

Хайдова Гулжахан Бердимамедовна, магістрант, факультет товароведення і торгового підприємництва, Харківський державний університет питань і торгівлі. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. E-mail: 19721980@ukr.net.

Haidova Gyljahan, student-magistr, faculty of merchandizing and trade business, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. E-mail: 19721980@ukr.net.

Колієнко Сергій Олександрович, студ. факультет товарознавства і торговельного підприємництва, Харківський державний університет харчування та торгівлі. Адреса: вул. Клочківська, 333, м. Харків, Україна, 61051. E-mail: 19721980@ukr.net.

Колієнко Сергей Александрович, студ. факультет товароведения и торгового предпринимательства, Харьковский государственный университет питания и торговли. Адрес: ул. Клочковская, 333, г. Харьков, Украина, 61051. E-mail: 19721980@ukr.net.

Kolienko Sergey, student, faculty of merchandizing and trade business, Kharkiv State University of Food Technology and Trade. Address: Klochkivska str., 333, Kharkiv, Ukraine, 61051. E-mail: 19721980@ukr.net.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. В.О. Потаповим.
Отримано 15.05.2017. ХДУХТ, Харків.*

УДК 634.51, 663.86.054.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СКЛАДУ БІЛКОВІСНОГО НАПОЮ З ЯДЕР ВОЛОСЬКОГО ГОРІХА

Ю.Ю. Савчук, С.І. Усатюк

Розробка білковісних рослинних напоїв – перспективний напрям розвитку харчової галузі. Стаття присвячена дослідженню жирнокислотного складу білковісного напою з ядер волоського горіха з метою встановлення біологічної цінності ліпідів напою та порівняння з ліпідами волоського горіха. Визначено вміст окремих жирних кислот у напої з ядер волоського горіха та встановлено їх жирнокислотний скор.

Ключові слова: білковісний напій, ліпіди, волоський горіх, жирнокислотний склад.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА БЕЛОКСОДЕРЖАЩЕГО НАПИТКА ИЗ ЯДЕР ГРЕЦКОГО ОРЕХА

Ю.Ю. Савчук, С.И. Усатиук

Разработка белоксодержащих растительных напитков – перспективное направление развития пищевой отрасли. Статья посвящена исследованию жирнокислотного состава белоксодержащего напитка из ядер грецкого ореха с целью установления биологической ценности липидов напитка и сравнение с липидами грецкого ореха. Определено содержание отдельных жирных кислот в напитке из ядер грецкого ореха и установлен их жирнокислотный скор.

Ключевые слова: белоксодержащий напиток, липиды, грецкий орех, жирнокислотный состав.

THE STUDY OF FATTY ACID COMPOSITION OF PROTEIN- CONTAINING BEVERAGE FROM WALNUTS KERNELS

Y. Savchuk, S. Usatiuk

The perspective direction of development in food industry is development of protein-containing plant drinks.

Actual direction in the food industry is development of protein-containing products from plant raw materials. Similar products exist in many countries of the world, in particular in the countries of Asia a traditional product is protein-containing beverage from soy – soy milk. In the countries of southwest Europe consume protein-containing drink from almonds – almond milk. There are technologies of rice and oat protein-containing beverages.

Plant lipids, including walnut beverage lipids, are the main source of essential polyunsaturated fatty acids.

Their physiological significance is caused by the fact that they are necessary for the metabolism in a human body and increase the elasticity of the vessels. The biological role of polyunsaturated fatty acids is determined by their participation as structural elements of biomembranes of cells.

This article is devoted to the study of the fatty acid composition of the protein-containing beverage from walnut kernels in order to establish the biological value of the beverage lipids and comparison with walnut lipids.

The content of individual fatty acids in the beverage from walnut kernels is determined and their fatty acid content is established.

The study of the fatty acid composition of the protein-containing beverage from walnut kernels has shown that among the fatty acid groups the largest content belongs to polyunsaturated fatty acids, namely, linoleic and linolenic. Therefore, the

lipids of the drink are showing anti-atherosclerotic, antiarrhythmic, anti-inflammatory and anti-allergenic properties.

