

УДК 613.2

doi:10.20998/2413-4295.2022.01.09

## ПРОЕКТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ ЯКОСТІ ДОБОВОГО РАЦІОНУ ХАРЧУВАННЯ ДЛЯ ДІТЕЙ МОЛОДШОГО ШКІЛЬНОГО ВІКУ

Г. В. ЗАПАРЕНКО<sup>1\*</sup>, А. О. БОРИСОВА<sup>2</sup>, Н. В. ЯКИМЕНКО-ТЕРЕЩЕНКО<sup>3</sup>, Н. Ю. ОЛІЙНИК<sup>1</sup>,  
Т. Б. ГОНТАР<sup>1</sup>

<sup>1</sup> кафедра ресторанного, готельного та туристичного бізнесу, Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, УКРАЇНА

<sup>2</sup> кафедра іноземних мов, Харківська державна академія культури, Харків, УКРАЇНА

<sup>3</sup> кафедра туризму і готельно-ресторанного бізнесу, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, УКРАЇНА

\*e-mail: kindeducation@gmail.com

**АНОТАЦІЯ** Розглянуто проблему проектування збалансованого раціону харчування для дітей молодшого шкільного віку як важливий важіль корегування стану здоров'я дітей та дорослих. Показано, що харчування дітей відрізняється низкою ознак від харчування дорослих, зокрема вимагає надходження кальцію в легкозасвоєваному вигляді, вмісту більшої кількості нутрієнтів та енергії в розрахунок на одиницю маси тіла, вимагає використання щадних способів обробки продукції, таких як варіння, тушкування та запікання, вилучення деяких інгредієнтів із раціону тощо. Запропоновано використовувати для проектування раціонів математичні моделі рецептурного та нутрієнтного складу раціонів, що враховують обмеження на вміст сировини у раціоні, співвідношення, що забезпечують високий рівень збалансованості жиру, кальцію, фосфору та магнію, а також умови збагачення раціонів певними дефіцитними у харчуванні нутрієнтами відносно добових потреб у них. На основі попередніх розрахунків, проведених з використанням табличного процесора MS Excel, обґрунтовано вибір цільової функції для кожної моделі раціону. З використанням запропонованих моделей розроблено чотири раціони одноразового споживання для дітей молодшого шкільного віку – перший і другий сніданок, обід та вечерю, що разом утворюють добовий збалансований та різноманітний раціон. Раціони спроектовано на основі традиційної або достатньо поширеної в Україні сировини із залученням лише натуральних інгредієнтів, дозволених чинним законодавством України для використання в шкільному харчуванні. В результаті оптимізації, проведеної з використанням методу вбудованих функцій у системі MathCAD, отримано оптимальні величини вмісту сировинних інгредієнтів в раціонах. На основі отриманих даних скомпоновано меню добового раціону. За результатами відпрацювання рецептур страв запропонованого раціону відзначено їх високу якість та показано можливість подальшого застосування в дитячому та шкільному харчуванні. За результатами аналізу збалансованості нутрієнтів у складі запропонованих раціонів одноразового споживання та добовому раціоні доведено їх високу якість.

**Ключові слова:** дитяче харчування; шкільне харчування; раціон; збалансованість нутрієнтів; математичні моделі

## DESIGN AND ANALYSIS OF A DAILY DIET QUALITY FOR PRIMARY SCHOOL-AGED CHILDREN

A. ZAPARENKO<sup>1\*</sup>, A. BORYSOVA<sup>2</sup>, N. YAKIMENKO-TERESCHENKO<sup>3</sup>, N. OLIINYK<sup>1</sup>, T. HONTAR<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Restaurant, Hotel and Touristic Business, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, UKRAINE

<sup>2</sup> Department of Foreign Languages, Kharkiv State Academy of Culture, Kharkiv, UKRAINE

<sup>3</sup> Department of Tourism and Hospitality Business, National Technical University "KhPI", Kharkiv, UKRAINE

