УДК [637.146.3:613.26]:[355.6:613.2]:615.849

DOI <https://doi.org/10.15673/swonaft.v2i84.1884>

МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДУ КОМБІНОВАНИХ БІФІДОВІСНИХ ДЕСЕРТІВ ДЛЯ ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ З РАДІОПРОТЕКТОРНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ

Ткаченко Н.А., д-р техн. наук, професор, Чагаровський О.П., д-р техн. наук, професор,
Копійко А.В., аспірантка

Одеська національна академія харчових технологій, м. Одеса

Copyright © 2020 by author and the journal «Scientific Works»

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Анотація У статті розглянуто рекомендації нутриціологів щодо норм споживання основних нутрієнтів військовослужбовцями – співвідношення білків:жирів:вуглеводів у їх харчуванні повинно складати 1 : 1 : 6. Показано перспективи збільшення білкової складової на 10...12 % для підвищення радіопротекторних властивостей харчового раціону військовослужбовців, обґрунтовано доцільність встановлення співвідношення білків:жирів:вуглеводів у продуктах з радіопротекторними властивостями 1,1 : 1,0 : 6,0.

Доведено доцільність використання вітчизняної сировини у виробництві біфідовісних десертів – молока незбираного як основи для виробництва йогуртової складової продуктів; біфідо-сиру кисломолочного або концентрату сироваткових білків, отриманого ультрафільтрацією, як додаткових джерел повноцінних білків; олії рисових висівок нерафінованої та олії гарбузової рафінованої як джерел мононенасичених та поліненасичених жирних кислот відповідно; рисового борошна для дитячого харчування як джерела крохмалю; фруктози як біфідогенного фактора; гарбузового та яблучного наповнювачів з цукром як джерел вуглеводів; пектину цитрусового високометоксильованого як стабілізатора структури та консистенції продуктів.

Розроблено із застосуванням математичного моделювання та програмних пакетів Design-Expert і Microsoft Excel шість рецептур комбінованих біфідовісних десертів зі збалансованим хімічним складом та радіопротекторними властивостями для українських військовослужбовців із врахуванням смакових, фізико-хімічних, біохімічних та сенсорних характеристик. У розроблених десертах співвідношення білків : жирів : вуглеводів складає (1,10–1,13) : 1,00 : (6,00–6,01), що відповідає рекомендаціям нутриціології

Ключові слова: комбінований біфідовісний десерт, військовослужбовець, рекомендації нутриціологів, збалансований хімічний склад, радіопротекторні властивості, вітчизняна сировина, математичне моделювання

MODELING OF THE COMPOSITION OF COMBINED BIFID- CONTAINING DESSERTS FOR MILITARY SERVANTS WITH RADIO PROTECTOR PROPERTIES

N. Tkachenko, Doctor of Sciences (Dr. Hab.) in Engineering, Professor,

O. Chagarovskii, Doctor of Sciences (Dr. Hab.) in Engineering, Professor, A. Kopyiko, postgraduate student
Odessa National Academy of Food Technologies, Odessa

Abstract. The paper looks at the nutritional scientists' recommendations concerning the consumption of the basic nutrients by military servicemen. They state that the protein-fats-carbohydrates ratio in their diet should be 1 : 1 : 6 respectively. The prospects for increasing the protein component by 10-12% to improve the radioprotective properties of the military servicemen diet have been demonstrated; the expediency to set up the protein-fats-carbohydrates ratio in the products with radioprotective properties as 1.1 : 1.0 : 6.0 has been substantiated.

The expediency of using domestic raw materials for the target products (bifid-containing desserts) production, namely: whole milk as a basis for the production of yogurt component; bifido-cheese sour milk or whey protein concentrate obtained by ultrafiltration as additional sources of complete proteins; unrefined rice bran oil and refined pumpkin oil as sources of monounsaturated and polyunsaturated fatty acids, respectively; rice flour for baby food as a source of starch; fructose as a bifidogenic factor; pumpkin and apple fillers with sugar as sources of carbohydrates; highly methoxylated citrus pectin as a stabilizer of the products structure and consistency. A yogurt clot obtained by the milk-rice mixture fermentation, enriched with rice and pumpkin oils and fructose, fermentation composition of yogurt and bifidobacteria is recommended to be used as the basis for the desserts production. Adding bifidobacteria to the fermentation composition for the yogurt clot production results in the target product with a high probiotics content.

