

**Антоніна ДУБІНІНА,
Світлана ЛЕНЕРТ,
Ольга ХОМЕНКО**

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДУ АРАХІСОВИХ ПАСТ ПІДВИЩЕНОЇ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ

На основі огляду наукової літератури обґрунтовано доцільність використання арахісу для створення продуктів функціональної спрямованості. Проаналізовано асортимент розроблених арахісових паст іноземними та вітчизняними вченими. За допомогою математичного моделювання розраховано вміст рецептурних компонентів арахісових паст, які за хімічним складом наближені до норм "здорового" харчування.

Ключові слова: функціональні продукти, арахісова паста, біологічна цінність.

© Антоніна Дубініна, Світлана Ленерт, Ольга Хоменко, 2016

Дубинина А., Ленерт С., Хоменко О. Моделирование состава арахисовых паст повышенной биологической ценности. На основе обзора научной литературы обоснована целесообразность использования арахиса для создания продуктов функциональной направленности. Проанализирован ассортимент разработанных арахисовых паст иностранными и отечественными учеными. С помощью математического моделирования рассчитано содержание рецептурных компонентов арахисовых паст, которые по химическому составу приближены к нормам "здорового" питания.

Ключевые слова: функциональные продукты, арахисовая паста, биологическая ценность.

Постановка проблеми. В останні десятиліття вимоги споживачів до виробництва харчових продуктів значно зросли. Вони стають уважнішими до харчування, адже їжа має безпосередній вплив на їхнє здоров'я. Сьогодні продукти призначені не тільки для втамування голоду та забезпечення необхідними поживними речовинами організм людини, а й для профілактики захворювань, пов'язаних із харчуванням, і поліпшення фізичного та психічного благополуччя споживачів [1]. У зв'язку з цим, зростаючий попит на функціональні харчові продукти можна пояснити зростанням вартості медичних послуг, зміною ритму життя людей, погіршенням екологічної ситуації, збільшенням захворюваності всіх категорій населення [2; 3].

Функціональне харчування є невід'ємною частиною комплексної терапії та профілактики різних захворювань, зокрема, хвороб серцево-судинної системи, які посідають перше місце в структурі смертності населення [4]. Цей факт зумовлює необхідність розширення асортименту продуктів із холестеринзнижуючим ефектом. Саме холестерин є головною причиною ураження кровоносних судин. Перспективною сировиною для розширення асортименту таких продуктів є арахіс, який вирощують у всьому світі. Здебільшого він використовується для виробництва олії. Проте, крім жирів, арахіс містить багато інших функціональних сполук – білків, харчових волокон, поліфенолів, антиоксидантів, вітамінів і мінеральних елементів, які можуть додаватися як функціональний інгредієнт у проєктовані харчові продукти функціональної спрямованості. Останні дослідження вчених доводять, що арахіс є відмінним джерелом ресвератролу, фенольних кислот, флавоноїдів і фітостеролів, які блокують всмоктування холестерину [5–10].

У світі все більшої популярності набуває арахісова паста, або арахісове масло (peanut butter). У США та країнах Європи ці дві назви часто ототожнюють. Розрізняють два основних види пасти – у вигляді однорідної кремоподібної маси (creamy) та з додаванням шматочків арахісу (crunchy). Цей продукт також може розрізнятися за калорійністю й відсотковим вмістом арахісу [11].

Арахісову пасту використовують для безпосереднього вживання в їжу, в складі кондитерських і сиркових виробів, морозива, а також в закладах ресторанного господарства.

На сьогодні розроблено та запатентовано понад ста рецептур арахісового масла, зокрема, відомий спосіб виготовлення масла (США), яке не викликає алергію завдяки істотному зменшенню або повному виключенню алергенних білків арахісу [12].

Китайські вчені також займаються розробкою рецептур цього продукту. Одна з них містить ядра арахісу, часник, гострий перець і сіль. Таке арахісове масло багате на поживні речовини, має пікантний смак і тривалий термін зберігання [13].

Винайдено спосіб виробництва крем-пасти, яку отримують із арахісу з додаванням емульгаторів, харчових антиокиснювальних речовин і харчової солі [14].

Китайський учений Shaoyi Qiu розробив мультивітамінну арахісову пасту, яка містить зародки пшениці, стабілізатори та ароматизатори. Цей продукт має високу біологічну цінність і чудовий смак [15].

У Китаї [16] виготовлено арахісове масло, яке може містити такі компоненти, %: арахіс (50–70), кунжут (10–20), горіхи кеш'ю (10–20), волоський горіх (8–15), кедровий горіх (5–10), мед (20–30), яблука (6–8), банани (6–8), морква (3–5), броколі (4–9), соєва олія (4–6), сіль (0.5–1.2), білий оцет (0.8–1.1), часник (4–7), імбир (0.2–0.4). Воно має високу поживну цінність, приємний смак і аромат, низьку собівартість.

Науковцями Кемеровського технологічного інституту харчової промисловості Л. В. Терещуком і С. С. Павловим запропоновано виробництво арахісової пасти без будь-яких добавок. Вона має тягучу консистенцію, яскраво виражений арахісовий смак, кремовий колір і характеризується високим вмістом ліпідної фракції [17].

В Україні арахісову пасту представлено в невеликому асортименті, здебільшого закордонного виробництва, хоча вітчизняні вчені почали працювати над її розробками. ЗАТ "Мрія" запропонувало продукт, до складу якого входить кремозна маса арахісового масла, обсмажені гранули арахісу, твердий жир, сіль, цукор, какао-порошок і стабілізатор [18]. ТОВ "Луко" розробило арахісове масло, що містить тертий смажений арахіс, гідрогенізований рослинний або кондитерський жир, смакові добавки (цукрову пудру та/або сіль та/або какао-порошок), емульгатор рослинний [19].

