

УДК 631.521:581.19

Химический состав плодов облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.), выращиваемой в Челябинской области

Н. Л. Наумова

Южно-Уральский государственный университет (НИУ), г. Челябинск, Россия;
e-mail: n.naumova@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

Информация о статье Реферат

Поступила
в редакцию
24.05.2021;

получена
после доработки
24.06.2021

Ключевые слова:

плоды облепихи,
пищевая ценность,
биологическая
ценность,
химический состав,
тяжелые металлы

Важнейшими фитонутриентами плодов облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) являются каротиноиды, флавоноиды, антоцианы, сахара, органические и аминокислоты, водо- и жирорастворимые витамины, пектиновые вещества, фосфолипиды, макро- и микроэлементы. В Челябинской области ухоженные промышленные насаждения облепихи (600 га) сконцентрированы в любительских и приусадебных садах. Для формирования рациона здорового питания актуально обеспечение безопасности продукции садоводства, но также следует поднять приоритет признаков, определяющих потребительский спрос (качество и химический состав плодов, их насыщенность необходимыми микронутриентами). В ходе изучения пищевых и биологически активных веществ плодов облепихи сорта "Великан", произрастающей в садовых агроценозах Челябинской области, определено, что в ягодах облепихи, возделываемой в садовом товариществе "Локомотив-1" (г. Челябинск), содержится больше флавоноидов (на 21,4 %), белков (на 17,4 %), минеральных элементов Al (в 5,3 раза), V (в 3,4 раза), Cu (в 3 раза), Ti (в 2,4 раза), Ca и Fe (в 1,9 раза), Mn (в 1,5 раза); в плодах, полученных в садовом товариществе "Дизелист-1" (Челябинская область, г. Троицк), содержится больше сахаров (на 15,1 %), а также Mo и Sr (в 2–2,3 раза), Se (в 1,4 раза), Cr (на 76,2 %) и др. По количеству Se изучаемые плоды превосходят кларковые значения в 4–6 раз, по содержанию Pb максимально близки к верхней границе ПДК согласно требованиям ТР ТС 021/2011. Изучение минерального состава облепихи необходимо в контексте экологического неблагополучия Челябинской области по загрязненности окружающей среды тяжелыми металлами.

Для цитирования

Наумова Н. Л. Химический состав плодов облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.), выращиваемой в Челябинской области. Вестник МГТУ. 2021. Т. 24, № 3. С. 306–312. DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-3-306-312>

Chemical composition of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry grown in the Chelyabinsk region

Natal'ya L. Naumova

South Ural State University (NRU), Chelyabinsk, Russia;
e-mail: n.naumova@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

Article info

Received
24.05.2021;

received
in revised form
24.06.2021

Key words:

sea buckthorn fruits,
food value,
biological value,
chemical structure,
heavy metals

Abstract

The most important phytonutrients of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry are carotenoids, flavonoids, anthocyanins, sugars, organic and amino acids, water and fat-soluble vitamins, tannins and pectin substances, phospholipids, macro- and microelements. In the Chelyabinsk region it is almost impossible to find well-groomed industrial plantings of sea buckthorn, since its main areas (600 hectares) are concentrated in amateur and home gardens. To form a healthy diet, it is important not only to ensure the safety of horticultural products, but also to raise the priority of signs that determine consumer demand, namely the quality and chemical composition of fruits, their saturation with the necessary micronutrients. While studying food and biologically active substances of sea buckthorn berries of the "Velikan" variety growing in different garden agrocenoses of the Chelyabinsk region it has been determined that sea buckthorn berries cultivated in the garden "Lokomotiv-1" (Chelyabinsk) contain more flavonoids (by 21.4 %), proteins (by 17.4 %), mineral elements – Al (in 5.3 times), V (3.4 times), Cu (3 times), Ti (2.4 times), Ca and Fe (1.9 times), Mn (1.5 times), in berries obtained in the garden "Dizelist-1" (Chelyabinsk region, Troitsk) contains more sugars (by 15.1 %), as well as Mo and Sr (2–2.3 times), Se (1.4 times), Cr (by 76.2 %), etc. In terms of Se content, the studied fruits exceed the clark values by 4–6 times; in terms of Pb content, they turned out to be as close as possible to the upper limit of MPC according to the requirements of the Technical Regulations of the Customs Union. The study of the mineral composition of sea buckthorn is especially important in the context of the ecological disadvantage of the Chelyabinsk region due to the pollution of the environment with heavy metals.

