

Научная статья/Research Article

УДК 582.284:543.6/664.951

DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-282-291

Лилия Викторовна Наймушина^{1✉}, Екатерина Ивановна Шаламова²,Ирина Дементьевна Зыкова³, Надежда Михайловна Микова⁴^{1,2,3}Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия⁴Институт химии и химической технологии СО РАН, г. Красноярск, Россия¹lnaymushina@sfu-kras.ru²ek-iv-sh@yandex.ru³izykova@sfu-kras.ru⁴nm@icct.ru

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ СОУС ИЗ ОБЛЕПИХИ С ЯНТАРНОЙ КИСЛОТОЙ

Цель исследования – разработка рецептуры функционального соуса из облепихи для белой рыбы из р. Енисей (голец, чир, пелядь), дополнительно обогащенного янтарной кислотой. Объекты исследования – свежие замороженные ягоды облепихи сорта Жемчужница, собранные в Емельяновском районе Красноярского края. Химический состав плодов, сока облепихи, разработанного функционального соуса изучали с применением традиционных методик. Исследование антирадикальной активности сока плодов проводили методом УФ- и видимой спектроскопии с применением модельногоДФПГ-радикала. Исследование термостабильности янтарной кислоты проводили методом ИК-спектроскопии. Органолептические и физико-химические показатели разработанного соуса проводили в соответствии с рекомендациями ГОСТ 18077-2013 «Консервы. Соусы фруктовые. Технические условия». Плоды облепихи сорта Жемчужница богаты витамином С и каротиноидами (провитамин А), жирным маслом, редуцирующими сахарами, органическими кислотами, пищевыми волокнами, флавоноидами. Зарегистрирована хорошая антирадикальная активность сока: при его добавлении к растворуДФПГ в течение 30 мин произошло снижение величины поглощения радикалом на 26 % от исходной величины. Колебательные спектры янтарной кислоты указали, что в растворе янтарная кислота, использованная для придания соусу функциональных свойств, разрушается только при длительном кипячении (более 30 мин). Предложена рецептура изделия «Функциональный соус из облепихи с янтарной кислотой» из ягодного пюре облепихи и с введением янтарной кислоты. Изучен химический состав разработанного соуса; проведена его органолептическая и дегустационная оценка; измерены физико-химические показатели. Регламентируемые показатели разработанного продукта соответствуют ГОСТ 18077-2013. Изделие по содержанию витамина С удовлетворяет потребности организма на 95 % от рекомендуемой суточной нормы, каротиноидов – на 120, янтарной кислоты – на 50 %. Калорийность изделия – 80 ккал/100 г. Разработанное изделие может быть отнесено к функциональным продуктам питания в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки».

Ключевые слова: функциональный соус, плоды облепихи, химический состав, янтарная кислота, антирадикальная активность, рецептура соуса, органолептические, физико-химические показатели, пищевая ценность, биологическая и энергетическая ценность

Для цитирования: Функциональный соус из облепихи с янтарной кислотой / Л.В.Наймушина [и др.] // Вестник КрасГАУ. 2023. № 11. С. 282–291. DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-282-291.

Liliya Viktorovna Naimushina^{1✉}, Ekaterina Ivanovna Shalamova²,
Irina Dementievna Zykova³, Nadezhda Mikhailovna Mikova⁴

^{1,2,3}Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

⁴Institute of Chemistry and Chemical Technology SB RAS, Krasnoyarsk, Russia

¹lnaymushina@sfu-kras.ru

²ek-iv-sh@yandex.ru

³izykova@sfu-kras.ru

⁴nm@icct.ru

FUNCTIONAL SEA BUCKTHORN SAUCE WITH SUCCINIC ACID

The purpose of the study is to develop a recipe for a functional sea buckthorn sauce for white fish from the river Yenisei (char, whitefish, peeled), additionally enriched with succinic acid. The objects of the study are fresh frozen sea buckthorn berries of the Zhemchuzhnitsa variety, collected in the Emelyanovo District of the Krasnoyarsk Region. The chemical composition of fruits, sea buckthorn juice, and the developed functional sauce was studied using traditional methods. The study of the antiradical activity of fruit juice was carried out by UV-visible spectroscopy using a model DPPH radical. The thermal stability of succinic acid was studied by IR spectroscopy. Organoleptic and physicochemical parameters of the developed sauce were carried out in accordance with the recommendations of GOST 18077-2013 "Canned food. Fruit sauces. Technical conditions". The fruits of the sea buckthorn variety Zhemchuzhnitsa are rich in vitamin C and carotenoids (provitamin A), fatty oil, reducing sugars, organic acids, dietary fiber, and flavonoids. Good antiradical activity of the juice was registered: when it was added to a DPPH solution for 30 minutes, the amount of absorption by the radical decreased by 26 % of the initial value. The vibrational spectra of succinic acid indicated that in solution the succinic acid used to impart functional properties to the sauce is destroyed only during prolonged boiling (more than 30 minutes). A recipe for the product Functional Sea Buckthorn Sauce with Succinic Acid is proposed, made from sea buckthorn berry puree and with the introduction of succinic acid. The chemical composition of the developed sauce was studied; its organoleptic and tasting assessment was carried out; physicochemical parameters were measured. The regulated indicators of the developed product correspond to GOST 18077-2013. The product's vitamin C content satisfies the body's needs by 95 % of the recommended daily intake, carotenoids by 120, succinic acid by 50 %. The calorie content of the product is 80 kcal/100 g. The developed product can be classified as a functional food in accordance with the requirements of TR CU 022/2011 "Food products regarding their labeling."