The consumers segment of proteinaceous products of plant origin includes all social spheres of the population. Also they can be recommended for dietary food, for people with intolerance of lactose and during a post.

Keywords: *protein-containing beverage, lipids, walnut, fatty acid composition.*

Постановка проблеми у загальному вигляді. В останні роки науковці харчової галузі особливу увагу звертають на питання створення рослинних продуктів, здатних частково або повністю замінити продукти тваринної природи. Таким продуктом можна вважати білковмісний напій із ядер волоського горіха. Його можна рекомендувати людям інтолерантним до лактози, вегетаріанцям та веганам. Розроблений напій є альтернативним джерелом білка для вищезазначених категорій людей, оскільки містить усі незамінні амінокислоти.

Окрім білка напій містить 3,5–4,1% ліпідів. Рослинні ліпіди, у тому числі ліпіди волоського горіха, є основним джерелом есенціальних поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) родини ω6 (лінолева, γ-ліноленова, арахідонова) і ω3 (α-ліноленова, ейкозапентаєнова). Їхнє фізіологічне значення обумовлене тим, що вони необхідні для обміну речовин в організмі людини та збільшують еластичність судин. Важливим завданням є зберегти корисні властивості ліпідів волоського горіха під час виготовлення білковмісного напою з його ядер. Тому актуальним є дослідження жирнокислотного складу напою з ядер волоського горіха та порівняння його з жирнокислотним складом самого горіха.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні розробленням білкових продуктів із рослинної сировини та комплексним оцінюванням якості, у тому числі дослідженням біологічної ефективності ліпідів, займаються спеціалісти харчової галузі всього світу. Наприклад, Ілана Фельберг (Інститут аграрної та харчової промисловості в Ріо-де-Жанейро, Бразилія) розробила та дослідила напій на основі соєвого молока з додаванням молока бразильського горіха. Напоеві характерні комбіновані органолептичні властивості обох видів сировини та збалансований хімічний склад продукту.

Аліна Флорентина Дан (Університет Лучіана Блага в Сібіу, Румунія) досліджувала способи отримання та збагачення мигдального молока. Вона розробила низку рецептур із додаванням до мигдального молока біологічно активних речовин, що дало змогу розширити асортимент білкових продуктів рослинного походження.

Сузу Джіанг (Університет Гонконгу) досліджував виробництво напоїв із пророщених бобів сої та встановлення впливу біохімічних

реакцій, які відбуваються під час пророшування, на фізико-хімічні властивості кінцевого продукту.

Ефективність засвоєння ліпідів організмом залежить від збалансованості їхнього жирнокислотного складу [1].

Матеріали та методи досліджень. Об'єктом дослідження є волоський горіх та напій із його ядер, який був отриманий шляхом екстрагування подрібненої маси горіхів 0,5% водним розчином хлориду натрію за співвідношення екстрагента до маси сировини 5:1 за температури 50–55 °С упродовж 60 хв, за постійного перемішування, із попереднім замочуванням у воді, за співвідношення води до сировини 1 : 1 за температури 20 °С, упродовж 10 год та подрібненням відділених від води ядер до отримання пастоподібної маси. Після екстрагування рідину, що містить дрібнодисперсну фракцію суспензії, відділяють від нерозчинної частини шляхом фільтрації. До отриманого в результаті екстрагування розчину додають цукровий сироп і стабілізатор – пектин харчовий відповідно до розробленої рецептури.

Отриманий напій – це однорідна непрозора рідина кремового кольору. Він має виражений горіховий аромат, без сторонніх запахів і приємний солодкуватий смак із горіховим післясмаком.

Жирнокислотний склад визначали методом газової хроматографії згідно з ДСТУ ISO 5508-2001.

