

8. Classification and diagnostics of soils of the USSR / Egorov V. V., Fridland V. M., Ivanova E. N., Rozov N. N. – Moscow : Kolos, 1977. – 221 p.
9. Lugansky V. N., Abramova L. P., Bachurina A. V. Chemical analysis of soils : an educational and methodological manual. – Yekaterinburg : UGLTU, 2018. – 48 p.
10. Anthropogenic soils. Genesis, geography, recultivation : a textbook / M. I. Gerasimova, M. N. Stroganova, N. V. Mozharova, T. V. Prokofiev; ed. Academician of the Russian Academy of Sciences V. G. Dobrovolsky. – Smolensk : Oikumena, 2003. – P. 204–246.
11. Gafurov F. G. Soils of the Sverdlovsk region. – Yekaterinburg : Ural University, 2008. – 396 p.
12. Malchikhin O N, Bunkova N. P. The suggestions for improving management in forest parks of Yekaterinburg // Forests of Russia and agriculture in them. – 2020. – № 2 (73). – P. 4–12.
13. Impact of trials arrangement on forest parks recreative capacity / S. V. Zalesov, A. V. Baichibaeva, A. V. Dancheva, E. S. Zalesova, A. I. Ponomareva, P. I. Rubtsov // Forest science in the implementation of the concept of the Ural engineering school : socio-economic and environmental problems of the forest sector of the economy: mater. XI International Scientific and Technical Conference conf. / USFEU. – Yekaterinburg, 2017. – P. 193–196.
14. Rubtsov P. I., Bunkova N. P., Zalesov S. V. The influence of recreation impact on the undergrowth in the park Shartashsky, Yekaterinburg // Forest science in the implementation of the concept of the Ural engineering school : socio-economic and environmental problems of the forest sector of the economy : mater. XI International Scientific and Technical Conference conf. / USFEU. – Yekaterinburg, 2017. – P. 232–234.
- 

УДК 615.3:547.9

DOI: 10.51318/FRET.2021.39.73.007

## КРИОХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ПЛОДОВ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ С ПОЛУЧЕНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ

А. А. ЩЕГОЛЕВ – кандидат химических наук, доцент\*,  
e-mail: shegolev\_46@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7524-3280

О. Е. БИКТИМИРОВА – студент\*,  
e-mail: olgabiktimirowa@yandex.ru

Л. Г. СТАРЦЕВА – кандидат технических наук\*,  
e-mail: slg14@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-5264-142X

Ю. Л. ЮРЬЕВ – доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой\*,  
e-mail: charekat@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-1187-7401

\* ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет»,  
620110, Россия, Екатеринбург, Сибирский тракт, 37

**Рецензент:** Ларионов Л. П., доктор медицинских наук, директор НТО «Фарма».

**Ключевые слова:** плоды облепихи, криохимическая технология, фитокрипы, углекислотная экстракция, масло облепиховое, токоферолы, каротиноиды.

---

Несмотря на значительный интерес к растительным ресурсам облепихи крушиновидной и продуктам технологической переработки, многие аспекты этой проблемы остаются недостаточно изученными. Особенно это относится к влиянию различных технологических факторов на биохимический состав свежезаготовленных плодов облепихи и продуктов их переработки традиционными методами. В данном исследовании экспериментально подтверждена целесообразность применения отрицательных температур, а также инертной среды жидкого азота и жидкого диоксида углерода на всех технологических стадиях криохимической переработки плодов облепихи с получением микродисперсных порошков (фитокрипы) и абсолютного облепихового масла. Доклиническое изучение физиологической активности и безопасности применения подтверждает, что данные функциональные продукты питания положительно влияют на функции органов и систем человека.

