

Научная статья/Research Article

УДК 664.8.039

DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-214-219

Диана Дмитриевна Симеониди<sup>1✉</sup>, Ирина Мухарбековна Бигаева<sup>2</sup>,  
Тимур Эльбрусович Хохоев<sup>3</sup>, Марианна Аликовна Дзигоева<sup>4</sup>, Ацамаз Александрович Татров<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Северо-Осетинский государственный университет им. К.Л. Хетагурова, Владикавказ, Россия

<sup>1</sup>artemida73@mail.ru

<sup>2</sup>bigaeva@mail.ru

<sup>3</sup>timurhohoev@gmail.com

<sup>4</sup>dzigoeva29@mail.ru

<sup>5</sup>atsatatrof@gmail.com

## ДИСПЕРГАЦИОННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ВИТАМИНОСОДЕРЖАЩИХ КОНЦЕНТРАТОВ

Цель исследования – разработка технологии получения пищевых витаминсодержащих концентратов из природного сырья методом высокочастотного диспергирования. Задачи: разработать условия экстрагирования для получения витаминсодержащего концентрата на основе облепихи с максимальной эффективностью; провести органолептический и физико-химический анализ полученного концентрата облепихи; изучить сроки хранения полученных концентратов; для подтверждения экологической безопасности полученного продукта и чистоты эксперимента определить содержание тяжелых металлов в концентрате облепихи. Объекты исследования – технологии производства пищевых концентратов из природного растительного сырья. Разработанная технология проверена на плодах облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides* L.), собранной на территории республики Северная Осетия – Алания. Представлены оптимальные условия экстрагирования для получения витаминсодержащего концентрата, приведены сравнительные результаты по анализу витаминного состава концентратов, полученных по традиционной технологии, и концентрата, приготовленного по разработанной технологии. Сравнение результатов выхода продуктов по классической и предложенной технологиям производства концентратов облепихи подтверждает эффективность высокочастотного диспергирования в процессе получения пищевых витаминсодержащих концентратов. Предложенная технология имеет увеличенный выход по сравнению с классическими в среднем в 2 раза. Разработанная технология переработки сырья является перспективным инновационным подходом к увеличению содержания витаминов и сохранению полезных свойств природного продукта, так как среди существующих технологий производства отсутствует метод извлечения питательных веществ за счет диспергирования при помощи ультразвуковой обработки в органической среде. Изучены сроки хранения концентрата. Для подтверждения экологической безопасности продукта и чистоты эксперимента определено содержание тяжелых металлов в концентрате облепихи. По результатам органолептического анализа, проведенного согласно ГОСТ ISO 6658-2016, полученный концентрат облепихи сохраняет свои основные органолептические характеристики, что повышает его потенциал применения для использования в пищевой промышленности. Показано, что предложенная технология позволяет решить проблему импортозамещения и получения высококачественной продукции с применением натурального сырья.

**Ключевые слова:** облепиха, концентрат, импортозамещение, витамины, технология, элементный анализ

**Для цитирования:** Диспергационное получение пищевых витаминсодержащих концентратов / Д.Д. Симеониди [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2024. № 7. С. 214–219. DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-214-219.

Diana Dmitrievna Simeonidi<sup>1✉</sup>, Irina Mukharbekovna Bigayeva<sup>2</sup>, Timur Elbrusovich Khokhiev<sup>3</sup>, Marianna Alikovna Dzigoeva<sup>4</sup>, Atsamaz Alexandrovich Tatrov<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>North Ossetian State University named after Kosta Levanovich Khetagurov, Vladikavkaz, Russia