Six recipes for combined bifid desserts with a balanced chemical composition and radioprotective properties for Ukrainian servicemen, taking into account the taste, physicochemical, biochemical and sensory characteristics have been worked out using mathematical modelling as well as Design-Expert and Microsoft Excel software packages. In the developed desserts, the ratio of proteins: fats: carbohydrates is (1.10-1.13): 1.00: (6.00-6.01) which completely corresponds to the nutritions' recommendations.

Key words: combined bifid-containing dessert, military serviceman, nutritional scientist recommendations, balanced chemical composition, radioprotective properties, domestic raw products, mathematical simulation

Комбіновані ферментовані харчові продукти здорового харчування протягом останнього десятиліття привертають увагу закордонних і вітчизняних вчених. Різні версти населення повинні дотримуватися певних норм харчування для того, щоб задовольнити потреби організму в основних нутрієнтах.

У провідних країнах світу розробляють комбіновані молочні продукти для дітей [1], однак на світовому ринку присутні також і комбіновані кисломолочні продукти для дорослих, зокрема: ферментовані напої із застосуванням пробіотиків *L. rhamnosus* IMC 501® і *L. paracasei* IMC 502®, а також гречаного борошна й рисових висівок як зернових компонентів [2]; пробіотичні йогурти із використанням *L. casei* і додаванням екстракту кукурудзи [3], *L. rhamnosus*, *L. acidophilus* та різних бобових культур [4]; кисломолочні напої з використанням пробіотиків *L. acidophilus* La-5 і *B. animalis* Bb-12 та введенням до складу продуктів фруктових борошна [5]; йогуртові напої з додаванням поліненасичених жирних кислот омега-3 [6] і т.ін. Перелічені продукти можуть бути рекомендовані для харчування дорослих здорових людей, однак, вони містять обмежену кількість сировинних інгредієнтів, які мають підвищені радіопротекторні властивості, що сьогодні є актуальним завданням при розробці харчових продуктів для українців, зокрема, для військовослужбовців. Крім того, суттєвими недоліками перерахованих комбінованих продуктів є:

- обґрунтування рецептурного складу продуктів виключно за результатами сенсорного аналізу [1–7];
- відсутність комплексного підходу при математичному моделюванні й оптимізації складу комбінованих продуктів, який би враховував усі вимоги сучасної нутриціології до харчування певної цільової категорії споживачів [2–8].

Тому перераховані продукти не мають збалансованого складу білків, жирів, вуглеводів – основних харчових нутрієнтів [2–7], або є збалансованими лише за деякими із цих харчових нутрієнтів [6]. Крім того, не враховуються рекомендації численних наукових досліджень, які свідчать про те, що харчові продукти найбільш адекватно засвоюються організмом людини тоді, коли вони вироблені із сировини, яка виробляється на території, де проживає людина, є цілком фізіологічною для неї, обумовлює подовження тривалості життя та сприяє підвищенню ступеню засвоєння основних харчових нутрієнтів [9-10]. Отже, актуальним завданням сьогодення є розробка наукових основ створення комбінованих харчових продуктів зі збалансованим складом усіх харчових нутрієнтів, заданими спеціальними властивостями на основі вітчизняної сировини для різних верств населення.

Науковим обґрунтуванням технологічних основ створення комбінованих біфідовмісних харчових продуктів з радіопротекторними властивостями саме для військовослужбовців у сучасних умовах не займається жодна науково-дослідна установа, тому дана тема досліджень є своєчасною.

