

Научная статья  
УДК 634.74  
DOI 10.24888/2541-7835-2023-28-121-132

## ПРОБЛЕМА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЛЕПИХИ КРУШИНОВИДНОЙ (*HIRRORHAE RHAMNOIDES*) В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ

Школьникова Марина Николаевна<sup>1✉</sup>, Аверьянова Елена Витальевна<sup>2</sup>,  
Рожнов Евгений Дмитриевич<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Уральский государственный экономический университет

<sup>2,3</sup>Бийский технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

<sup>1</sup>shkolnikova.m.n@mail.ru✉

<sup>2</sup>averianova.ev@bti.secna.ru

<sup>3</sup>red@bti.secna.ru

**Аннотация.** Роль локальных плодовых ресурсов в ликвидации дефицита микронутриентов огромна. Плоды облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*) содержат каротиноиды, полифенолы, витамины С и Е. Однако практически отсутствует промышленная переработка остающегося в значительных объемах шрота – до 22–26 %, что обусловило цель исследования – разработка технологии глубокой переработки обезжиренного облепихового шрота с получением комплекса биофлавоноидов с доказанным составом и предложением возможных направлений использования. При определении химического состава облепихового шрота применялись стандартные методы: содержание сахаров по ГОСТ 13192-73, фенольных соединений по ГОСТ Р 55408-2013; индивидуальные вещества комплекса биофлавоноидов идентифицировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе «Waters 2695 Alliance» (США) с последующей компьютерной обработкой результатов. Установлено, что образцы шрота содержат органические кислоты 3,2 %, сахара 4,6 %, пектиновые вещества 1,35 % и полифенольные вещества 3,8 %. Для интенсификации выделения комплекса биофлавоноидов использовали ферментализ сырья и ультразвуковое воздействие на стадии экстракции ферментированного облепихового шрота, выход целевого продукта составил 3,35±0,05 % и 3,8±0,1 %, соответственно. Комплекс биофлавоноидов получен в виде порошка желтого цвета, подлинность которого подтверждена методом Фолина-Чокальтеу, основными компонентами по результатам ВЭЖХ-анализа являются флавоноидный гликозид – рутин и флавонолы – кверцетин, кемпферол, изорамнетин. Использование факторов интенсификации позволяет сократить продолжительность процесса с 1,5 ч до 15 мин при увеличении выхода биофлавоноидов на 27 %, без существенного изменения химического состава. При масштабировании биокаталитической технологии утилизации облепихового шрота выход комплекса биофлавоноидов составил 3,12 %, эффективность процесса по сравнению с лабораторной стадией составила 91,7 %. Полученные результаты позволяют рекомендовать предложенную технологию для промышленного использования на предприятиях по переработке плодов облепихи большой мощности.

**Ключевые слова:** облепиха, плоды, шрот, химический состав, комплекс биофлавоноидов, рациональное использование, глубокая переработка.

**Для цитирования:** Школьникова М.Н., Аверьянова Е.В., Рожнов Е.Д. Проблема рационального использования облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides*) в сибирском регионе // Агропромышленные технологии Центральной России. 2023. № 2(258). С. 121-132. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-28-121-132>.

Original article

## THE PROBLEM OF RATIONAL USE BUCKTHORN BUCKTHORN (HIPPOPHAE RHAMNOIDES) IN THE SIBERIAN REGION

Marina N. Shkolnikova<sup>1✉</sup>, Elena V. Averyanova<sup>2</sup>, Evgeny D. Rozhnov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ural State University of Economics

<sup>2,3</sup>Biysk Institute of Technology (branch) of the Altai State Technical University  
named after I.I. Polzunov

<sup>1</sup>shkolnikova.m.n@mail.ru✉

<sup>2</sup>averianova.ev@bti.secna.ru

<sup>3</sup>red@bti.secna.ru

**Abstract.** The role of local fruit resources in eliminating micronutrient deficiency is enormous. The fruits of buckthorn buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) contain carotenoids, polyphenols, vitamins C and E. However, there is practically no industrial processing of the remaining meal in significant volumes - up to 22-26%, which determined the purpose of the study – to develop a technology for deep processing of fat-free sea buckthorn meal to obtain a complex of bioflavonoids with a proven composition and a proposal of possible uses. When determining the chemical composition of sea buckthorn meal, standard methods were used: the sugar content according to GOST 13192-73, phenolic compounds according to GOST R 55408-2013; individual substances of the bioflavonoid complex were identified by high-performance liquid chromatography (HPLC) on the Waters 2695 Alliance device (USA) with subsequent computer processing of the results. It was found that the meal samples contain organic acids 3.2%, sugars 4.6%, pectin substances 1,35% and polyphenolic substances 3,8%. To intensify the extraction of the bioflavonoid complex, fermentolysis of raw materials and ultrasonic action were used at the extraction stage of fermented sea buckthorn meal, the yield of the target product was  $3,35 \pm 0,05\%$  and  $3,8 \pm 0,1\%$ , respectively. The bioflavonoid complex is obtained in the form of a yellow powder, the authenticity of which is confirmed by the Folin-Chocalteu method, the main components according to the results of HPLC analysis are flavonoid glycoside - rutin and flavonols - quercetin, kaempferol, isoramnetin. The use of intensification factors makes it possible to reduce the duration of the process from 1,5 hours to 15 minutes with an increase in the yield of bioflavonoids by 27%, without significantly changing the chemical composition. When scaling the biocatalytic technology for the disposal of sea buckthorn meal, the yield of the bioflavonoid complex was 3,12%, the efficiency of the process compared to the laboratory stage was 91,7%. The results obtained allow us to recommend the proposed technology for industrial use in enterprises for processing sea buckthorn fruits of high capacity.