**ABSTRACT** The problem of designing a balanced diet for primary school-aged children as a very important lever to improve the health of children and adults is considered. It is demonstrated that children's nutrition differs from adult nutrition in several signs, in particular, it needs calcium in an easily digestible form, more nutrients and energy per unit of body weight, requires the use of gentle processing methods such as cooking, stewing and baking, removing some ingredients from the diet, etc. It is proposed to use mathematical models of the recipe and nutritional composition of rations for the design of rations, taking into account restrictions on the content of raw materials in the diet, ratios that ensure a high balance of fat, calcium, phosphorus and magnesium, as well as the conditions for the enrichment of diets with certain deficient nutrients regarding their daily needs. The choice of the target function for each diet model is justified based on preliminary calculations performed using the MS Excel spreadsheet. Using the proposed models, four single-use diets were developed for primary school-aged children - the first and second breakfast, lunch and dinner, which together form a balanced and varied daily diet. The rations are designed based on traditional or raw materials widespread in Ukraine with the involvement of only natural ingredients allowed by the current legislation of Ukraine for use in school meals. As a result of optimization carried out with the help of the method of built-in functions in the MathCAD system, optimal values of raw ingredients contained in the diet were obtained. Based on the received data, the daily diet menu is composed. According to the results of testing the recipes of the proposed diet, their high quality was noted and the possibility of further use in children's and school nutrition was shown. According to the results of the analysis of the nutrients' balance in the composition of the proposed single-use diets and the daily diet provided by the scientists, their high quality has been proven.

**Keywords:** childhood nutrition; school meal; diet; nutrient balance; mathematical models

### Вступ

Згідно з даними Всесвітньої організації з охорони здоров'я (ВООЗ) кількість людей, які страждають на ожиріння або надлишкову вагу в сучасному світі збільшилась втричі порівняно з

показниками 1975 р. [1]. При цьому кількість дітей, які страждають на ожиріння внаслідок незбалансованого харчування та недостатньої фізичної активності, постійно зростає та становила 39 млн (дані 2020 р.) для групи дітей віком до 5 років

та 340 млн (дані 2016 р.) для групи дітей віком від 5 до 19 років [1]. В 2021 році кількість дітей молодшого шкільного віку (від 6 до 9 років), які мали надлишкову вагу (у тому числі і ожиріння), у країнах Європи становила 29% серед хлопців та 27% серед дівчат, причому прогнозується, що пандемія COVID-19 може спричинити загострення тенденції зростання дитячого ожиріння [2]. Вирішення проблеми збалансованого харчування дітей є надзвичайно важливим завданням сучасного суспільства, оскільки пов'язане не лише з нормалізацією ваги дітей, але й впливає на функціонування найважливіших систем організму у дорослому житті – серцево-судинної, обміну речовин, опорно-рухового апарату та ін. [3–7]. Одним із шляхів вирішення проблеми раціонального харчування є розроблення раціонів харчування із заданим нутрієнтним складом для дітей та впровадження їх у систему шкільного харчування.

### Аналіз останніх досліджень і публікацій

Раціон харчування для дітей молодшого шкільного віку порівняно з харчуванням дорослих людей відрізняється низкою особливостей, зокрема: 1) більшим вмістом легкозасвоюваних вуглеводів на одиницю ваги тіла і, як наслідок, вищою калорійністю раціону; 2) підвищеним вмістом легкозасвоюваного кальцію, зокрема такого, що надходить із натуральних молочних продуктів; 3) підвищеним вмістом вітамінів та інших біологічно активних сполук; 4) обмеженням застосування спецій, прянощів, продуктів, що містять речовини тонізуючої дії (зокрема, кофеїн); 4) обмеженням на застосування певних способів кулінарної обробки (смаження, маринування) з наданням переваги варінню, у т.ч. на пару, тушкуванню та запіканню; 5) необхідністю надходження з їжею амінокислот аргініну та гістидину, які в дитячому організмі, на відміну від дорослих, не синтезуються [5,8].

