

Споживна цінність сухого розчинного продукту для ентерального харчування геродієтичного призначення

Д. П. Антюшко, Т. В. Божко, Н. П. Шаповалова, М. І. Філь, Т. В. Бровенко, Г. А. Толлок, А. В. Антоненко, О. І. Гирка, М. П. Бодак, Л. С. Безручко

Представлено результати проведених експериментальних досліджень споживної цінності розробленого сухого розчинного продукту для ентерального харчування геродієтичного призначення. Проведено визначення у його складі вмісту білків, жирів і вуглеводів (22,8, 11,8 і 56,4 г/100 г сухого продукту відповідно), розраховано енергетичну цінність (422,8 ккал/100 г), масову частку макронутрієнтів у ній (21,5/25,1/53,4 відповідно). Проаналізовано та визначено їх відповідність рекомендаціям спеціалістів щодо забезпечення нутритивних потреб осіб старших вікових груп, зокрема з підвищеними фізичними, нервово-емоційними навантаженнями, певними дисфункціями, соматичними захворюваннями, травмами, відновлюються після них. Досліджено якісний і кількісний амінокислотний склад виробу, на основі чого обраховано скор його незамінних і умовно незамінних амінокислот, проаналізовано коефіцієнт відмінності його амінокислотного складу (17,14 %), обраховано біологічну цінність білкової складової (82,86 %). Проведено експериментальні дослідження вітамінної цінності розробленого продукту, його елементного складу. У сухому виробі визначено досить високий вміст вітамінів (особливо аскорбінової кислоти, ретинолу, тіаміну, піридоксину), мінеральних елементів (Калію, Кальцію, Фосфору, Магнію, Феруму, Йоду, Селену). На основі одержаних результатів розраховано середній рівень задоволення добової потреби у досліджених вітамінах (у середньому в межах 14–41 %), мінеральних елементах (переважно на 10–25 %) від споживання 100 г сухого продукту у готовому рідкому стані. Проведені дослідження свідчать про високу харчову, зокрема енергетичну та біологічну, цінність продукту, відповідність його складу потребам представників старших вікових груп.

Ключові слова: продукт для ентерального харчування, сухий розчинний виріб, геродієтичне призначення, споживна цінність.

1. Вступ

Демографічна ситуація, що спостерігається нинішнім часом у світі, характеризується значними темпами старіння населення. Відповідно до прогнозів Всесвітньої організації охорони здоров'я [1] кількість осіб, які відносяться до старших вікових груп, у 2025 році буде складати орієнтовно 20 % усього населення, 2050 – близько 30 %. Аналізуючи дану ситуацію на національному рівні країн Європи, доцільно зауважити, що для багатьох із цих держав вона є вкрай актуальною.

Фізіологічне старіння організму людини характеризується поступовими змінами стану, зниженням продуктивності роботи органів, загального метаболізму, зростанням рівня захворювань. Особливо відчутними ураження стають для травної, імунної, нервової, серцево-судинної, опорно-рухової, у першу чергу суглобів, систем [2–4]. У той же час, визначено, що на перебіг і характер даних вікових змін доцільно впливати шляхом спеціально адаптованого раціонального харчування [2, 3, 5]. Так, забезпечення нутрітивних фізіологічних потреб, що буде враховувати вікові особливості дасть змогу значним чином підвищити якість життя. Особливо актуального значення дане питання набуває для людей при підвищених навантаженнях, упродовж лікування захворювань і травм, відновлення після них.

На основі проведеного аналізу сучасних тенденцій розвитку ринку визначено зростання уваги населення до спеціалізованих дієтичних продуктів лікувального призначення не лише упродовж лікувального та відновлювального періодів, а й у щоденному житті [6]. В дослідженні [7] встановлено, що значна кількість споживачів, у тому числі осіб, які належать до старших вікових груп, при виборі харчових продуктів віддають перевагу тим виробам, що мають певну спеціалізовано функціональну направленість.

Необхідно відмітити, що для представників старших вікових груп забезпечення нутрітивних потреб набуває особливо важливого значення при підвищених фізичних, нервово-емоційних навантаженнях, лікуванні дисфункцій організму, захворювань і травм, відновлення після них. У зв'язку з цим широко поширеним у практиці в західних країнах стало застосування спеціальних продуктів для ентерального харчування, деякі різновиди якого мають саме геродієтичне призначення. На міжнародному рівні ринок таких виробів широко розвивається, темпи його зростання упродовж останнього п'ятиріччя в середньому сягають близько 10 % [8]. Як свідчить проведений аналіз джерел [6, 9] щодо сучасного стану та тенденцій розвитку ринку продуктів для ентерального харчування у багатьох країнах, у т. ч. східної Європи, розвиток стримується за рахунок високої вартості та складнощів із оформленням дозвільних документів для закордонних виробів. Іншою причиною неможливості забезпечення потреб у даній категорії продукції у багатьох країнах є майже повна відсутність продукції національного виробництва [6].

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Особливістю харчування представників старших вікових груп є те, що воно має враховувати особливості їх метаболічних процесів, фізіологічних і вікових змін. Дослідженню особливостей харчових потреб осіб літнього, старечого віку та довгожителів присвячено значна кількість наукових робіт.

Автором [2] проведено аналіз важливості врахування вікових змін у системі забезпечення харчування, досліджено особливості забезпечення раціонів необхідними нутрієнтами представлено рекомендації щодо їх оптимального забезпечення. У роботі [3] проаналізовано особливості потреб осіб старших вікових груп у макро- та мікронутрієнтах, у тому числі упродовж лікувального та відновлювального періодів. Також у роботі [3] розкрито питання впливу збага-

чення раціонів необхідними пластичними субстратами, зокрема амінокислотами та антиоксидантами. У дослідженні [5] проаналізовано роль і необхідні умови забезпечення харчових потреб для здорового старіння, визначено рекомендації щодо правильної організації харчування, забезпечення його харчової, зокрема біологічної цінності.