Треба зазначити, що використання гідрогенізованих рослинних жирів не бажане, адже вони порушують жировий обмін організму (збільшують рівень холестерину й тригліцеридів), сприяють розвитку гіперхолестеринемії, гіпертригліцеридемії й атеросклерозу, що провокує розвиток серцево-судинних захворювань. Недоліками існуючих винаходів є також недостатньо висока біологічна цінність.

Мета дослідження – створення арахісової пасти з високою харчовою та біологічною цінністю для оздоровчого харчування.

Матеріали та методи. Для розробки паст обрано сорт арахісу *Темно-червоний*, лляну олію, сухе знежирене молоко, цукрову пудру та какао-порошок, що забезпечить розширення смакового спектру арахісових паст і дасть змогу підвищити харчову та біологічну цінність кінцевого продукту.

За хімічним складом лляна олія належить до ліноленово-лінолевої групи й містить такі основні жирні кислоти, %: ліноленова – 21–60, лінолева – 25–29, олеїнова – 5–20, насичені – 5–10. Наукові та клінічні дослідження доводять, що цей продукт знижує рівень холестерину в крові, зменшує високий кров'яний тиск, полегшує лікування захворювань шкіри тощо [20; 21]. Лляну олію також використовували для надання пластичної, мазкої консистенції арахісовим пастам.

Сухе знежирене молоко обрано з міркувань його високої біологічної цінності, зумовленої особливостями біохімічного складу та фізичних властивостей. Наявність майже всіх основних речовин (білків, вуглеводів, мінералів, вітамінів) і вісімнадцяти амінокислот робить цей продукт незамінним у харчуванні [22]. Використання сухого знежиреного молока у виробництві арахісових паст надасть взаємокомпенсуючого впливу на формування амінокислотного складу сумарного білка й допоможе підвищити його біологічну цінність.

Використання какао-порошку у виготовленні арахісових паст зумовлено не тільки приємними смаковими властивостями, а й низкою цінних речовин у його складі (анандамід, аргінін, триптофан, тирамін, допамін, серотонін, гістамін, фенілетиламін, епікатехін і поліфеноли (антиоксиданти), салсолінол, Магній) [23].

Цукрова пудра – джерело вуглеводів, які забезпечують організм енергією, а також компонент для формування смакових властивостей арахісових паст.

Дослідження хімічного складу інгредієнтів паст проведено за загальноприйнятими методиками: масову частку вологи – висушуванням до постійної маси [24–27], загальний вміст білкових речовин – за методом К'ельдаля [28; 29], кількість жиру – за методом Сокслета [30–32], загальний вміст цукрів – за методом Бертрана [33; 34], вміст пектинових речовин – ваговим кальцієво-пектатним методом, масову частку крохмалю – йодометричним методом [35], масову частку клітковини – ваговим методом [36].

Амінокислотний склад білка визначено методом іонообмінної колончатої хроматографії [37] на автоматичному амінокислотному аналізаторі ААА-339М виробництва "Мікротехна" (Чехія).

Жирнокислотний склад жиру визначено екстракцією ліпідів сумішшю хлороформ : метанол (1:2) за методом Фолча [38], а потім метилюванням жирних кислот із подальшим їх кількісним визначенням на газовому хроматографі [39].

Вміст вітаміну Е визначено фотометричним методом, В₁ і В₂ – флуорометричним, РР – колориметричним [40].

Вміст Натрію і Калію визначено методом полум'яної фотометрії [41; 42], Кальцію – титриметричним методом [43], Фосфору – спектрофотометричним [44], Магнію [45], Заліза – атомно-абсорбційним методом [46]. Мінералізацію проб проведено за ГОСТ 26929 [47].

Вміст харчових речовин у рецептурних компонентах арахісових паст представлено в *табл. 1*.

Таблиця 1

Вміст харчових речовин у рецептурних компонентах арахісових паст

 $n = 3; P \geq 0.95; \varepsilon \leq 5$

Харчова речовина	Вміст харчових речовин на 100 г продукту					
	арахіс	сухе молоко	цукор	олія лляна	какао-порошок	
Вода, %	3.5	4.0	0.14	–	5.0	
Білки, г	26.8	37.9	–	–	24.3	
Незамінні аміно-кислоти, мг/100 г	Валін	1290	1759	–	–	750
	Ізолейцин	790	1934	–	–	530
	Лейцин	1450	3564	–	–	800
	Лізин	1040	2159	–	–	530
	Метіонін	250	908	–	–	150
	Треонін	1290	1689	–	–	445
	Триптофан	280	435	–	–	160
	Фенілаланін	1040	1789	–	–	730
Жири, г	54.0	1.0	–	99.9	15	
у т. ч. ПНЖК:	14.21	0.03	–	68	1.5	
ω-3	0.05	0.01	–	54	0.1	
ω-6	14.16	0.02	–	14	1.4	
Вуглеводи, г	8.93	49.3	99.8	–	28.3	
у т. ч.						
моно- та дицукри	2.03	49.3	99.8	–	2	
крохмаль	3.8	–	–	–	26.3	
пектинові речовини	3.1	–	–	–	–	
Клітковина, %	2.9	–	–	–	7.5	
Мінеральні речовини, мг	Натрій	20	442	1	–	1
	Калій	687	1224	3	–	1689
	Кальцій	86	1155	2	–	55
	Магній	188	160	–	–	191
	Фосфор	333	920	–	–	655
	Залізо	3	0.55	0.3	–	14.8
Вітаміни, мг	В ₁	0.7	0.3	–	–	0.1
	В ₂	0.1	1.8	–	–	0.3
	РР	13.63	1.2	–	–	1.8
	Е	7.58	–	–	48	3
Енергетична цінність, ккал	628.92	357.8	399.2	899.1	345.4	

Розробку рецептур нових паст на основі арахісу здійснено методом математичного моделювання за критерієм мінімізації енергетичної цінності, підбираючи сировинні компоненти із заданими обмеженнями величини функції та регульованих показників [48].