### CRYOCHEMICAL PROCESSING OF SEA BUCKTHORN FRUITS WITH THE PRODUCTION OF FUNCTIONAL FOOD PRODUCTS

A. A. SHCHEGOLEV –Associate Professor\*,  
e-mail: shegolev\_46@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-7524-3280

O. E. BIKTIMIROVA – student\*,  
e-mail: olgabiktimirowa@yandex.ru  
ORCID:

L. G. STARTSEVA – candidate of technical Sciences, associate Professor\*,  
e-mail: slg14@yandex.ru  
ORCID: 0000-0002-5264-142X

Y. L. YURIEV – doctor of technical Sciences, chief of the Department of Chemical Technology of Wood, biotechnology and nanomaterials\*,  
e-mail: charekat@mail.ru  
ORCID: 0000-0002-1187-7401

\* FSBEE HE «Ural state forestry university»,  
620100, Yekaterinburg, Siberian tract, 37

**Reviewer:** Larionov L. P., Doctor of Medical Sciences, Director of NTO «Pharma».

**Keywords:** sea buckthorn fruits, cryochemical technology, phytocrit, carbon dioxide extraction, sea buckthorn oil, tocopherols, carotenoids.

Despite the considerable interest in the plant resources of buckthorn buckthorn and products of technological processing, many aspects of this problem remain insufficiently studied. This is especially true for the influence of various technological factors on the biochemical composition of freshly harvested sea buckthorn fruits and products of their processing by traditional methods. In this study, the expediency of using negative temperatures, as well as an inert medium of liquid nitrogen and liquid carbon dioxide at all technological stages of cryochemical processing of sea buckthorn fruits to obtain microdisperse powders (phytocrip) and absolute sea buckthorn oil was experimentally confirmed. Preclinical study of physiological activity and safety of use confirms that these functional foods have a positive effect on the functions of human organs and systems.

<p><b>Введение</b></p> <p>Облепиха крушиновидная <i>Hippophae rhamnoides</i> L. является популярной культурой</p>	<p>во всех географических районах Российской Федерации, в том числе на землях лесного фонда.</p>	<p>Существующий сортимент облепихи сложился на основе сортов алтайской селекции. Общие методы селекции облепихи</p>
---	--	---

были разработаны сотрудниками НИИС Сибири им. М. А. Лисавенко в 1980 г. [1, 2].

Основатель Сада лечебных культур УГЛТУ профессор Л. И. Вигоров выделил из сортов алтайской селекции наиболее перспективные для создания промышленных плантаций. Результаты исследований в области химического состава и физиологической активности комплекса биоорганических соединений плодов облепихи разных сортов достаточно широко обсуждаются в научных публикациях [3].

Однако научная информация о качественном и количественном составе липофильных соединений плодов облепихи, включая плодовую мякоть и семенные косточки, крайне ограничена и недостаточно используется. В целях повышения содержания в продуктах переработки плодов каротиноидов, токоферолов, стериннов, ненасыщенных жирных кислот W-3, W-6, W-9, а также флавоноидов целесообразно в промышленных технологиях комплексно использовать оболочки, мякоть и семенные косточки плодов облепихи.

Цель данного исследования – разработать технологическую линию для криохимической переработки плодов облепихи с получением функциональных продуктов питания в виде фитокрипов и абсолютных экстрактов, а также в виде биопродуктов в капсулированной и таблетированной формах.

### Материалы и методы

Объекты исследования: свежие плоды облепихи крушиновидной были собраны в лесопарковой зоне г. Екатеринбурга в период биологической зрелости в сентябре путем общипывания и ошмыгивания плодоносных ветвей. Качество сырья контролировали в соответствии с требованиями фармакопейной статьи ФС-42-1052-76 на свежие плоды облепихи. Срок хранения замороженных плодов – 6 мес. Свежие зрелые плоды дикорастущей облепихи содержали в среднем 87 % воды, 6 % жирного масла, 12 мг. % каротиноидов.

Особенности криохимической переработки плодов заключались в последовательном применении вакуумной сублимационной сушки при отрицательных температурах и криодроблений в инертной среде жидкого азота [4–6].