У роботі [6] досліджено та визначено основоположні засади відповідного задоволення потреб у харчових субстратах, їх роль для оптимізації роботи систем і органів організму упродовж старіння. Авторами роботи [6] розроблено рекомендації щодо оптимізації роботи організму за рахунок раціонально організованого харчування у різних станах, зокрема при підвищених навантаженнях, дисфункціях, захворюваннях, травмах, при відновленні після них. У роботі [7] досліджено та розроблено відповідні рекомендації щодо раціонального забезпечення співвідношення білків/жирів/вуглеводів у харчових раціонах, його вплив на фізіологічний стан. Також результати досліджень щодо оптимізації необхідного якісного та кількісного співвідношення нутрієнтів, зокрема у надзвичайних ситуаціях, представлені у роботі [8]. У ній представлено результати визначення особливостей харчових потреб у різних фізіологічних станах осіб старших вікових груп. У дослідженні [9] авторами проаналізовано стан забезпеченості макро- і мікроелементами у практично здорових людей, кореляційні залежності між рівнями вживанням поживних речовин і їхнім впливом на стан здоров'я.

Незважаючи на значну кількість наукових відомостей і даних про особливості забезпечення нутритивних потреб осіб старших вікових груп, зокрема у надзвичайних ситуаціях, розробка продуктів для ентерального харчування геродієтичного призначення є малопоширеним і актуальним завданням. Особливо важливим є дослідження споживних властивостей таких виробів із метою задоволення ними потреб цільових груп населення.

У зв'язку з визначеною проблематикою забезпечення спеціально розробленими виробами даної групи на основі проаналізованих наукових даних і відомостей [2–9] змодельовано, науково обґрунтовано та створено сухий розчинний продукт для ентерального харчування геродієтичного призначення [10]. Із метою визначення рівня забезпечення потреб цільової категорії споживачів за рахунок споживання запропонованого виробу у готовому рідкому стані доцільним є дослідження його споживчої цінності.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є товарознавча оцінка споживної цінності розробленого сухого розчинного продукту для ентерального харчування геродієтичного призначення. Це, у свою чергу, дасть змогу визначити рівень задоволення потреб цільової категорії споживачів у основних нутрієнтах в якості перспективи для подальшої імплементації виробу.

Для досягнення поставленої мети було сформульовано наступні завдання:

– визначити вміст макронутрієнтів, енергетичну цінність, співвідношення білків, жирів і вуглеводів у ній, його відповідність потребам цільової категорії споживачів;

- дослідити амінокислотний склад і скор білкової складової виробу як одних із основних показників його біологічної цінності;
- визначити вітамінний і елементний склад сухого розчинного продукту;
- зробити комплексний висновок про харчову цінність розробленого сухого розчинного продукту для ентерального харчування геродієтичного призначення, його відповідність нутритивним потребам осіб старших вікових груп, зокрема в умовах надзвичайних ситуаціях.

4. Матеріали та методи дослідження

Експериментальні та аналітичні наукові дослідження, що проводилися у ході роботи, здійснювалися в дослідницьких лабораторіях кафедри товарознавства, управління безпечністю та якістю Київського національного торговельно-економічного університету, Державного підприємства «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки ім. академіка Л. І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України».

Об'єктом дослідження був розроблений сухий розчинний продукт для ентерального харчування геродієтичного призначення [11], дослідна партія якого була виготовлена у виробничих умовах ВАТ «ДелМас ЛТД» (с. Дударків, Київська область, Україна). Дані про якісний та кількісний компонентний склад виробу представлено в табл. 1.

Основним призначенням споживання даного виробу є уповільнення процесу старіння, нормалізація метаболічного обміну, фізичного й емоційного стану, покращення тонусу опорно-рухової, м'язової, імунної систем, підвищення рівня антиоксидантного захисту. Вживання продукту також передбачене з метою оптимізації білкового обміну при різноманітних захворюваннях і травмах, у першу чергу соматичних, підвищення рівня білка в крові та активізації регенераторних процесів організму.

Розробленими рекомендаціями щодо підготовки розробленого продукту до споживання передбачено, що її здійснення шляхом розчинення порції сухої суміші (50 г) у 200 см³ кип'яченої води при температурі 15–40 °С. Передбачено також можливість додаткового збільшення кількості води на 40 см³ залежно від уподобань цільових споживачів і їх стану.

Передбачається, що запропонований виріб призначений як для орального споживання, так і для годування через спеціальну трубку або зонд. Вживання продукту орієнтоване в основному на пероральний спосіб в якості додаткового джерела нутрієнтів, основного – упродовж короткого терміну часу (до 1 тижня). Рекомендовані норми споживання – близько 1–3 порцій на добу по 50 г сухого виробу в попередньо підготованому розчиненому стані.

В якості контрольного виробу було обрано сухий розчинний продукт для ентерального харчування Reptamen виробництва швейцарської компанії Nestle.

Відбір проб і підготовка зразків сухих розчинних продуктів до досліджень проводився шляхом випадкової вибірки відповідно вимог міжнародного стандарту ISO 707:2008 [12].

При визначенні вмісту макронутрієнтів у сухому виробі застосовувалися наступні методи: вміст білка визначено методом К'ельдаля [13], жирів – граві-

метричним [14], вуглеводів – іонообмінної хроматографії з імпульсним амперометричним виявленням [15] з використанням. Для конвертації вмісту азоту на вміст білка використовували середній коефіцієнт 6,25 [16].