**Keywords:** sea buckthorn, fruits, meal, chemical composition, bioflavonoid complex, rational use, deep processing.

**For citation:** Shkol'nikova M.N., Aver'yanova E.V., Rozhnov E.D. The problem of rational use buckthorn buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) in the siberian region // Agro-industrial technologies of Central Russia. 2023. № 2(258). Pp. 121-132. <https://doi.org/10.24888/2541-7835-2023-28-121-132>.

### Введение

Для населения северо-восточной части РФ характерен дефицит витаминов: так, у половины жителей имеется дефицит по трем и более витаминам (группы В, Е, Д, С, каротиноиды и др.) независимо от времени года. Общеизвестно, что самый эффективный путь его преодоления – употребление свежих плодов и овощей, а также продуктов их переработки и БАД к пище. При этом огромна роль локальных растительных ресурсов, в частности, облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides*), в плодах которой содержится существенное количество каротиноидов, полифенолов, витаминов С, Е и других необходимых микронутриентов [2, 16, 22, 23].

Кустарники облепихи, обладая высокой адаптивностью к почвенно-климатическим условиям окружающей среды, произрастают естественным образом в холодных и сухих регионах по всему земному шару: в частности, в Гималаях, где самая высокая плотность данного кустарника, в холодных пустынных районах Китая, Северной Америки, Индии и Европы [21].

Ареал естественных зарослей облепихи в РФ существенный и прерывистый на разной высоте над уровнем моря (от 1500–1700 м на Алтае и в Восточной Сибири до 3000 м на Кавказе, самой западной границей служит Калининградская область, восточной – Читинская. Что обуславливает значительную сортовую вариабельность по уровню зимостойкости (до минус 40 °С), срокам созревания, урожайности, биохимическому составу плодов и т. д. [4].

В РФ промышленные плантации под облепиху составляют 2,5–3,0 тыс. га, со средней урожайностью 5,0–6,0 т/га; площадь, занимаемая дикорастущей облепихой, оценивается в 5,5 тыс. га, с которых сбор плодов составляет порядка 3,0 тыс. т или половина от общего сбора. Плоды облепихи можно рассматривать как ценное экологически чистое сырье для пищевой, фармацевтической и косметической отраслей промышленности в виду того, что дикорастущие заросли кустарников неприхотливые, морозоустойчивые, дающие стабильные урожаи и не требующие особых трудовых затрат (за исключением сбора). Однако область их практического применения ограничена получением облепихового масла (до 95 % собранного урожая) и в меньшей степени производством концентрированного сока [1].

Лидером по дикорастущим зарослям облепихи является Алтайский край, имея преимущество перед Республиками Тува и Бурятия. В культуру впервые облепиха была введена именно на Алтае учеными НИИ Садоводства Сибири им. М.А. Лисавенко, что обеспечило возможность создания промышленных плантаций облепихи в этом регионе. При этом срок созревания плодов составляет довольно длительный период: для ранних сортов – с середины августа, для поздних – до конца октября, что обуславливает эффективность её выращивания в промышленных масштабах [12, 17].

Следует отметить, что Сибирь – это регион рискованного земледелия, и в таких условиях облепиха как ведущая ягодная культура на Алтае и в Бурятии является и страховой культурой, имеющей ежегодную стабильную урожайность и высокий спрос среди изготовителей продуктов питания, напитков (в том числе полуфабрикатов) и розничного ритейла. Поэтому основными ценными характеристиками плодов являются не только урожайность, высокая производительность при ручном сборе, устойчивость к погодно-климатическим факторам, но и вкус и масса плодов (табл. 1).

Таблица 1. Характеристика интенсивных сортов облепихи сибирской селекции (составлена авторами по данным Зубарева и др. [7] и Ширипнимбуевой и др. [18])

| Название сорта                  | Урожайность, т/га | Средняя масса 100 ягод, г | Окраска плодов                              | Вкус          | Масличность, % | Основное назначение сорта |
|---------------------------------|-------------------|---------------------------|---------------------------------------------|---------------|----------------|---------------------------|
| Районированные в Алтайском крае |                   |                           |                                             |               |                |                           |
| Чуйская                         | 12,9–16,7         | 70,0–90,0                 | оранжевая                                   | сладко-кислый | 6,2            | универсальный             |
| Аурелия                         | 12,8–16,0         | 100,0–110,0               | желто-оранжевая                             | кислый        | 6,0            | технический               |
| Афина                           | 11,0–21,3         | 110,0–140,0               | красно-оранжевая                            | сладко-кислый | 4,8            | десертный                 |
| Иня                             | 12,9–16,2         | 70,0–79,0                 | оранжево-красный                            | кисло-сладкий | 4,3            | технический               |
| Эссель                          | 12,7–14,0         | 80,0–100,0                | красно-оранжевая                            | сладкий       | 6,0            | десертный                 |
| Районированные в Бурятии        |                   |                           |                                             |               |                |                           |
| Баян-Гол                        | 12,0–14,0         | 60,0                      | ярко-оранжевая с красным румянцем на концах | кисло-сладкий | 5,6            | десертный                 |
| Заря Дабат                      | 9,4–11,2          | 60,0                      | ярко-оранжевая                              | кисло-сладкий | До 7,0         | универсальный             |