Keywords: functional sauce, sea buckthorn fruits, chemical composition, succinic acid, antiradical activity, sauce recipe, organoleptic, physicochemical properties, nutritional value, biological and energy value

For citation: Functional sea buckthorn sauce with succinic acid / L.V. Naimushina [et al.] // Bulliten KrasSAU. 2023;(11): 282–291. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2023-11-282-291.

Введение. Одним из концептуальных и приоритетных направлений пищевой индустрии является создание обогащенных и функциональных продуктов питания [1]. В России производство таких продуктов постепенно год от года нарастает, однако статистические данные относительно насыщения меню обогащенными блюдами на предприятиях общественного питания пока надежд не оправдывают. На наш взгляд, тематика научных работ, включающая разработку и внедрение в меню кафе и ресторанов блюд повышенной пищевой и биологической ценности, относящихся к функциональным продуктам, является необходимой и актуальной.

В сферу нашего внимания попали популярные и востребованные на предприятиях общепита дополняющие продукты – соусы, которые, не являясь самостоятельным блюдом, делают кулинарные изделия более сочными и разнообразными по вкусо-ароматическому сочетанию, привносят гармоничные нюансы к основному деликатесу [2, 3]. Важно, что полезный ингредиентный состав соуса может являться кладезем витаминов, минералов и биологически активных веществ, обогащающих основное блюдо физиологически значимыми нутриентами и антиоксидантами [4–7].

Отмечается, что наряду с классическими соусами – на майонезной основе, эмульсионных соусов, соусов-дрессингов – в последнее время наметился тренд применения кисло-сладких ягодных и фруктовых соусов, нетрадиционно и оригинально дополняющих мясные и рыбные блюда [8–11]. Прогнозируемо, что биологически активные вещества плодово-ягодных культур внесут весомый вклад в повышение пищевой и биологической ценности как соуса, так и готового блюда в целом [12].

В Сибири очень популярна ценная и полезная плодово-ягодная культура – облепиха (*Hippophae*), плоды которой содержат каротиноиды, жирное масло, полифенолы, пищевые волокна, редуцирующие сахара, аскорбиновую и другие органическими кислоты [13]. Можно выделить ряд сибирских сортов облепихи, характеризующихся высокой урожайностью, крупными ягодами овальной формы и небольшой внутривульварной косточкой, в т. ч. сорт Жемчужница, выбранный нами для разработки функционального продукта – соуса из облепихи [14].

Появился ряд исследований, в которых ученые для обогащения и придания функциональных свойств пищевому продукту вводят суточную дозу янтарной кислоты, объясняя тем, что янтарная кислота и ее соли (сукцинаты) физиологически необходимы для организма человека [15, 16]. Данные вещества участвуют в клеточном дыхании, высвобождении энергии, проявляют высокую антиоксидантную и антирадикальную активность. Также янтарная кислота является пищевой добавкой (Е 363), т. е. регулятором кислотных свойств. Суточная норма потребления Е 363 установлена 200 мг; считается, что добавка янтарная кислота считается безвредной и ее разрешено давать детям.

Цель исследования – разработка рецептуры функционального облепихового соуса для белой рыбы из р. Енисей (голец, чир, пелядь), дополнительно обогащенного янтарной кислотой.

Задачи: изучение химического состава плодов и сока облепихи сорта Жемчужница; исследование антирадикальной активности сока; исследование термостабильности янтарной кислоты в растворе как функционального ингредиента соуса; разработка рецептуры соуса повышенной биологической ценности, проведение органолептической и дегустационной оценки соуса, определение его физико-химических показателей в соответствии с ГОСТ 18077-2013; определение пищевой, биологической и энергетической цен-

ности готового продукта – функционального соуса из облепихи с янтарной кислотой.

Материалы и методы. Объектами исследования были замороженные ягоды облепихи сорта Жемчужница, собранные в Емельяновском районе Красноярского края. Исследование химического состава и дальнейшее применение плодов для приготовления соуса проводили после их размораживания до комнатной температуры. Компонентный состав плодов, сока облепихи, разработанного соуса изучали с применением традиционных методик [17, 18], а также методик, рекомендуемых ГОСТ 18077-2013 «Консервы. Соусы фруктовые. Технические условия».