Таблиця 1

Якісний і кількісний компонентний склад розробленого сухого розчинного продукту для ентерального харчування геродієтичного призначення

Компонент, од. вим.	Вміст у 100 г сухого розчинного продукту
концентрат білковий із молочної сироватки WPC-80, г	25,00
мальтодекстрин монодисперсний, г	25,00
глюкоза, г	20,0
омега-3 поліненасичені жирні кислоти, попередньо одержані з морської водорості Ulkenia sp., в казеїно-крохмальній матриці (вміст омега-3 жирних кислот не менше 90 %), г	10,80
фруктоза, г	10,00
харчова клітковина, г	5,50
l-глутамін, г	2,00
l-метіонін, г	0,50
l-триптофан, г	0,30
екстракт кореня женьшеню, г	0,30
аскорбінова кислота (вітамін С), г	0,25
l-тирозин, г	0,10
глюкозамін, г	0,10
молочний кальцій, г	0,07
коензим Q ₁₀ , мг	37
гідрофосфат магнію, мг	36
β-каротин, мг	5
тіамін (вітамін В ₁), мг	1
піридоксин (вітамін В ₆), мг	1
кальциферол (вітамін D ₃), мкг	6

Для дослідження якісного та кількісного складу амінокислот застосовано метод рідинно-колоночної іонообмінної хроматографії [17, 18] із використанням автоматичного аналізатора амінокислот ААА 400 виробництва фірми «Ingos – Laboratory Instruments» (Чеська республіка) після лужного гідролізу для триптофану, кислотного – для інших амінокислот. Розподіл на окремі амінокислоти здійснювався на хроматографічній колонці, заповненої іонообмінною смолою «Ostion LG FA».

Біологічна цінність білкової компоненти досліджувалася на основі порівняння з еталонним значенням, що було розроблене на основі рекомендацій фахівців експертного комітету ФАО/ВООЗ [19]. Додатково даний показник був

розрахований виходячи зі значення коефіцієнта відмінності амінокислотного скору (КВАС) на основі формули [18, 20]:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КВАС} = 100 - \sum \Delta\text{ВАС}/n, \quad (1)$$

де БЦ – біологічна цінність білкової частини продукту, %;

КВАС – коефіцієнт відмінності амінокислотного скору, %

$\sum \Delta\text{ВАС}$ – відношення амінокислотного скору для кожної незамінної амінокислоти (НАК) до амінокислотного скору незамінної амінокислоти, що є найменшим (8).

Дослідження вмісту вітамінів (аскорбінової кислоти, тіаміну, рибовлавіну, ніацину, піридоксину, пантотенової, фолієвої кислот, ціанкобаламіну ретинолу, кальциферолу) проведено методом високоефективної рідинної хроматографії [21–26] з застосуванням рідинного хроматографа «Люмахром» (Російська Федерація). Визначення вмісту β -каротину проведено спектрофотометричним методом [27] за допомогою спектрофотометра «Specord 210» (Німеччина). Елементний склад сухих виробів досліджено методом мас-спектрометрії з індуктивно зв'язаною плазмою [28–30] з використанням відповідного приладу VARIAN 320MS (Австралія) після відповідно проведеної мінералізації зразків.

Повторюваність дослідів, що виконувалися, була п'ятикратною, аналізів – трикратною. Математико-статистична обробка одержаних результатів здійснювалася з використанням комп'ютерної техніки та програмного забезпечення MS Excel (США). Достовірність отриманих результатів під час дослідження вмісту макроелементів і амінокислот становила не менше 95 %, досліджених вітамінів – не менше 98 %, елементного складу – не менше 97 %.

5. Результати досліджень споживної цінності розробленого продукту для ентєрального харчування геродістичного призначення

5. 1. Результати досліджень макронутрієнтного складу

Основним фактором, що дозволяє провести оцінку харчової, зокрема енергетичної, цінності є дослідження вмісту макронутрієнтів. У зв'язку з цим було проведено дослідження вмісту у розробленому виробі білків, ліпідів та вуглеводів. Результати визначення макронутрієнтного складу розробленого сухого розчинного продукту наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Вміст макронутрієнтів у сухих розчинних продуктах, г ($P \geq 0,95$, $n=15$)

Макронутрієнти	Контроль	Розроблений продукт
Білки	18,49±0,23	22,76±0,27
Жири	17,79±0,15	11,82±0,13
Вуглеводи	56,81±0,49	56,43±0,47

Отримані експериментальні результати дослідження макронутрієнтного складу розробленого сухого розчинного виробу (табл. 2) свідчать, що він містить білки, жири та вуглеводи у досить значній кількості.

Для визначення відповідності макронутрієнтного складу нормам, рекомендованим для осіб старших вікових категорій [2, 3, 5, 31–33], обраховано загальну енергетичну цінність (100 г суміші), масову частку макронутрієнтів у ній. Одержані результати представлені в табл. 3.

Таблиця 3

Загальна енергетична цінність і масова частка основних макронутрієнтів у ній

Продукти	Загальна енергетична цінність, ккал/100 г	Масова частка макронутрієнтів у загальній енергетичній цінності, %		
		Білки	Жири	Вуглеводи
Контроль	461,3	16,0	34,7	49,3
Розроблений виріб	422,8	21,5	25,1	53,4

На основі отриманих відомостей про співвідношення білків/жирів/вуглеводів у розробленому продукті (21,5/25,1/53,4 відповідно), його можна рекомендувати для споживання літнього та похилого віку, довгожителю. Особливо це стосується тих, які мають підвищені навантаження та страждають на різноманітні соматичні захворювання та травми, перебувають на стадії реабілітації після них, зокрема завдяки підвищеному рівню білкової складової.

5. 2. Результати дослідження амінокислотного складу

Одним із основних факторів, що забезпечують біологічну цінність продуктів харчування, є збалансованість і повноцінність їх амінокислотного складу. Одержані результати проведеного лабораторного дослідження якісного та кількісного вмісту амінокислот розробленого продукту наведені в табл. 4.

Отримані результати дослідження якісного та кількісного складу амінокислот білкової компоненти розробленого продукту, що представлені в табл. 4, засвідчили наявність усіх незамінних і умовно незамінних амінокислот, їх достатньо високий вміст.

На підставі проведеного дослідження амінокислотного складу розробленого продукту було встановлено, що він характеризується високим вмістом незамінних амінокислот (366,3 мг/г сирого білка). Визначено, що запропонований сухий розчинний виріб містить умовно незамінні (37,2 мг/г сирого білка) та замінні амінокислоти (596,5 мг/г сирого білка).

