

УДК 641:634.5

**Т.Г. Колесникова, М.А. Субботина, Н.С. Шубенкина****ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БЕЛКОВО-ЛИПИДНОГО ПРОДУКТА ИЗ КЕДРОВЫХ ОРЕХОВ**

Представлены исследования химического состава, пищевой ценности и показателей безопасности белково-липидного продукта из кедровых орехов. Белки белково-липидного продукта содержат все незаменимые аминокислоты. Липиды белково-липидного продукта характеризуются значительным содержанием ненасыщенных жирных кислот – олеиновой, линолевой,  $\gamma$ -линоленовой и фосфолипидами. Углеводный комплекс представлен полисахаридами – крахмалом, клетчаткой, пентозанами. Из минеральных веществ в количественном выражении преобладают магний, калий, железо, марганец, цинк, из витаминов – водорастворимые группы В – рибофлавин, ниацин, из жирорастворимых – токоферолы. По микробиологическим показателям и содержанию токсичных элементов белково-липидный продукт соответствует требованиям СанПиН.

Белково-липидный продукт, пищевая ценность, аминокислотный состав, линолевая кислота,  $\gamma$ -линоленовая кислота.

**Введение**

Современные технологии производства пищевых продуктов предполагают использование широкого спектра различных пищевых добавок, основные принципы выбора которых, в первую очередь, ориентированы на группу соединений природного происхождения, обладающих максимальной функциональностью.

Одним из перспективных видов растительного сырья являются кедровые орехи, которые имеют уникальный химический состав и могут рассматриваться в качестве сырьевого источника для производства широкого спектра биологически активных добавок.

Основным компонентом ядер кедровых орехов являются липиды. Поэтому современная промышленная переработка кедровых орехов направлена в первую очередь на извлечение масла, обладающего высокой пищевой ценностью и лечебно-профилактическими свойствами [1]. Перспективным способом извлечения кедрового масла является сепарационный способ, заключающийся в обработке измельченных кедровых орехов водой [2, 3]. Переработка ядер кедровых орехов сепарационным способом позволяет максимально извлекать масло и сохранять в нативном виде белковую часть семян. Побочным продуктом извлечения кедрового масла сепарационным способом является белково-липидный продукт (БЛП).

Цель работы заключалась в исследовании химического состава и пищевой ценности белково-липидного продукта.

**Объекты и методы исследования**

Объектом исследования являлся белково-липидный продукт (БЛП), полученный из тонкоизмельченных ядер семян сосны кедровой сибирской (кедровых орехов), произрастающей на территории Кемеровской области (Таштагольский район).

Массовую долю влаги определяли путем высушивания образца продукта в сушильном шкафу при  $(105\pm 2)$  °С до постоянной массы по ГОСТ 9793.

Сырой протеин (массовую долю белка) определяли по методу Кьельдаля (ГОСТ 25011-81) и вычисляли по содержанию общего азота путем умножения на пересчетный коэффициент 6,25.

Массовую долю липидов определяли путем извлечения их смесью хлороформа и этилового спирта в аппарате Сокслета с последующим удалением растворителя и подсушиванием при  $(103\pm 2)$  °С (ГОСТ 23042).

Жирнокислотный кедрового масла определяли методом газожидкостной хроматографии. Для этого использовали хроматограф ЛХМ-80 с пламенно-ионизационным детектором и программированием температуры от 20 до 300 °С.

Массовую долю сырой клетчатки определяли по ГОСТ 134962-84, содержание крахмала – поляриметрическим методом на сахарометре (поляриметре) СУ-2, сахарозы – фотоколориметрическим методом по ГОСТ 8756.13-87, массовую долю золы – по ГОСТ 26226-95.

Массовую долю кальция, магния, хрома, железа, меди, цинка, кадмия, свинца, марганца определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии на атомно-абсорбционном спектрометре «Specter AA 220 FS» фирмы Verian.

Содержание в белково-липидном продукте витаминов В<sub>1</sub> (тиамина) определяли флюориметрическим методом, В<sub>2</sub> (рибофлавина) – колориметрическим методом по методике института питания РАМН, содержание витамина В<sub>5</sub> – по ГОСТ 50929, витамина Е – фотоколориметрическим методом.

Уровень удельной активности радионуклидов (цезия-137 и стронция-90) определяли согласно МУК 2.6.1.717-98.

Кислотное число кедрового масла, выделенного из белково-липидного продукта, определяли по ГОСТ 52110-2003, перекисное число – йодометрическим методом с кратковременным настаиванием по ГОСТ 51487-99.

### Результаты и их обсуждение

Таблица 2

Белково-липидный продукт представляет собой пищевую массу, которая остается в виде осадка после извлечения из измельченных ядер кедровых орехов масла и водорастворимых веществ. Оценку качества продукта проводили по совокупности органолептических и физико-химических показателей, биологической ценности, показателям безопасности.