В качестве ингредиентов для приготовления соуса брали свежий перец болгарский, приобретенный в супермаркете, сахар (ГОСТ 33222-2015), крахмал кукурузный (ГОСТ 32159-2013), пектин (ГОСТ 29181-91), рисовую муку (ГОСТ Р 31645-2012), специи: «Карри» (ГОСТ ISO 2253-2015), куркуму (ГОСТ ISO 5562-2017), паприку (ГОСТ Р ИСО 7540-2008), кислоту янтарную ($C_4H_6O_4$ – Е 363), приобретенную как фармацевтический таблетированный препарат, содержащий в одной таблетке 400 мг янтарной кислоты.

Для изучения антирадикальной активности плодовой составляющей соуса из размороженных ягод облепихи отжимали сок, центрифугировали около 10 мин для уплотнения мякоти и получения прозрачного супернатанта для обеспечения надлежащей прозрачности и нивелирования эффекта рассеивания при фотометрических определениях. Методом электронной спектроскопии в диапазоне 180–800 нм изучали наличие классов веществ, оставшихся в супернатанте сока плодов облепихи. Так как полученный супернатант является разбавленной водно-жировой эмульсией, для получения качественных спектров сок дополнительно разбавляли 95 % водным раствором этанола (1 : 1). Антирадикальную активность изучали методом УФ- и видимой спектроскопии с использованием устойчивого модельного радикала ДФПГ [19, 20].

Термоустойчивость янтарной кислоты в растворах исследовали методом ИК-спектроскопии. Колебательные спектры образцов получали с использованием ИК-Фурье спектрометра Tensor 27 (Bruker, Германия) в области длин волн 400–4000 cm^{-1} . Снимали ИК-спектры янтарной кислоты после ее кристаллизации из 0,01 М ее раствора, не подвергавшегося термической обработке, и после кипячения 0,01 М растворов, под-

вергшихся кипячению в течение 10 и 30 мин. Обработку спектров проводили с применением программы OPUS. Для получения спектров исследуемые твердые образцы готовили в виде таблеток в матрице KBr (2 мг образца / 1000 мг KBr).

Органолептическую и дегустационную оценку проводили в соответствии с ГОСТ Р 5492-2005 «Сенсорный анализ». Использовали метод дегустационной оценки по балльной системе – метод приемлемости и предпочтения – при обязательном дифференцировании качественных признаков по важности (значимости). Исследования проводили среди студентов и преподава-

телей кафедры технологии и организации общественного питания (ТООП ИТиСУ СФУ, г. Красноярск).

Результаты и их обсуждение. В таблице 1 представлены данные по содержанию определяемых компонентов в составе размороженных ягод облепихи сорта Жемчужница. Показано, что в 100 г плодов облепихи содержится 58 % от рекомендуемой суточной нормы (РСН) флавоноидов; 136 % от РСН – каротиноидов; 311 % от РСН – витамина С; 21 % от РСН – органических кислот.

Таблица 1

Химический состав плодов облепихи сорта «Жемчужница»

Компонент	Содержание в размороженных ягодах	В пересчете на сухое вещество	% от рекомендуемой суточной нормы (РСН)
Вода, г/100 г	79,5 ± 3,9	–	–
Жирное масло, г/100 г	2,1 ± 0,1	10,24 ± 0,51	3
Сахара, г/100 г	2,7 ± 0,2	13,17 ± 0,66	2,0
Пектин, г/100 г	1,8 ± 0,1	8,78 ± 0,44	12
Пищевые волокна, г/100 г	1,8 ± 0,1	8,8 ± 0,45	9
Органические кислоты, г/100 г	4,2 ± 0,2	20,5 ± 1,0	21
Флавоноиды, мг/100 г	580 ± 29	2829,3 ± 142	58
Каротиноиды, мг/100 г	6,8 ± 0,3	33,17 ± 1,66	136
Дубильные вещества, мг/100 г	192,0 ± 9,6	936,5 ± 46,8	–
Витамин С, мг/100 г	280,0 ± 14,1	1368,8 ± 68,4	311
Витамин РР, мг/100 г	1 ± 0,1	4,8 ± 0,2	5

Проведено фотометрическое исследование наличия классов соединений в супернатанте облепихового сока (рис. 1). Поглощение с max полосы при 356 нм отнесено к поглощению

класса биофлавоноидов, две полосы поглощения, зарегистрированные при 446 и 477 нм, свидетельствуют о наличии каротиноидов в исследуемом субстрате.