Загально визнаним методом, що широко використовується для оцінки біологічної цінності білка, є дослідження його амінокислотного скору. У свою чергу, це дає змогу охарактеризувати білок виходячи з порівняння вмісту кожної із незамінних і умовно незамінних амінокислот досліджуваного виробу порівняно з еталонним зразком, що був визначений згідно з рекомендаціями профільного комітету ФАО/ВООЗ [19]. Одержані дані дослідження амінокислотного скору білка представлено у табл. 5.

Таблиця 4

Якісний та кількісний амінокислотний склад продуктів для ентерального харчування, мг/1 г білка ($P \geq 0,95$; $n=5$)

Амінокислоти	Вміст, мг/1 г білка у продуктах	
	Контроль	Розроблений продукт
Незамінні		
Валін	57,3±2,3	51,5±2,2
Ізолейцин	45,8±2,2	44,8±2,6
Лейцин	79,4±3,8	71,4±3,4
Лізін	65,6±3,1	64,8±3,2
Метіонін	22,5±0,9	33,8±1,7
Треонін	48,1±2,2	50,1±2,7
Триптофан	14,4±0,6	15,8±0,8
Фенілаланін	27,9±1,2	34,3±1,4
Сума	361,0±16,3	366,3±18,2
Умовно незамінні		
Тирозин	25,7±1,1	26,4±1,2
Цистеїн	13,5±0,7	10,8±0,5
Сума	39,2±1,8	37,2±1,7
Замінні		
Аланін	46,1±2,1	47,4±1,8
Аргінін	39,5±1,8	22,1±0,7
Аспарагінова кислота	107,5±5,1	103,4±4,3
Глутамін	237,1±11,0	267,1±11,8
Гліцин	21,0±0,9	22,1±0,6
Гістидин	34,7±1,2	15,7±0,6
Орнітин	Сліди	
Пролін	64,0±2,9	64,8±2,4
Серин	49,9±1,8	51,9±1,9
Сума	599,8±26,8	596,5±24,1

Таблиця 5

Амінокислотний скор незамінних і умовно незамінних амінокислот продуктів для ентерального харчування

Незамінні амінокислоти	Шкала ФАО/ВООЗ [29]	Контроль		Розроблений продукт	
		мг/1 г білка	скор, %	мг/1 г білка	скор, %
Валін	50	57,3	114,6	51,5	103,0
Ізолейцин	40	45,8	114,5	44,8	112,0
Лейцин	70	79,4	113,4	71,4	102,0
Лізін	55	65,6	119,3	64,8	117,8
Метіонін+ цистеїн	35	36,0	102,9	44,6	127,4
Треонін	40	48,1	120,3	50,1	125,3
Триптофан	10	14,4	144,0	15,8	158,0
Фенілаланін + тирозин	60	53,6	89,3	60,7	101,2
Сума	–	409,6	–	406,7	–

Встановлено, що завдяки збалансованому складу незамінних і умовно незамінних амінокислот білкова складова розробленого продукту (амінокислотний скор лімітованих для розробленого продукту амінокислот фенілаланіну та тирозину складає 101,2 %) характеризується високою біологічною цінністю білка.

Загальновідомим є факт, що кількість білка, яка буде використана організмом людини для синтезу та відновлення необхідних ділянок, обмежена кількістю лімітованої амінокислоти. У зв'язку з цим, додатково біологічна цінність білкової компоненти була досліджена на основі використання коефіцієнта відмінності амінокислотного скору (КВАС) (табл. 6).

Таблиця 6

Біологічна цінність білкової складової продуктів для ентерального харчування

Показник	Еталон	Контроль	Розроблений продукт
КВАС, %	0	25,49	17,14
Біологічна цінність, %	100	74,51	82,86

Виходячи наведених у табл. 6 результатів проведеного дослідження біологічної цінності білкової складової розробленого продукту, на основі використання коефіцієнта відмінності амінокислотного скору визначено, що значення даного показника складає 82,86 %.

5.3. Результати дослідження вітамінної цінності та елементного складу

Проведені експериментальні дослідження розробленого сухого розчинного продукту геродієтичного призначення щодо дослідження його вітамінної цінності дозволили отримати відомості, що наведені в табл. 7.

Таблиця 7

Вітамінна цінність сухих розчинних продуктів для ентерального харчування ($P \geq 0.97$, $n=15$)

Назви досліджених речовин, що зумовлюють вітамінну цінність	Вміст, мг/100 г	
	Контроль	Розроблений продукт
Ретинол (А)	0,056±0,001	0,012±0,001
Тіамін (В ₁)	0,927±0,001	1,063±0,001
Рибофлавін (В ₂)	1,097±0,001	0,240±0,001
Ніацин (В ₃)	1,024±0,001	0,884±0,001
Пантотенова кислота (В ₅)	0,864±0,001	0,957±0,001
Піридоксин (В ₆)	1,008±0,001	1,023±0,001
Фолієва кислота (В ₉)	0,054±0,001	0,033±0,001
Ціанкобаламін (В ₁₂)	Сліди	
Аскорбінова кислота (С)	65,1±0,1	251,1±0,1
Кальциферол (D ₃)	0,0031±0,0001	0,0062±0,0001
β-каротин	Сліди	5,024±0,01

Отримані результати досліджень вітамінної цінності розробленого сухого розчинного продукту (табл. 7) дали можливість констатувати доволі високий вміст тіаміну, піридоксину, аскорбінової кислоти, кальциферолу, β -каротину. Особлива необхідність останніх 3 нутрієнтів для старіючому організму, у першу чергу, обумовлена їх антиоксидантними властивостями.

Важливим фактором, що визначає харчову, зокрема біологічну цінність, продуктів є їх елементний склад. Експериментальні результати дослідження якісного та кількісного складу мінеральних елементів, що представлені в розробленому сухому розчинному продукті для ентерального харчування геродієтичного призначення та контрольному зразку, наведені в табл. 8.