For citation

Naumova, N. L. 2021. Chemical composition of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry grown in the Chelyabinsk region. *Vestnik of MSTU*, 24(3), pp. 306–312. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.21443/1560-9278-2021-24-3-306-312>

Введение

Высокие хозяйственно-ценные показатели, обеспечивающие экономически выгодное возделывание, и наиболее благоприятное сочетание в плодах пищевых и лечебных свойств ставят облепиху в ряд ведущих садовых культур на Урале. В настоящее время в Челябинской области практически невозможно найти ухоженные промышленные насаждения облепихи, поскольку ее основные площади (600 га) сконцентрированы в любительских и приусадебных садах (Ильин и др., 2012; Ильина и др., 2017; Кожевников и др., 2020).

Важнейшими фитонутриентами плодов облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) являются каротиноиды, флавоноиды, антоцианы, сахара (глюкоза, фруктоза, сахароза, ксилоза, рамноза), органические и аминокислоты, водо- и жирорастворимые витамины (С, Е, К, А, Р, группы В), пектиновые вещества, фосфолипиды, макро- и микроэлементы (В, Fe, Zn, Cu, Mn, K, Ca) (Barl et al., 2003; Araya-Farias et al., 2011; Kim J.-S. et al., 2011; Мамедова и др., 2016; Земцова и др., 2019; Тринеева и др., 2020; Хасенова и др., 2020). В этой связи продукты переработки облепихи (пюре, сок, жмых и др.) являются отличными функциональными наполнителями при производстве молочных продуктов, хлебобулочных, кондитерских и кулинарных изделий, десертов, обогащенных эссенциальными нутриентами (Бывалец, 2017; Егорова, 2018; Борисова и др., 2020; Сучкова, 2020).

Для формирования рациона здорового питания актуально не только обеспечение безопасности продукции садоводства, но также, наряду со скороплодностью и урожайностью, следует поднять приоритет признаков, определяющих потребительский спрос, таких как качество и химический состав плодов, их насыщенность необходимыми микронутриентами (Акимов, 2020). Целью работы явилось изучение пищевых и биологически активных веществ плодов облепихи сорта "Великан", произрастающей в разных садовых агроценозах Челябинской области.

Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовались свежие ягоды облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) сорта "Великан", собранные в фазу плодоношения в следующих садовых товариществах:

- проба 1 – "Локомотив-1", г. Челябинск, Троицкий тракт;
- проба 2 – "Дизелист-1", Челябинская область, г. Троицк, ул. Дизельная.

Массовую долю влаги в сырье определяли по ГОСТ 33977-16, белка – по (Скурихин и др., 1998), жира (методом Герберера) – по МУ 4237-86, сахаров (фотоколориметрическим методом) – по ГОСТ 8756.13-87, содержание органических кислот – по М 04-47-12, каротиноидов – по ГОСТ Р 54058-10, флавоноидов (в пересчете на рутин) – по Р 4.1.1672-0, витамина Е – по МВИ 43-08, витамина С (упрощенным методом) – по ГОСТ 7047-55, минеральных веществ – по МУК 4.1.1482-03 и МУК 4.1.1483-03¹. Исследования проводились в трехкратной повторности.

Результаты и обсуждение

Из питательных веществ в ягодах облепихи определено присутствие белков, жиров и сахаров, количественные уровни которых имели некоторые вариации даже внутри сорта (табл. 1). Так, в пробе 2 содержалось несколько больше сахаров (на 15,1 %) и липидов (на 6,5 %), в пробе 1 – белков (на 17,4 %). Липиды облепихи имеют оптимальное соотношение омега-3 и омега-6 жирных кислот (Горемыкина и др., 2015), протеины проявляют гипогликемическое воздействие при сахарном диабете II типа (Zhang et al., 2010), доминирующими сахарами являются глюкоза и фруктоза (Русина и др., 2019), что дает этим плодам неоспоримое преимущество.