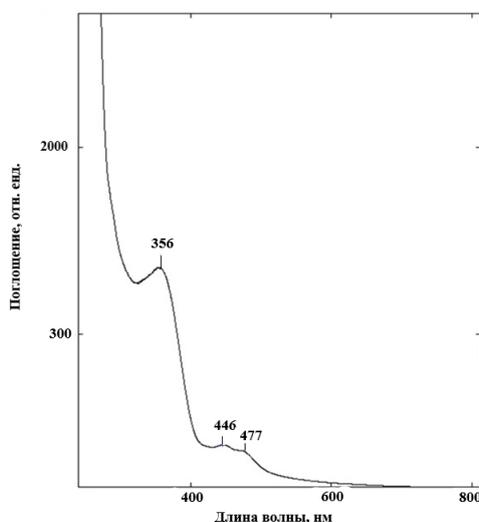


Рис. 1. Электронный спектр супернатанта сока облепихи

Методом УФ- и видимой спектроскопии с использованием устойчивого радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (ДФПГ) была изучена антирадикальная активность супернатанта сока облепихи. Электронные спектры раствора ДФПГ с max поглощения радикала при 517 нм и смеси раствора ДФПГ со спиртовым раствором супернатанта представлены на рисунке 2. Зарегистрировано, что биологически активные соеди-

нения восстановительной природы в составе супернатанта взаимодействуют с радикалом-окислителем, снижая его концентрацию в течение 30 мин на 26 %, что свидетельствует о хорошей антирадикальной/антиоксидантной активности исследуемого субстрата. Известно, что антиоксидантные свойства проявляют витамин С, каротиноиды, органические кислоты и полифенольные соединения – флавоноиды.

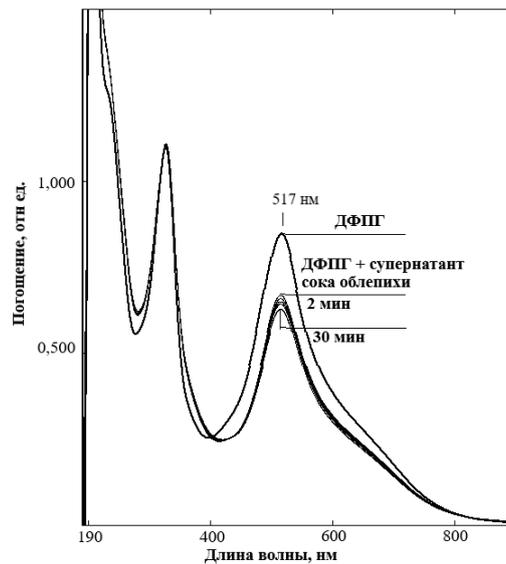


Рис. 2. Электронные спектры радикала ДФПГ и ДФПГ в смеси с раствором супернатанта сока облепихи в 95 % этаноле (продолжительность экспозиции – 30 мин)

Применение ИК-спектроскопии позволило изучить термическую стабильность янтарной кислоты, применяемой для обогащения продукта – соуса из облепихи. Колебательные спектры на рисунке 3 демонстрируют высокую устойчивость кислоты в водном растворе при кипячении 0,01 М водного ее раствора в течение 10 мин, что отражено в идентичности спектров чистой. Но кипячение в течение 30 мин ведет к разрушению янтарной кислоты практически на 70 %, что отражено в колебательных спектрах как снижение величины ее характеристических полос поглощения. Эти данные использовали при разработке технологической карты изделия.

Уникальный химический состав плодов облепихи, присутствие разнообразных биологически активных нутриентов, суточные нормы потребления которых нормативно закреплены [21], явились мотивацией для разработки функционального соуса на основе облепихи в дополнение к основному блюду – белой рыбе из р. Енисей (голец, чир, пелядь).

Важным этапом исследования при разработке соуса из облепихи являлся выбор загустителя [22]. После предварительного изучения литературы и патентной базы остановились на трех видах загустителей углеводной природы: кукурузном крахмале, пектине и рисовой муке.

На рисунке 4, а, представлены данные органолептического дегустационного анализа облепихового соуса, приготовленного с применением разных загустителей. Выявлено, что эксперты отдали предпочтение наиболее нейтральному загустителю – кукурузному крахмалу. Дискуссионным моментом оказался также вид применяемых специй. Как оказалось, в соответствии с проведенным органолептическим и дегустационным анализом введение этого ингредиента вовсе необязательно, так как немало предпочтений отдано соусу из облепихи без специй (рис. 4, б). И почти равное количество голосов получили соусы с введением приправ карри, паприки и куркумы (рис. 4, б).