Ураховуючи сказане, обов'язковими компонентами харчування дітей молодшого шкільного віку мають бути молоко коров'яче та натуральні продукти його переробки, вершкове масло, нерафіновані олії та горіхи, свіжі фрукти, ягоди, плоди та овочі, страви з овочів, крупів, телятини, нежирної сільськогосподарської птиці та субпродуктів.

На сьогоднішній день запропоновано низку підходів до створення раціонів харчування, у тому числі для дітей. Перш за все, створювані раціони мають задовольняти добові потреби організму у харчових речовинах, енергії, вітамінах і мінеральних речовинах. По-друге, важливо забезпечити надходження до організму кальцію в збалансованому стані, зокрема забезпечити необхідні співвідношення між кальцієм і жиром, фосфором, магнієм, які становлять 1:(67...100); 1:(0.5...1.5) та 1:(2.5...3.5) відповідно [8]. По-третє, вкрай важливо забезпечити надходження з їжею повноцінного білка, що має високі показники амінокислотних скорів білка та високі показники утилітарності білка у кожному прийомі їжі.

Аналіз зазначеної інформації дозволяє стверджувати, що для проектування високоякісних раціонів харчування із заданим нутрієнтним складом, зокрема для дітей молодшого шкільного віку, необхідним є застосування математичного інструментарію як для моделювання раціону, так і аналізу його якості. Згідно з концепцією, запропонованою проф. Крутовим Ж. А. [9–11], математичні моделі раціонів харчування мають містити технологічні обмеження на вміст сировини та співвідношення між ними; комплексні обмеження між окремими групами нутрієнтів, що забезпечують їх високу збалансованість; умови збагачення раціону дефіцитними нутрієнтами відносно добових потреб у них; цільову функцію. Математична модель раціону при цьому являє собою систему рівнянь і нерівностей, розв'язати яку можна, зокрема, методом вбудованих функцій з використанням програми MathCAD. Крім того, після етапу оптимізації раціону, важливо проаналізувати його якість з використанням комплексних показників якості.

Ураховуючи зазначене, проектування збалансованого раціону харчування для дітей молодшого шкільного віку та детальний аналіз його якості становить науковий і практичний інтерес.

### Мета роботи

Метою роботи є проектування добового раціону харчування для дітей молодшого шкільного віку, який характеризується високим рівнем збалансування нутрієнтів та забезпечує добову потребу в них. Для досягнення поставленої мети сформульовано такі завдання:

– з урахуванням вимог чинного законодавства України до харчування школярів обрати сукупність різних видів натуральної харчової сировини для проектування добового раціону харчування та запропонувати модель збалансованого добового раціону харчування для дітей молодшого шкільного віку;

– на основі попередніх розрахунків обґрунтувати цільові функції в моделях раціонів одноразового споживання, що утворюють добовий раціон, а також отримати оптимальні значення величин вмісту сировини в цих раціонах;

– проаналізувати якість отриманого раціону за різними показниками.

### Виклад основного матеріалу

Моделювання добового раціону для дітей молодшого шкільного віку (7–10 років) здійснювали з урахуванням затверджених Норм фізіологічних потреб дітей у харчових речовинах та енергії [12], рекомендацій щодо орієнтовної енергетичної цінності окремих прийомів їжі школярів (а саме 25; 20; 35 і 20% від добової потреби за рахунок першого, другого сніданку, обіду та вечері відповідно) [8] на основі продуктів харчування, що є характерними для використання в сучасній кулінарії України, та з урахуванням вимог сучасного законодавства України щодо харчування

школярів [12-16], а також рекомендацій міжнародних організацій, зокрема ВООЗ [5].

На першому етапі досліджень, використовуючи табличний процесор MS Excel, здійснювали наближений вибір вмісту інгредієнтів, розрахунок вмісту нутрієнтів в одноразових раціонах харчування (сніданок, другий сніданок, обід і вечеря), урахувавши технологічні обмеження на вміст інгредієнтів, а також обмеження на основні фізіологічні співвідношення між нутрієнтами, зокрема співвідношення між вмістом жиру, кальцію, фосфору та магнію, що забезпечують найкраще засвоєння кальцію, а також співвідношення між вмістом незамінних амінокислот. Технологічні обмеження на вміст сировини у стравах раціону обирали, виходячи з рекомендацій Збірки рецептур страв і кулінарних виробів [17]. Для проектування всіх раціонів як додатковий смаковий інгредієнт використано сіль поварену харчову йодовану в кількості, що не перевищує 4,0 г на добу (згідно з вимогами діючого законодавства) [15].