|                  |           |           |                                      |               |     |               |
|------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|---------------|-----|---------------|
| Памяти Захаровой | 9,6–11,6  | 60,0      | оранжево-красная                     | кисло-сладкий | 5,9 | универсальный |
| Сократовская     | 9,0–11,0  | 60,0–80,0 | красно-оранжевая                     | кисло-сладкий | 5,0 | универсальный |
| Тасхановская     | 10,0–12,0 | 60,0      | темно-оранжевая с румянцем на концах | кислый        | 4,9 | универсальный |

Как видно из приведенных данных, средняя урожайность плантационных насаждений сортовой облепихи в Алтайском крае несколько выше, как и средняя масса 100 г ягод, что можно объяснить более благоприятным и длительным вегетационным периодом плодов в Алтайском крае. Кроме того, объем биологического урожая плодов облепихи зависит от густоты и возрастной структуры зарослей кустов, а также способов заготовки плодов и погодных условий за предшествующие два года. По мнению Н.И. Богомоловой и М.В. Лупина, при определении сырьевых эксплуатационных запасов плодов облепихи следует перейти от биологического урожая к хозяйственному сбору, который условно равен 50 % урожая, но фактически колеблется от 10 % до 70 % и зависит от перечисленных выше факторов, а также от санитарного состояния насаждений [4].

В настоящее время облепиху успешно выращивают во многих странах Европы и Азии. Так, сегодня многие фермеры в граничащей с РФ Монголии отказываются от традиционного для местных жителей животноводства и переходят на выращивание облепихи – неприхотливой культуры, способной остановить наступление бесплодных песков и крайне выгодной, так как продукты ее переработки экспортируются в ряд азиатских стран (<https://travelask.ru/blog/posts/11260-oblepiha-protiv-pustyni-gobi-unikalnyu-proekt-mongolii>).

Согласно ежегодному отчету Международной ассоциации по облепихе (ISA) за 2021 г, лидером по культурному возделыванию облепихи является Китай – 2,35 млн. га, из которых 1,6 млн. га – культивируемые, что составляет более 90 % мировых ресурсов, в Индии основные площади дикорастущей облепихи произрастают на площади в 10-15 тыс. га, в Германии – 0,6-0,8 тыс. га диких зарослей сосредоточены в основном вдоль побережья Северного и Балтийского морей и т.д. [20].

Кроме плодов возможно использование молодых побегов облепихи для получения аллантоина, используемого в косметической промышленности [10]. Все вышеизложенное дает основание утверждать, что в сложившейся экономической и политической ситуации актуален вопрос глубокой переработки плодового сырья, и большинство участников российского рынка уже ощущают необходимость внедрения технологий рационального использования плодовоовощного сырья.

Что касается промышленной реализации технологий комплексной переработки плодов облепихи, то можно выделить такие основные направления, как:

– получение облепихового масла и масляных экстрактов из плодов на предприятиях «Сибирская Империя Масел» (г. Новосибирск), АО «Алтавитамины», «Здоровая Семья Сибирь» (г. Бийск), ООО «Алтай-Занддорн», НПФ «Алтайский Букет» (г. Барнаул), ООО «ЭКО-СИБИРЬ» (г. Иркутск), ССППК «Энергия жизни» (г. Улан-Удэ) и др.;

– производство сока прямым отжимом и сокодержущих напитков, например, «Сок прямого отжима Облепиховый» (АО «Алтавитамины», г. Бийск); нектары на основе облепихового сока прямого отжима (ПК «САВА», г. Томск); сок облепиховый и нектары (ООО «Алсу» ТМ «AVEO», г. Барнаул) и т.д.;

– получение сухих и густых экстрактов. Только в Алтайском крае находятся несколько крупных предприятий по производству растительных экстрактов: ООО «КИТ плюс» (г. Бийск), ООО «Вистерра» (с. Алтайское), в том числе CO<sub>2</sub>-экстракты ООО «АлтайПлод» (г. Бийск) и др.;

– дальнейшее использование экстрактов и концентратов в производстве продуктов питания, в том числе мороженого, молочных продуктов, кулинарных изделий, киселей, чайных напитков и т.д. [3, 6, 8, 11, 13].

Вместе с тем несмотря на высокую биологическую ценность, практически отсутствует промышленная переработка остающегося в значительных объемах шрота – до 22–26 %, что обусловило цель настоящего исследования – разработку технологии глубокой переработки обезжиренного облепихового шрота с получением комплекса биофлавоноидов с доказанным составом и предложением возможных направлений использования.

### Материалы и методы исследований

Объектом исследования является обезжиренный шрот плодов облепихи крушиновидной *Hippophae rhamnoides L.*, полученный традиционным способом после экстракции из плодов облепихи сока и масла диффузионным способом. Образцы шрота с содержанием экстрактивных веществ порядка 19,0 % высушивали до влажности не более 8,0 % и использовали для экспериментальных исследований в течение года.