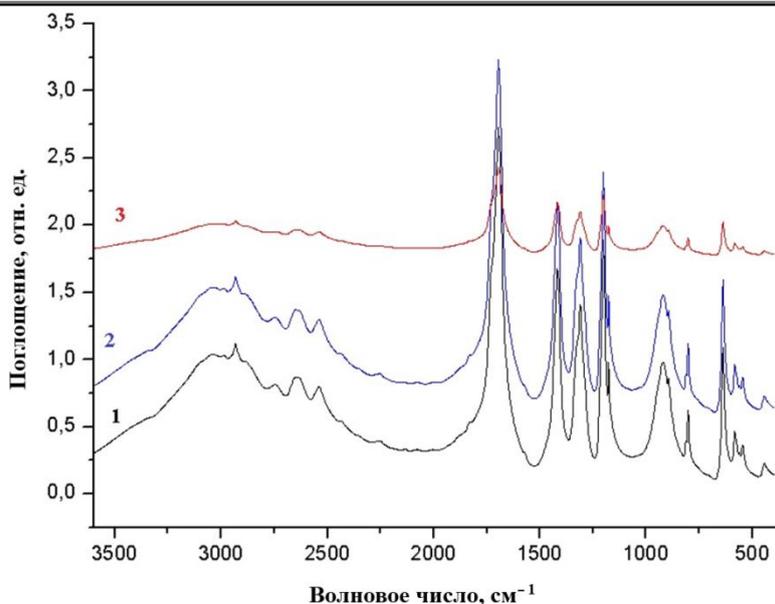


Рис. 3. Колебательные спектры янтарной кислоты после кристаллизации из 0,01 М растворов: 1 – без температурной обработки; 2 – после кипячения в течение 10 мин; 3 – после кипячения в течение 30 мин

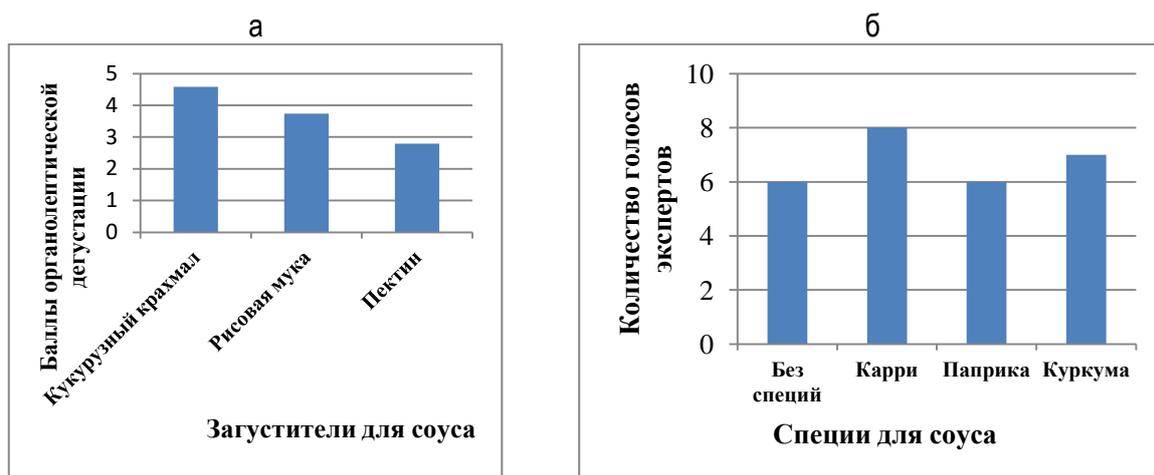


Рис. 4. Данные органолептической оценки облепихового соуса с некоторыми видами загустителей (а) и специй (б)

В таблице 2 представлена рецептура разработанного функционального соуса с применением плодов облепихи и введением 50 % дозы от РСН янтарной кислоты.

Таблица 2

Рецептура изделия «Функциональный соус из облепихи с янтарной кислотой»

Сырье	Норма закладки сырья	
	Масса брутто, кг	Масса нетто, кг
1	2	3
Свежемороженые плоды облепихи	1	0,7
Перец болгарский свежий	0,25	0,2
Кукурузный крахмал	0,6	0,6
Вода	0,3	0,3

Окончание табл. 2

1	2	3
Кислота янтарная	0,01	0,01
Сахарный песок	0,15	0,15
Специи:		
карри	0,05	0,05
или куркума	0,05	0,05
или паприка	0,4	0,4
Выход	–	1,000

Приготовление. 100 мг янтарной кислоты на 100 г соуса растирали и смешивали с крахмалом. Кукурузный крахмал заливали холодной водой для набухания; замороженные плоды облепихи 10 мин припускали при 40–50 °С и далее протирали через сито для отделения косточек и частично кожицы – получали пюреобразную однородную по консистенции ягодную мякоть. Также через сито протирали мякоть чуть припущенного при повышенной температуре свежего болгарского перца. Облепиховое пюре соединя-

ли с крахмалом, добавляли сахар, специи. Хорошо перемешивали и доводили до кипения на медленном огне; соус проваривали 2 мин до формирования требуемой консистенции. Органолептические показатели облепихового соуса в соответствии с требованиями ГОСТ 18077-2013 «Консервы. Соусы фруктовые. Технические условия» представлены в таблице 3.