Після отримання орієнтовного набору інгредієнтів кожного раціону здійснювали уточнення числових параметрів математичної моделі оптимізації вмісту інгредієнтів у раціоні (граничних обмежень на величини основних фізіологічних співвідношень, технологічних обмежень); визначали доцільні умови збагачення раціону нутрієнтами та енергією (зокрема, кальцієм, білками, жирами, харчовими волокнами та енергією) відносно добової потреби в них. Розроблення математичної моделі завершували формуванням цільової функції. Розроблені моделі є моделями лінійного програмування.

Розв'язання задач оптимізації вмісту інгредієнтів у раціонах (з використанням скоригованих математичних моделей) здійснювали методом вбудованих функцій із використанням програми MathCAD. Типові приклади математичних моделей раціонів харчування та поетапну візуалізацію розрахунків подано в працях [9,10].

Стислу характеристику моделей запропонованих раціонів одноразового споживання, що разом утворюють добовий раціон, подано в табл. 1.

Цільові функції для моделей всіх раціонів одноразового споживання обрано на основі результатів аналізу попереднього розрахунку їх харчової цінності, проведеному в MS Excel, згідно з яким вміст магнію в раціонах першого та другого сніданків істотно перевищував вміст інших нутрієнтів відносно добової потреби в них (згідно з цим як цільові функції обрано мінімум вмісту магнію); вміст цинку в обідньому раціоні був недостатнім (відповідно цільова функція – максимум вмісту цинку); вміст кальцію в раціоні вечері гіпотетично міг бути збільшений до кращого значення (відповідно цільова функція – максимум вмісту кальцію).

Для моделей всіх запропонованих раціонів одноразового споживання для дітей молодшого шкільного віку математичне формулювання задачі оптимізації вмісту інгредієнтів у раціонах полягає в

Таблиця 1 – Стисла характеристика моделей раціонів одноразового харчування

Позиції меню раціону	Обрані інгредієнти для проектування раціону
Перший сніданок (цільова функція – мінімум вмісту магнію)	
Каша молочна вівсяна із пластивців «Геркулес» Бутерброд з маслом і сиром Напій гарячий (какао) Свіжі фрукти (мандарин)	Вівсяні пластивці «Геркулес», вода, молоко коров'яче пастеризоване 3,2% жирності (для приготування молочної каші та напою какао), мед, ізюм, курага, хліб пшеничний формовий із борошна вищого ґатунку, масло селянське вершкове несолене 72,5% жирності, сир твердий, какао-порошок, цукор, мандарин
Другий сніданок (цільова функція – мінімум вмісту магнію)	
Салат із відварних буряків Каша гречана Кнелі із філе індиків Соус молочний (бешамель) Напій (компот із персиків) Свіжі фрукти (хурма)	Буряк столовий, часник, сметана 15% жирності, крупа гречана ядриця швидкого приготування, бульйон курячий, отриманий із кісток і м'яса курятини (напівфаб-рикат власного виробництва), філе індиків, хліб пшеничний формовий із борошна вищого ґатунку, молоко коров'яче пастеризоване 3,2% жирності, яйця курячі (ячний білок), масло селянське вершкове несолене 72,5% жирності, борошно пшеничне вищого ґатунку, компот із персиків, хурма
Обід (цільова функція – максимум вмісту цинку)	
Салат із капусти білоголової Суп-крем із гарбуза та картоплі Тюфтелі з телятини в соусі сметанному з томатом Гарнір (макаронні вироби з бринзою) Фрукти свіжі (виноград) Напій (узвар) Хліб пшеничний формовий	Капуста білоголова, морква, зелень петрушки, сметана 15% жирності, гарбуз, картопля, цибуля ріпчаста, селера (корінь), вода, вершки пастеризовані із коров'ячого молока 10% жирності, макаронні вироби ячні, сир розсільний бринза із коров'ячого молока, масло вершкове селянське несолене 72,5% жирності, телятина I категорії, хліб пшеничний формовий із борошна вищого ґатунку, борошно пшеничне вищого ґатунку, томатне пюре, виноград, узвар
Вечеря (цільова функція – максимум вмісту кальцію)	
Рибна страва і соус (лосось запечений із соусом бешамель) Гарнір (квасоля стручкова відварна з бринзою) Сирники зі сметаною Свіжі ягоди (лохина) Напій (компот вишневий)	Квасоля стручкова, молоко коров'яче пастеризоване 3,2% жирності (для приготування молочного соусу), масло селянське вершкове несолене 72,5% жирності, борошно пшеничне вищого ґатунку, лосось охолоджений, сир кисломолочний 9% жирності, яйця курячі, цукор, сметана 20% жирності, компот вишневий, сир твердий, лохина