¹ ГОСТ 33977-16. Методы определения общего содержания сухих веществ. М., 2019 ; МУ 4237-86. Методические указания по гигиеническому контролю за питанием в организованных коллективах. М., 1986. 24 с. ; ГОСТ 8756.13-87. Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. М., 2010. 10 с. ; М 04-47-12. Методика измерений массовой концентрации органических кислот и их солей методом капиллярного электрофореза. М., 43 с. ; ГОСТ Р 54058-10. Продукты пищевые специализированные и функциональные. Метод определения каротиноидов. М., 2011. 26 с. ; Р 4.1.1672-03. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище. М., 2004. 240 с. ; МВИ 43-08. Методика выполнения измерений массовой доли витаминов А, Е и D3 в пищевых продуктах, продовольственном сырье, комбикормах, премиксах, БАД и витаминных концентратах методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. М., 2008. 2 с. ; ГОСТ 7047-55. Витамины А, С, Д, В, В и Р. Отбор проб, методы определения витаминов и испытания качества витаминных препаратов. М., 1994. 48 с. ; МУК 4.1.1482-03 / МУК 4.1.1483-03. Определение содержания химических элементов в диагностируемых биосубстратах, поливитаминных препаратах с микроэлементами, в биологически активных добавках к пище и в сырье для их изготовления методом атомной эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной аргоновой плазмой. Методические указания. М., 2003. – 56 с.

Таблица 1. Пищевая ценность плодов облепихи
Table 1. Nutritional value of sea buckthorn berries

Показатель	Результаты испытаний	
	Проба 1	Проба 2
Содержание жира, г/100 г	6,1 ± 0,2	6,5 ± 0,2
Содержание белка, г/100 г	2,7 ± 0,1	2,3 ± 0,2
Массовая доля влаги, %	81,4 ± 2,5	80,1 ± 2,0
Массовая доля сахаров, %	5,3 ± 0,3	6,1 ± 0,4
Содержание каротиноидов, мг/кг	132,2 ± 4,7	127,6 ± 3,9
Содержание флавоноидов (в пересчете на рутин), мг/100 г	0,17 ± 0,01	0,14 ± 0,01
Содержание органических кислот, мг/дм ³ :		
– щавелевой	76,5 ± 3,1	79,2 ± 2,7
– винной	98,6 ± 3,8	95,6 ± 3,2
– яблочной	6 532,0 ± 58,3	6 478,5 ± 50,1
– лимонной	372,8 ± 11,2	381,3 ± 10,5
Содержание витаминов, мг/100 г:		
– витамина С	27,1 ± 1,1	25,4 ± 1,2
– витамина Е (α-токоферол)	65,74 ± 2,6	64,61 ± 3,0

В ходе испытаний определено, что из органических кислот в обоих образцах облепихи преобладает яблочная (6 478–6 532 мг/дм³), присутствуют также лимонная, винная и щавелевая, которые не только поддерживают кислотно-щелочной баланс в организме человека, стимулируют секрецию пищеварительных соков, но и способствуют растворению и выведению солей мочевой кислоты (уратов) (Акимов и др., 2020).

Из биологически активных веществ в пробе 1 обнаружены несколько большие количества флавоноидов (на 21,4 %), витамина С (на 6,7 %), а также каротиноидов и α-токоферола, обладающих высокой антиоксидантной активностью. Вероятно, это вызвано повышением антиокислительного статуса самим растением в ответ на поступление в ткани поллютантов, способных вызывать оксидативный стресс (Щербаков и др., 2013; Салманов и др., 2020), в относительно больших количествах на фоне плодов пробы 2.

Общеизвестно, что флавоноиды дополнительно проявляют цитопротекторные, гипогликемические, антигипоксические и многие другие эффекты. Витамин С принимает участие в регуляции окислительно-восстановительных процессов, влияет на обмен холестерина, повышает сопротивляемость организма простудным заболеваниям. Каротиноиды участвуют в метаболизме, проявляют провитаминное действие, поддерживают иммунитет, модулируют гормональный статус. Токоферолы не только обеспечивают защиту клеточных липидов от перекисления, но и служат регуляторами (Коденцова и др., 2017; 2018).

Изучение минерального состава ягод облепихи (табл. 2) особенно важно в контексте экологического неблагополучия Челябинской области по загрязненности окружающей среды тяжелыми металлами. Известно, что почвы садовых некоммерческих товариществ восточной части г. Челябинска характеризуются превышением ориентировочно-допустимых концентраций по никелю (до 4,4 раза), цинку (до 3 раз), свинцу (до 30 %), северной части – по цинку (до 2 раз), меди (до 36 %), кадмию (до 10 %), западной части – по цинку (до 2,3 раз) (Маркова, 2018). Многими учеными подтверждена миграция химических элементов по пищевым цепочкам, неблагоприятный химический состав любого звена которых может привести к пагубным изменениям в организме человека (Курчанов и др., 2015).