В таблице 4 представлены данные изучения химического состава разработанного соуса из облепихи, обогащенного янтарной кислотой.

Таблица 3

**Органолептические показатели изделия
«Функциональный соус из облепихи с янтарной кислотой»**

Показатели	Характеристики
Вкус и запах	Ягодный, кисло-сладкий, немного маслянистый, свойственный данному наименованию продукта с учетом вводимой ягодной основы – облепихи, без постороннего привкуса
Запах	Запах облепихи, без посторонних ароматов
Цвет	Желто-оранжевый, окраска равномерная по всему объему
Консистенция	Однородная, пюреобразная

Таблица 4

Химический состав изделия «Функциональный соус из облепихи с янтарной кислотой»

Показатель	Значение	Суточная норма [9]	Процент от суточной нормы
Вода, %	42 ± 2,1	–	–
Содержание сухих веществ, %	58 ± 2,9	–	–
Белки, %	1,7 ± 0,1	90	1,9
Жиры, %	2,7 ± 0,2	70	3,9
Углеводы (крахмал, сахара), %	12,38 ± 0,62	–	–
Органические кислоты (в пересчете на яблочную), %	1,6 ± 0,1	–	–
Янтарная кислота, мг%	100, 0 ± 0,1	200	50
Каротиноиды, мг%	6,0 ± 0,3	5	120
Пищевые волокна, %	1,8 ± 0,1	20	9
Витамин С, мг%	95 ± 4,8	100	95

Рассчитанное значение энергетической ценности изделия «Функциональный соус из облепихи с янтарной кислотой» составило 80 ккал/100 г. Результаты исследования показывают, что 100 г готового соуса содержат такое количество витамина С, каротина – провитамина А и янтарной кислоты, которое в сравнение с рекомендуемыми суточными нормами позволяет отнести разработанное изделие к функциональным продуктам [23]. Органолептические показатели и дегустационная оценка позволяют рекомендовать данный продукт как для целей общественного питания, так и для реализации в торговых сетях.

Заключение. Проведено изучение химического состава плодов облепихи сорта Жемчужница. Выявлено, что плоды облепихи богаты витаминами С и каротиноидами (провитамин А), жирным маслом, сахарами, органическими кислотами, пищевыми волокнами. Фотометрическое исследование классов соединений показало, что даже после очищения сока облепихи от мякоти в супернатанте (центрифугате) регистрируются каротиноиды и биофлавоноиды, обладающие антиоксидантными свойствами. Методом УФ- и видимой спектроскопии с применением радикала ДФПГ выявлена хорошая антирадикальная активность супернатанта сока: при добавлении исследуемого субстрата в течение 30 мин произошло снижение величины поглощения излучения радикалом на 26 % от исходной величины. Методом ИК-спектроскопии показано, что в растворе янтарная кислота, использованная для придания соусу функциональных свойств, разрушается только при длительном кипячении (более 30 мин). Предложена рецептура изделия «Функциональный соус из облепихи с янтарной кислотой» из ягодного пюре облепихи с введением функционального ингредиента – янтарной кислоты. Определены органолептические и физико-химические показатели разработанного соуса на их соответствие ГОСТ 18077-2013 «Консервы. Соусы фруктовые. Технические условия». Показано, что изделие по содержанию витамина С (95 % от РСН), каротиноидов (120 % от РСН), и янтарной кислоты (50 %) в сравнении с рекомендуемыми суточными нормами может быть отнесено к функциональным продуктам питания в соответствии с требованиями ТР ТС 022/2011 «Пищевая продукция в части ее маркировки».

Список источников

1. Нутриом как направление «главного удара»: определение физиологических потребностей в макро- и микронутриентах, минорных биологически активных веществах пищи / В.А. Тутельян [и др.] // Вопросы питания. 2020. № 4. С. 24–34. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10039.
2. Ру М. Соусы сладкие и несладкие. М.: Кук-Букс, 2012. 304 с.
3. Обзор российского рынка соусов, приправ и специй: информационный портал межрегионального делового сотрудничества. URL: <http://marketcenter.ru/content/doc-2-7874> (дата обращения: 15.04.2023).
4. Алтуньян М.К. Новые рецептуры кулинарных соусов для функционального питания // Известия вузов. Пищевая технология. 2006. № 1. С. 52–53.
5. Mirzanajafi-Zanjani M., Yousefi M., Ehsani A. Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce // Food Sci. Nutr. 2019. V. 18;7(8). P. 2471–2484. DOI: 10.1002/fsn3.1132.
6. Эмульсионные жировые продукты функционального назначения в современном питании / А.П. Нечаев [и др.] // Пищевая промышленность. 2018. № 5. С. 26–29.
7. Nanoliposomes containing pistachio green hull's phenolic compounds as natural bio-preservatives for mayonnaise / Z. Rafiee [et al.] // European Journal of Lipid Science and Technology. 2018. V. 120 (9). DOI: 10.1002/ejlt.201800086.
8. Effect of added ingredients on water status and physico-chemical properties of tomato sauce / A. Diantom [et al.] // Food Chemistry. 2017. V. 236. P. 101–108. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.01.160.
9. Sweet-and-sour sauce of assai and unconventional food plants with functional properties: An innovation in fruit sauces / Mauriane M. da Silva [et al.] // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2021. V 25. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2021.100372.
10. Strawberry ripple sauce: A semi-solid fibre syrup to reduce sugar content / A. Carcelli [et al.] // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2021. V. 25. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2021.100411.
11. Physicochemical characteristics, antioxidant activity, and acceptability of strawberry-enriched ketchup sauces / V.B. Ahouagi [et al.] //