Метою представленої роботи стала розробка рецептур комбінованих біфідовмісних десертів зі збалансованим хімічним складом і радіопротекторними властивостями для військовослужбовців України.

Завдання дослідження:

- визначення оптимального співвідношення основних харчових нутрієнтів (білків, жирів, вуглеводів) у продуктах для військовослужбовців з підвищеними радіопротекторними властивостями;
- обґрунтування вибору сировинних інгредієнтів для виробництва цільових продуктів;
- математичне моделювання рецептур біфідовмісних десертів для військовослужбовців із застосуванням вибраної сировини та із врахуванням рекомендацій нутриціологів.

Методи профілактики інкорпорації радіонуклідів з метою зниження добового навантаження базуються на створенні спеціальних продуктів харчування та харчових композицій, біологічно активних добавок, переважно природного походження, які мають властивості зв'язувати і виводити радіоактивні речовини, попереджувати їх накопичення, підвищувати загальну опірність організму, а також мають антиоксидантну та імуностимулюючу дію.

Дані продукти повинні відповідати двом критеріям: 1 — забезпечення збалансованого раціону, в першу чергу білкового (особливо, білків тваринного походження), вуглеводного (клітковина, пектин), мінерального (Ca, P, K, Fe, Cu, Zn) та вітамінного (A, E, C, групи B, D, каротин); 2 — використання препаратів, харчових продуктів та біологічно активних добавок, які зменшують всмоктування та накопичення радіонуклідів (сорбентів, блокаторів), а також прискорюють їх виведення (декорпорантів).

При аналізі макронутрієнтного складу продуктів із радіопротекторними властивостями встановлено, що особливу увагу слід надавати білковому компоненту, оскільки поряд із забезпеченням основних процесів життєдіяльності та оптимізації компенсаторно-захисних механізмів, вони прямо або опосередковано впливають на обмін радіонуклідів.

Існуючі на сьогоднішній день норми продовольчих пайків, які відповідають основним вимогам до харчування українських військовослужбовців, передбачають вміст у солдатському пайку 104 г жирів, 109 г білків та 654 г вуглеводів (тобто, співвідношення білків : жирів : вуглеводів у харчуванні військовослужбовців повинно становити 1,0 : 1,0 : 6,0, а сумарна енергетична цінність – 4246 ккал.). У той же час, існують дослідження, які свідчать, що підвищення вмісту білків у раціоні харчування людини на 10-12 % сприяє підвищенню інтенсивності виведення радіонуклідів (особливо цезію-137) з організму (з м'язів, крові, внутрішніх органів) внаслідок зростання комунікаційних констант, які характеризують їх переміщення із внутрішньоклітинного простору в міжклітинний. Тому співвідношення основних харчових нутрієнтів – білків : жирів : вуглеводів у харчових продуктах із радіопротекторними властивостями для військовослужбовців повинно складати 1,1 : 1,0 : 6,0 (при співвідношенні тваринних та рослинних білків 3 : 2). Крім того, продуктах з радіопротекторними властивостями повинні переважати білки, що містять сірковмісні амінокислоти, які сприяють виведенню радіонуклідів за рахунок здатності захищати активні сульфгідрильні групи білків, які під впливом інфрачервоного випромінювання (ІВ) переходять у дисульфідні групи.

Високим вмістом білків характеризуються молочні продукти, зокрема, білкові, м'ясо, морепродукти, яйця, бобові [11-12]. Білок у молочних продуктах зв'язаний з кальцієм, тому доцільно за основу для створення харчових продуктів із радіопротекторними властивостями для військовослужбовців обрати молоко незбиране (як сировину для виробництва йогуртового згустку), а також концентрат сироваткових білків, отриманий ультрафільтрацією, із масовою часткою білків 65 % (КСБ–УФ–65) та біфідо-сир кисломолочний як додаткові джерела повноцінних білків. При цьому слід віддати перевагу саме КСБ–УФ–65, оскільки він містить підвищену концентрацію сірковмісних амінокислот.