Таблица 2. Минеральный состав плодов облепихи
Table 2. Mineral composition of sea buckthorn berries

Обозначение элемента	Кларковское значение для живой фитомассы (Добровольский, 2003)	Результат испытаний, мг/кг	
		Проба 1	Проба 2
Al	–	8,29 ± 0,22	1,56 ± 0,09
As	0,06	–	0,006 ± 0,001
B	10,0	3,03 ± 0,11	2,51 ± 0,13
Ca	–	106,04 ± 7,23	54,97 ± 3,14
Co	0,2	0,011 ± 0,001	–
Cr	0,7	0,021 ± 0,001	0,037 ± 0,002
Cu	3,2	1,55 ± 0,08	0,51 ± 0,03
Fe	–	9,94 ± 0,53	5,07 ± 0,18
K	–	7 448,22 ± 92,11	7 038,06 ± 88,36
Li	0,6	0,048 ± 0,002	0,051 ± 0,003
Mg	–	72,97 ± 3,56	69,77 ± 2,70

Mn	–	1,39 ± 0,06	0,96 ± 0,04
Mo	0,2	0,034 ± 0,002	0,067 ± 0,003
Na	–	24,28 ± 1,10	27,13 ± 1,14
P	–	210,60 ± 16,28	209,14 ± 9,44
Pb	0,5	0,039 ± 0,002	0,039 ± 0,003
Se	0,02	0,075 ± 0,004	0,109 ± 0,008
Si	–	8,02 ± 0,51	2,51 ± 0,083
Sn	0,1	0,011 ± 0,001	0,015 ± 0,001
Sr	14,0	0,27 ± 0,02	0,61 ± 0,05
Ti	13,0	0,071 ± 0,004	0,030 ± 0,001
V	0,6	0,017 ± 0,002	0,005 ± 0,001
W	–	0,032 ± 0,003	–
Zn	12,0	4,53 ± 0,20	4,28 ± 0,31

В каждом из изучаемых образцов ягод облепихи обнаружено более 20 минеральных элементов. При этом относительно высокие концентрации большинства из них определены в пробе 1. Так, из эссенциальных элементов, имеющих важное физиологическое значение, содержится больше Cu (в 3 раза), Ca и Fe (в 1,9 раза), Mn (в 1,5 раза). Cu является кофактором в составе супероксиддисмутазы, обеспечивая защиту макрофагов и моноцитов, обладает противовоспалительными свойствами и смягчает проявление аутоиммунных заболеваний. Ca играет важную роль в мышечном сокращении/расслаблении, свертываемости крови, ферментативном регулировании, стабилизации белковых структур и сигнальной трансдукции. Fe участвует в ключевых физиологических функциях, включая транспортировку газообразных молекул, таких как кислород O₂ (гемоглобин) или газотрансммиттеры (NO или CO₂), электронный транспорт в митохондриях и деятельность различных окислительно-восстановительных ферментов (Коденцова и др., 2017; Скальный, 2020).

В пробе 2 выявлены повышенные уровни Mo и Sr (в 2–2,3 раза), Se (в 1,4 раза), Cr (на 76,2 %). Mo входит в состав ферментов, участвуя в тканевом дыхании, влияет на углеводный и пуриновый обмен, ускоряет фосфорно-кальциевый обмен, участвует в синтезе витамина C и способствует усвоению железа. Соединения Sr (близкие по химическим свойствам к соединениям Ca) входят в состав скелета и содержатся во всех органах и тканях человека. Se повышает иммунобиологическую реактивность организма и выработку устойчивости к анафилактическому шоку, ингибирует активность цитратгидролазы, повышает восприятие сетчаткой глаза световых лучей (Скальный, 2020).

В пробе 1 содержится больше условно необходимых минеральных элементов V (в 3,4 раза), Ti (в 2,4 раза) и микроэлемента с неустановленной биологической ролью Al (в 5,3 раза). Количественные характеристики остальных минеральных веществ (Li, Mg, Na, P, Pb, Zn) находились в одном диапазоне в обеих пробах сырья. Особое внимание стоит уделить фактическому содержанию Pb, уровень которого оказался максимально близок к верхней границе допустимого количества согласно требованиям ТР ТС 021/2011² (не более 0,4 мг/кг). Из элементов, относящихся к показателям безопасности, дополнительно выявлен As в пробе 2, количество которого не превысило регламентированной нормы (не более 0,2 мг/кг). Содержание других потенциально опасных элементов (Cd и Hg) установлено не было.