Цільова функція в такому випадку обмежена енергетичною цінністю продукту, що проектується (1):

$$F = C_1 X_1 + C_2 X_2 + C_3 X_3 + \dots + C_n X_n = \min, \quad (1)$$

де $C_1, C_2, C_3, \dots, C_n$ – калорійність відповідного компонента композиції, ккал;
 $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ – відносний вміст сировинних компонентів у композиції, % мас.

Обмеження на регульовані показники в композиції, що проектується (2):

$$K_1 X_1 + K_2 X_2 + K_3 X_3 + \dots + K_n X_n = Y_n, \quad (2)$$

де $K_1, K_2, K_3, \dots, K_n$ – середня величина відносного вмісту регульованого показника в конкретному сировинному компоненті;
 Y_n – величина регульованих показників у продукті.

Отримані системи рівнянь вирішено методом лінійного програмування за допомогою програми *Mathcad* із використанням пакетів програм із оптимізації рецептур харчових продуктів, що дають змогу в результаті їх математичної обробки визначити відносний вміст сировинних компонентів, а також величину енергетичної цінності модельованих композицій.

На першому етапі проектування необхідно підібрати композицію інгредієнтів для одержання арахісових паст із органолептичними властивостями, близькими до еталонних: колір – від світло-жовтого до світло-коричневого (для арахісово-молочної пасту) та від коричневого до темно-коричневого (для арахісової молочно-шоколадної пасту); смак і запах – гармонійний із молочним і шоколадно-молочним відтінком смаку, в міру солодкий, без стороннього присмаку та запаху; консистенція – ніжна, однорідна, пластична, помірно мазка.

Експериментально встановлено обмеження рецептурних компонентів за органолептичними показниками, а саме, г: арахіс – 60–80; сухе знежирене молоко – 5–10; цукрова пудра – 5–10; лляна олія – 3–4; какао-порошок – 2–3. Здійснено проектування рецептурного складу паст за науково-обґрунтованим алгоритмом щодо складання композицій із урахуванням основних вимог теорії збалансованого харчування.

Сировинні компоненти підібрано із заданими обмеженнями величини функції та регульованих показників для забезпечення потреби організму в харчових речовинах відповідно до фізіологічних норм харчування.

Ураховано також умови невід'ємності всіх перемінних і умову, що сума мас інгредієнтів для цієї задачі повинна дорівнювати необхідній масі готового продукту, тобто 100 г.

Результати дослідження. За допомогою математичного моделювання встановлено концентрації рецептурних компонентів арахісово-молочної та молочно-шоколадної паст, %: паста арахісово-молочна (арахіс – 76.5, сухе знежирене молоко – 10, цукрова пудра – 10, лляна олія – 3.5) і паста арахісова молочно-шоколадна (арахіс – 74, сухе знежирене молоко – 10, цукрова пудра – 10, лляна олія – 3.5, какао-порошок – 2.5).

Результати розрахованої харчової цінності арахісових паст наведено в *табл. 2*.

Таблиця 2

**Харчова цінність арахісових паст
і процент задоволення добової потреби людини в окремих інгредієнтах**

Харчові речовини	Арахісово-молочна паста		Арахісова молочно-шоколадна паста		Рекомендована добова норма	
	вміст	% добової норми	вміст	% добової норми		
Вода, %	3.1	–	3.1	–		
Білки, г	24.3	27.8	24.2	27.7	58–117 [49]	
Незамінні амінокислоти, мг	Валін	1162	33.2	1149	32.8	3000–4000 [50]
	Ізолейцин	797	22.8	791	22.6	3000–4000 [50]
	Лейцин	1465	29.3	1449	29.0	4000–6000 [50]
	Лізин	1011	25.3	999	25.0	3000–5000 [50]
	Метіонін	282	9.4	280	9.3	2000–4000 [50]
	Треонін	1155	46.2	1135	45.4	2000–3000 [50]
	Триптофан	257	25.8	255	25.5	1000 [50]
Фенілаланін	974	32.5	967	32.2	2000–4000 [50]	
Жири, г	44.9	42.0	43.9	41.1	60–154 [49]	
у т. ч. ПНЖК:	13.3	165.7	12.9	161.7	6–10 [51]	
ω-3	1.9	60.3	1.9	60.3	2.85–3.6 [52]	
ω-6	11.4	228.0	11.0	220.0	4–6 [53]	
Вуглеводи, г	21.7	5.2	22.2	5.3	257–586 [49]	
у т. ч.:						
моно- та дисукри	16.5	22.0	16.5	21.9	50–100 [49]	
крохмаль	2.9	0.8	3.5	0.9	350–400 [52]	
пектинові речовини	2.4	26.4	2.3	25.5	8–10 [49]	
Клітковина, %	2.2	12.7	2.3	13.3	15–20 [49]	
Мінеральні речовини, мг	Натрій	60	1.2	59	1.2	4000–6000 [50]
	Калій	648	17.3	673	18.0	2500–5000 [50]
	Кальцій	181	20.2	181	20.1	800–1000 [50]
	Магній	160	40.0	160	40.0	300–500 [50]
	Фосфор	347	27.7	355	28.4	1000–1500 [50]
	Залізо	2.4	17.0	2.7	19.1	10–18 [49]
Вітаміни, мг	B ₁	0.6	32.3	0.6	31.5	1.5–2 [50]
	B ₂	0.3	11.4	0.3	11.6	2–2.5 [50]
	PP	10.5	52.7	10.3	51.3	15–25 [50]
	E	7.5	49.9	7.4	49.1	10–20 [54]
Енергетична цінність, ккал	588.3	21.6	581.2	21.4	1540–3900 [54]	

Під час проектування складу арахісових паст слід урахувувати, що застосування молочної сировини та лляної олії з арахісом дає змогу отримувати композиції, які характеризуються покращеним амінокислотним, жирнокислотним, вітамінним, мінеральним складом порівняно з окремо взятими компонентами.