Определение содержания редуцирующих веществ в шроте проводили классическим химическим методом Бертрана по ГОСТ 13192-73; фенольных соединений – фотометрическим методом с использованием реактива Фолина-Чокальтеу по ГОСТ Р 55408-2013.

Индивидуальные вещества комплекса биофлавоноидов идентифицировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на приборе «Waters 2695 Alliance» (США) в условиях, предложенных в [5], с последующей компьютерной обработкой результатов.

### Результаты исследований и их обсуждение

Благодаря содержанию значительного количества биологически активных веществ, известной физиологической активности и терапевтическому потенциалу [14, 15], а также стабильному химическому составу и доступности, большую часть года [4] облепиховый шрот имеет широкие перспективы использования в пищевой, фармацевтической и смежных отраслях промышленности.

В таблице 2 представлен состав обезжиренного шрота, полученного экстракцией «жирного» масла из плодов облепихи и высушенного до влажности  $5,1 \pm 0,1$  %.

Таблица 2. Химический состав облепихового шрота, % ( $n=3$ ,  $M \pm m$ )

| М.д. экстрактивных веществ | М. д. органических кислот, в пересчете на яблочную | М. д. сахаров | М. д. пектиновых веществ (протопектин) | М. д. фенольных веществ, в пересчете на рутин |
|----------------------------|----------------------------------------------------|---------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| 19,0±0,5 %                 | 3,2±0,4                                            | 4,6±0,1       | 1,35±0,04                              | 3,8±0,1 %                                     |

В эксперименте установлено, что образцы шрота содержат достаточное количество экстрактивных веществ, в составе которых органические кислоты, сахара и другие БАВ, в частности пектиновые и полифенольные вещества.

Более детально состав исследуемого облепихового шрота в разрезе содержания химических веществ представлен на рисунке 1, из которого видно, что наряду с минеральными веществами, в шроте остается ряд природных антиоксидантов – каротиноиды, токоферолы, аскорбиновая кислота и флавоноиды, которые обуславливают его достаточную биологическую ценность и значимость для глубокой переработки.