Концепція радіопротекторного харчування у сучасних умовах передбачає корегування кількості жирів у раціоні. Згідно цієї концепції, загальна кількість жирів не повинна перевищувати 30 % калорійності, а у співвідношенні тваринних і рослинних жирів, яке традиційно вважається оптимальним 4:1, кількість рослинних жирів рекомендовано збільшити на 10...15 %. Слід також підтримувати на мінімальному фізіологічному рівні споживання поліненасичених жирних кислот, які мають прооксидантні властивості, їх кількість у раціоні харчування не повинна перевищувати 10 % від сумарної кількості жирних кислот. Співвідношення насичених, мононенасичених та поліненасичених жирних кислот повинно складати (0,30...0,45):(0,60...0,45):0,10. Для попередження порушень ліпідного обміну слід передбачити надходження до організму фосфоліпідів (в основному, лецитину) до 6 г на добу.

За джерело поліненасичених жирних кислот (ПНЖК) для виробництва цільових десертів для військовослужбовців обрано рослинну олію, які отримують із вітчизняної сировини – нерафіновану гарбузову олію. Крім ПНЖК нерафінована гарбузова олія відзначається високим вмістом вітамінів А і Е, а також бета-каротину, які є потужними антиоксидантами і сприятимуть покращенню роботи антиоксидантної системи у організмі військовослужбовців. За джерело мононенасичених жирних кислот (МНЖК) обрано рафіновану олію рисових висівок, яка є джерелом вітамінів А, Е, РР, токотрієнолу та гама-орізанолу (перераховані інгредієнти сприяють зниженню рівня холестерину, перешкоджають виникненню і зростанню пухлин, покращують роботу серцево-судинної системи) [13].

Кількість вуглеводів в раціоні харчування людини залежить від енерговитрат. Для забезпечення основних функцій вуглеводів в організмі – енергетичної, пластичної, захисної, регуляторної – добове споживання вуглеводів особами, які працюють у 30-кілометровій зоні ЧАЕС, повинне становити

400...450 г при енерговитратах 3200...3400 ккал. Для нормального функціонування ЦНС військовослужбовцям на добу потрібно 140 г глюкози.

Раціон населення, яке постраждало від впливу ІВ або піддається його дії, для забезпечення нормальної моторики кишечника повинен мати достатню кількість харчових волокон, які, крім того, здатні до неспецифічної сорбції радіонуклідів. Фізіологічна потреба у харчових волокнах становить 25...45 г на добу, в т.ч. 15 г водорозчинної клітковини, у пектині – 10 г. 35...40 % харчових волокон у організм повинно надходити за рахунок злаків. Проведені дослідження [14], результати яких свідчать, що пектин – це потужний радіопротектор. Дослідження, проведені під керівництвом ВООЗ і ФАО, розкрили багатоплановий вплив пектину на організм людини, зокрема, показали, що:

- потрапляючи до шлунково-кишкового тракту, пектин утворює гелі, які захоплюють токсичні речовини, просуваючись по кишечнику, і таким чином захищають слизові від роздратування;
- пектин з'єднується з токсинами, радіонуклідами та солями важких металів у процесі засвоєння їжі, в результаті чого утворюються нерозчинні комплекси, які не всмоктуються в слизову оболонку шлунково-кишкового тракту, а виводяться із організму;
- захисна дія пектинів пояснюється також їх здатністю разом з іншими харчовими волокнами покращувати перистальтику кишечника, сприяючи тим самим присокреному виведенню токсинів і недоокиснених речовин з організму людини;
- пектинові речовини зрушують рН кишечника в кислу сторону, здійснюючи, тим самим, бактерицидну дію на хвороботворні бактерії.

Профілактичне і лікувальне вживання пектинів та харчових волокон також позитивно впливає на метаболізм ліпідів, чим забезпечує антисклеротичний ефект.