<sup>1</sup>artemida73@mail.ru

<sup>2</sup>bigaeva@mail.ru

<sup>3</sup>timurhohiev@gmail.com

<sup>4</sup>dzigoeva29@mail.ru

<sup>5</sup>atsatatrof@gmail.com

## DISPERSION OBTAINING FOOD VITAMIN-CONTAINING CONCENTRATES

*The objective of the study is to develop a technology for obtaining food vitamin-containing concentrates from natural raw materials using the high-frequency dispersion method. Tasks: to develop extraction conditions for obtaining a vitamin-containing concentrate based on sea buckthorn with maximum efficiency; to conduct an organoleptic and physicochemical analysis of the obtained sea buckthorn concentrate; to study the shelf life of the obtained concentrates; to determine the content of heavy metals in the sea buckthorn concentrate to confirm the environmental safety of the obtained product and the purity of the experiment. The objects of the study are technologies for producing food concentrates from natural plant materials. The developed technology was tested on the fruits of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.), collected in the territory of the Republic of North Ossetia – Alania. The optimal extraction conditions for obtaining a vitamin-containing concentrate are presented, comparative results of the analysis of the vitamin composition of concentrates obtained using traditional technology and a concentrate prepared using the developed technology are given. Comparison of the results of the yield of products using the classical and proposed technologies for the production of sea buckthorn concentrates confirms the effectiveness of high-frequency dispersion in the process of obtaining food vitamin-containing concentrates. The proposed technology has an increased yield compared to classical ones by an average of 2 times. The developed technology for processing raw materials is a promising innovative approach to increasing the content of vitamins and preserving the beneficial properties of a natural product, since among the existing production technologies there is no method for extracting nutrients by dispersion using ultrasonic treatment in an organic medium. The shelf life of the concentrate was studied. To confirm the environmental safety of the product and the purity of the experiment, the content of heavy metals in the sea buckthorn concentrate was determined. According to the results of organoleptic analysis carried out in accordance with GOST ISO 6658-2016, the obtained sea buckthorn concentrate retains its main organoleptic characteristics, which increases its potential for use in the food industry. It is shown that the proposed technology allows solving the problem of import substitution and obtaining high-quality products using natural raw materials.*

**Keywords:** sea buckthorn, concentrate, import substitution, vitamins, technology, elemental analysis.

**For citation:** Dispersion obtaining food vitamin-containing concentrates / D.D. Simeonidi [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2024;(7): 214–219 (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2024-7-214-219.

**Введение.** На сегодняшний день в рамках реализации Концепции технологического развития на период до 2030 г. (утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 1315-р) особую актуальность приобретает импортозамещение зарубежных технологий (продуктов, услуг). В связи с уходом ряда иностранных компаний у отечественных производителей появляется возможность создания конкурентоспособной продукции.

Производители различных пищевых компаний стремятся заменить синтетические добавки натуральными [1]. Основным источником натуральных добавок выступает растительное сырье [2, 3], так как в нем содержится большое

количество биологически активных веществ. В качестве растения, наиболее богатого по содержанию биологически активных, дубильных, пектиновых веществ, выступает облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.) [4–10].

На территории Северной Осетии – Алании облепиха крушиновидная встречается вдоль скалистого хребта и реже у основания водораздельного хребта: плотные заросли облепихи – 130 га; искусственные насаждения – 4 га [9]. Наличие достаточного количества насаждений в Северной Осетии позволяет рассматривать ягоды облепихи как доступный и ценный растительный ресурс.

В известных технологиях переработки ягод облепихи используют на этапе производства высокую температуру и углекислый газ под давлением более 15 атмосфер, что увеличивает технологические риски. В ряде технологических схем в качестве исходного сырья используются не плоды, а сок облепихи, что является нецелесообразным и более трудоемким. Отдельные технологии изначально вводят сахар в состав концентрата, что значительно ограничивает область его применения.

**Цель исследования** – разработка технологии получения пищевых витаминсодержащих концентратов на основе высокочастотного диспергирования сырья на примере образца природного сырья – облепихи.

**Задачи:** разработать условия экстрагирования для получения витаминсодержащего концентрата на основе облепихи с максимальной эффективностью; провести органолептический и физико-химический анализ полученного концентрата облепихи; изучить сроки хранения полученных концентратов; для подтверждения экологической безопасности полученного продукта и чистоты эксперимента определить содержание тяжелых металлов в концентрате облепихи.

**Объекты и методы.** Объекты исследования – технологии производства пищевых концентратов из природного растительного сырья. Разработанная технология проверена на плодах облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.), собранной на территории республики Северная Осетия – Алания.