Принцип підготовки проб ліпідів для аналізу їх жирно кислотного складу (ЖКС) полягає в лужному гідролізі тригліцеридів до вільних жирних кислот із наступним отриманням метилових естерів жирних кислот шляхом реакції етерифікації. Склад метилових ефірів жирних кислот визначали методом газової хроматографії на хроматографі «Кристал-Люкс 4000М» за таких умов: колонка капілярна 50 м, температура випарника, колонки і детектора відповідно 180, 200 і 220 °С, детектор полум'яно-іонізаційний, газ-носій – азот. Результати досліджень обробляли з використанням комп'ютерної програми NET-chrom WIN. Використання високоєфективної капілярної колонки дозволило ідентифікувати 18 жирних кислот та їх ізомерів від C10:0 до C23:0.

Мета роботи – проведення порівняльного аналізу якісного і кількісного жирнокислотного складу ліпідів волоського горіха та напою з нього.

Виклад основного матеріалу дослідження. Згідно із сучасною концепцією раціональне харчування населення має бути збалансованим за ЖКС. Для дорослих рекомендоване споживання ПНЖК у кількості 6–10% добового раціону із співвідношенням жирних кислот ω6:ω3 (5...10):1 [2].

Різниця жирнокислотного складу ліпідів волоського горіха та напою з нього пояснюється технологічною обробкою горіхів під час виготовлення напою, а саме замочуванням та екстрагуванням. Також варто відзначити відсутність ерукової, трикозанової та цис-10-гептадеценової жирних кислот у ліпіді напою (табл. 1).

І в ліпіді напою, і в ліпіді горіха значно переважає вміст ПНЖК (ω6 лінолева, ω3 ліноленова) над вмістом МНЖК та НЖК.

Таблиця 1

Жирнокислотний склад ліпідів волоського горіха та напою з нього

№ з/п	Жирна кислота	Концентрація, мг/1 жиру	
		Напій із волоського горіха	Горіх волоський
1	C 10:0 капронова	0,4755	0,7691
2	C 11:0 ундеканова	0,6651	1,0800
3	C 12:0 лауринова	2,2850	2,1820
4	C 13:0 тридеканова	1,0500	2,4290
5	C 14:0 міристинова	0,9379	0,3791
6	C 14:1 міристолейнова	4,3250	5,2470
7	C 15:0 пентадеканова	0,7107	0,2844
8	C 15:1 цис-10-гептадеценова	0,4517	0,5647
9	C 16:0 пальмітинова	6,225	5,914
10	C 16:1 пальмітолейнова	1,6200	4,6030
11	C 17:0 гептадеканова	1,7520	1,1340
12	C 17:1 цис-10-гептадеценова	–	0,2637
13	C 18:0 стеаринова	1,3960	1,6700
14	C 18:1 олейнова	6,33	11,98
15	C 18:2 ω6 лінолева	44,01	48,68
16	C 18:3 ω3 ліноленова	41,34	30,83
17	C 22:1 ерукова	–	0,4651
18	C 23:0 трикозанова	–	0,7432

Біологічну цінність жирів, яку визначають відношенням суми ненасичених жирних кислот (активний баланс) до суми насичених жирних кислот (пасивний баланс), прийнято називати коефіцієнтом К1 або індексом ненасиченості (табл. 2).

Таблиця 2

Співвідношення ЖК згідно з принципами збалансованого харчування

Співвідношення	Напій із волоського горіха	Волоський горіх	«Еталонний ліпід»
НЖК : ПНЖК: МНЖК	0,13 : 1 : 0,14	0,13 : 1 : 0,27	1:1:1
ПНЖК+МНЖК: НЖК (К1)	7,87	9,99	6,5...18,8
$\omega 6:\omega 3$	1,06 : 1	1,58 : 1	4 : 1
НЖК:ПНЖК ω -3 : ПНЖК ω -6:МНЖК	0,64:1,6:2,8:2,7	0,8:1,6:3,6:6,7	23,0:1,6:6,4:69,0
Лінолева ПНЖК: олеїнова МНЖК	6,95	4,06	> 0,25

Чим більший вміст в олії ненасичених жирних кислот, тим вища її біологічна цінність. Вміст ненасичених жирних кислот визначається сумою ліноленової та олеїнової кислот, які відрізняються ступенем ненасиченості, або біопотенціалом. Чим більше в олії лінолевої кислоти, тим вища біологічна цінність. Для напою вона становить 7,87, для волоського горіха – 9,99.