Для забезпечення необхідної кількості простих та складних засвоюваних вуглеводів, зокрема, крохмалю, та полісахаридів, а також підсилення радіопротекторних властивостей десертних комбінованих продуктів доцільно введення до їх складу рисове борошно для дитячого харчування – РБДХ (містить рослинний білок, повноцінний за амінокислотним складом, вітаміни В₁, В₂, В₅, В₆, В₉, РР, Е, біотин, амілопектин, цинк, натрій, калій, магній, фосфор, крохмаль, який легко засвоюється, клітковину (до 1 %), моно- і дисахариди (до 0,4 %) [15], пюре гарбуза (гарбуз - джерело вітамінів А, Е, В₁, В₂, В₅, В₆, калію, кальцію, магнію, заліза, фосфору, міді, кобальту) та/або пюре яблука (яблуко - джерело вітамінів С, В₁, В₂, В₃, В₉, заліза, калію, кальцію, магнію, цинку, алюмінію, марганцю) та пектин цитрусовий (як радіопротектор та стабілізатор структури десертів).

Кількість рослинних компонентів, багатих на вуглеводи та фізіологічно функціональні харчові інгредієнти радіопротекторної дії, визначали у межах рекомендацій щодо добового споживання їх військовослужбовцями [16].

У результаті аналізу літературних і патентних джерел, а також результатів власних експериментально-статистичних досліджень за сировині інгредієнти для виробництва цільових продуктів було обрано:

- як основу для виробництва десертів - йогуртову основу, отриману шляхом ферментації молочно-рисової суміші, збагаченої рисовою та гарбузовою оліями і фруктозою, заквашувальною композицією із йогуртових культур і біфідобактерій
- концентрат сироваткових білків, отриманий ультрафільтрацією (КСБ-УФ-65), або біфідо-сир кисломолочний з масовою часткою жиру 5 % (БСКМ) як додаткові джерела повноцінних білків для підвищення їх вмісту в десертах;
- яблучний та гарбузовий наповнювачі з цукром (ЯН та ГН відповідно) для забезпечення необхідного вмісту вуглеводів та високих сенсорних характеристик десертів;
- пектин цитрусовий високометоксильований.

Для моделювання рецептур біфідовмісних комбінованих десертів для військовослужбовців з радіопротекторними властивостями використовували програми Design-Expert та Microsoft Excel із застосування довідкових даних щодо хімічного складу сировинних компонентів, а також із врахуванням результатів математичного моделювання жирової складової продукту [17].

Було розроблено три основні модельні рецептури: у першій рецептурі білок цільового продукту представлений сумішшю білків йогуртової основи та РБДХ, у другій – сумішшю білків йогуртової основи, РБДХ та біфідо-сиру кисломолочного, у третій – білків йогуртової основи, РБДХ та КСБ-УФ-65. Крім того, було передбачено дві лінійки модельних рецептур продуктів: у першій лінійці модельних

рецептур як наповнювач було використано гарбузовий наповнювач з цукром, у другій – яблучний наповнювач з цукром.

Для підсилення радіопротекторних властивостей десертів другої лінійки у їх рецептурах додатково було використано високометоксильований пектин. Масову частку пектину розраховували, виходячи із того, що вміст фізіологічно функціонального харчового інгредієнта повинен складати від 30 до 50 % добової потреби при споживанні десерту. Кількість десерту, рекомендована на добу для військовослужбовців, при одноразовому вживанні була прийнята 300 г.

Добова потреба у пектині складає 10 г. Отже, для забезпечення 30...50 % добової норми пектину необхідно його вміст у цільових продуктах встановити на рівні 1,00...1,67 %. У розрахунках рецептур другої лінійки модельних зразків (із яблучним наповнювачем) було прийнято рішення додатково внести 1,0 % пектину із врахуванням того, що певна його кількість буде забезпечуватися також за рахунок іншої рослинної сировини (зокрема, яблучного наповнювача).

Склад рецептурних компонентів, отриманих математичним моделюванням комбінованих біфідовмісних десертів для військовослужбовців зі збалансованим хімічним складом та радіопротекторними властивостями, наведений в табл. 1 та табл. 2.