- Food Chemistry. 2021. V. 340. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127925.
12. Sauce it up: Influence of condiment properties on oral processing behavior, bolus formation and sensory perception of solid foods / A. van Eck [et al.] // Food & Function. 2020. V. 11 (7). P. 6186–6201. DOI: 10.1039/D0FO00821D.
 13. Дубровин И.И. Целительная облепиха. М.: RUGRAM, 2019. 84 с.
 14. Рыков Д.В. Хозяйственно-биологическая оценка раннеспелых сортообразцов облепихи крушиновой (*Hipporhae rhamnoides* L.) в условиях Приобской лесостепи Алтайского края: дис. канд. с.-х. наук: 06.01.05. Барнаул, 2012. 109 с.
 15. Modeling the Succinic Acid Bioprocess: A Review / I.A. Escanciano [et al.] // Fermentation. 2022. V. 8 (368). DOI: 10.3390/fermentation8080368.
 16. Табаторович А.Н., Резниченко И.Ю. Разработка и оценка качества диабетического желейного мармелада «Каркаде», обогащенного янтарной кислотой // Техника и технология пищевых производств. 2019. Т. 49, № 2. С. 320–329.
 17. Методы анализа минорных биологически активных веществ пищи / под ред. В.А. Тутельяна, К.И. Эллера. М.: Династия, 2010. 180 с.
 18. Наймушина Л.В., Зыкова И.Д. Современные методы исследований свойств продовольственного сырья, пищевых макро- и микроингредиентов, технологических добавок и пищевой продукции. Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2023. 116 с.
 19. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. М.: Инфра-М, 2021. 181 с.
 20. Зыкова И.Д., Ефремов А.А., Наймушина Л.В. Антирадикальная активность отдельных фракций эфирного масла корней аира болотного // Химия растительного сырья. 2020. № 2. С. 73–78. DOI: 10.14258/jcprm.2020026659.
 21. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации: метод. рекомендации / Федер. центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. М., 2021. 72 с.
 22. Aussanasuwannakul A., Pondicherry K., Saengprakai J. Rheological and tribological characterization of herbal sweet sauce with different stabilizing systems // Journal of Food. 2022. P. 158–171. DOI: 10.1080/19476337.2022.2107706.
 23. ТР ТС 027/2013. О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902352823> (дата обращения: 02.05.2023).

References

1. Nutriom kak napravlenie «glavnogo udara»: opredelenie fiziologicheskikh potrebnostej v makro- i mikronutrientah, minornykh biologicheskii aktivnykh veschestvah pischi / V.A. Tutel'yan [i dr.] // Voprosy pitaniya. 2020. № 4. S. 24–34. DOI: 10.24411/0042-8833-2020-10039.
2. Ru M. Soupy sladkie i nesladkie. M.: KukBuks, 2012. 304 s.
3. Obzor rossijskogo rynka sousov, priprav i specij: informacionnyj portal mezhhregional'nogo delovogo sotrudnichestva. URL: <http://market-center.ru/content/doc-2-7874> (data obrascheniya: 15.04.2023).
4. Altun'yan M.K. Novye receptury kulinarnykh sousov dlya funkcional'nogo pitaniya // Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya. 2006. № 1. S. 52–53.
5. Mirzanajafi-Zanjani M., Yousefi M., Ehsani A. Challenges and approaches for production of a healthy and functional mayonnaise sauce // Food Sci. Nutr. 2019. V. 18;7(8). P. 2471–2484. DOI: 10.1002/fsn3.1132.
6. `Emul'sionnye zhirovye produkty funkcional'nogo naznacheniya v sovremennom pitanii / A.P. Nechaev [i dr.] // Pischevaya promyshlennost'. 2018. № 5. S. 26–29.
7. Nanoliposomes containing pistachio green hull's phenolic compounds as natural bio-preservatives for mayonnaise / Z. Rafiee [et al.] // European Journal of Lipid Science and Technology. 2018. V. 120 (9). DOI: 10.1002/ejlt.201800086.
8. Effect of added ingredients on water status and physico-chemical properties of tomato sauce / A. Diantom [et al.] // Food Chemistry. 2017. V. 236. P. 101–108. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.01.160.
9. Sweet-and-sour sauce of assai and unconventional food plants with functional properties: An innovation in fruit sauces / Mauriane M. da Silva [et al.] // International Journal of Gastronomy