Із наведених даних видно, що ні один із зразків повною мірою не відповідає ідеальному гіпотетичному жиру, що пояснюється підвищеним вмістом ПНЖК і зниженим вмістом НЖК. Але за біологічною та фізіологічною цінністю (К1) наближені до такого жиру.

Результати дослідження рівня засвоєння ліпідів напою з волоського горіха та самого горіха зображено в табл. 3.

**Визначення рівня засвоєння окремих груп ЖК
і в цілому ліпідів волоського горіха та напою з нього**

Показник	Напій з волоського горіха		Волоський горіх		«Еталонний ліпід»	
	F1j	C1j	F2j	C2j	F0j	C0j
Вміст НЖК	10,84	0,54	10,15	3,17	20,00	1,00
Вміст олеїнової жирної кислоти	6,33	0,18	11,98	0,34	35,00	1,00
Вміст ПНЖК	85,35	14,23	79,51	13,25	6,00	1,00
Сума скорів	–	14,95	–	16,76	–	3,00
Коефіцієнт ефективності ліпідів	0,04		0,07		1	

За рахунок дуже високого вмісту ПНЖК та низького лімітованої олеїнової кислоти коефіцієнт ефективності жирів волоського горіха та екстракту з нього має низьке значення 0,07 та 0,04 відповідно, що свідчить про низький рівень засвоєння жирів.

Основною перевагою ліпідів напою з ядер волоського горіха є високий вміст ПНЖК. ω 3-ПНЖК (41,34 мг/г жиру) та ω 6-ПНЖК (44,01 мг/г жиру) відіграють важливу роль у підтримці фізичного та психічного здоров'я людини, у попередженні багатьох хвороб, сприяють зниженню тиску крові в пацієнтів із порушеннями ліпідного обміну. Продукти з підвищеним вмістом лінолевої та ліноленової кислот мають антиатеросклеротичну, антиаритмічну, протизапальну та антиалергенну властивості та можуть використовуватися для профілактики серцево-судинних хвороб, за різноманітних порушень метаболічних процесів в організмі людини. Ці факти стали основою для рекомендацій щодо використання жирів, які містять кислоти групи ω 3, із лікувальною метою [3]. Мінімальна потреба людини в незамінних жирних кислотах визначається переважно віком і фізіологічним станом організму [4].

Отже, ліпіди білковмісного напою з ядер волоського горіха характеризуються високим вмістом ПНЖК, низьким рівнем засвоєння та незначною різницею за жирнокислотним складом із ліпідами самого горіха.

Висновки. Дослідження жирнокислотного складу білковмісного напою з ядер волоського горіха показали, що серед груп ЖК найбільший вміст належить ПНЖК, а саме лінолевій та ліноленовій ЖК. Тому ліпіди напою виявляють антиатеросклеротичну, антиаритмічну, протизапальну та антиалергенну властивості.

За рахунок високого вмісту ПНЖК та низького вмісту НЖК біологічна цінність ліпідів напою низька – 0,04, що означає низький рівень їх засвоєння.

Унаслідок порівняння жирнокислотного складу волоського горіха та напою з нього встановлено незначну різницю у вмісті ЖК, що свідчить про низький рівень впливу технологічної обробки сировини на жирнокислотний склад ліпідів.

Список джерел інформації / References

1. Доронин А. Ф. Функциональные пищевые продукты. Введение в технологии / А. Ф. Доронин, Л. Г. Ипатова, А. П. Нечаев. ; под ред. А. А. Кочетковой. – М. : ДеЛи принт, 2009. – 278 с.

Dronin, A.F., Ipatov, A.P., Nechaiev, A.P. (2009), *Functional food products. Introduction to Technology [Funktionalnye pischevye produkty. Vvedenie v tekhnologii]*, DeLi print, Moskva, 278 p.