При сравнении полученных результатов с кларковыми значениями установлено, что по количеству Se обе пробы ягод облепихи отклоняются в большую сторону (в 4–6 раз). Необходимо помнить, что Se – это не только эссенциальный ультрамикроэлемент, но и токсикант первого класса опасности. В условиях хронического потребления высоких доз Se происходит поражение печени, почек, кожи, суставов, выраженный дерматит, болезненные изменения ногтей и подкожный отек, выкидыши, врожденные уродства (Ноецк и др., 2015).

Выявленная вариабельность минерального состава плодов облепихи обусловлена прежде всего эколого-геохимическими характеристиками почвы, используемой для выращивания, и особенностями агротехники культуры, применяемой в разных садовых товариществах.

Заключение

В результате исследования получены данные по количественным характеристикам пищевых и биологически активных веществ, содержащихся в плодах облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) сорта "Великан", произрастающей в разных садовых агроценозах Челябинской области. Внутри сорта определены небольшие вариации в содержании белков, сахаров, флавоноидов, каротиноидов, витамина C и существенные различия в уровнях таких минеральных элементов, как Al, V, Cu, Mo, Sr, Ti, Ca, Fe, Mn, Se. По количеству Se обе пробы плодов облепихи превзошли кларковые значения в 4–6 раз, по содержанию Pb оказались максимально близки к верхней границе ПДК согласно требованиям ТР ТС 021/2011. Изучение минерального

² О безопасности пищевой продукции : технический регламент Таможенного союза ТР ТС 021/2011 : утв. решением Комиссии Таможенного союза от 9 дек. 2011 г. № 880.

состава облепихи особенно важно в контексте экологического неблагополучия Челябинской области по загрязненности окружающей среды тяжелыми металлами.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

- Акимов М. Ю. Новые селекционно-технологические критерии оценки плодовой и ягодной продукции для индустрии здорового и диетического питания // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 4. С. 244–254. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10057>.
- Акимов М. Ю., Бессонов В. В., Коденцова В. М., Эллер К. И. [и др.]. Биологическая ценность плодов и ягод российского производства // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 4. С. 220–232. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>.
- Борисова А. В., Рузянова А. А., Тяглова А. М., Поликарпова К. В. Использование ягодного сырья в технологии мягкого сыра функционального назначения // Техника и технология пищевых производств. 2020. Т. 50, № 1. С. 11–20. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20>.
- Бывалец О. А. Технология производства хлеба с повышенной витаминной ценностью // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК – продукты здорового питания. 2017. № 2(16). С. 49–52.
- Горемыкина Н. В., Верещагин А. Л., Бычин Н. В., Кошелев Ю. А. Сравнение триглицеридного состава облепихового масла Алтайского края методом дифференциальной сканирующей калориметрии // Техника и технология пищевых производств. 2015. № 2(37). С. 104–109.
- Добровольский В. В. Основы биогеохимии. М.: Академия, 2003. 400 с.
- Егорова Е. Ю. Использование сушеной облепихи и брусники в технологии кексов // Хлебопродукты. 2018. № 7. С. 40–43.
- Земцова А. Я., Зубарев Ю. А., Гунин А. В. Токоферолы плодовой мякоти четырех подвидов облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.) в условиях лесостепи Алтайского края // Химия растительного сырья. 2019. № 1. С. 147–155. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcpr.m.2019014256>.
- Ильин В. С., Ильина Н. А. Селекция и сортоизучение жимолости синей и облепихи на Южном Урале // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2012. № 6. С. 33–35.
- Ильина Н. А., Ильин В. С. Некоторые особенности опыления облепихи на Южном Урале // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2017. № 2(42). С. 105–108.
- Коденцова В. М., Рисник Д. В. Токоферолы: биологическая роль, критерии витаминной обеспеченности, физиологическая потребность организма и рекомендуемые нормы потребления // Вопросы диетологии. 2018. Т. 8, № 2. С. 22–31. DOI: <https://doi.org/10.20953/2224-5448-2018-2-22-31>.
- Коденцова В. М., Рисник Д. В., Никитюк Д. Б., Тутельян В. А. Витаминно-минеральные комплексы в лечебном питании // Consilium Medicum. 2017. Т. 19, № 12. С. 76–83. DOI: https://doi.org/10.26442/2075-1753_19.12.76-83.
- Кожевников А. П., Исаков С. Ю. Особенности натурализации облепихи крушиновидной (*Hippophae rhamnoides* L.) на Урале // Леса России и хозяйство в них. 2020. № 3(74). С. 36–43.
- Курчанов В. И., Лим Т. Е., Воецкий И. А., Голованин С. А. Актуальность оценки многосредового канцерогенного риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду // Здоровье населения и среда обитания. 2015. № 7(268). С. 8–12.
- Мамедова Ш. М., Новрузов Э. Н. Содержание и качественный состав каротиноидов плодов некоторых форм облепихи (*Hippophae rhamnoides* L.), произрастающих в Северном Азербайджане // Вестник Московского государственного областного университета. Сер. Географическая среда и живые системы. 2016. № 3. С. 33–41. DOI: <https://doi.org/10.18384/2310-7189-2016-3-33-41>.
- Маркова Л. М. Оценка загрязнения тяжелыми металлами почв садовых агроценозов г. Челябинска // Почвы в биосфере: сб. мат. Всероссийской науч. конф. с междунар. участием, посв. 50-летию Ин-та почвоведения и агрохимии СО РАН (10–14 сентября 2018 г., Новосибирск). [В 2 ч.]. Ч. 1. Томск, ТГУ, 2018. С. 309–313.
- Ноцек Н. С., Горчакова Н. О., Беленичев И. Ф., Пузыренко А. Н. [и др.]. Селен и наноселен: роль в организме и использование в медицинской практике // Украинский научно-медицинский молодежный журнал. 2015. № 4(91). С. 129–133.
- Русина И. М., Колесник И. М. Влияние овощных порошков на динамику брожения и показатели качества пшеничного хлеба пробных выпечек // Вестник Гродненского государственного университета им. Я. Купалы. Сер. 6. Техника. 2019. Т. 9, № 2. С. 62–72.
- Салманов М. М., Истригова Т. А., Салманов К. М., Истригова В. С. [и др.]. Влияние экологических условий и сортовых особенностей на химико-технологические свойства и качество ягодных культур // Известия Дагестанского ГАУ. 2020. № 1(5). С. 55–59.