Аналіз розрахованих даних свідчить, що основу хімічного складу арахісових паст становитимуть жири та білки. Вуглеводи представлено моно- та дицукрами (за рахунок введення до складу цукрової пудри), крохмалем і пектиновими речовинами. До 5 % загальної кількості харчових речовин займатимуть клітковина, органічні кислоти та зольні елементи.

Баланс між ω -6 та ω -3 кислотами в нових пастах становитиме 6:1, що наближено до продуктів, призначених для лікувального харчування. Таке співвідношення досягається за рахунок додавання лляної олії, що є джерелом ω -3 жирних кислот (ідеальним є співвідношення від 3:1 до 5:1). Тобто нові продукти будуть відмінним джерелом ненасичених жирних кислот. Рекомендована кількість нових паст становить 50 г/добу, що у повній мірі задовольняє добову потребу в ПНЖК.

Біологічна цінність нових арахісових паст характеризуватиметься не лише жирнокислотним складом жиру, а й кількісним і якісним складом білка. Білок нових паст із арахісу міститиме усі 8 незамінних амінокислот, причому споживання 50 г паст задовольнятимуть добову потребу в валіні, лейцині, треоніні та фенілаланіні на 15–23 %. Тобто введення до рецептури сухого знежиреного молока та какао-порошку сприяє покращенню амінокислотного складу готових паст.

Із макроелементів найбільшу питому вагу становить Калій, Кальцій, Фосфор і Магній, задовольняючи добову потребу на 10–20 %.

Вітамінний склад паст із арахісу представлено жиророзчинним вітаміном Е, вітамінами В₁ та РР, що задовольняє добову потребу в них в середньому на 25, 16 і 25 % відповідно.

Висновки. За допомогою математичного моделювання розраховано вміст рецептурних компонентів арахісових паст, які за хімічним складом наближені до норм здорового харчування. Існуючий баланс між ω -6 та ω -3 жирними кислотами дає можливість припустити, що нові продукти сприятимуть зниженню рівня холестерину в крові та можуть рекомендуватися не тільки людям у повсякденному харчуванні, а й з профілактичною метою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Horska E.* Marketing attitudes towards the functional food and implications for market segmentation / E. Horska, K. Sparke // *Journal of European Consumer and Consumer Behaviour.* — 2007. — Vol. 53, N 8. — P. 349—353.
2. *Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries* / L. Kotilainen, R. Rajalahti, C. Ragasa, E. Pehu // *Agriculture and Rural Development Discussion Paper.* — 2006. — 82 p.

3. *Шемета О. О.* Функціональне харчування – новий підхід до здорового способу життя / О. О. Шемета, К. М. Дожук // *Ліки України.* — 2015. — № 1 (186). — С. 24—27.
4. *Лісничка В. М.* Гендерні особливості захворювань серцево-судинної системи / В. М. Лісничка // *Ліки України.* — 2011. — № 2 (6). — С. 41—44.
5. *Arya S. S.* Peanuts as functional food: a review / S. S. Arya, A. R. Salve, S. Chauhan // *Journal of Food Science and Technology.* — 2016. — Vol. 53, Is. 1. — P. 31—41.
6. *Salesa J. M.* Resveratrol in Peanuts / J. M. Salesa, A. V. Resurreccion // *Food Science and Nutrition.* — 2014. — Vol. 54, N 6. — P. 734—770.
7. *Production of a major stilbene phytoalexin, resveratrol in peanut (Arachis hypogaea) and peanut products : a mini review / [M. M. Hasan, M. Cha, V. K. Bajpai, K.-H. Baek] // Reviews in Environmental Science and Biotechnology.* — 2012. — Vol. 12, N 3. — P. 209—221.
8. *Polyphenolic and Antioxidant Changes During Storage of Normal, Mid, and High Oleic Acid Peanuts / [S. T. Talcott, C. E. Duncan, D. Del Pozo-Insfran, D. W. Gorbet] // Food Chemistry.* — 2005. — Vol. 89. — P. 77—84.
9. *Swatsitang P.* Antioxidant capacity and total phenolics of peanut testae / P. Swatsitang, P. Chuendchom, S. Jogloy // *Khon Kaen Agr. J.* — 2011. — Vol. 39. — P. 48—52.
10. *Commercial peanut (Arachis hypogaea L.) cultivars in the United States: phytosterol composition / [E. C. Shin, R. B. Pegg, R. D. Phillips, R. R. Eitenmiller] // J Agric. Food Chem.* — 2010. — Vol. 58 (16). — P. 9137—9146.
11. *Путеводитель по арахисовой пасте, самому популярному продукту США.* — Режим доступа : <http://www.furfur.me/furfur/all/culture/161154-peanutbutter>.
12. Pat. 2010080870 US МПК А23J3/14. Process for preparing hypoallergenic and/or non-allergenic peanut butter and associated products / Ahmedna M., Yu J., Goktepe I. ; patent owner Ahmedna M., Yu J., Goktepe I. — N 20090631325 ; appl. 04.12.2009 ; publ. 01.04.2010.
13. Pat. 101946928 China, МПК А23L1/308, А23L1/38. Preparation method of household peanut butter / Qingli Yang, Feng Zhu, Jie Sun [et al.] ; patent owner Shandong Peanut Res Inst. — N 20101272828 ; appl. 02.09.2010 ; publ. 19.01.2011.
14. Pat. 1692828 China, МПК А23L1/38. Paste like peanut butter / Wang Chaosheng ; patent owner Wang Chaosheng. — N 20051017615 ; appl. 25.05.2005 ; publ. 09.11.2005.
15. Pat. 1145201 China, МПК А23L1/03, А23L1/185, А23L1/38. Multi-vitamin peanut butter and its prepn. tech. / Shaoyi Qiu ; patent owner Shaoyi Qiu. — N 19961015729 ; appl. 04.02.1996 ; publ. 19.03.1997.
16. Pat. 103653082 (A) China, МПК А23L1/38. Nutrient peanut butter and preparation method thereof / He Canhua, Zhang Yingyang ; Nantong Shuanghe Food Co LTD. — N 20131626504 20131202 ; appl. 02.12.2013 ; publ. 26.03.2014.
17. *Терещук Л. В.* Состав и свойства семян арахиса и продукты его переработки / Л. В. Терещук, С. С. Павлов // *Кондитерское пр-во.* — 2011. — № 3. — С. 20—21.
18. Пат. 20751 Україна, МПК 6, А23L 1/36. Арахісове масло / Шатов С. Ю. ; заявник і патентовласник ТОВ "Луко". — № u200608168 ; заявл. 20.07.2006 ; опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2. — 3 с.