2. Макаручук Т. А. Проблемы качества и безопасности новых масложировых продуктов / Т. А. Макаручук, А. Е. Подрушник, Л. В. Коваль // Проблемы питания. – 2003. – № 12.

Makarchuk, T.A., Podruchnyk, A. E., Koval, L.V. (2003), "Problems of quality and safety of new fat-and-oil products" ["Problemy kachestva i bezopasnosti novyx maslozhirovux produktov"], *Nutrition problems*, No. 8.

3. Самсонов М. А. Новое в профилактике и лечении атеросклероза, ишемической болезни сердца, гиперлипидемии и других заболеваний / М. А. Самсонов // Вопросы питания. – 1995. – № 4.

Samsonov, M.A. (1995), "New in the prevention and treatment of atherosclerosis, ischemic heart disease, hyperlipidemia and other diseases" ["Novoe v profilaktike y lechenii ateroskleroza, ishemicheskoy bolezni serdtsa, hiperlipidemii y druhykh zabolevaniy"], *Nutrition issues*, No. 4.

4. Steinke, F.H., Volgarev, M.N. (1992), "Currant dietary composition in developed countries and need for modification", *New Protein Foods Hum. Health*, pp. 143-146.

5. Ilana Felberg, Rosemar Antoniassi, Rosires Deliza, Sidinea Cordeiro de Freitas, Regina Celia Della Modesta (2009), Soy and Brazil nut beverage: processing, composition, sensory, and color evaluation. *Ciênc. Tecnol. Aliment. Campinas*. J., Vol. 29, No. 3, p. 29.

6. Florentina Dan A. (2014), Research regarding the production and the improvement of quality and nutritional value of almond milk as a possible substitute for cow's milk. Sibiu: Lucia Blaga University of Sibiu.

Савчук Юрій Юрійович, аспірант, кафедра експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій. Адреса: просп. Науки 26, м. Київ, Україна, 03028. E-mail: yura_savchuk_@ukr.net.

Савчук Юрий Юрьевич, аспірант, кафедра експертизи пищевых продуктов, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: просп. Науки 26, г. Киев, Украина, 03028. E-mail: yura_savchuk_@ukr.net.

Savchuk Yuriy Yuriiovych, graduate student, Department of Food Examination, National University of Food Technologies. Address: av. Nauky 26, Kyiv, Ukraine, 03028. E-mail: yura_savchuk_@ukr.net.

Усатюк Світлана Іванівна, канд. техн. наук, доц., кафедра експертизи харчових продуктів, Національний університет харчових технологій. Адреса: вул. Володимирська 68, м. Київ, Україна, 01033.

Усатюк Светлана Ивановна, канд. техн. наук, доц., кафедра експертизы пищевых продуктов, Национальный университет пищевых технологий. Адрес: ул. Владимирская 68, г. Киев, Украина, 01033.

Usatiuk Svitlana, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Food Examination, National University of Food Technologies. Address: Volodymyrska str., 68, Kyiv, Ukraine, 01033.

*Рекомендовано до публікації д-ром техн. наук, проф. А.А. Дубиніною.
Отримано 15.05.2017. ХДУХТ, Харків.*

УДК 519.85

ОДИН В ПІДХОДІВ ДО РІШЕННЯ КЛАСУ ЗАДАЧ ПРИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБ'ЄКТІВ

Є.Ю. Стоян, Є.М. Якушенко

Розглянуто окремих клас дискретних задач геометричного проектування. Наводиться формальна постановка задачі призначення геометричних об'єктів у вигляді задачі оптимізації на евклідових комбінаторних множинах. Пропонується один із підходів вирішення цього класу задач на основі занурення комбінаторних множин у арифметичний евклідів простір.

Ключові слова: дискретні задачі, оптимізація, комбінаторні множини, евклідів простір.

© Стоян Є.Ю., Якушенко Є.М., 2017