Таблиця 8
Якісний і кількісний елементний склад продуктів для ентерального харчування ($P \geq 0.97$; $n=15$)

Мінеральний елемент	Вміст у сухих розчинних виробках	
	Контроль	Розроблений продукт
Макроелементи, мг/100 г		
Калій	575,74±0,46	593,79±0,41
Натрій	364,43±0,14	553,54±0,22
Кальцій	357,63±0,44	364,86±0,27
Магній	186,41±0,57	172,03±0,29
Фосфор	324,17±0,52	343,11±0,32
Хлор	468,82±0,02	165,13±0,01
Сульфур	10,54±0,03	20,56±0,02
Мікроелементи, мкг/100 г		
Ферум	5386,27±0,37	3243,72±0,28
Цинк	6333,64±0,64	3157,32±0,36
Манган	1214,51±0,23	181,33±0,12
Мідь	623,76±0,14	213,84±0,06
Йод	42,17±0,29	33,45±0,32
Хром	17,36±0,04	18,57±0,02
Селен	17,62±0,03	18,33±0,04
Нікол	4,74±0,84	11,12±0,11
Молібден	5,65±0,04	9,15±0,07
Алюміній	3,42±0,08	7,18±0,09
Бром	0,41±0,01	1,69±0,01

Отримані результати дослідження якісного та кількісного елементного складу розробленого сухого продукту (табл. 8) дають можливість констатувати наявність у нього досить збалансованого складу макро- та мікроелементів. Це передбачає можливість значним чином задовольнити потреби цільового контингенту споживачів у даних мікронутрієнтах, зокрема Калію, Кальцію, Фосфорі, Магнію, Ферумі, Цинку, Йоді, Селені тощо.

5. 4. Результати дослідження рівень задоволення добової потреби у досліджених вітамінах і мінеральних елементах від споживання 100 г сухих розчинних продуктів у готовому до споживання рідкому стані

На основі даних про рекомендовані добові норми надходження вітамінів для представників старших вікових груп [2, 3, 5, 31–33] досліджено рівень їх забезпечення від споживання 100 г розробленого сухого продукту. Отримані результати наведені на рис. 1.

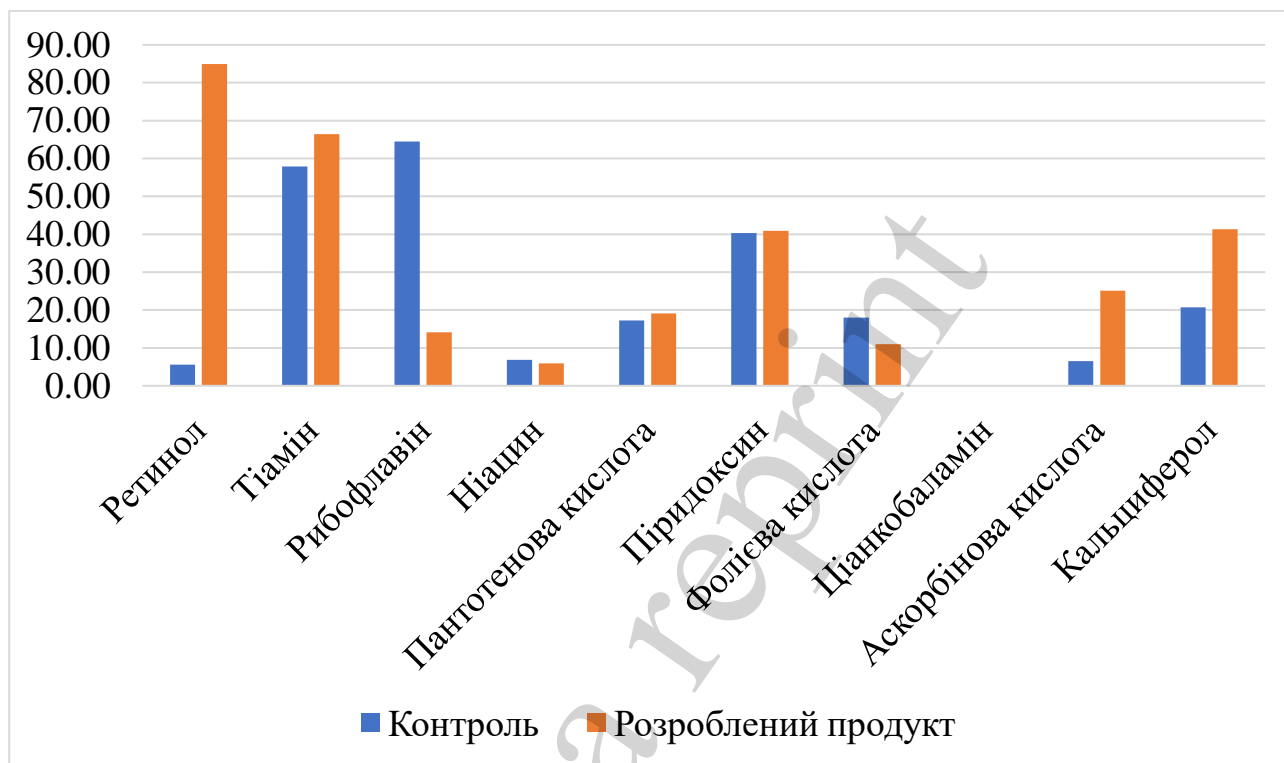


Рис. 1. Середній розрахунковий рівень задоволення добової потреби у досліджених вітамінах від споживання 100 г сухих розчинних продуктів, %

Виходячи з рекомендацій щодо середніх норм забезпечення потреб представників старших вікових груп у мінеральних елементах [2, 3, 5, 31, 32, 34], досліджено теоретичний рівень їх задоволення від споживання рідких готових продуктів, у кількості еквівалентній 100 г сухої розчинної суміші (рис. 2).

Результати експериментальних досліджень елементного складу сухих розчинних (табл. 8) свідчать, що співвідношення елементів калій/натрій, кальцій/фосфор у розробленому виробі становить 1,07 та 1, 1,06 та 1 відповідно (для контрольного зразка дане співвідношення становить 1,58:1 та 1,1:1 відповідно). Слід зауважити, що дані значення є дуже близькими до рекомендованих для оптимального фіксування (1:1 та 1:1 відповідно) [34, 35], що свідчить про високий ступінь засвоєння цих елементів організмом.