Разработанный технологический цикл получения концентрата подробно описан в заявке на патент и включает три основные стадии:

1) высокочастотное диспергирование сырья (для вскрытия витаминов, макро- и микроэлементов из целлюлозной решетки) – классические методы используют только малоэффективное механическое или термическое извлечение;

2) экстракция полярными растворителями (для полного извлечения содержимого сырья, включая жирорастворимые витамины) – классические методы используют только водную экстракцию или не используют другие растворители, что понижает количество извлеченных веществ;

3) низкотемпературная сушка (для сохранения витаминов) – классические методы используют термические методы обработки, что разрушает многие витамины.

При высушивании сухой остаток составил 24–26 % от массы сырья, в то время как сухой остаток, полученный по технологии водной экстракции, составляет 12 % от массы сырья, что свидетельствует (по данному параметру) об увеличении среднего выхода продукта в 2 раза.

Ягоды облепихи высушивали под воздействием инфракрасного излучения (150 Вт на 100 г сырья) до содержания влаги менее 10 %, затем замораживали при температуре  $-5^{\circ}\text{C}$  и перемалывали до пастообразного состояния. Проводили экстракцию в спиртовой среде (98 %) под воздействием ультразвука 80 Вт/100 г, при градиентном поднятии частоты от 20 до 400 кГц, постоянном перемешивании и температуре не выше  $50^{\circ}\text{C}$  в течение 30 мин. После этого экстракт отделяли от смеси, которую подвергали повторной процедуре экстракции. Затем оба раствора смешивали и отгоняли спирт при температуре  $30-40^{\circ}\text{C}$ , после чего отгоняли жидкую фазу с градиентом повышения температуры от  $30$  до  $40^{\circ}\text{C}$  при давлении 10,1325 кПа. На финальной стадии эксперимента проводили сушку смеси при температуре  $47^{\circ}\text{C}$  и давлении 5,0662 кПа.

Органолептический анализ проводили согласно ГОСТ ISO 6658-2016.

Качественный и количественный состав полученного концентрата исследовали методами атомно-эмиссионной спектроскопии и атомно-абсорбционной спектроскопии.

Разложение полученных концентратов для определения в них минеральных компонентов проводили методом кислотной минерализации с использованием лабораторной микроволновой установки MARS 6 (CEM).

Элементный анализ концентрата облепихи выполняли на спектрометре с параллельным излучением с индуктивно связанной плазмой ICPE-9000 производства Shimadzu Corporation (Япония).

Проверка экологической безопасности концентрата (определение концентрации ионов тяжелых металлов в нем) проводилась методом атомно-абсорбционной спектроскопии на атомно-абсорбционном спектрометре МГА-1000. Это метод, при котором свободные атомы газа поглощают электромагнитное излучение на определенной длине волны для получения измеримого сигнала. Концентрация газообразных атомов на оптическом пути пропорционально изменяет сигнал поглощения, так что можно надежно измерить содержание элемента.

**Результаты и их обсуждение.** По результатам проведенного органолептического анализа сделано заключение, что полученный по разработанной технологии концентрат облепихи имеет горьковато-кислый, свойственный облепиховому

соку вкус и оранжевый цвет. Все члены дегустационной комиссии признали наличие вкуса, характерного исходному продукту.

Результаты элементного анализа полученного концентрата представлены на рисунке 1.



Рис. 1. Содержание минеральных компонентов в концентрате облепихи, мкг/100 г концентрата

Также с целью подтверждения экологической чистоты концентрата из облепихи было проведено определение содержания ионов тяжелых металлов в концентрате методом атомно-абсорбционной спектроскопии.

Результаты атомно-абсорбционного анализа представлены в таблице.

Как видно из данных таблицы, пищевой витаминный концентрат из облепихи не содержит тяжелых металлов, т. е. является экологически безопасным.

После получения концентратов из облепихи по существующей и разработанной технологии был проанализирован витаминный состав, результаты которого представлены на рисунке 2.