Таблиця 1 – Рецепт на біфідовмісні десерти для військовослужбовців з гарбузовим наповнювачем (кг на 1000 кг продукту без врахування втрат)

Рецептурний інгредієнт	Масова частка рецептурного інгредієнта, кг, за рецептурою		
	1 – десерт з РБДХ і ГН	2 – десерт з РБДХ, КСБ-УФ і ГН	3 – десерт з РБДХ, БСКМ і ГН
Молоко Ж=0,65 %	809,839	-	-
Молоко Ж=0,85 %	-	733,968	-
Молоко Ж=0,41 %	-	-	634,439
Олія гарбузова нерафінована (Ж=99,98 %)	3,060	3,044	4,461
Олія рисових висівок (Ж = 99,99 %)	21,114	21,009	30,779
РБДХ	29,237	26,573	23,477
Фруктоза	14,750	13,406	11,844
Наповнювач гарбузовий з цукром	122,000	188,000	215,000
КСБ-УФ-65	-	14,000	-
Біфідо-сир кисломолочний Ж=5 %	-	-	80,000
Закваска <i>FD DVS Yo-flex</i> , ум.од.акт.	97,5	88,6	78,3
Закваска <i>FD DVS Bb-12</i> , г	5,24	4,76	4,21
ВСЬОГО: (без врахування кількості заквасок)	1000,00	1000,00	1000,00
Співвідношення білків : жирів : вуглеводів	1,12:1,00:6,01	1,10:1,00:6,00	1,10:1,00:6,00

Для виробництва комбінованих біфідовмісних десертів для військовослужбовців за рецептурами 3 та 6 необхідно використання біфідо-сиру кисломолочного з масовою часткою молочного жиру 5 %, отриманого кислотнo-сичужним способом, масою 8 та 9 кг на 1000 кг продукту відповідно (табл. 1 та 2). Рецепт на біфідо-сир кисломолочний з масовою часткою молочного жиру 5 % наведена в табл. 3.

У модельних рецептурах комбінованих біфідовмісних десертів зі збалансованим хімічним складом та радіопротекторними властивостями вміст молочно-рисової йогуртової основи найвищий – 69,0...87,8 %, на другій позиції - наповнювач, вміст наповнювача коливається у межах 10,55...21,15 %; масова частка біфідо-сиру кисломолочного Ж=10 % складає 8,0...9,0 %, масова частка КСБ–УФ–65 м 1,4 %. Вміст пектину коливається у межах 0,85...0,95 %.

Таке співвідношення сировинних інгредієнтів забезпечує співвідношення білків : жирів : вуглеводів у розроблених продуктах (1,10...1,12):1,00:(6,00...6,01) - табл. 1 та 2, що відповідає рекомендаціям нутриціології щодо продуктів харчування для військовослужбовців з радіопротекторними властивостями.

За розробленими рецептурами було вироблено 6 експериментальних зразків комбінованих десертів та здійснено їх сенсорну оцінку за 20–ти бальною шкалою. Усі вироблені зразки були оцінені у 20 балів, тому до розробки рекомендовано усі шість рецептур десертів.

Таблиця 2 – Рецептура на біфідовмісні десерти для військовослужбовців з яблучним наповнювачем (кг на 100 кг продукту без врахування втрат)