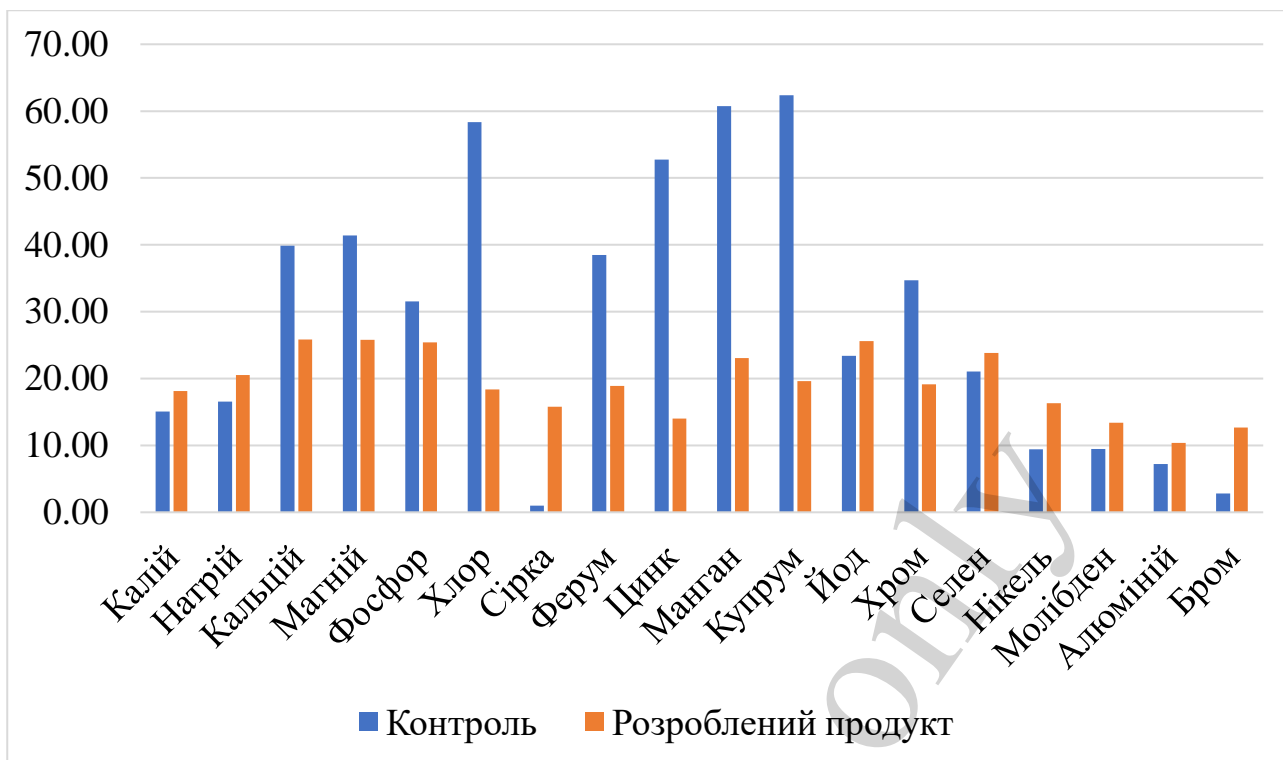


Рис. 2. Середній розрахунковий рівень задоволення добової потреби у мінеральних елементах від споживання 100 г сухих розчинних продуктів, %

6. Обговорення одержаних результатів дослідження споживної цінності

Отримані результати дослідження макронутрієнтного складу (табл. 2), свідчать про досить високий вміст білка. Це пояснюється тим, що він має важливе значення для забезпечення метаболічних потреб – відновлення втрат, забезпечення пластичним матеріалом тощо. Порівняно з контролем вміст білка у запропонованому виробі є на 18,7 % вищим, жирів – на 35,5 % нижче, а вуглеводів – майже на однаковому рівні. Жирова складова розробленого продукту представлена омега-3 жирними кислотами та молочним жиром і, отже, буде краще засвоюватися організмом порівняно з контролем, де представлені жири рослинного походження.

На основі аналізу результатів енергетичної цінності досліджених виробів (табл. 3) визначено, що контроль характеризується вищим значенням (на 8,3 %). Виходячи з отриманих експериментальних даних щодо співвідношення білки/жири/вуглеводи у загальній енергетичній цінності, досліджено, що розроблений продукт для ентєрального харчування, для якого воно становить 21,5/25,1/53,4, відповідає проаналізованим рекомендаціям [2, 3, 5, 31, 32] для забезпечення потреб осіб старшого віку, які мають підвищені навантаження, ураження та травми (становить 18–22:25–30:48–57 відповідно).

Найважливішим фактором, що визначає біологічну цінність білків, є збалансованість його амінокислотного складу [19, 20]. На основі аналізу складу амінокислот визначено у розробленому продукті значну кількість незамінних (366,3 мг/г сирого білка), умовно незамінних (37,2 мг/г сирого білка) амінокислот, глутаміну (267,1 мг/г сирого білка). Виходячи з цього, споживання розробленого виробу до-

зволяє на високому рівні забезпечувати необхідні умови для регенерації організму, задоволенням потреб у пластичних матеріалах [20, 32]. Вміст незамінних, умовно незамінних та несуттєвих амінокислот у розробленому продукті майже дорівнює контрольному з різницею в межах похибки вимірювання.

На основі дослідження біологічної цінності білкової компоненти (табл. 5) визначено, що домінуючою амінокислотою для досліджених зразків є триптофан (амінокислотний скор розробленого продукту 158,0 %, контролю – 144,0 %). Встановлено, що лімітуючими амінокислотами є фенілаланін і тирозин (амінокислотний скор розробленого виробу 101,2 %, контролю – 89,3 %). Покращення амінокислотного складу пояснюється використанням концентрату білкового молочної сироватки WPC-80 високої біологічної цінності.