наступному: визначити вектор  $\vec{X} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ , де  $x_n$  – невідома кількість сировини  $n$ -го виду з відомим нутрієнтним складом (г), який максимізує або мінімізує цільову функцію (відповідно максимум або мінімум вмісту певного нутрієнта в раціоні) за умови, що координати цього вектора задовольняють системам рівнянь і нерівностей, що утворюють математичну модель раціону.

Результат визначення оптимальних величин вмісту інгредієнтів у раціонах одноразового споживання, які утворюють добовий раціон для дітей молодшого шкільного віку, подано в табл. 2.

На наступному етапі досліджень було виготовлено страви спроектованих раціонів. Страви раціону виготовляли за технологіями, описаними у Збірці рецептур страв і кулінарних виробів [17], табл. 3. Дозування сировини масою нетто здійснювали відповідно до даних, наведених у табл. 2.

За результатами лабораторного відпрацювання рецептур страв спроектованого раціону встановлено, що всі страви характеризуються високими органолептичними показниками якості, що відповідають вимогам до зазначених страв, і можуть бути рекомендовані для включення до раціонів для дітей молодшого шкільного віку.

### Обговорення результатів

За результатами проведення оптимізації вмісту інгредієнтів у раціонах одноразового споживання (табл. 2) встановлено, що оптимальний вміст магнію в

раціонах першого та другого сніданків становить 100 і 101 мг відповідно, що забезпечує близько 60% від добової потреби дітей молодшого шкільного віку в ньому. Оптимальний вміст цинку в обідньому раціоні складає 2,8 мг, що становить 28% від добової потреби, оптимальний вміст кальцію в раціоні вечері – 180 мг, що становить 18% від добової потреби. Таким чином, запропоновані раціони характеризуються достатньо високим вмістом дефіцитних нутрієнтів, що наближається до рекомендованих рівнів забезпечення за рахунок окремих прийомів їжі або навіть перевищує їх (25; 20; 35 і 20% від добової потреби за рахунок першого, другого сніданку, обіду та вечері відповідно).

Слід зазначити, що вміст магнію у раціонах першого та другого сніданків можна вважати завеликим, що зумовлено використанням інгредієнтів, які є джерелами цього нутрієнта (вівсяних пластівців, сухофруктів, какао-порошку у раціоні першого сніданку, а також крупи гречаної та хурми в раціоні другого сніданку). У той же час вилучення зазначених інгредієнтів із раціонів або їх заміна на інші інгредієнти спричинили б порушення співвідношень між вмістом кальцію та магнію в раціоні та, як наслідок, погіршення засвоєння кальцію. Доцільність вибору цільової функції доведено порівнянням результатів розрахунку харчової цінності раціону до та після оптимізації – рівень задоволення добових потреб у магнії зазначеними раціонами до оптимізації становив 73 і 79% відповідно, тобто на 13...19% більше, ніж після оптимізації.