### Результаты определения содержания тяжелых металлов в концентрате облепихи

Тяжелый металл, мг/кг	Результат анализа	ПДК, мг/кг
Кадмий	Не обнаружен	0,03
Свинец	Не обнаружен	0,4
Цинк	6,6	10,0

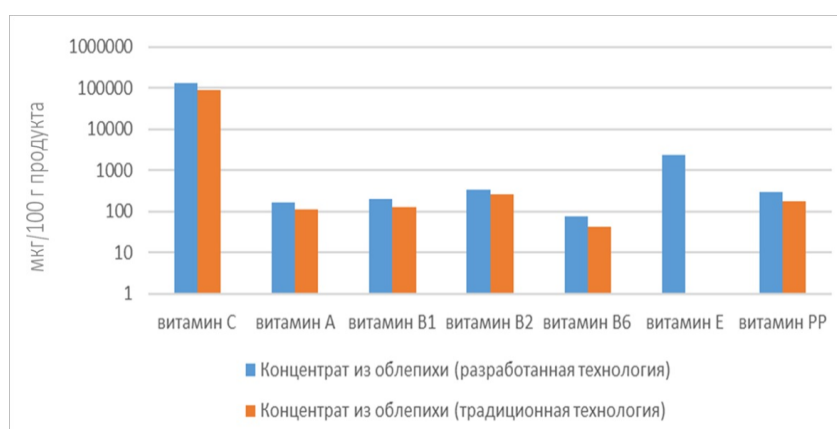


Рис. 2. Содержание витаминов в концентратах облепихи, полученных по традиционной и разработанной технологиям, мкг/100 г концентрата

По данным, представленным на рисунке 2, видно, что содержание витаминов в концентрате, полученном по разработанной технологии, выше содержания витаминов в концентрате, полученном традиционным методом. Кроме того, предлагаемая новая технология, в отличие от имеющихся технологий, позволяет извлечь витамин Е.

Анализ показателей окислительной порчи и микробиологических показателей позволил установить сроки хранения. При температуре 5 °С срок хранения концентрата из облепихи составил 30 сут.

Разработанная технология позволяет получать концентрат из облепихи, сохраняя комплекс полезных свойств исходного сырья. Технология является экономически выгодной, расширяющей состав экстрагируемых веществ и увеличивающей выход продукта при сравнении с традиционными методами. Разработанная технология диссертационного получения пищевых витаминсодержащих концентратов из облепихи может быть внедрена на пищевых производствах.

### Заключение

1. Сравнение результатов выхода продуктов по классической и предложенной технологиям производства концентратов облепихи подтверждает эффективность высокочастотного диспергирования в процессе получения пищевых витаминсодержащих концентратов. Предложенная технология имеет увеличенный выход по сравнению с классическими в среднем в 2 раза.

2. Разработанная технология переработки сырья является перспективным инновационным подходом к увеличению содержания витаминов и сохранению полезных свойств природного продукта, так как среди существующих технологий производства отсутствует метод извлечения питательных веществ за счет диспергирования при помощи ультразвуковой обработки в органической среде.

3. По результатам органолептического анализа, проведенного согласно ГОСТ ISO 6658-2016, полученный концентрат облепихи сохраняет свои основные органолептические характеристики, что повышает его потенциал применения для использования в пищевой промышленности.

### Список источников

1. Effect of lipophilic sea buckthorn extract on cream cheese properties / A. Ghendov-Moşanu [et al.] // J Food Sci Technol. 2020. № 57. P. 628–637.
2. Roman I., Stănilă A., Stănilă S. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania // Chem Cent J. 2013 Apr 23;7(1):73.
3. Bioactive profile, health benefits and safety evaluation of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A review / T.A. Wani [et al.] // Cogent Food & Agriculture. 2016. Т. 2, № 1. С. 1128519.
4. Пантелеева Е.И. Пищевое и лекарственное использование облепихи // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сб. ст. XII Междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 7-8 февраля 2017 г.): в 3 кн. Кн. 2 / Алтайский гос. аграр. ун-т. Барнаул, 2017. С. 30–34.
5. Перспективы расширения ассортимента продукции из плодов облепихи / Я.В. Смольникова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 2. С. 186–190. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-186-190.
6. Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания: Т. Растительный мир / М-во охраны окр. среды РСО – Алании / науч. ред. А.Л. Комжа, К.П. Попов, отв. ред. В.С. Вагин. Владикавказ: Проект-Пресс, 2000. 544 с.
7. Vitamins and their role in human body / A. Suychinov [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research. 2019. Т. 11, № 3. С. 1246–1248.
8. О перспективах использования витамина D и других микронутриентов в профилактике и терапии COVID-19 / О.А. Громова [и др.] // РМЖ. 2020. Т. 28, № 9. С. 32–38.
9. Биологическая роль витаминов / И.А. Долматова [и др.] // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. 2020. Т. 11, № 1. С. 116–119.
10. Методы повышения эффективности выхода сока из ягод облепихи / Л.П. Шароглазова [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 1. С. 214–218. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-1-214-218.