По внешнему виду белково-липидный продукт представляет собой однородную пастообразную массу светло-кремового цвета с чистым нейтральным вкусом и запахом.

Химический состав белково-липидного продукта представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав белково-углеводного продукта

Показатель	Массовая доля, %
Влага	72,5±0,5
Сухие вещества, в том числе:	27,5±0,5
– белок	8,7±0,2
– липиды	9,4±0,2
– углеводы	7,1±0,1
– клетчатка	1,1±0,05
– зола	1,2±0,05
Активная кислотность	6,8±0,2

Белково-липидный продукт в своем составе содержит практически все питательные вещества, характерные для целых ядер кедровых орехов. Основными компонентами БЛП являются белок (на его долю приходится 31,6 % сухого вещества), липиды (34,2 % сухого вещества), углеводы (30,0 % сухого вещества).

Необходимо отметить, что массовая доля каждого компонента в составе белково-липидного продукта изменяется в определенных пределах в зависимости от химического состава ядер кедровых орехов и технологических режимов извлечения кедрового масла сепарационным способом.

Биологическая ценность белка пищевого продукта в основном определяется его аминокислотным составом. Белок белково-липидного продукта содержит 18 незаменимых аминокислот. В количественном выражении преобладают такие аминокислоты, как аспарагиновая и глутаминовая кислоты, пролин и лейцин (табл. 2).

Исследование аминокислотного состава белково-липидного продукта свидетельствует о его высокой биологической ценности, поскольку в нем присутствуют все незаменимые аминокислоты.

По сумме незаменимых аминокислот белок БЛП практически не отличается от белка ядер кедрового ореха, а по содержанию отдельных аминокислот даже превосходит его. Например, по количеству лизина и треонина – на 4,7 и 5,3 %. Количество остальных незаменимых аминокислот одинаковое либо незначительно меньше. По химическому составу белок БЛП максимально приближен к показателям, рекомендованным ФАО/ВОЗ.

Аминокислотный состав белково-липидного продукта

Аминокислота	Содержание, г/100 г белка	
	ядра кедровых орехов	белково-липидный продукт
<i>Незаменимые:</i>	36,2	35,3
Валин	5,2±0,1	4,9±0,1
Изолейцин	4,9±0,1	4,6±0,1
Лейцин	5,9±0,1	6,0±0,1
Лизин	6,3±0,1	6,6±0,1
Метионин	2,2±0,1	2,2±0,1
Треонин	3,8±0,1	4,0±0,1
Триптофан	2,5±0,1	2,0±0,1
Фенилаланин	5,4±0,1	5,0±0,1
<i>Заменяемые:</i>	63,8	64,7
Аланин	3,6±0,1	3,8±0,1
Аргинин	13,2±0,8	13,8±0,1
Аспаргиновая кислота	13,6±0,5	13,2±1
Гистидин	3,0±0,1	3,5±0,1
Глицин	4,2±0,1	4,2±0,1
Глутаминовая кислота	10,8±0,8	10,3±0,1
Пролин	8,1±0,6	8,3±0,1
Серин	3,4±0,1	3,1±0,1
Тирозин	2,5±0,1	2,4±0,1
Цистеин	1,4±0,1	2,1±0,1
Всего	100,0	100,0

Необходимо отметить, что по аминокислотному составу, а именно по содержанию фенилаланина, тирозина, гистидина, триптофана, аргинина, белок белково-липидного продукта не уступает белкам основных зерновых и масличных культур, по содержанию цистина и триптофана приближается к белкам молочных продуктов, превосходя их по содержанию аргинина и гистидина [4, 5].

На основании данных определения аминокислотного состава белка были рассчитаны показатели биологической ценности (коэффициент утилитарности  $U$  и коэффициент сопоставимой избыточности  $\sigma_c$ ), равные  $0,7\pm 0,01$  и  $0,16\pm 0,01$  соответственно.

В результате анализа аминокислотного состава можно сделать вывод о целесообразности использования БЛП в сочетании с животными белками, например белком молока и молочных продуктов.

Вторым по значимости ингредиентом белково-липидного продукта являются липиды. Результаты исследования показали, что содержание липидов в белково-липидном продукте составляет  $34,2\pm 1,2$  в пересчете на абсолютно сухое вещество. Пределы колебания – от 32,7 до 37,2 %.

Липиды белково-липидного продукта характеризуются значительным содержанием ненасыщенных жирных кислот: олеиновой – 23,2 %, линолевой и  $\gamma$ -линоленовой – 44,6 и 20,5 % соответственно от общего содержания жирных кислот. Количество фосфолипидов находится в пределах от 1,0 до 1,2 % в пересчете на стеароолеолецитин.