- Скальный А. А. Физическая активность и обмен микроэлементов // Микроэлементы в медицине. 2020. Т. 21, № 2. С. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2020-21-2-3-12>.
- Скурихин И. М., Тутельян В. А. Руководство по методам анализа качества и безопасности пищевых продуктов. М. : Брандес : Медицина, 1998. 342 с.
- Сучкова Е. В. Физико-химические и органолептические показатели желеино-десертной смеси на основе творожной сыворотки при внесении в рецептуру пюре облепихи // Научный журнал молодых ученых. 2020. № 2(19). С. 105–108.
- Тринеева О. В., Рудая М. А., Сливкин А. И., Дубовицких М. А. Исследование профиля свободных аминокислот плодов облепихи крушиновидной различных сортов методом тонкослойной хроматографии // Сорбционные и хроматографические процессы. 2020. Т. 20, № 2. С. 277–283. DOI: <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2020.20/2783>.
- Хасенова А. Б., Аралбаева А. Н., Утегалиева Р. С., Маматаева А. Т. [и др.]. Облепиха крушиновидная (*Hippophae rhamnoides* L.) – источник биоактивных веществ // Вестник Алматинского технологического университета. 2020. № 1. С. 82–88.
- Щербатов А. В., Рахматуллина С. Р., Чистякова-Мавлетова М. В., Усманов И. Ю. Изменчивость антиоксидантной активности можжевельника казацкого в градиенте содержания ионов меди на Южном Урале // Вестник Башкирского университета. 2013. Т. 18, № 4. С. 1081–1084.
- Araya-Farias M., Makhlof J., Ratti C. Drying of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry: Impact of dehydration methods on kinetics and quality // Drying Technology. 2011. Vol. 29, Iss. 3. P. 351–359. DOI: <https://doi.org/10.1080/07373937.2010.497590>.
- Barl B., Akhov L., Dunlop D., Jana S. [et al.]. Flavonoid content and composition in leaves and berries of sea buckthorn (*Hippophae* spp.) of different origin // Acta Horticulturae. 2003. Vol. 626. P. 397–405. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.626.55>.
- Kim J.-S., Kwon Y.-S., Sa Y.-J., Kim M.-J. Isolation and identification of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) phenolics with antioxidant activity and α -glucosidase inhibitory effect // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2011. Vol. 59, Iss. 1. P. 138–144. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf103130a>.
- Zhang W., Zhao J., Wang J., Pang X. [et al.]. Hypoglycemic effect of aqueous extract of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed residues in streptozotocin-induced diabetic rats // Phytotherapy Research. 2010. Vol. 4, Iss. 2. P. 228–232. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.2917>.

