5 Мануковская М. В., Серченя М. В. Исследование антиоксидантной активности настоек из ежевики и клюквы, приготовленных методом ультразвукового экстрагирования // Вестник ВГУИТ. 2015. № 4. С. 98-103.
- 6 Ширяева О. Ю. Содержание фенольных соединений в лекарственном растительном сырье // Известия ОГАУ. 2016. № 6.
- 7 Wang C.H. et al. Cranberry-containing products for prevention of urinary tract infections in susceptible populations: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // Archives of internal medicine. 2012. T. 172. №. 13. С. 988–996.
- 8 Jepson R.G., Craig J.C. Cranberries for preventing urinary tract infections // The Cochrane Library. 2008.
- 9 Jepson R.G. et al. Cranberries for preventing urinary tract infections // Cochrane Database Syst Rev. 2012. T. 10. №. 10.
- 10 Howell A.B., Foxman B. Cranberry juice and adhesion of antibiotic-resistant uropathogens // Jama. 2002. T. 287. №. 23. С. 3082–3083.
- 11 Seeram N.P. et al. Total cranberry extract versus its phytochemical constituents: antiproliferative and synergistic effects against human tumor cell lines // Journal of agricultural and food chemistry. 2004. T. 52. №. 9. С. 2512–2517.

### Заключение

В результате проведенных исследований установлена целесообразность предварительного замораживания ягод перед экстрагированием, обоснована возможность получения экстрактов с улучшенными показателями функциональности (антиоксидантной активности, содержания макроэлементов, органических кислот) и качества (массовой доли сухих веществ) из замороженных ягод, что необходимо для обоснования технологических режимов при практической реализации производства экстрактов с применением последовательного замораживания и ультразвука с учетом сезонности производства ягодного сырья.

### REFERENCES

- 1 Skal'nyi A. V., Ordzhonikidze Z. G., Gromova O. A. Macro i mikroelementy v fizicheskoi kul'ture i sporte [Macro and trace elements in physical culture and sport]. Moscow, KMK 2000. 71 p. (in Russian).
- 2 Skurikhin I. M. Khimicheskii sostav pishchevykh produktov. [The chemical composition of food products.]. Moscow, DeLi print. 2002. (in Russian)
- 3 Ouen S. Istochnik sily [The source of strength]. St. Petersburg, Amfora. 2012. 16,41 p. (in Russian).
- 4 Manukovskaya M. V., Serchenya M. V. The use of modern technology in the preparation of tinctures. *Ekonomika. Innovatsii. Upravlenie kachestvom*. [Economy. Innovation. The management of quality.]. 2015. no. 2. pp. 130-133. (in Russian).
- 5 Manukovskaya M. V., Serchenya M. V. The study of antioxidant activity of tinctures of Black-Berry and cranberry extracts, prepared by ultrasonic extraction. *Vestnik VGUIT* [Proceedings of VSUET]. 2015. no. 4. pp. 98-103. (in Russian).
- 6 Shiryayeva O. Yu. The content of phenolic compounds in herbal drugs. *Izvestiya OGAU* [Izvestiya OGAU]. 2016. no. 6. (in Russian).
- 7 Wang C.H. et al. Cranberry-containing products for prevention of urinary tract infections in susceptible populations: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Archives of internal medicine*. 2012. vol. 172. №. 13. pp. 988–996.
- 8 Jepson R.G., Craig J.C. Cranberries for preventing urinary tract infections. The Cochrane Library. 2008.
- 9 Jepson R.G. et al. Cranberries for preventing urinary tract infections. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012. vol. 10. №. 10.
- 10 Howell A.B., Foxman B. Cranberry juice and adhesion of antibiotic-resistant uropathogens. *Jama*. 2002. vol. 287. №. 23. pp. 3082–3083.
- 11 Seeram N.P. et al. Total cranberry extract versus its phytochemical constituents: antiproliferative and synergistic effects against human tumor cell lines. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2004. vol. 52. №. 9. pp. 2512–2517.

#### СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Наталья С. Родионова** д. т. н., профессор, зав. кафедрой, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, rodionovast@mail.ru

**Марина В. Мануковская** к. т. н., доцент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, manukowskaj@mail.ru

**Мargarita В. Serchenya** магистрант, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, serchenya.margarita@yandex.ru

**Анастасия А. Бабенко** студент, кафедра сервиса и ресторанного бизнеса, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр-т Революции, 19, г. Воронеж, 394036, Россия, anastasianbabenko@gmail.com

#### КРИТЕРИЙ АВТОРСТВА

**Наталья С. Родионова** консультация в ходе исследования

**Марина В. Мануковская** предложил методику проведения эксперимента

**Мargarita В. Serchenya** написала рукопись, корректировала её до подачи в редакцию и несёт ответственность за плагиат

**Анастасия А. Бабенко** обзор литературных источников по исследуемой проблеме, провела эксперимент, выполнила расчёты

#### КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПОСТУПИЛА 27.12.2016

ПРИНЯТА В ПЕЧАТЬ 06.02.2017

#### INFORMATION ABOUT AUTHORS

**Natalya S. Rodionova** doctor of technical sciences, professor, head of department, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, rodionovast@mail.ru

**Marina V. Manukovskaya** candidate of technical sciences, assistant professor, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, manukowskaj@mail.ru

**Margarita V. Serchenya** master student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, serchenya.margarita@yandex.ru

**Anastasiya A. Babenko** student, service and restaurant business department, Voronezh state university of engineering technologies, Revolution Av., 19 Voronezh, 394036, Russia, anastasianbabenko@gmail.com

#### CONTRIBUTION

**Natalya S. Rodionova** consultation during the study

**Marina V. Manukovskaya** proposed a scheme of the experiment

**Margarita V. Serchenya** wrote the manuscript, correct it before filing in editing and is responsible for plagiarism

**Anastasiya A. Babenko** review of the literature on an investigated problem, conducted an experiment, performed computations

#### CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

RECEIVED 12.27.2016

ACCEPTED 2.6.2017