19. Пат. 51236 Україна, МПК 6, A23L1/38. Арахісове масло / Скоповський М. Д., Мартинюк В. М., Колоденко М. В., Дідійчук К. А. ; заявник і патентовласник ЗАП "Мрія". — № 2002020931 ; заявл. 05.02.2002 ; опубл. 15.11.2002, Бюл. № 11. — 3 с.
20. *Степнова А. Э.* Льняное масло – перспективный компонент для создания продуктов на его основе / А. Э. Степнова // Все о мясе. — 2006. — № 3. — С. 40.
21. *Ильяшенко Д. В.* Льняное масло как алиментарно-профилактический фактор в экологии питания / Д. В. Ильяшенко, А. С. Воробьева // Вестн. Тверского гос. ун-та. — Тверь, 2005. — Вып. 1. — С. 80—83. — Серия: "Биология и экология".
22. *Твердохлеб Г. В.* Технология молока и молочных продуктов / Г. В. Твердохлеб, Г. Ю. Сажинов, Р. И. Раманаускас. — М. : ДеЛи принт, 2006. — 616 с.
23. *Яшин Я. И.* Какао – пища богов / Я. И. Яшин // Химия и жизнь – XXI век. — 2010. — № 8. — С. 44—45.
24. ГОСТ 10856–96. Семена масличные. Методы определения влажности. — Введ. 1997—06—01. — М. : Госстандарт СССР, 1997. — 6 с.
25. ДСТУ 4910:2008. Вироби кондитерські. Методи визначення масових часток вологи та сухих речовин. — [Чинний від 2009—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2008. — 16 с.
26. ГОСТ 11812–66. Масла растительные. Методы определения влаги и летучих веществ. — Введ. 1987—01—01. — М. : ИПК Из-во стандартов, 2001. — 5 с.
27. ГОСТ 29246–91. Консервы молочные сухие. Методы определения влаги. — Введ. 1993—06—30. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 1992. — 6 с.
28. ДСТУ 7169:2010. Корми, комбікорми, комбікормова сировина. Методи визначення вмісту азоту і сирого протеїну. — [Чинний від 2011—07—01]. — К. : Держспоживстандарт, 2011. — 22 с.
29. ГОСТ 23327–98. Молоко и молочные продукты. Метод измерения массовой доли общего азота по Кьельдалю и определение массовой доли белка. — Введ. 2000—01—01. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 1999. — 11 с.
30. ГОСТ 13496.15–97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. — Введ. 1999—01—01. — [Взамен ГОСТ 13496.1—85]. — М. : Стандартиформ, 2011. — 12 с.
31. ДСТУ 5060:2008. Вироби кондитерські. Методи визначення масової частки жиру. — [Чинний від 2010—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2010. — 23 с.
32. ГОСТ 29247–91. Консервы молочные. Методы определения жира. — Введ. 1993—06—30. — М. : Стандартиформ, 2009. — 6 с.
33. ГОСТ 26176–91. Корма, комбикорма. Методы определения растворимых и легкогидролизуемых углеводов. — Введ. 1993—01—01. — [Взамен ГОСТ 26176–84]. — М. : Межгосударственный стандарт, 1993. — 9 с.
34. ДСТУ 5059:2008. Вироби кондитерські. Методи визначення цукрів. — [Чинний від 2010—01—01]. — К. : Держспоживстандарт України, 2010. — 36 с.
35. *Болдырева О. И.* Методы исследования пищевых продуктов: методические указания к лабораторным работам / О. И. Болдырева, Е. М. Мозгунова. — Оренбург : ОГУ, 2012. — 70 с.