На основе микродисперсных порошков (фитокрипов) были получены углекислотные экстракты с использованием малогабаритной установки (производство «Химмаш» г. Екатеринбург).

Биохимический состав целевых продуктов изучали, используя общепринятые методы [7].

### Результаты и их обсуждение

В целях полноты экстрактивного извлечения комплекса веществ липофильной природы из разных видов масличного растительного сырья традиционно применяют углеводороды, спирты, сложные эфиры. При отгонке органических растворителей из экстракта термолабильные сое-

динения частично подвергаются деструкции. В случае экстрагирования сухой растительной биомассы сжиженными газами, например хладонами и жидким диоксидом углерода, указанные недостатки исключаются [8].

Следовательно, целесообразно применять в промышленной технологии экологически безопасный жидкий диоксид углерода.

В табл. 1 приведен химический состав абсолютного экстракта обезжиренных плодов облепихи.

В табл. 2 приведена физико-химическая характеристика облепихового масла.

Учитывая экспериментальные данные, представленные в табл. 1 и табл. 2, мы разработали структурную схему технологического процесса криохимической переработки плодов облепихи.

### Описание структурной схемы

Разработанная схема криохимической переработки плодов облепихи предусматривает получение липофильного биопродукта в капсулированной форме на основе абсолютного облепихового масла – биопродукта в виде микродисперсного порошка (фитокрипа), а также таблетированного шрота.

Замороженные плоды облепихи направляют на вакуум-сушку, затем сухую ягодную массу с остаточной влагой 5–7 % поддают на дробление в среде жидкого азота. Микроизмельченную плодовую массу (фитокрип) направляют на экстракцию с применением жидкой углекислоты.

Таблица 1

Table 1

Химический состав абсолютных экстрактов из плодов облепихи в зависимости от типа растворителя – экстрагента (экспериментальные данные)  
Chemical composition of absolute extracts from sea buckthorn fruits depending on the type of solvent-extractant (experimental data)

Класс липофильных соединений Class of lipophilic compounds	Содержание БАС, г/100 г абсолютного экстракта при типе растворителя BAS content, g/100 g of absolute extract Type of solvent			
	жидкий CO <sub>2</sub> liquid	гексан hexane	ацетон acetone	спирт этиловый ethyl alcohol
Триглицериды	83,3 ± 13,3	81,1 ± 12,8	68,6 ± 10,9	64,8 ± 11,3
Жирные кислоты	5,6 ± 1,3	4,8 ± 0,6	8,7 ± 1,1	9,8 ± 1,3
Фосфолипиды	1,22 ± 0,12	0,78 ± 0,07	2,33 ± 0,023	3,27 ± 0,032
Стерины	0,182 ± 0,032	0,232 ± 0,039	0,136 ± 0,023	0,115 ± 0,019
Токоферолы	0,74 ± 0,16	0,29 ± 0,06	0,22 ± 0,05	0,18 ± 0,04
Воски	0,71 ± 0,08	0,24 ± 0,03	0,33 ± 0,04	0,27 ± 0,03
Каротиноиды	0,58 ± 0,07	0,25 ± 0,04	0,16 ± 0,02	0,18 ± 0,03

Таблица 2

Table 2

Физико-химическая характеристика абсолютного облепихового масла  
Physical and chemical characteristics of absolute sea buckthorn oil

Показатели Indicators	Содержание Content
Плотность, г/см <sup>3</sup>	0,9160 ± 0,0003
Показатель преломления, $n_D^{20}$	1,4830
Число омыления, мг КОН/г	44,6 ± 9,4
Кислотное число, мг КОН/г	8,3 ± 1,7
Эфирное число, мг КОН/г	36,3 ± 5,2
Йодное число, г I <sub>2</sub> /100 г	76 ± 12,1
Перекисное число, % I <sub>2</sub>	0,28 ± 0,036
Триацилглицеролы, %	42,5 ± 6,8
Жирные кислоты, %	14,2 ± 3,26
Воски, %	1,15 ± 0,24
Неомыляемые вещества, г/10 г абсолютного экстракта	
Каротиноиды	0,173 ± 0,03
Токоферолы	0,715 ± 0,16
Стерины	0,86 ± 0,146

Абсолютное облепиховое масло смешивают с разбавителем, гомогенизируют и направляют в аппарат для капсулирования.