References

- Akimov, M. Yu. 2020. New selection and technological criteria for evaluating fruit and berry products for the industry of healthy and dietary nutrition. *Problems of Nutrition*, 89(4), pp. 244–254. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10057>. (In Russ.)
- Akimov, M. Yu., Bessonov, V. V., Kodentsova, V. M., Eller, K. I. et al. 2020. Biological value of fruits and berries of Russian production. *Problems of Nutrition*, 89(4), pp. 220–232. DOI: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10055>. (In Russ.)
- Borisova, A. V., Ruzyanova, A. A., Tyaglova, A. M., Polikarpova, K. V. 2020. The use of berry raw materials in the technology of soft cheese for functional purposes. *Food Processing: Techniques and Technology*, 50(1), pp. 11–20. DOI: <https://doi.org/10.21603/2074-9414-2020-1-11-20>. (In Russ.)
- Byvalets, O. A. 2017. Technology for the production of bread with increased vitamin value. *Technologies of food and processing industry of AIC – healthy food*, 2(16), pp. 49–52. (In Russ.)
- Goremykina, N. V., Vereshchagin, A. L., Bychin, N. V., Koshelev, Yu. A. 2015. Comparison of the triglyceride composition of sea buckthorn oil in the Altai Territory by the method of differential scanning calorimetry. *Food Processing: Techniques and Technology*, 2(37), pp. 104–109. (In Russ.)
- Dobrovolsky, V. V. 2003. Fundamentals of biogeochemistry. Moscow. (In Russ.)
- Egorova, E. Yu. 2018. Use of dried sea buckthorn and lingonberry in cupcake technology. *Khleboprodukty*, 7, pp. 40–43. (In Russ.)
- Zemtsova, A. Ya., Zubarev, Yu. A., Gunin, A. V. 2019. Tocopherols of fruit pulp of four subspecies of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in the forest-steppe conditions of the Altai Territory. *Chemistry of Plant Raw Material*, 1, pp. 147–153. DOI: <https://doi.org/10.14258/jcprm.2019014256>. (In Russ.)
- Ilyin, V. S., Ilyina, N. A. 2012. Selection and cultivar study of blue and sea buckthorn honeysuckle in the Southern Urals. *Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk*, 6, pp. 33–35. (In Russ.)
- Ilyina, N. A., Ilyin, V. S. 2017. Some features of sea buckthorn pollination in the Southern Urals. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2(42), pp. 105–108. (In Russ.)
- Kodentsova, V. M., Risnik, D. V. 2018. Tocopherols: Biological role, criteria for vitamin supply, physiological needs of the body and recommended consumption rates. *Nutrition*, 8(2), pp. 22–31. DOI: <https://doi.org/10.20953/2224-5448-2018-2-22-31>. (In Russ.)