36. ГОСТ 13496.2–91. Корма, комбикорма, кормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки. — Введ. 1992—07—01. — [Взамен ГОСТ 13496.2–84]. — М. : Межгосударственный стандарт, 2002. — 6 с.
37. *Козаренко Т. Д.* Ионообменная хроматография аминокислот / Т. Д. Козаренко. — Новосибирск : Наука, 1975. — 134 с.
38. *Folch J.* A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues / J. Folch, M. Lees, G. Sloan–Stenley // J. Biol. Chem. — 1957. — Vol. 226. — P. 497—509.
39. ГОСТ 30418–96. Масла растительные. Метод определения жирно-кислотного состава. — Введ. 1998—01—01. — Минск : Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. — 7 с.
40. *Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині* / [В. В. Влізло, Р. С. Федорук, І. А. Макар та ін.]. — Львів : Ін-т біол. тварин УААН, 2004. — 400 с.
41. ГОСТ 30504–97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания калия. — Введ. 1999—07—01. — М. : Изд-во стандартов, 2000. — 9 с.
42. ГОСТ 30503–97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Пламенно-фотометрический метод определения содержания натрия. — Введ. 1999—03—01. — М. : Изд-во стандартов, 1999. — 7 с.
43. ГОСТ 26570–95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. — Введ. 1997—07—01. — М. : Изд-во стандартов, 1998. — 16 с.
44. ГОСТ 26657–97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания фосфора. — Введ. 1999—03—01. — М. : Изд-во стандартов, 2000. — 11 с.
45. ГОСТ 30502–97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания магния. — Введ. 1999—01—01. — М. : Изд-во стандартов, 1999. — 6 с.
46. ГОСТ 30178–96. Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов. — Введ. 1998—01—01. — Минск : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. — 13 с.
47. ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. — Введ. 1996—01—01. — М. : Стандартиформ, 2010. — 9 с.
48. *Данович Л. М.* Математическое моделирование состава поликомпонентных пищевых продуктов / Л. М. Данович, П. С. Красин : матеріали IV Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. ["Проблеми та перспективи розвитку науки на початку третього тисячоліття у країнах СНД"], (Переяслав-Хмельницький, 29 верес. — 1 жовт. 2012 р.). — Переяслав-Хмельницький : Переяслав-Хмельницький держ. пед. ун-т ім. Григорія Сковороди, 2012. — С. 111.
49. *Колодязная В. С.* Пищевая химия : учеб. пособие / В. С. Колодязная. — СПб. : СПбГАХПТ, 1999. — 140 с.
50. *Петров О. Ю.* Медико-биологические и нравственные аспекты полноценного питания : учеб. пособие / О. Ю. Петров, Ю. А. Александров. — Йошкар-Ола : Марийский гос. ун-т, 2008. — 224 с.

51. Лифляндский В. Г. Новейшая энциклопедия здорового питания / В. Г. Лифляндский. — СПб. : Нева, 2004. — 384 с.
52. Конь И. Я. Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты в профилактике и лечении болезней детей и взрослых / И. Я. Конь, Н. М. Шилина, С. Б. Вольфсон // Лечащий врач. — 2006. — № 4. — С. 55—59.
53. *Нутриціологія* : навч. посібник / [Н. В. Дуденко та ін.]; під заг. ред. Н. В. Дуденко. — Харків : Світ Книг, 2013. — 560 с.
54. Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії : наказ Міністерства охорони здоров'я України № 272 від 18 лист. 1999 р.

Стаття надійшла до редакції 13.04.2016.

Dubinina A., Lenert S., Khomenko O. Modeling content of peanut pastes of increased biological value.

Background. Diseases of the cardiovascular system rank first in the structure of population mortality rate. This fact stipulates the necessity to expand the range of food products with cholesterol-minimizing effect. Peanuts is a potential raw material for expanding the range of such products because it contains functional compounds that block the absorption of cholesterol.

The aim of the research is the creation of peanut paste with high nutritional and biological value for health-improving nutrition.

Material and methods. Peanut of *Dark-red* variety, linseed oil, skimmed milk powder, sugar powder, cocoa powder that will provide expansion of taste spectrum peanut pastes and allow increasing nutritive and biological value of the final product were selected for development pastes.

The development of new pastes formulations based on peanuts was carried out using method of mathematical modeling according to the energy value minimizing criteria, selecting raw materials components with the given constraints of function values and controlled indices.

Results. Concentrations of formulation components of peanut-milk (1) and milk-chocolate (2) pastes were determined, %: 1 – peanuts – 76.5, skimmed milk powder – 10, sugar powder – 10, linseed oil – 3.5; 2 – peanuts – 74.0, skimmed milk powder – 10.0, sugar powder – 10.0, linseed oil – 3.5, cocoa powder – 2.5.

Conclusion. New peanut pastes are close to standards of "healthy" nutrition according to their chemical composition. The existing balance between ω -6 and ω -3 fatty acids suggests that new products will contribute to lowering blood cholesterol levels and will make it possible not only recommend them to people in their daily diet, but also for the purposes of prophylaxis.

Keywords: functional foods, peanut butter, biological value.

REFERENCES

1. *Horska E.* Marketing attitudes towards the functional food and implications for market segmentation / E. Horska, K. Sparke // *Journal of European Consumer and Consumer Behaviour.* — 2007. — Vol. 53, N 8. — P. 349—353.
2. *Health enhancing foods: Opportunities for strengthening the sector in developing countries* / L. Kotilainen, R. Rajalahti, C. Ragasa, E. Pehu // *Agriculture and Rural Development Discussion Paper.* — 2006. — 82 p.
3. *Shemeta O. O.* Funkcional'ne harchuvannja – novyj pidhid do zdorovogo sposobu zhyttja / O. O. Shemeta, K. M. Dozhuk // *Liky Ukrainy.* — 2015. — № 1 (186). — S. 24—27.