References

1. Effect of lipophilic sea buckthorn extract on cream cheese properties / A. Ghendov-Moşanu [et al.] // J Food Sci Technol. 2020. № 57. P. 628–637.
2. Roman I., Stănilă A., Stănilă S. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Rosa canina* L. biotypes from spontaneous flora of Transylvania // Chem Cent J. 2013 Apr 23;7(1):73.
3. Bioactive profile, health benefits and safety evaluation of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.): A review / T.A. Wani [et al.] // Cogent Food & Agriculture. 2016. T. 2, № 1. S. 1128519.
4. Panteleeva E.I. Pischevoe i lekarstvennoe ispol'zovanie oblepihi // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: sb. st. XII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. (Barnaul, 7–8 fevralya 2017 g.): v 3 kn. Kn. 2 / Altajskij gos. agrar. un-t. Barnaul, 2017. S. 30–34.
5. Perspektivy rasshireniya assortimenta produkcii iz plodov oblepihi / Ya.V. Smol'nikova [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 2. S. 186–190. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-2-186-190.
6. Prirodnye resursy Respubliki Severnaya Osetiya – Alaniya: T. Rastitel'nyj mir / M-vo ohrany okr. sredy RSO – Alanii / nauch. red. A.L. Komzha, K.P. Popov, otv. red. V.S. Vagin. Vladikavkaz: Proekt-Press, 2000. 544 s.
7. Vitamins and their role in human body / A. Suychinov [et al.] // International Journal of Pharmaceutical Research. 2019. T. 11, № 3. S. 1246–1248.
8. O perspektivah ispol'zovaniya vitamina D i drugih mikronutrientov v profilaktike i terapii COVID-19 / O.A. Gromova [i dr.] // RMZh. 2020. T. 28, № 9. S. 32–38.
9. Biologicheskaya rol' vitaminov / I.A. Dolmatova [i dr.] // Aktual'nye problemy sovremennoj nauki, tehniki i obrazovaniya. 2020. T. 11, № 1. S. 116–119.
10. Metody povysheniya `effektivnosti vyhoda soka iz yagod oblepihi / L.P. Sharoglazova [i dr.] // Vestnik KrasGAU. 2023. № 1. S. 214–218. DOI: 10.36718/1819-4036-2023- 1-214-218.

Статья принята к публикации 26.06.2024 / The article accepted for publication 26.06.2024.

Информация об авторах:

**Диана Дмитриевна Симеониди**<sup>1</sup>, заведующая кафедрой общей и неорганической химии, кандидат биологических наук, доцент

**Ирина Мухарбековна Бигаева**<sup>2</sup>, доцент кафедры общей и неорганической химии, кандидат химических наук, доцент

**Тимур Эльбрусович Хохоев**<sup>3</sup>, студент четвертого курса

**Марианна Аликовна Дзигоева**<sup>4</sup>, студент четвертого курса

**Ацамаз Александрович Татров**<sup>5</sup>, магистр первого курса

Information about the authors:

**Diana Dmitrievna Simeonidi**<sup>1</sup>, Head of the Department of General and Inorganic Chemistry, Candidate of Biological Sciences, Docent

**Irina Mukharbekovna Bigayeva**<sup>2</sup>, Associate Professor at the Department of General and Inorganic Chemistry, Candidate of Chemical Sciences, Docent

**Timur Elbrusovich Khokhоеv**<sup>3</sup>, fourth year Student

**Marianna Alikovna Dzigoeva**<sup>4</sup>, fourth year Student

**Atsamaz Alexandrovich Tatrov**<sup>5</sup>, first year Master's student