Рецептурний інгредієнт	Масова частка рецептурного інгредієнта, кг, для зразка		
	4 – десерт з РБДХ, ЯН і пектином	5 – десерт з РБДХ, КСБ-УФ, ЯН і пектином	6 – десерт з РБДХ, БСКМ, ЯН і пектином
Молоко Ж = 0,75 %	817,690	-	-
Молоко Ж = 1,02 %	-	735,150	-
Молоко Ж = 0,38 %	-	-	629,605
Олія гарбузова нерафінована (Ж = 99,98 %)	2,908	3,616	3,269
Олія рисових висівок (Ж = 99,99 %)	20,063	24,954	22,557
РБДХ	29,471	26,773	22,977
Фруктоза	14,868	13,507	11,592
Наповнювач яблучний з цукром	105,500	173,000	211,500
КСБ-УФ-65	-	14,000	-
Біфідо-сир кисломолочний Ж=5 %	-	-	90,000
Пектин	9,500	9,000	8,500
Закваска <i>FD DVS Yo-flex</i> , ум.од.акт.	98,24	89,24	76,59
Закваска <i>FD DVS Bb-12</i> , г	5,28	4,80	4,12
ВСЬОГО: (без врахування кількості заквасок)	1000,00	1000,00	1000,00
Співвідношення білків:жирів:вуглеводів	1,13:1,00:6,01	1,12:1,00:6,00	1,10:1,00:6,00

Таблиця 3 – Рецептура на біфідо-сир кисломолочний з масовою часткою молочного жиру 5 %, кг на 1000 кг біфідо-сиру кисломолочного (без врахування втрат)

Сировина	Маса сировини, кг
Молоко Ж=0,75...0,80 %	8139,16
Фруктоза	8,139
Розчин кальцій хлориду 40 %-вий	8,139
Молокозсідальний фермент <i>CHY-MAX Extra 600 IMCU</i>	0,041
Закваска <i>FD DVS CH N-19</i> (або <i>FD DVS CH N-11</i> , або <i>FD DVS CH N-22</i> , або <i>FD DVS Fl.danica</i>), ум.од.акт.	813,916
Закваска <i>FD DVS Bb-12</i> , г	81,392
Вихід нежирної білкової основи	1000,0

Висновки.

1. Комбінування вітчизняної молочної, зернової й овочевої (або фруктово-ягідної) сировини дозволяє отримувати біологічно повноцінні продукти харчування зі збалансованим хімічним складом.
2. Визначено оптимальне співвідношення основних харчових нутрієнтів – білків:жирів:вуглеводів у продуктах для військовослужбовців з підвищеними радіопротекторними властивостями – 1,1:1,0:6,0;
3. Доведено доцільність використання вітчизняної сировини для виробництва цільових продуктів (біфідовмісних десертів) – молока незбираного як основи для виробництва йогуртової складової продуктів; біфідо-сиру кисломолочного або концентрату сироваткових білків, отриманого ультрафільтрацією, як додаткових джерел повноцінних білків; олії рисових висівок нерафінованої та олії гарбузової рафінованої як джерел мононенасичених та поліненасичених жирних кислот відповідно; рисового борошна для дитячого харчування як джерела крохмалю; фруктози як біфідогенного фактора; гарбузового та яблучного наповнювачів з цукром як джерел вуглеводів; пектину цитрусового високометоксилюваного як стабілізатора структури та консистенції продуктів.
4. Розроблено із застосуванням математичного моделювання та програмних пакетів Design-Expert і Microsoft Excel шість рецептур комбінованих біфідовмісних десертів зі збалансованим хімічним складом та радіопротекторними властивостями для українських військовослужбовців, у яких співвідношення білків:жирів:вуглеводів складає (1,10...1,13):1,00:(6,00...6,01), що відповідає рекомендаціям нутриціології.