4. *Lisnycha V. M.* Genderni osoblyvosti zahvorjuvan' sercevo-sudynnoi' systemy / V. M. Lisnycha // *Liky Ukrai'ny*. — 2011. — № 2 (6). — S. 41—44.
5. *Arya S. S.* Peanuts as functional food: a review / S. S. Arya, A. R. Salve, S. Chauhan // *Journal of Food Science and Technology*. — 2016. — Vol. 53, Is. 1. — P. 31—41.
6. *Salesa J. M.* Resveratrol in Peanuts / J. M. Salesa, A. V. Resurreccion // *Food Science and Nutrition*. — 2014. — Vol. 54, N 6. — P. 734—770.
7. *Production* of a major stilbene phytoalexin, resveratrol in peanut (*Arachis hypogaea*) and peanut products : a mini review / [M. M. Hasan, M. Cha, V. K. Bajpai, K.-H. Baek] // *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*. — 2012. — Vol. 12, N 3. — P. 209—221.
8. *Polyphenolic* and Antioxidant Changes During Storage of Normal, Mid, and High Oleic Acid Peanuts / [S. T. Talcott, C. E. Duncan, D. Del Pozo-Insfran, D. W. Gorbet] // *Food Chemistry*. — 2005. — Vol. 89. — P. 77—84.
9. *Swatsitang P.* Antioxidant capacity and total phenolics of peanut testae / P. Swatsitang, P. Chuendchom, S. Jogloy // *Khon Kaen Agr. J.* — 2011. — Vol. 39. — P. 48—52.
10. *Commercial* peanut (*Arachis hypogaea* L.) cultivars in the United States: phytosterol composition / [E. C. Shin, R. B. Pegg, R. D. Phillips, R. R. Eitenmiller] // *J Agric. Food Chem.* — 2010. — Vol. 58 (16). — P. 9137—9146.
11. *Putevoditel'* po arahisovoj paste, samomu populjarnomu produktu SShA. — Rezhim dostupa : <http://www.furfur.me/furfur/all/culture/161154-peanutbutter>.
12. Pat. 2010080870 US MPK A23J3/14. Process for preparing hypoallergenic and/or non-allergenic peanut butter and associated products / Ahmedna M., Yu J., Goktepe I. ; patent owner Ahmedna M., Yu J., Goktepe I. — N 20090631325 ; appl. 04.12.2009 ; publ. 01.04.2010.
13. Pat. 101946928 China, MPK A23L1/308, A23L1/38. Preparation method of household peanut butter / Qingli Yang, Feng Zhu, Jie Sun [et al.] ; patent owner Shandong Peanut Res Inst. — N 20101272828 ; appl. 02.09.2010 ; publ. 19.01.2011.
14. Pat. 1692828 China, MPK A23L1/38. Paste like peanut butter / Wang Chaosheng ; patent owner Wang Chaosheng. — N 20051017615 ; appl. 25.05.2005 ; publ. 09.11.2005.
15. Pat. 1145201 China, MPK A23L1/03, A23L1/185, A23L1/38. Multi-vitamin peanut butter and its prepn. tech. / Shaoyi Qiu ; patent owner Shaoyi Qiu. — N 19961015729 ; appl. 04.02.1996 ; publ. 19.03.1997.
16. Pat. 103653082 (A) China, MPK A23L1/38. Nutrient peanut butter and preparation method thereof / He Canhua, Zhang Yingyang ; Nantong Shuanghe Food Co LTD. — N 20131626504 20131202 ; appl. 02.12.2013 ; publ. 26.03.2014.
17. *Tereshhuk L. V.* Sostav i svojstva semjan arahisa i produkty ego pererabotki / L. V. Tereshhuk, S. S. Pavlov // *Konditerskoe pr-vo*. — 2011. — № 3. — S. 20—21.
18. Pat. 20751 Ukrai'na, MPK 6, A23L 1/36. Arahisove maslo / Shatov S. Ju. ; zajavnyk i patentovlasnyk TOV "Luko". — № u200608168 ; zajavl. 20.07.2006 ; opubl. 15.02.2007, Bjul. № 2. — 3 s.
19. Pat. 51236 Ukrai'na, MPK 6, A23L1/38. Arahisove maslo / Skopovs'kyj M. D., Martynjuk V. M., Kolodenko M. V., Didijchuk K. A. ; zajavnyk i patentovlasnyk ZAP "Mrija". — № 2002020931 ; zajavl. 05.02.2002 ; opubl. 15.11.2002, Bjul. № 11. — 3 s.
20. *Stepnova A. Je.* L'njanoe maslo – perspektivnyj komponent dlja sozdanija produktov na ego osnove / A. Je. Stepnova // *Vse o mjase*. — 2006. — № 3. — S. 40.
21. *Il'jashenko D. V.* L'njanoe maslo kak alimentarno-profilakticheskij faktor v jekologii pitaniya / D. V. Il'jashenko, A. S. Vorob'eva // *Vestn. Tverskogo gos. un-ta*. — Tver', 2005. — Vyp. 1. — S. 80—83. — Serija: "Biologija i jekologija".
22. *Tverdohleb G. V.* Tehnologija moloka i molochnyh produktov / G. V. Tverdohleb, G. Ju. Sazhinov, R. I. Ramauskas. — M. : DeLi print, 2006. — 616 s.