Таблиця 2 – Оптимальні величини інгредієнтів у раціонах одноразового споживання

Інгредієнт	Маса нетто, г
<b>Перший сніданок</b>	
1. Вівсяні пластівці «Геркулес»	25
2. Вода питна	50
3. Молоко коров'яче пастеризоване 3,2% жирності	40
4. Мед	15
5. Сіль кухонна харчова йодована	0,25
6. Курага	3
7. Ізюм	3
8. Хліб пшеничний формовий із борошна вищого гатунку	16
9. Масло селянське вершкове несолоне 72,5% жирності	15
10. Сир «Російський»	5
11. Молоко коров'яче пастеризоване 3,2% жирності	180
12. Какао-порошок	5
13. Цукор білий із цукрових буряків	15
14. Мандарин	30
<b>Другий сніданок</b>	
1. Буряк столовий	10
2. Сметана 15% жирності	10
3. Часник	1
4. Крупа гречана ядриця швидкого приготування	20
5. Бульйон курячий (напівфабрикат власного виробництва)	40
6. Індюшати́на (фі́ле)	35
7. Хліб пшеничний формовий із борошна пшеничного вищого гатунку	4
8. Молоко коров'яче пастеризоване 3,2% жирності	25
9. Яйця курячі (яєчний білок)	3

Інгредієнт	Маса нетто, г
10. Молоко коров'яче пастеризоване 3,2% жирності	20
11. Масло селянське вершкове несолоне 72,5% жирності	15
12. Борошно пшеничне вищого ґатунку	1
13. Компот із персиків	110
14. Хурма	110
Обід	
1. Капуста білоголова	60
2. Морква	20
3. Сметана 15% жирності	5
4. Сіль кухонна харчова йодована	1
5. Гарбуз	70
6. Картопля	22
7. Цибуля ріпчаста	10
8. Морква	10
9. Вода питна	171
10. Вершки пастеризовані із коров'ячого молока 10% жирності	40
11. Макаронні вироби яєчні	30
12. Бринза із коров'ячого молока	25
13. Масло селянське вершкове несолоне 72,5% жирності	13
14. Телятина I категорії	50
15. Молоко коров'яче пастеризоване 3,2% жирності	10
16. Хліб пшеничний формовий із борошна пшеничного вищого ґатунку	15
17. Цибуля ріпчаста	15
18. Сметана 15% жирності	20
19. Масло селянське вершкове несолоне 72,5% жирності	1
20. Борошно пшеничне вищого ґатунку	1
21. Томатне пюре	3
22. Виноград	68
23. Узвар	150
24. Хліб пшеничний формовий із борошна пшеничного вищого ґатунку	20
25. Зелень петрушки	10
26. Селера (корінь)	10
Вечеря	
1. Квасоля стручкова	30
2. Сир «Голландський» брусковий	6
3. Молоко коров'яче пастеризоване 3,2% жирності	15
4. Масло селянське вершкове несолоне 72,5% жирності	3,5
5. Борошно пшеничне вищого ґатунку	0,75
6. Лосось охолоджений	50
7. Сир кисломолочний 9% жирності	20
8. Борошно пшеничне вищого ґатунку	3,6
9. Яйця курячі	1
10. Цукор білий із цукрових буряків	3,3
11. Сметана 20% жирності	5
12. Лохина	100
13. Компот вишневий	190

Отримане значення оптимального вмісту цинку в обідньому раціоні можна вважати дещо недостатнім (28% від добової потреби порівняно з рекомендованими 35%), що зумовлено продуктивним набором сировини для раціону (вагомий внесок щодо підвищення вмісту цинку здійснюється, головним чином, за рахунок використання телятини). Порівняння результатів розрахунку вмісту кальцію в раціоні до та після його оптимізації свідчить, що рівень забезпечення цинком

збільшився на 7% (з 20,8 до 28,1%).

Аналіз якості раціонів за збалансованістю нутрієнтів та забезпеченням добових потреб у харчових речовинах і енергії подано в табл. 4.