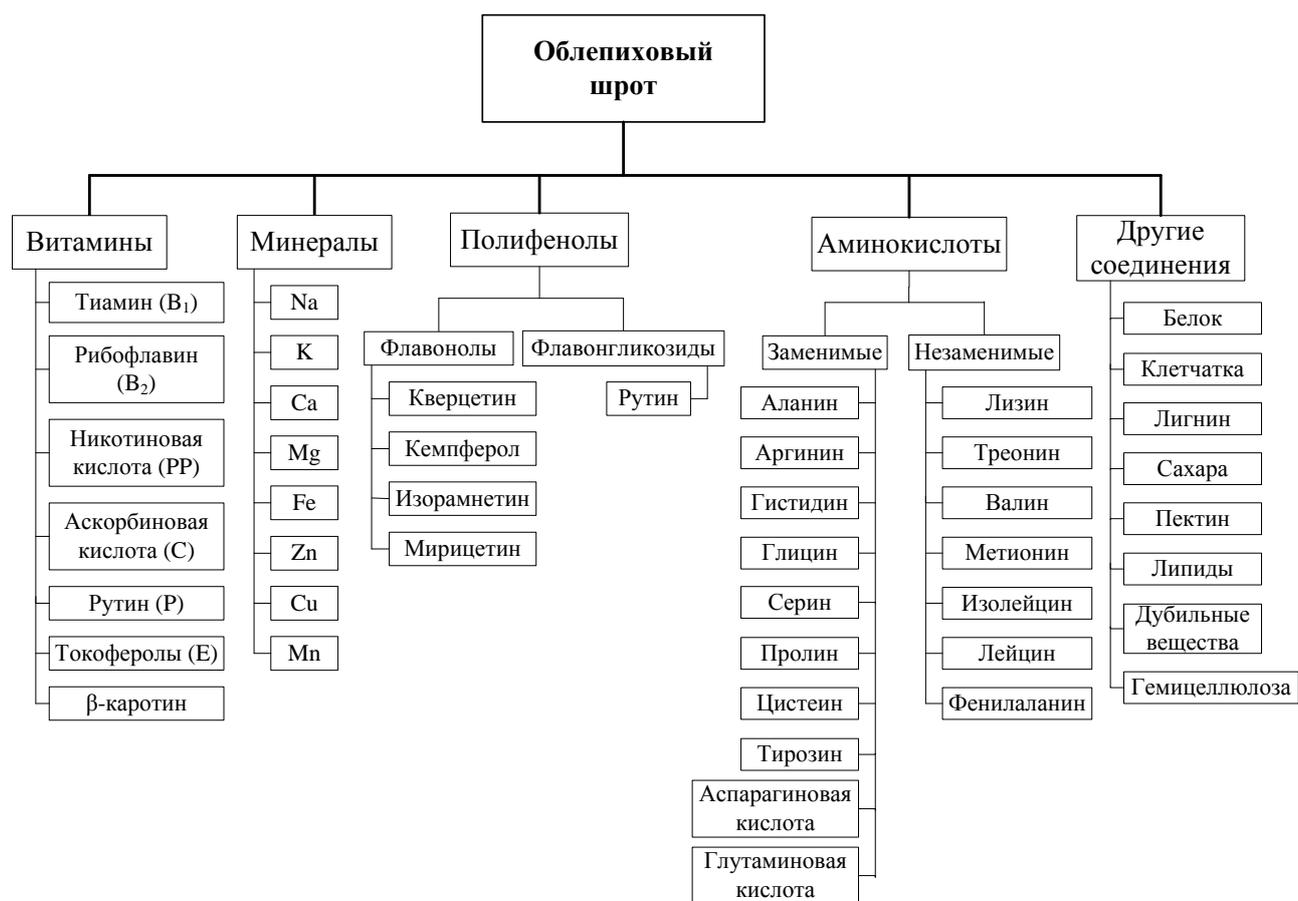


Рисунок 1. Химический состав облепихового шрота (составлено авторами)

Флавоноиды являются многочисленной группой природных полифенольных соединений, играющих важную роль в поддержании здоровья человека, а их высокая биологическая активность – антиоксидантная, противовоспалительная, нейропротекторная, антиканцерогенная и др., доказана не только *in vitro*, но и *in vivo* [9].

Задачей биоконверсии вторичных сырьевых ресурсов является разработка эффективного способа получения комплекса биофлавоноидов из обезжиренного облепихового шрота при сохранении нативной структуры БАВ. При этом основной стадией процесса является экстракция комплекса биофлавоноидов этиловым спиртом.

Согласно традиционному способу экстракции (вариант 1) максимальное извлечение фенольных соединений из обезжиренного облепихового шрота достигается минимальным количеством растворителя, объем которого ограничивается лишь размером патрона экстрактора. Метод включает экстракцию шрота этиловым спиртом концентрацией от 86 % до 96 % в аппарате Сокслета и промывку вязкой сиропобразной массы вакуум-концентрата водой в соотношении 1 : 3. В результате происходит растворение гидрофильных балластных веществ, в том числе остаточного содержания углеводов, что затем обеспечивает образование кристаллического осадка комплекса биофлавоноидов, который отфильтровывают и высушивают. Выход целевого продукта составил  $3,00 \pm 0,05$  %.

Для интенсификации технологического процесса рассмотрен ферментализ сырья (вариант 2) и ультразвуковое воздействие на стадии экстракции ферментированного облепихового шрота (вариант 3). Выход целевого продукта составил  $3,35 \pm 0,05$  % и  $3,8 \pm 0,1$  %, соответственно. Комплекс биофлавоноидов получен в виде порошка желтого цвета, подлинность которого подтверждена методом Фолина-Чокальтеу, основными компонентами по результатам

ВЭЖХ-анализа являются флавоноидный гликозид – рутин и флавонолы – кверцетин, кемпферол, изорамнетин. Использование факторов интенсификации позволяет сократить продолжительность процесса с 1,5 ч до 15 мин при увеличении выхода биофлавоноидов на 27 %, без существенного изменения химического состава (табл. 3).

Таблица 3. Выход и химический состав комплекса биофлавоноидов обезжиренного облепихового шрота

| Наименование показателя                          | Вариант 1 (контроль) | Вариант 2 | Вариант 3 |
|--------------------------------------------------|----------------------|-----------|-----------|
| Выход, %                                         | 3,00±0,05            | 3,35±0,05 | 3,8±0,1   |
| Содержание в составе комплекса биофлавоноидов, % |                      |           |           |
| Рутин                                            | 18,35                | 17,82     | 17,06     |
| Кверцетин                                        | 31,17                | 31,70     | 32,46     |
| Кемпферол                                        | 2,29                 | 2,16      | 2,13      |
| Изорамнетин                                      | 48,19                | 48,32     | 48,35     |

При масштабировании биокаталитической технологии утилизации облепихового шрота выход комплекса биофлавоноидов составил 3,12 %, эффективность процесса по сравнению с лабораторной стадией составила 91,7 %. Полученные результаты позволяют рекомендовать предложенную технологию для промышленного использования на предприятиях по переработке плодов облепихи большой мощности.

Названные флавонолы являются основным действующим веществом широкого перечня лекарственных препаратов различной фармакологической направленности: «Аскорутин», «Троксевазин», «Флаботон», «Троксевазол», «Кверцетин», «Капилар», «Квертин», «Антистакс» и др. и БАД к пище, за исключением *Isorhamnetin*, терапевтическая эффективность которого доказана *in vivo* при лечении тяжелых сосудистых воспалительных заболеваний, таких как сепсис или септический шок [8].

Согласно предварительно проведенным исследованиям из 1 т облепихового шрота можно получить до 40 кг концентрата биофлавоноидов в виде порошка, влажностью 5-6 %.

Стоимость индивидуальных флавонолов на мировом рынке, в \$ США/кг по курсу 2021 г.: кемпферол – 1500 (*Xi'an Xiaocao Botanical Development Co., Ltd., Kumai*); рутин – 130 (*Sichuan Guangsong Pharmaceutical Co, Kumai*); кверцетин – 100 (*Henan FoTei Biological Technology Co., Ltd., Kumai*); изорамнетин – 1500 (при реализации лишь в малой фасовке – 20 мг стоимостью 3–7 \$, *Huilin Bio-Tech Co, Kumai*).