На основі результатів проведеного дослідження (табл. 6) встановлено, що коефіцієнт відмінності амінокислотного скору (КВАС) незамінних амінокислот розробленого сухого розчинного продукту для ентерального харчування становить 17,14 %, що на 32,7 % перевищує відповідне значення контрольного зразка. Досліджено, що біологічна цінність білкової складової розробленого виробу на 10,07 % вище відповідного показника контрольного зразка.

Отримані результати дослідження вітамінної цінності (табл. 7) свідчать, що використання концентрату білкового молочної сироватки WPC-80 сприяло забезпеченню високої вітамінної цінності, зокрема щодо вмісту рибофлавіну, ніацину, пантотенової та фолієвої кислот. Слід також відзначити, що додаткове збагачення розробленого виробу β -каротином (враховуючи, що використання 6 мг β -каротину еквівалентно використанню 1 мг ретинолу), тіаміном, піридоксином і кальциферолом дозволило значно підвищити цінність.

Досліджено, що використання обраних сировинних компонентів, зокрема концентрату білкового молочної сироватки WPC-80, омега-3 жирних кислот, екстракту кореня женьшеню, молочного кальцію, гідрофосфату магнію, дозволило значно забезпечити розроблений продукт макро- та мікроелементами. Повне задоволення добової потреби в мінеральних елементах передбачається за рахунок споживання інших харчових продуктів.

Експериментально доведено, що вміст мінеральних елементів у запропонованому виробі представлений більш збалансовано, ніж у відповідному контрольному зразку. На відміну від контролю, де мінеральні елементи внесені штучно у вигляді солей, у розробленому продукті вони презентовані у нативній формі, що свідчить про їх краще засвоєння організмом.

На основі проведених експериментальних і аналітичних досліджень досліджено, що розроблений продукт відповідає специфіці потреб цільової категорії споживачів, його споживання у готовому рідкому стані дозволяє істотно забезпечувати організм осіб старших вікових груп у необхідних поживних речовинах. Також даний факт підтверджено за рахунок вищих експериментально встановлених показників харчової цінності запропонованого виробу порівняно з контрольним. Перспективою подальших досліджень є проведення клінічної апробації запропонованої продукції та подальше дослідження її результатів.

7. Висновки

1. Досліджено вміст білків, жирів і вуглеводів у розробленому сухому розчинному продукті для ентерального харчування геродієтичного призначення, що становить 22,76, 11,82 і 56,43 г на 100 г виробу відповідно. Визначено, що енергетична цінність виробу становить 422,8 ккал/100 г. Співвідношення білків/жирів/вуглеводів у загальній енергетичній цінності розробленого виробу складає 21,5/25,1/53,4 відповідно. Це відповідає рекомендаціям спеціалістів (18–22/25–30/48–57) щодо забезпечення потреб представників старших вікових категорій, зокрема з підвищеними навантаженнями, при лікуванні соматичних захворювань, травм, відновленні після них.

2. На основі дослідження амінокислотного складу розробленого сухого розчинного продукту визначено високий вміст незамінних (366,3 мг/г сирого білка) й умовно незамінних (37,2 мг/г сирого білка) амінокислот. Встановлено, що домінуючою незамінною амінокислотою є триптофан (амінокислотний скор 158,0 %), лімітованими – фенілаланін і тирозин (відповідний показник 101,2 %). На основі визначення коефіцієнту відмінностей амінокислотного складу встановлено, що біологічна цінність білка запропонованого продукту 82,86 %.

3. Експериментальне дослідження вітамінного, елементного складу розробленого сухого продукту свідчить про досить високий вміст досліджених вітамінів, зокрема аскорбінової кислоти (251,1 мг/100 г), кальциферолу (6 мкг/100 г), тіаміну (1,1 мг/100 г), піридоксину (1,0 мг/100 г), мінеральних елементів (Калій (594 мг/100 г), Кальцій (365 мг/100 г), Магній (172 мг/100 г), Фосфор (343 мг/100 г), Ферум (3244 мкг/100 г), Цинк (3157 мкг/100 г).

4. Встановлено високу харчову, зокрема енергетичну та біологічну, цінність розробленого сухого розчинного продукту для ентерального харчування геродієтичного призначення. Визначено його відповідність нормам, рекомендованим для представників старших вікових груп, за енергетичною цінністю, співвідношенням білків/ліпідів/вуглеводів, складом амінокислот (біологічна цінність білкової складової 82,86 %). Розраховано середній рівень задоволення добової потреби у досліджених вітамінах (у середньому в межах 14–41 %) і мінеральних елементах (переважно на 10–25 %) від споживання 100 г сухого продукту у готовому рідкому стані.

Література

1. Global Health and Aging. WHO. URL: https://www.who.int/ageing/publications/global_health.pdf
2. Ekmekcioglu, C. (2019). Nutrition and longevity – From mechanisms to uncertainties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 60 (18), 3063–3082. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1676698>
3. Amarantos, E., Martinez, A., Dwyer, J. (2001). Nutrition and Quality of Life in Older Adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 56, 54–64. doi: https://doi.org/10.1093/gerona/56.suppl_2.54
4. Антюшко, Д. П., Нездолий, А. О. (2017). Биологическая активность композиции с глюкозамином в питании крыс при моделировании поврежденных

хрящевой и соединительной тканей. Вопросы питания, 86 (1), 72–75. doi: <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2017-00023>

5. Kritchevsky, S. B. (2016). Nutrition and Healthy Aging. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 71 (10), 1303–1305. doi: <https://doi.org/10.1093/gerona/glw165>

6. Григоров, Ю. Г., Козловская, С. Г. (1988). Питание и феномен долголетия. Киев: Знання, 48.