References

1. Ferreira, S., Caliar, M., Soares Júnior, M., Del Pino Beleia, A. (2014). Infant dairy-cereal mixture for the preparation of a gluten free cream using enzymatically modified rice flour. *LWT – Food Science And Technology*. 59(2). 1033 – 1040. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.06.047>
2. Coman, M., Verdenelli, M., Cecchini, C., Silvi, S., Vasile, A., Bahrim, G.E., Orpianesi, C., Cresci, A. (2013). Effect of buckwheat flour and oat bran on growth and cell viability of the probiotic strains *Lactobacillus rhamnosus* IMC 501®, *Lactobacillus paracasei* IMC 502® and their combination SYN BIO®, in synbiotic fermented milk. *International Journal Of Food Microbiology*. 167(2). 261 – 268. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.09.015>
3. Sedarnawati, Y., Ayuni, M. (2014). Development of corn milk yoghurt using mixed culture of *Lactobacillus delbrueckii*, *Streptococcus salivarius*, and *Lactobacillus casei*. *HAYATI Journal of Biosciences*. 21(1). 1 – 7. <https://doi.org/10.4308/hjb.21.1.1>
4. Zare, F., Champagne, C.P., Simpson, B.K., Orsat, V., Boye, J.I. (2012). Effect of the addition of pulse ingredients to milk on acid production by probiotic and yoghurt starter cultures. *LWT - Food Science And Technology*. 45(2). 155 – 160. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.08.012>
5. Casarotti, S., Penna, A. (2015). Acidification profile, probiotic in vitro gastrointestinal tolerance and viability in fermented milk with fruit flours. *International Dairy Journal*. 41. 1 – 6. <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2014.08.021>
6. Dal Bello, B., Torri, L., Piochi, M., Zeppa, G. (2015). Healthy yogurt fortified with n-3 fatty acids from vegetable sources. *Journal of Dairy Science*. 98(12). 8375 – 8385. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-9688>
7. Rudakova, T.V. (2015). Tekhnolohiya vyrobiv syrkovykh dlya dytyachoho kharchuvannya z vykorystanniam produktiv pererobky zerna. *Zernovi produkty i kombikormy*. 2(58). 9 – 14.
8. Anikina, E.N., Pas'ko, O.V., Konovalov, S.A. (2013). Proektirovanie retseptury i razrabotka tekhnologii bioprodukta s ovsyanyim toloknom. *Agrarnyy vestnik Urala*. 5(111). 26 – 29.
9. Gavrilova, N.B. (2004). Biotehnologiya kombinirovannykh molochnykh produktov. *Monografiya. Omsk: «Variant-Sibir'»*. 224. ISBN 5–7065–0243–9.
10. Anikina, E.N., Pas'ko, O.V., Konovalov, S.A. (2013). Proektirovanie receptury i razrabotka tekhnologii bioprodukta s ovsyanyim toloknom. *Agrarnyy vestnik Urala*. № 5 (111). 26 – 29.
11. Kalinina, L.V., Ganina, V.I., Dunchenko N.I. (2008). Tekhnologiya cel'nomolochnykh produktov. *SPb.: GI-ORD*, 248.
12. Skorchenko, T.A., Polishchuk, G.E., Grek, O.V., Kochubei, O.V. (2005). Tekhnologiya nezbiranomolochnykh produktiv. *Vinnitsia: Nova Kniga*. 264.
13. Tikhomirova, N.A. (2007). Tekhnologiya i organizatsiya proizvodstva moloka i molochnykh produktov. *M.: DeLi print*. 560.
14. Gurova, N.V. i dr. (2001). Funktsionalnye svoystva gidrokolloidov // *Uchebno-metodicheskoe posobie «Khimiya pishchevykh gidrokolloidov»*. 12 – 34.
15. Tkachenko, N.A., Nekrasov, P.O., Kopijko, A.V. (2016). Matematy`chne modelyuvannya komponentnogo skladu kombinovany`x jogurtovy`x napoyiv. *Zernovi produkty` i kombikormy`*, 1. 20 – 25.
16. Krus, G.N., Khramtcov, A.G., Volokitina, E.V., Karpychev, S.V. (2006). Tekhnologiya moloka i molochnykh produktov. *Moskva: Kolos*. 455.

Cite as

Ткаченко Н.А., Чагаровський О.П., Копійко А.В. Моделювання складу комбінованих біфідовмісних десертів для військовослужбовців з радіопротекторними властивостями // Наук. пр. / Одес. нац. акад. харч. технологій. Одеса, 2020. Т. 84, вип. 2. С. 23 – 29.

Отримано в редакцію 01.07.2020
Прийнято до друку 12.09.2020

Received 01.07.2020
Approved 12.09.2020