Мониторинг сайтов изготовителей и импортеров фармацевтических субстанций показал, что основное товарное предложение индивидуальных флавонолов идет из Китая: «*SHAANXI NHK TECHNOLOGY CO., LTD*», «*FZBIOTECH*», «*GUANAO BIOTECH CO., LTD*», «*Ceres Biotch*» и др. стоимостью от 30 до 600 дол. США за 1 кг. Однако смущает тот факт, что, позиционируя индивидуальные флавонолы как фармацевтические субстанции (подразумевает содержание чистого вещества 99,9 %), в спецификации указано содержание флавоноидов, например, *Isorhamnetin* – не менее 95 %, *Kaempferol* – не менее 98 %, *Quercetin* – не менее 95 %. К сожалению, подобных субстанций российского производства на рынке не представлено.

Подтвержденный экспериментальными исследованиями состав и высокие потребительские свойства специализированных продуктов с добавлением биофлавоноидов в качестве антиоксиданта и фитобиотика позволили авторам предложить направления использования биофлавоноидов облепихового шрота (рис. 2).

Как видно из приведенной схемы, биофлавоноиды облепихового шрота могут использоваться в химической промышленности как исходное соединение для синтеза производных с повышенной физиологической активностью, в фармацевтической – как действующее вещество лекарственных препаратов и БАД к пище широкого спектра терапевтической направ-

ленности; при этом технологии их получения известны и апробированы. Что касается ФПИ, пищевых и технологических добавок, то их технологии и формы недостаточно проработаны, что открывает перспективу научных исследований и промышленной апробации.



Рисунок 2. Направления использования биофлавоноидов облепихового шрота

### Выводы

Разработанная технология глубокой переработки многотоннажного отхода – обезжиренного облепихового шрота в комплекс биофлавоноидов с доказанным составом индивидуальных веществ, обладающих биологической активностью, позволит частично решить проблему рационального использования облепихи крушиновидной в северо-восточных регионах РФ.

### Список источников

1. Аверьянова Е.В. Биологическая ценность облепихи как основа ее комплексной безотходной переработки // Современная наука и инновации. 2018. Т. 23. № 3. С. 129-139.
2. Беляев А.А. и др. Разработка рецептуры и технологии сокодержущего напитка на основе плодово-ягодного сырья Красноярского края и продукции пчеловодства / А.А. Беляев, Н.А. Величко, О.В. Иванова, И.А. Якоцу // Вестник КрасГАУ. 2017. № 1. С. 125-131.
3. Бобченко В.И. и др. Влияние продуктов переработки плодов облепихи на формирование свойств молочной основы мороженого / А.А. Беляев, Н.А. Величко, О.В. Иванова, И.А. Якоцу // Известия Высших учебных заведений. Пищевая технология. 2012. Т. 329. № 5-6. С. 60–62.
4. Богомолова Н.И., Лупин М.В. Уровень биологического потенциала продуктивности облепихи крушиновидной в естественных и промышленных насаждениях России // Вестник аграрной науки. 2021. Т. 93. № 6. С. 62–67.
5. Гриценко А.И., Сенченко С.П., Попова О.И. Использование метода ВЭЖХ для изучения фенольных соединений листьев скумпии кожевенной (*Cotinus coggygia Scop.*) // Фундаментальные исследования. 2015. №. 2-9. С. 1907-1910.
6. Дудикова Г.Н., Чижаева А.В. Функциональные кисломолочные напитки с экстрактами черной смородины и облепихи // Рациональное питание, пищевые добавки и биостимуляторы. 2016. № 1. С. 59-64.