7. Shikany, J. M., Barrett-Connor, E., Ensrud, K. E., Cawthon, P. M., Lewis, C. E. et. al. (2013). Macronutrients, Diet Quality, and Frailty in Older Men. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 69 (6), 695–701. doi: <https://doi.org/10.1093/gerona/glt196>

8. Riobó Serván, P., Sierra Poyatos, R., Soldo Rodríguez, J., Gómez-Candela, C., García Luna, P. P., Serra-Majem, L. (2015). Special considerations for nutritional studies in elderly. *Nutricion Hospitalaria*, 31, 84–90. doi: <https://doi.org/10.3305/nh.2015.31.sup3.8756>

9. Гавалко, Ю. В., Романенко, М. С., Синюк, Л. Л., Фус, С. В., Горобець, Л. В., Жевага, Л. М. и др. (2015). Стан забезпеченості макро- і мікроелементами у практично здорових людей різного віку. *Проблеми старения и долголетия*, 24 (3-4), 266–278. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/PSD_2015_24_3-4_7

10. Antiushko, D. P. (2020). Evaluation of gerodietetic product's for enteral nutrition protein value. *Journal of chemistry and technologies*, 28 (2), 161–167. doi: <https://doi.org/10.15421/082017>

11. Пригутьська, Н. В., Карпенко, П. О., Антюшко, Д. П., Гавалко, Ю. В. (2016). Пат. № 116754 UA. Суміш для ентерального харчування геродієтичного призначення. № u201609484; заявл. 14.09.2016; опубл. 12.06.2017, Бюл. № 11. URL: <https://uapatents.com/7-116754-sumish-dlya-enteralnogo-kharchuvannya-gerodietichnogo-priznachennya.html>

12. ISO 707:2008. Milk and milk products – Guidance on sampling. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:707:en>

13. ISO 8968-1:2014. Milk and milk products – Determination of nitrogen content – Part 1: Kjeldahl principle and crude protein calculation. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:8968:-1:ed-2:v1:en>

14. ISO 1736:2008. Dried milk and dried milk products – Determination of fat content – Gravimetric method (Reference method). URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:1736:ed-4:v1:en>

15. ISO/DIS 22184. Milk and milk products – Determination of the sugar contents – High performance anion exchange chromatographic method (HPAEC-PAD). URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:22184:dis:ed-1:v1:en>

16. Boulos, S., Tännler, A., Nyström, L. (2020). Nitrogen-to-Protein Conversion Factors for Edible Insects on the Swiss Market: *T. molitor*, *A. domesticus*, and *L. migratoria*. *Frontiers in Nutrition*, 7. doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2020.00089>

17. Козаренко, Т. Д., Зуев, С. Н., Муляр, Н. Ф. (1981). Ионнообменная хроматография аминокислот (Теоретические основы и практика). Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 160.

18. Sharer, J. D., De Biase, I., Matern, D., Young, S., Bennett, M. J., Tolun, A. A. (2018). Laboratory analysis of amino acids, 2018 revision: a technical standard of the American College of Medical Genetics and Genomics (ACMG). *Genetics in Medicine*, 20 (12), 1499–1507. doi: <https://doi.org/10.1038/s41436-018-0328-6>
19. Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition. Report of an FAO Expert Consultation. URL: <http://www.fao.org/ag/humannutrition/35978-02317b979a686a57aa4593304ffc17f06.pdf>
20. Рогов, И. А. Антипова, Л. В., Дунченко, Н. И. (2007). *Химия пищи*. М.: КолосС, 853.
21. ISO 20633:2015. Infant formula and adult nutritionals – Determination of vitamin E and vitamin A by normal phase high performance liquid chromatography. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:20633:ed-1:v1:en>
22. ISO 20635:2018. Infant formula and adult nutritionals – Determination of vitamin C by (ultra) high performance liquid chromatography with ultraviolet detection ((U)HPLC-UV). URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:68604:en>
23. ISO 14892:2002. Dried skimmed milk – Determination of vitamin D content using high-performance liquid chromatography. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:14892:ed-1:v1:en>
24. ISO 21470:2020. Infant formula and adult nutritionals – Simultaneous determination of total vitamins B1, B2, B3 and B6 – Enzymatic digestion and LC-MS/MS. URL: <https://dgn.isolutions.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:21470:ed-1:v1:en>
25. ISO/TR 23304:2021. Food products – Guidance on how to express vitamins and their vitamers content. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/fr/#iso:std:iso:tr:23304:ed-1:v1:en>
26. ISO 20634:2015. Infant formula and adult nutritionals – Determination of vitamin B12 by reversed phase high performance liquid chromatography (RP-HPLC). URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:20634:ed-1:v1:en>
27. ISO 17932:2011. Palm oil – Determination of the deterioration of bleachability index (DOBI) and carotene content. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:54401:en>
28. ISO 17294-2:2003. Water quality – Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) – Part 2: Determination of 62 elements. URL: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:17294:-2:ed-1:v1:en>
29. ISO 15587-2:2002. Water quality – Digestion for the determination of selected elements in water – Part 2: Nitric acid digestion. URL: <https://www.iso.org/standard/31355.html>
30. Method 6020A. Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry. URL: <https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2015-07/documents/epa-6020a.pdf>
31. Enteral feeding formulas market - growth, trends, COVID-19 impact, and forecasts, (2021 - 2026). URL: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/enteral-feeding-formulas-market>
32. Nezdoliy, A. O., Antiushko, D. P. (2015). Marketing research of expectations of target audience of consumers of products with functional orientation.

Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 5 (11 (77)), 26–30. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2015.51073>

33. Enteral Nutrition Market by Protein Composition (Standard Protein Diet, High Protein Supplement, Protein for Diabetes Care Patient and Others), Form (Powder and Liquid), Age Group (Adults, and Pediatric), and Distribution Channel (Hospital Sales, Retail, and Online): Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2020–2027. URL: <https://www.alliedmarketresearch.com/enteral-nutrition-market>

34. Roe, D. A. (1990). Geriatric Nutrition. Clinics in Geriatric Medicine, 6 (2), 319–334. doi: [https://doi.org/10.1016/s0749-0690\(18\)30620-7](https://doi.org/10.1016/s0749-0690(18)30620-7)

35. Enteral Feeding Formulas Market Size, Share & Trends Analysis Report By Product, By Flow Type, By Stage (Adult, Pediatric), By Indication, By End-user, By Region, And Segment Forecasts, 2021–2028. URL: <https://www.grand-viewresearch.com/industry-analysis/enteral-feeding-formulas-market#>

Not a reprint