23. *Jashin Ja. I. Kakao – pishha bogov / Ja. I. Jashin // Himija i zhizn' – XXI vek. — 2010. — № 8. — S. 44—45.*
24. GOST 10856–96. Semena maslichnye. Metody opredelenija vlazhnosti. — Vved. 1997—06—01. — M. : Gosstandart SSSR, 1997. — 6 s.
25. DSTU 4910:2008. Vyroby kondyters'ki. Metody vyznachennja masovyh chastok vology ta suyh rehovyn. — [Chynnyj vid 2009—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2008. — 16 s.
26. GOST 11812–66. Masla rastitel'nye. Metody opredelenija vlagi i letuchih veshhestv. — Vved. 1987—01—01. — M. : IPK Iz-vo standartov, 2001. — 5 s.
27. GOST 29246–91. Konservy molochnye suhie. Metody opredelenija vlagi. — Vved. 1993—06—30. — M. : IPK Iz-vo standartov, 1992. — 6 s.
28. DSTU 7169:2010. Kormy, kombikormy, kombikormova syrovyna. Metody vyznachennja vmistu azotu i syrogo protei'nu. — [Chynnyj vid 2011—07—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart, 2011. — 22 s.
29. GOST 23327–98. Moloko i molochnye produkty. Metod izmerenija massovoj doli obshhego azota po K'el'dalju i opredelenie massovoj doli belka. — Vved. 2000—01—01. — M. : IPK Iz-vo standartov, 1999. — 11 s.
30. GOST 13496.15–97. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredelenija sodержanija syrogo zhira. — Vved. 1999—01—01. — [Vzamen GOST 13496.1–85]. — M. : Standartinform, 2011. — 12 s.
31. DSTU 5060:2008. Vyroby kondyters'ki. Metody vyznachennja masovoi' chastky zhyru. — [Chynnyj vid 2010—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2010. — 23 s.
32. GOST 29247–91. Konservy molochnye. Metody opredelenija zhira. — Vved. 1993—06—30. — M. : Standartinform, 2009. — 6 s.
33. GOST 26176–91. Korma, kombikorma. Metody opredelenija rastvorimyh i legko-gidrolizuemyh uglevodov. — Vved. 1993—01—01. — [Vzamen GOST 26176–84]. — M. : Mezhsudarstvennyj standart, 1993. — 9 s.
34. DSTU 5059:2008. Vyroby kondyters'ki. Metody vyznachennja cukriv. — [Chynnyj vid 2010—01—01]. — K. : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2010. — 36 s.
35. *Boldyreva O. I. Metody issledovanija pishhevych produktov: metodicheskie ukazanija k laboratornym rabotam / O. I. Boldyreva, E. M. Mozgunova. — Orenburg : OGU, 2012. — 70 s.*
36. GOST 13496.2–91. Korma, kombikorma, kormovoe syr'e. Metod opredelenija syroj kletchatki. — Vved. 1992—07—01. — [Vzamen GOST 13496.2–84]. — M. : Mezhsudarstvennyj standart, 2002. — 6 s.
37. *Kozarenko T. D. Ionoobmennaja hromatografija aminokislot / T. D. Kozarenko. — Novosibirsk : Nauka, 1975. — 134 s.*
38. *Folch J. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues / J. Folch, M. Lees, G. Sloan–Stenley // J. Biol. Chem. — 1957. — Vol. 226. — P. 497—509.*
39. GOST 30418–96. Masla rastitel'nye. Metod opredelenija zhirmo-kislotnogo sostava. — Vved. 1998—01—01. — Minsk : Mezhsudarstvennyj Sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii, 1997. — 7 s.
40. *Fiziologo-biohimichni metody doslidzhen' u biologii', tvarynnyctvi ta veterynarnij medycyni / [V. V. Vlizlo, R. S. Fedoruk, I. A. Makar ta in.]. — L'viv : In-t biol. tvaryn UAAN, 2004. — 400 s.*
41. GOST 30504–97. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Plamenno-fotometricheskij metod opredelenija sodержanija kalija. — Vved. 1999—07—01. — M. : Izd-vo standartov, 2000. — 9 s.
42. GOST 30503–97. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Plamenno-fotometricheskij metod opredelenija sodержanija natrija. — Vved. 1999—03—01. — M. : Izd-vo standartov, 1999. — 7 s.

43. GOST 26570–95. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredelenija kal'cija. — Vved. 1997—07—01. — M. : Izd-vo standartov, 1998. — 16 s.
44. GOST 26657–97. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Metody opredelenija sodержanija fosfora. — Vved. 1999—03—01. — M. : Izd-vo standartov, 2000. — 11 s.
45. GOST 30502–97. Korma, kombikorma, kombikormovoe syr'e. Atomno-absorbcionnyj metod opredelenija sodержanija magnija. — Vved. 1999—01—01. — M. : Izd-vo standartov, 1999. — 6 s.
46. GOST 30178–96. Syr'e i produkty pishhevye. Atomno-absorbcionnyj metod opredelenija toksichnih jelementov. — Vved. 1998—01—01. — Minsk : Mezhgosudarstvennyj sovet po standartizacii, metrologii i sertifikacii, 1997. — 13 s.
47. GOST 26929–94. Syr'e i produkty pishhevye. Podgotovka prob. Mineralizacija dlja opredelenija sodержanija toksichnih jelementov. — Vved. 1996—01—01. — M. : Standartinform, 2010. — 9 s.
48. *Danovich L. M.* Matematicheskoe modelirovanie sostava polikomponentnyh pishhevych produktov / L. M. Danovich, P. S. Krasin : materialy IV Mizhnar. nauk.-prakt. internet-konf. ["Problemy ta perspektyvy rozvytku nauky na pochatku tret'ogo tysjacholittja u krai'nah SND"], (Perejaslav-Hmel'nyč'kyj, 29 veres. — 1 zhovt. 2012 r.). — Perejaslav-Hmel'nyč'kyj : Perejaslav-Hmel'nyč'kyj derzh. ped. un-t im. Grygorija Skovorody, 2012. — S. 111.
49. *Kolodjaznaja V. S.* Pishhevaja himija : ucheb. posobie / V. S. Kolodjaznaja. — SPb. : SPbGAHPT, 1999. — 140 s.
50. *Petrov O. Ju.* Mediko-biologičeskie i npravstvennye aspekty polnocennogo pitaniya : ucheb. posobie / O. Ju. Petrov, Ju. A. Aleksandrov. — Joshkar-Ola : Marijskij gos. un-t, 2008. — 224 s.
51. *Lifljandskij V. G.* Novejšhaja jenciklopedija zdorovogo pitaniya / V. G. Lifljandskij. — SPb. : Neva, 2004. — 384 s.
52. *Kon' I. Ja.* Omega-3 polinenasyshhennye zhirnye kisloty v profilaktike i lechenii boleznej detej i vzroslyh / I. Ja. Kon', N. M. Shilina, S. B. Vol'fson // Lechashhij vrach. — 2006. — № 4. — S. 55—59.
53. *Nutryciologija* : navch. posibnyk / [N. V. Dudenko ta in.]; pid zag. red. N. V. Dudenko. — Harkiv : Svit Knyg, 2013. — 560 s.
54. Pro zatverdzhennja Norm fiziologichnyh potreb naselennja Ukrai'ny v osnovnyh harchovyh rečovynah ta energii' : nakaz Ministerstva ohorony zdorov'ja Ukrai'ny № 272 vid 18 lyst. 1999 r.