Аналіз даних, поданих у табл. 4, дозволяє стверджувати, що спроектовані раціони характеризуються високою харчовою цінністю та високим рівнем збалансованості кальцію з іншими нутрієнтами, що дозволить забезпечити достатньо високий рівень його засвоєння. Незначною мірою

Таблиця 3 – Інформація щодо технології виготовлення страв розроблених раціонів

Страва	Номер за збіркою рецептур
<b>Перший сніданок</b>	
Каша молочна в'язка з вівсяних пластівців Геркулес з медом, ізюмом та курагою	№386 (модифікована)
Бутерброд з маслом і сиром	№3
Какао	№959
<b>Другий сніданок</b>	
Салат із відварного буряка, заправлена сметаною та часником	№88
Каша гречана розсипчаста, заправлена маслом	№679
Кнелі з філе індички з соусом бешамель	№632, №794
<b>Обід</b>	
Салат зі свіжої капусти та моркви, заправлений сметаною, зелень петрушки	№79
Суп-крем із гарбузів і картоплі	№243 (модифікована)
Макаронні вироби відварні з бринзою з коров'ячого молока	№688
Тюфтелі з телятини з соусом сметаним з томатом, зелень петрушки	№618, №799
Узвар	№868
<b>Вечеря</b>	
Лосось паровий з соусом бешамель	№476, №794
Квасоля стручкова відварна, заправлена маслом вершковим, з сиром голландським	№685
Сирники зі сметаною	№ 463

відхиляється від рекомендованого співвідношення між жиром і кальцієм в раціоні першого сніданку, а також співвідношення між кальцієм і магнієм в раціоні другого сніданку, що істотно не впливає на значення цих показників у добовому раціоні в цілому.

Слід зазначити, що спроектовані раціони характеризуються недостатньо високим вмістом вуглеводів, проте, урахувавши схильність дітей до підвищеного споживання солодощів, що не входять до основних прийомів їжі, не вважали за потрібне коригувати вміст вуглеводів у запропонованих раціонах.

### Висновки

У результаті проведених досліджень спроектовано добовий раціон харчування для дітей молодшого шкільного віку, який характеризується високим рівнем збалансування нутрієнтів та забезпечує добову потребу в них. З урахуванням вимог чинного законодавства України до харчування школярів обрано сукупність різних видів натуральної харчової сировини, що є типовою або поширеною в Україні, для проектування добового раціону харчування. Запропоновано модель збалансованого добового раціону

Таблиця 4 – Аналіз якості спроектованих раціонів за показниками збалансованості груп нутрієнтів

Показник	Значення показника для раціону				
	Сніданок		Обід	Вечеря	ДР
Співвідношення та їх межі	1-й	2-й			
Жир:Са (67...100)	61,86	69,99	68,56	67,51	66,68
Са:Р (0,5...1,5)	0,96	0,91	0,89	0,77	0,89
Са:Mg (2,5...3,7)	3,32	2,32	3,69	3,67	3,19
<b>Забезпечення добових потреб у нутрієнтах та енергії, % добової потреби</b>					
Білки	21,7	17,9	36,2	23,7	99,4
Жири	30,3	23,9	37,2	17,7	109,2
Вуглеводи	18,1	16,0	21,2	11,4	66,7
Харчові волокна	23,9	16,8	34,9	6,1	81,8
Енергетична цінність	21,2	18,5	27,4	14,8	81,8
Кальцій	34,2	23,9	37,9	18,4	114,4
Фосфор	35,7	26,3	42,2	23,7	127,9
Магній	60,6	60,6	60,4	29,5	211,1
Цинк	11,7	16,9	28,1	4,3	61,0