Одним из основных компонентов БЛП являются углеводы, количество которых составляет не менее ( $30\pm 0,5$ ) % в пересчете на абсолютно сухое вещество.

Главным компонентом углеводов БЛП является крахмал –  $(11,2 \pm 0,5)$  % от общего содержания углеводов и пищевые волокна – клетчатка не менее  $(4,0 \pm 0,5)$  %, нерастворимые пентозаны – не более  $(4,9 \pm 0,5)$  % от общего содержания углеводов.

Необходимо отметить, что, в отличие от углеводного комплекса ядер кедрового ореха, жмыха и шрота, БЛП не содержит простых сахаров и сахарозы [6].

Таким образом, углеводный состав белково-липидного продукта в основном представлен полисахаридами, что влияет на пищевую ценность и определяет функционально-технологические свойства продукта.

Минеральный состав БЛП представлен широким спектром макро- и микроэлементов (табл. 3).

Таблица 3

Минеральный состав белково-липидного продукта  
(в пересчете на абсолютно сухое вещество)

Показатель	Значение	
	ядра [7]	БЛП
Массовая доля золы, %	$2,4 \pm 0,05$	$4,1 \pm 0,08$
Макроэлементы, мг/100 г		
Калий	$631,8 \pm 0,1$	$1960,0 \pm 7,6$
Кальций	$26,6 \pm 0,1$	$240,0 \pm 5,2$
Магний	$306,6 \pm 0,1$	$170,0 \pm 5,8$
Натрий	$10,5 \pm 0,1$	$15,3 \pm 1,8$
Фосфор	$986,7 \pm 0,1$	$250,0 \pm 10,5$
Микроэлементы, мг/100 г		
Железо	$6,75 \pm 0,01$	$5,45 \pm 0,10$
Марганец	$0,23 \pm 0,01$	$3,59 \pm 0,08$
Медь	$8,20 \pm 0,01$	$1,55 \pm 0,01$
Цинк	$10,59 \pm 0,01$	$3,59 \pm 0,05$

Среди макроэлементов следует отметить особенно высокое содержание таких макроэлементов, как калий и магний. Количество калия в БЛП настолько значительно, что даже превосходит его содержание в белковых молочных продуктах – в нежирном твороге и молоке сухом обезжиренном – в 1,6 и 16,7 раза соответственно. Присутствие этого элемента очень важно для обменных процессов в организме.

Белково-липидный продукт можно рекомендовать в диетическом питании ряда заболеваний, так как он характеризуется низким содержанием натрия ( $(15,3 \pm 1,8)$  мг в 100 г продукта). Использование белково-липидного продукта в составе пищевых продуктов может значительно изменить соотношение между натрием и калием в пользу последнего. Это имеет большое значение для профилактики сердечно-сосудистых заболеваний и регулирования обменных процессов в организме.

Среди микроэлементов особенно следует выделить высокое содержание двухвалентного железа –  $(5,45 \pm 0,1)$  мг в 100 г продукта. Растворимая форма железа имеет особое значение для жизнедеятельности организма, поскольку участвует в образовании гемоглобина, формировании активных окислительно-восстановительных ферментов. Кроме того, в состав белково-липидного продукта входят такие биоэлементы, как марганец, медь, цинк и др. (табл. 3).

Белково-липидный продукт является источником не только белка, липидов, нерастворимых углеводов, минеральных веществ, но и витаминов. В частности, рибофлавина, ниацина и токоферолов (табл. 4).

Таблица 4

Витаминный состав белково-липидного продукта

Продукт	Содержание, мг/100 г продукта				
	Тиамин	Рибофлавин	Пантотеновая кислота	Ниацин	Токоферолы
Ядра кедровых орехов	$0,34 \pm 0,02$	$1,07 \pm 0,05$	$0,87 \pm 0,05$	$2,5 \pm 0,1$	$32,5 \pm 0,05$
Белково-липидный продукт	–	$2,2 \pm 0,05$	–	$2,8 \pm 0,1$	$18,3 \pm 0,10$
Норма физиологической потребности, мг/сут [8]	1,5	1,8	5,0	20,0	15,0

Микробиологический контроль белково-липидного продукта проводили по основным микробиологическим показателям. Результаты исследований экспериментальных образцов БЛП были следующие: количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов – от  $1,5 \times 10^1$  до  $2,1 \times 10^1$  КОЕ/г (при норме  $5,0 \times 10^4$  КОЕ/г), бактерии группы кишечной палочки отсутствовали в 0,1 и в 0,01 г свежеполученного продукта, патогенные микроорганизмы (в т. ч. сальмонеллы,

не обнаружены. Микроскопические грибы и дрожжи являются показателями стабильности продукта в процессе хранения. В продукте не выявлены даже единичные колонии микроскопических грибов и дрожжевых клеток (при допустимом уровне 100 КОЕ/г соответственно). Таким образом, изучение микробиологического состояния исследуемых образцов БЛП показало безопасность и безвредность продукта.