7. Зубарев Ю.А. и др. Новые крупноплодные сорта облепихи алтайской селекции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета / Ю.А. Зубарев, А.В. Гунин, Е.И. Пантелеева, А.В. Воробьева. 2020. Т. 188. № 6. С. 42-49.
8. Кольтюгина О.В., Филимонова Е.Ю., Щетинин М.П. Получение и использование сухих плодов облепихи в качестве комбинированной пищевой добавки // Ползуновский альманах. 2005. № 1. С. 41-49.
9. Макарова М.Н., Макаров В.Г. Молекулярная биология флавоноидов (химия, биохимия, фармакология): Руководство для врачей. СПб.: Издательство «Лема», 2010. 428 с.
10. Мезенова О.Я. и др. Оценка биопотенциала дикорастущей облепихи и перспектив ее комплексного использования / О.Я. Мезенова, Й.-Т. Мёрзель, С.А. Воронцов, П.А. Воронцов // Вестник Международной академии холода. 2020. № 3. С. 44-51.
11. Остроумов Л.А., Царегородцева С.Р., Просеков А.Ю. Технология переработки черной смородины и облепихи с целью их использования в комбинированных молочных продуктах // Известия Высших учебных заведений. Пищевая технология. 2001. № 5-6. С. 40-42.
12. Пантелеева Е.И. Облепиха крушиновая (*Hippophae rhamnoides* L.). Барнаул: РАСХН. Сибирское отделение НИИСС, 2006. 249 с.
13. Патент 2216976 Российская Федерация, МПК А23С9/123 А23С9/133. Способ производства йогурта с облепихой: № 2001132952/13: заявл. 06.12.2001: опубл. 27.11.2003 / Могильный М.П., Бижев А.Б.; патентообладатели Пятигорский государственный технологический университет, Общество с ограниченной ответственностью «Сырдел».
14. Патент 2011383 Российская Федерация МПК А61К35/78 А61Р3/06 А61Р9/10. Способ получения средства, обладающего гиполлипидемическим и противоатеросклеротическим действием: № 4942485/14: заявл. 04.06.1991: опубл. 30.04.1994 / Оганесян Э.Т., Симонян А.В., Василенко Ю.К., Хан В.А., Щукин Г.И., Пшуков Ю.Г., Парфентьева Е.П., Кузнецов А.В., Муцуева С.Х., Агеева Л.Д.; патентообладатель Пятигорский фармацевтический институт.
15. Патент 2394587 Российская Федерация МПК А61К36/72 В01D11/02 А61Р1/16 А61Р3/00 А61Р9/10. Средство, обладающее гиполлипидемическим и противоатеросклеротическим действием: № 2009105574/15: заявл. 17.02.2009: опубл. 20.07.2010 / Попов С.А., Оганесян Э.Т., Терехов А.Ю., Колесникова И.В., Щукин Г.И., Шевцов С.А., Митасов М.М.; патентообладатели: Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения Российской академии наук (НИОХ СО РАН) (статус государственного учреждения), ООО Компания «Сибирские натуральные масла» (Компания «СиНаМ»).
16. Севодина К.В., Школьникова М.Н. Торговая классификация напитков из облепихи как основа формирования их ассортимента // Пиво и напитки. 2014. № 5. С. 14-18.
17. Ширипнимбуева Б.Ц. Облепиха в Прибайкалье // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2014. Т. 10. № 2. С. 38-42.
18. Ширипнимбуева Б.Ц., Мяханова Н.Т., Будаева Н.А. Интенсивные сорта облепихи бурятской селекции // Современное садоводство – Contemporary horticulture. 2014. Т. 11. № 3. С. 60–64.
19. Kim T.H., Ku S.-K., Bae J.-S. Anti-inflammatory activities of isorhamnetin-3-O-galactoside against HMGB1-induced inflammatory responses in both HUVECs and CLP-induced septic mice. *Journal of Cellular Biochemistry*. 2012. Vol. 114. No 2. Pp. 336–345.
20. The Annual Report of International Seabuckthorn Development For the Year of 2019. Text: electronic. International Seabuckthorn Association (ISA) 2019. [https://www.oblepiha22.ru/assets/annual\\_report\\_of\\_isa.pdf](https://www.oblepiha22.ru/assets/annual_report_of_isa.pdf).
21. Vilas-Franquesa, A., Saldo, J., Juan, B. Potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry – a review. *Food Production, Processing and Nutrition*. 2020. Vol. 2. Pp. 2–17.

22. Yang B. Sugars, acids, ethyl b-D-glucopyranose and a methyl inositol in sea buckthorn (*Hippophaë rhamnoides*) berries. *Food Chemistry*. 2009. Vol. 112. No. 1. Pp. 89–97.

23. Zakyntinos G., Varzakas T., Petsios D. Sea Buckthorn (*Hippophae Rhamnoides*) Lipids and their Functionality on Health Aspects. *Current Research in Nutrition and Food Science*. 2016. Vol. 4. No. 3. Pp. 182–194.

### References

1. Averyanova E.V. Biological value of sea buckthorn as the basis of its complex waste-free processing. *Modern science and innovation*. 2018. Vol. 23. No. 3. Pp. 129-139.

2. Belyaev A.A., Velichko N.A., Ivanova O.V., Yakotsu I.A. Development of the formulation and technology of a juice-containing drink based on fruit and berry raw materials of the Krasnoyarsk Territory and bee products. *Bulletin of KrasGAU*. 2017. No. 1. Pp. 125-131.

3. Bobchenko V.I., Tekutyeva L.A., Pavlova Zh.P., Son O.M., Botsko Yu.K. The influence of sea buckthorn fruit processing products on the formation of the properties of the milk base of ice cream. *Izvestiya Vysshikh uchebnykh uchebnykh. Food technology*. 2012. Vol. 329. No. 5-6. Pp. 60-62.

4. Bogomolova N.I., Lupin M.V. The level of biological productivity potential of buckthorn buckthorn in natural and industrial plantings of Russia. *Bulletin of Agrarian Science*. 2021. Vol. 93. No. 6. Pp. 62-67.

5. Gritsenko A.I., Senchenko S.P., Popova O.I. The use of the HPLC method for the study of phenolic compounds of the leaves of the leatherback scumpia (shrub scumpia "Osprey"). *Fundamental research*. 2015. No. 2-9. Pp. 1907-1910.

6. Dudikova G.N., Chizhaeva A.V. Functional fermented milk drinks with extracts of black currant and sea buckthorn. *Rational nutrition, food additives and biostimulants*. 2016. No. 1. Pp. 59-64.

7. Zubarev Yu.A., Gunin A.V., Panteleeva E.I., Vorobyeva A.V. New large-fruited varieties of sea buckthorn of Altai selection. *Bulletin of the Altai State Agrarian University*. 2020. Vol. 188. No. 6. Pp. 42-49.

8. Kolyugina O.V., Filimonova E.Yu., Shchetinin M.P. Obtaining and using dried sea buckthorn fruits as a combined food additive. *Polzunovsky Almanac*. 2005. No. 1. Pp. 41-49.