Обезжиренный шрот после углекислотной экстракции используют для получения биопрепарата в таблетках.

### Выводы

Установлено, что применение химически инертной газовой среды азота и диоксида углерода на технологических стадиях переработки масличных плодов облепихи устраняет термоокис-

лительную деструкцию термолабильных БАВ.

Целевые продукты (фитокрип, облепиховое масло, биопродукт в таблетках) положительно влияют на функции органов и систем человека.

### Библиографический список

1. Кожевников А. П. Облепиха крушиновидная на Урале (интродукция и популяция). – Екатеринбург : УрО РАН, 2001. – 128 с.
2. Кожевников А. П., Залесов С. В. Опыт создания коллекций плодовых и декоративных культур. – Екатеринбург : УГЛТУ, 2018. – 206 с.
3. Шишкина Е. Е. Биохимический состав плодов облепихи // Облепиха. – М. : Лесн. пром-сть, 1978. – С. 173–177.
4. Щеголев А. А., Певнева О. П. Особенности технологии получения микродисперсных растительных материалов при отрицательных температурах и их использование в промышленной космецевтике // Леса России и хоз-во в них. – 2015. – № 1 (51). – С. 52–54.
5. Щеголев А. А., Старцева Л. Г. Биоорганические комплексы плодов листопадных кустарников семейства розоцветных // Леса России и хоз-во в них. – 2018. – № 2 (65). – С. 63–68.
6. Государственная фармакопея СССР. Вып. 2 : Общие методы анализа. – 11-е изд. – М., 1990. – 440 с.
7. Фитокрип: свидетельство 127561 / заявитель УНТО «Фарма» г. Екатеринбург. Решение о регистрации в Государственном реестре ВНИИГПЭ от 16.06.95.
8. Пат. 93036480/03 РФ, МПК 6С09В61/00 Способ получения высокодисперсного сырья / Щеголев А. А., Ларионов Л. П., Чарина М. В.; опубл. 10.01.97. – 6 с.

### Bibliography

1. Kozhevnikov A. P. Sea buckthorn in the Urals (introduction and population). – Yekaterinburg : UrO RAS, 2001. – 128 p.
2. Kozhevnikov A. P., Zalesov S. V. Experience of creating collections of fruit and decorative crops. – Yekaterinburg: USFEU, 2018. – 206 p.
3. Shishkina E. E. Biochemical composition of sea buckthorn fruits. In the book: Sea Buckthorn. – M. : Forest industry, 1978. – P. 173–177.
4. Shchegolev A. A., Pevneva O. P. Features of the technology for obtaining microdisperse plant materials at negative temperatures and their use in industrial cosmeceutics // Russian forest and farm in them. – 2015. – № 1 (51). – P. 52–54.
5. Shchegolev A. A., Startseva L. G. Bio-organic complexes fruits of deciduous shrubs in the family Rosaceae // Russian Forest and farm in them. – 2018. – № 2 (65). – P. 63–68.
6. State Pharmacopoeia of the USSR. Vol. 2 : General methods of analysis. – 11th ed. – M., 1990. – 440 p.
7. Phytocrip : Certificate 127561 Decision on registration in the State Register of VNIIGPE of 16.06.95. Applicant : UNTO «Pharma» Yekaterinburg.
8. Patent 93036480/03 RF, IPC 6C09B61/00 Method for obtaining highly dispersed raw materials / Shchegolev A. A., Larionov L. P., Charina M. V. ; publ. 10.01.97. – 6 p.