Таблица 5

Содержание токсичных элементов  
в белково-липидном продукте

Токсичный элемент	Значение показателя, мг/кг	
	допустимые уровни, не более (п. 1.9.1)	количество в продукте
Токсичные элементы:		
– свинец	1,0	0,41
– мышьяк	1,0	<0,0025
– кадмий	0,2	0,027
– ртуть	0,3	0,02
Микотоксины:		
– афлатоксин В1	0,005	Отсутств.
Пестициды:		
– гексахлорциклогексан (α-, β-, γ-изомеры)	0,5	Отсутств.
– ДДТ и его метаболиты	0,15	Отсутств.
Радионуклиды:		
– цезий-137	80	1,3
– стронций-90	100	34,4

Результаты исследования биологической безопасности образцов белково-липидного продукта представлены в табл. 5.

На основании проведенных исследований можно заключить, что белково-липидный продукт по микробиологическим показателям и содержанию токсичных элементов соответствует требованиям СанПиН 2.3.2560-96 (п. 1.9.1), и поэтому целесообразно рекомендовать его для дальнейшего использования в качестве пищевой добавки.

#### Выводы

Белково-липидный продукт является источником полноценного белка, липидов, усвояемых углеводов, пищевых волокон, жизненно важных макро- и микроэлементов и витаминов.

На основании результатов исследования рекомендуется использовать белково-липидный продукт в качестве пищевой добавки для производства пищевых продуктов функционального назначения.

#### Список литературы

1. Эффективность использования кедрового масла в комплексном лечении больных с артериальной гипертонией / Ю.В. Бахтин, В.В. Будаева, А.Л. Верещагин и др. // Вопросы питания. – 2006. – № 1. – С. 51–53.
2. Пат. 2194745 Российская Федерация. Способ получения кедрового масла / Лебедева О.И., Ушанова В.М., Рубчевская Л.П., Репях С.М.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный технический университет». – № 2000119332/13; заявл. 19.07.2000; опубл. 20.12.2002, Бюл. № 8.
3. Пат. 2404235 Российская Федерация. Способ получения кедрового масла и белково-углеводного продукта / Субботина М.А., Павлов С.С., Колесникова Т.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности». – № 2009113886/13; заявл. 13.04.2009; опубл. 20.11.2010, Бюл. № 32.
4. Химический состав пищевых продуктов / под ред. профессора, доктора технических наук И.М. Скурихина и профессора, доктора медицинских наук М.Н. Волгарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1987. – 360 с.
5. Щербаков, В.Г. Производство белковых продуктов из масличных семян / В.Г. Щербаков, С.Б. Иваницкий. – М.: Агропромиздат, 1987. – 152 с.
6. Судачкова, Н.Е. Семена кедрового / Н.Е. Судачкова. – Новосибирск, 1985. – 129 с.
7. Субботина, М.А. Минеральный состав и показатели безопасности семян сосны кедровой сибирской / М.А. Субботина // Вестник КрасГАУ. – 2009. – № 5. – С. 174–177.
8. Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08. Нормы физиологической потребности в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. – М., 2008. – 41 с.

ФГБОУ ВПО «Кемеровский технологический институт  
пищевой промышленности»,  
650056, Россия, г. Кемерово, б-р Строителей, 47.  
Тел./факс: (3842) 73-40-40  
e-mail: office@kemtipp.ru

#### SUMMARY

**T.G. Kolesnikova, M.A. Subbotina, N.S. Shubenkina**

#### STUDY ON THE CHEMICAL COMPOSITION OF THE PROTEIN-LIPID PRODUCT OF PINE NUTS

This article presents the study on chemical composition, nutritional value and safe properties of the protein-lipid product from pine nuts. Proteins of the protein-lipid product contain all the essential amino acids. Lipids of the protein-lipid product show a considerable content of unsaturated fatty acids such as oleic, linoleic and  $\gamma$ -linolenic acids, and phospholipids. The carbohydrate complex is presented by polysaccharides such as starch, cellulose, pentosanami. As far as mineral substances and vitamins are concerned, magnesium, potassium, iron, manganese, zinc, water-soluble vita-

mins riboflavin and niacin, and fat-soluble tocopherols dominate quantitatively. Regarding the microbiological characteristics and toxic elements content of the protein-lipid product, it meets the requirements of sanitary rules and norms.

Protein-lipid product, nutritional value, amino acid composition, linoleic acid,  $\gamma$ -linolenic acid.

Kemerovo Institute of Food Science and Technology  
47, Boulevard Stroiteley, Kemerovo, 650056, Russia.  
Phone/fax: +7(3842) 73-40-40  
e-mail: office@kemtipp.ru