9. Makarova M.N., Makarov V.G. *Molecular biology of flavonoids (chemistry, biochemistry, pharmacology): A guide for doctors*. St. Petersburg: Lema Publ., 2010. 428 p.

10. Mezenova O.Ya., Merzel Y.-T., Vorontsov S.A., Vorontsov P.A. Assessment of the bio-potential of wild sea buckthorn and prospects for its integrated use. *Bulletin of the International Academy of Cold*. 2020. No. 3. Pp. 44-51.

11. Ostroumov L.A., Tsaregorodtseva S.R., Prosekov A.Yu. Technology of processing of black currant and sea buckthorn for the purpose of their use in combined dairy products. *Izvestia of Higher educational institutions. Food technology*. 2001. No 5-6. Pp. 40-42.

12. Panteleeva E.I. *Buckthorn buckthorn (Hippophae rhamnoides L.)*. Barnaul: RASKHN. Siberian branch of NIISS Publ., 2006. 249 p.

13. 2216976 Patent Russian Federation, IPC A23C9/123 A23C9/133. Method of production of yogurt with sea buckthorn: No. 2001132952/13: application 06.12.2001: publ. 27.11.2003. Mogilny M.P., And Bizhev.B.; Pyatigorsk State Technological University patent holders, Limited Liability Company "Syrodel".

14. Patent 2011383 Russian Federation IPC A61K35/78 A61P3/06 A61P9/10. Method of obtaining a drug with hypolipidemic and anti-atherosclerotic effect: No. 4942485/14: application 04.06.1991: publ. 30.04.1994. Oganesyanyan E.T., Simonyan A.V., Vasilenko Yu.K., Khan V.A., Shchukin G.I., Pshukov Yu.G., Parfentjeva E.P., Kuznetsov A.V., Mutsueva S.H., Ageeva L.D.; patent holder Pyatigorsk Pharmaceutical Institute.

15. Patent 2394587 Russian Federation IPC A61K36/72 B01D11/02 A61P1/16 A61P3/00 A61P9/10. A remedy with hypolipidemic and anti-atherosclerotic effect: No. 2009105574/15: ap-

plication 17.02.2009; publ. 20.07.2010. Popov S.A., Oganesyanyan E.T., Terekhov A.Yu., Kolesnikova I.V., Shchukin G.I., Shevtsov S.A., Mitasov M.M.; patent holders: Novosibirsk Institute of Organic Chemistry named after N.N. Vorozhtsov of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (NIOH SB RAS) (status of a state institution), Siberian Natural Oils Company LLC (Si-NaM Company).

16. Sevodina K.V., Shkolnikova M.N. Trade classification of sea buckthorn drinks as a basis for the formation of their assortment // Beer and beverages. 2014. No. 5. Pp. 14-18.

17. Shiripnimbueva B.Ts. Sea buckthorn in the Baikal region. Modern gardening – Modern gardening. 2014. Vol. 10. No. 2. Pp. 38-42.

18. Shiripnimbueva B.Ts., Myakhanova N.T., Budaeva N.A. Intensive varieties of sea buckthorn of Buryat breeding. Modern gardening – modern gardening. 2014. Vol. 11. No. 3. Pp. 60-64.

19. Kim T.H., Ku S.-K., Be J.-S. Anti-inflammatory activity of isoramnetin-3-O-galactoside against HMGB1-induced inflammatory reactions in both HUVECs and CLP-induced septic mice // Journal of Cellular Biochemistry. 2012. Vol. 114. No. 2. Pp. 336-345.

20. The Annual Report of International Seabuckthorn Development For the Year of 2019. Text: electronic. International Seabuckthorn Association (ISA) 2019. [https://www.oblepiha22.ru/assets/annual\\_report\\_of\\_isa.pdf](https://www.oblepiha22.ru/assets/annual_report_of_isa.pdf).

21. Vilas-Franquesa A., Saldo J., Juan B. The potential of sea buckthorn-based ingredients for the food and feed industry – review. Production, processing and nutrition of food products. 2020. Vol. 2. Pp. 2-17.

22. Yang B. Sugars, acids, ethyl-b-D-glucopyranose and methylinositol in sea buckthorn berries (*Hippophaë rhamnoides*). Chemistry of food products. 2009. Vol. 112. No. 1. Pp. 89-97.

23. Zakynthos G., Varzakas T., Petsios D. Sea buckthorn (*Hippophaë Rhamnoides*) Lipids and their impact on health. Modern research in the field of nutrition and food science. 2016. Vol. 4. No. 3. Pp. 182-194.

#### **Информация об авторах**

**М.Н. Школьникова** – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Технологии питания»;

**А.В. Аверьянова** – кандидат химических наук, доцент, доцент кафедры «Биотехнологии»;

**Е.Д. Рожнов** – доктор технических наук, доцент кафедры «Биотехнологии».

#### **Information about the authors**

**M.N. Shkolnikova** – doctor of technical sciences, associate professor, professor of the department of nutrition technology;

**A.V. Averyanova** – candidate of chemical sciences, associate professor, associate professor of the department of biotechnology;

**E.D. Rozhnov** – doctor of technical sciences, associate professor of the department of biotechnology.