- my and Food Science. 2021. V. 25. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2021.100372.
10. Strawberry ripple sauce: A semi-solid fibre syrup to reduce sugar content / A. Carcelli [et al.] // International Journal of Gastronomy and Food Science. 2021. V. 25. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2021.100411.
 11. Physicochemical characteristics, antioxidant activity, and acceptability of strawberry-enriched ketchup sauces / V.B. Ahouagi [et al.] // Food Chemistry. 2021. V. 340. DOI: 10.1016/j.foodchem.2020.127925.
 12. Sauce it up: Influence of condiment properties on oral processing behavior, bolus formation and sensory perception of solid foods / A. van Eck [et al.] // Food & Function. 2020. V. 11 (7). P. 6186–6201. DOI: 10.1039/D0FO00821D.
 13. Dubrovin I.I. Celitel'naya oblepiha. M.: RUGRAM, 2019. 84 s.
 14. Rykov D.V. Hozyajstvenno-biologicheskaya ocenka rannespelykh sortoobrazcov oblepihi krushinovej (*Hippophae rhamnoides* L.) v usloviyah Priobskoy lesostepi Altajskogo kraja: dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.01.05. Barnaul, 2012. 109 s.
 15. Modeling the Succinic Acid Bioprocess: A Review / I.A. Escanciano [et al.] // Fermentation. 2022. V. 8 (368). DOI: 10.3390/fermentation8080368.
 16. Tabatorovich A.N., Reznichenko I.Yu. Razrabotka i ocenka kachestva diabeticheskogo zhelejnogo marmelada «Karkade», obogashchennogo yantarnoj kislotoj // Tehnika i tehnologiya pischevykh proizvodstv. 2019. T. 49, № 2. S. 320–329.
 17. Metody analiza minornykh biologicheskii aktivnykh veschestv pischi / pod red. V.A. Tutel'yanina, K.I. `Ellera. M.: Dinastiya, 2010. 180 s.
 18. Najmushina L.V., Zykova I.D. Sovremennyye metody issledovaniy svoystv prodovol'stvennogo syr'ya, pischevykh makro- i mikroingredientov, tehnologicheskikh dobavok i pischevoj produkcii. Krasnoyarsk: Sib. feder. un-t, 2023. 116 s.
 19. Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V. Antioksidanty rastenij i metody ih opredeleniya. M.: Infra-M, 2021. 181 s.
 20. Zykova I.D., Efremov A.A., Najmushina L.V. Antiradikal'naya aktivnost' otdel'nykh frakcij `efirnogo masla kornej aira bolotnogo // Himiya rastitel'nogo syr'ya. 2020. № 2. S. 73–78. DOI: 10.14258/jcprm.2020026659.
 21. Normy fiziologicheskikh potrebnostej v `energii i pischevykh veschestvah dlya razlichnykh grupp naseleniya Rossijskoj Federacii: metod. Rekomendacii / Feder. centr gigieny i `epidemiologii Rospotrebnadzora. M., 2021. 72 s.
 22. Aussanasuwannakul A., Pondicherry K., Saengprakai J. Rheological and tribological characterization of herbal sweet sauce with different stabilizing systems // Journal of Food. 2022. P. 158-171. DOI: 10.1080/19476337.2022.2107706.
 23. TR TS 027/2013. O bezopasnosti otdel'nykh vidov specializirovannoj pischevoj produkcii, v tom chisle dieticheskogo lechebnogo i dieticheskogo profilakticheskogo pitaniya. URL: <https://docs.cntd.ru/document/902352823> (data obrascheniya: 02.05.2023).

Статья принята к публикации 03.10.2023 / The article accepted for publication 03.10.2023.

Информация об авторах:

Лилия Викторовна Наймушина¹, доцент кафедры технологии и организации общественного питания, кандидат химических наук, доцент

Екатерина Ивановна Шаламова², студентка 3-го курса

Ирина Деметьевна Зыкова³, доцент кафедры химии, кандидат технических наук, доцент

Надежда Михайловна Микова⁴, старший научный сотрудник, кандидат химических наук

Information about the authors:

Liliya Viktorovna Naimushina¹, Associate Professor at the Department of Technology and Catering Organization, Candidate of Chemical Sciences, Docent

Ekaterina Ivanovna Shalamova², 3rd year Student

Irina Dementievna Zykova³, Associate Professor at the Department of Chemistry, Candidate of Technical Sciences, Docent

Nadezhda Mikhailovna Mikova⁴, senior Researcher, Candidate of Chemical Sciences