- Kodentsova, V. M., Risnik, D. V., Nikityuk, D. B., Tutelian, V. A. 2017. Vitamin and mineral complexes in medical nutrition. *Consilium Medicum*, 19(12), pp. 76–83. DOI: https://doi.org/10.26442/2075-1753_19.12.76-83. (In Russ.)
- Kozhevnikov, A. P., Isakov, S. Yu. 2020. Features of naturalization of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) in the Urals. *Lesa Rossii i khozyaystvo v nikh*, 3(74), pp. 36–43. (In Russ.)
- Kurchanov, V. I., Lim, T. E., Voetsky, I. A., Golovanin, S. A. 2015. Relevance of assessing the multi-medium carcinogenic risk to public health from exposure to chemicals that pollute the environment. *Public Health and Life Environment*, 7(268), pp. 8–12. (In Russ.)
- Mamedova, Sh. M., Novruzov, E. N. 2016. Content and qualitative composition of carotenoids in fruits of some forms of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) growing in Northern Azerbaijan. *Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo oblastnogo universiteta. Ser. Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy*, 3, pp. 33–41. (In Russ.)
- Markova, L. M. 2018. Assessment of heavy metal pollution of soils of garden agrocenoses in Chelyabinsk. In coll. articles *Soils in the biosphere: collection of articles*, pp. 309–313. (In Russ.)
- Nocek, N. S., Gorchakova, N. O., Belenichev, I. F., Puzyrenko, A. N. et al. 2015. Selenium and nanoselenium: Their role in the body and their use in medical practice. *Ukrainian Scientific Medical Youth Journal*, 4(91), pp. 129–133. (In Russ.)
- Rusina, I. M., Kolesnik, I. M. 2019. The influence of vegetable powders on the dynamics of fermentation and quality indicators of wheat bread in test baked goods. *Vesnik of Yanka Kupala State University of Grodno. Series 6. Engineering Science*, 9(2), pp. 62–72. (In Russ.)
- Salmanov, M. M., Isrigova, T. A., Salmanov, K. M., Isrigova, V. S. et al. 2020. The influence of environmental conditions and varietal characteristics on the chemical-technological properties and quality of berry crops. *Dagestan GAU Proceedings*, 1(5), pp. 55–59. (In Russ.)
- Skalny, A. A. 2020. Physical activity and metabolism of trace elements. *Trace Elements in Medicine*, 21(2), pp. 3–12. DOI: <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2020-21-2-3-12>. (In Russ.)
- Skurikhin, I. M., Tutelyan, V. A. 1998. Guide to methods of analysis of food quality and safety. Moscow. (In Russ.)
- Suchkova, E. V. 2020. Physicochemical and organoleptic characteristics of a jelly dessert based on curd whey when adding sea buckthorn puree to the recipe. *Nauchnyy zhurnal molodykh uchenykh*, 2(19), pp. 105–108. (In Russ.)
- Trineeva, O. V., Rudaya, M. A., Slivkin, A. I., Dubovitskikh, M. A. 2020. Study of the profile of free amino acids in fruits of sea buckthorn of various varieties by thin-layer chromatography. *Sorbtsionnye i Khromatograficheskie Protssy*, 20(2), pp. 277–283. DOI: <https://doi.org/10.17308/sorpchrom.2020.20/2783>. (In Russ.)
- Khasenova, A. B., Aralbaeva, A. N., Utegalieva, R. S., Mamataeva, A. T. et al. 2020. Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) – a source of bioactive substances. *The Journal of Almaty Technological University*, 1, pp. 82–88. (In Russ.)
- Shcherbakov, A. V., Rakhmatullina, S. R., Chistyakova-Mavletova, M. V., Usmanov, I. Yu. 2013. Variability of the antioxidant activity of the Cossack juniper in the gradient of the content of copper ions in the Southern Urals. *Bulletin of the Bashkir University*, 18(4), pp. 1081–1084. (In Russ.)
- Araya-Farias, M., Makhlof, J., Ratti, C. 2011. Drying of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) berry: Impact of dehydration methods on kinetics and quality. *Drying Technology*, 29, pp. 351–359. DOI: <https://doi.org/10.1080/07373937.2010.497590>.
- Barl, B., Akhov, L., Dunlop, D., Jana, S. et al. 2003. Flavonoid content and composition in leaves and berries of sea buckthorn (*Hippophae* spp.) of different origin. *Acta Horticulturae*, 626, pp. 397–405. DOI: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2003.626.55>. (In Belgium)
- Kim, J.-S., Kwon, Y.-S., Sa, Y.-J., Kim, M.-J. 2011. Isolation and identification of sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides*) phenolics with antioxidant activity and A-Glucosidase inhibitory effect. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59, pp. 138–144. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf103130a>.
- Zhang, W., Zhao, J., Wang, J., Pang, X. et al. 2010. Hypoglycemic effect of aqueous extract of seabuckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) seed residues in streptozotocin-induced diabetic rats. *Phytotherapy Research*, 4(2), pp. 228–232. DOI: <https://doi.org/10.1002/ptr.2917>.

Сведения об авторе

Наумова Наталья Леонидовна – пр. Ленина, 76, г. Челябинск, Россия, 454080; Южно-Уральский государственный университет (НИУ), д-р техн. наук, профессор; e-mail: n.naumova@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>

Natal'ya L. Naumova – 76 Lenin Ave., Chelyabinsk, Russia, 454080; South Ural State University (NRU), Dr Sci. (Engineering), Professor; e-mail: n.naumova@inbox.ru, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0586-6359>