харчування для дітей молодшого шкільного віку, що складається з чотирьох моделей раціонів одноразового споживання – першого та другого сніданків, обіду та вечері, які містять обмеження на вміст сировини, співвідношення, що забезпечують високий рівень збалансованості жиру, кальцію, фосфору та магнію, а також умови збагачення раціонів дефіцитними нутрієнтами відносно добових потреб у них. На основі попередніх розрахунків обґрунтовано цільові функції в моделях раціонів одноразового споживання, що утворюють добовий раціон, а саме мінімум вмісту магнію в раціонах першого та другого сніданків, максимум вмісту цинку в обідньому раціоні та максимум вмісту кальцію в раціоні вечері. З використанням системи MathCAD отримано оптимальні значення величин вмісту сировини в раціонах, що забезпечують високий рівень збалансованості нутрієнтів і високий рівень задоволення добових потреб раціоном у дефіцитних нутрієнтах. За результатами виготовлення та дегустації страв запропонованого раціону в лабораторних умовах виявлено їх високу якість за органолептичними показниками. Встановлено, що величини співвідношень між нутрієнтами, які забезпечують засвоєння кальцію, знаходяться в межах рекомендованих, а рівень забезпечення добових потреб у нутрієнтах добовим раціоном наближується до 100%.

### Список літератури

1. Obesity and overweight. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed 03.04.2022).
2. High rates of childhood obesity alarming given anticipated impact of COVID-19 pandemic. URL: <https://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/press->

- releases/2021/high-rates-of-childhood-obesity-alarming-given-anticipated-impact-of-covid-19-pandemic (accessed 03.04.2022).
- Amare M., Arndt Ch., Abay K. A., Benson T. Urbanization and child nutritional outcomes. *The World Bank Economic Review*. 2020. Vol. 34(1). P. 63-94. doi: 10.1093/wber/lhy015.
  - Sandler A. The legacy of a standard of normality in child nutrition research. *SMM – Population Health*. 2021. Vol. 15. P. 100865. doi: 10.1016/j.ssmph.2021.100865.
  - Healthy diet. URL: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (accessed 03.04.2022).
  - Redondo-Cuevas L., Sanchis-Chorda J., Codoner-Franch P. Child nutrition and bone health. *Journal of Child Science*. 2018. Vol. 8 (1). P. 67-74. doi:10.1055/s-0038-1669402.
  - Majewska K.A., Kobylinska M., Krasinska A., Wais P., Kedzia A. Selected aspects of child nutrition and the risk of obesity. *Pielęgniarstwo XXI wieku*. 2020. Vol. 19. №. 3(72). P. 163-170. doi: 10.2478/pielxxiw-2020-0027.
  - Дуденко Н. В., Павлоцька Л. Ф., Артеменко В. С., Кривонос М. В., Кратенко І. С. *Основи фізіології харчування*. Харків: Торнадо, 2011. 407 с.
  - Черевко О. І., Крутовий Ж. А., Михайлов В. М., Касілова Л. О., Запаренко Г. В.; за редакцією проф. Крутового Ж. А. *Проектування систем харчування лікувально-профілактичної дії. Частина 1. Математичні аспекти створення систем харчування*. Харків: Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі, 2013. 186 с.
  - Черевко О. І., Крутовий Ж. А., Михайлов В. М., Запаренко Г. В.; за редакцією проф. Крутового Ж. А. *Проектування систем харчування лікувально-профілактичної дії. Частина 3. Фундаментальні проблеми створення систем харчування*. Харків: Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі, 2017. 219 с.
  - Krutovyi G., Zaparenko A., Borysova A. Mathematical aspects of nutrition systems projecting for dietary therapy. *Food Science and Technology*. 2017. Vol. 11. №3. P. 10-16. doi: 10.15673/fst.v11i1.291.
  - Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах і енергії. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text> (дата звернення: 10.11.2021).
  - С 1 сентября в школах запускают реформу школьного питания: изменения и сроки. URL: [https://education.24tv.ua/ru/1-sentjabrja-2021-shkolah-zapuskajut-novoe-shkolnoe-ukraina-novosti\\_n1711955](https://education.24tv.ua/ru/1-sentjabrja-2021-shkolah-zapuskajut-novoe-shkolnoe-ukraina-novosti_n1711955) (дата звернення: 10.11.2021).
  - Як саме зміниться харчування українських школярів у 2021 році. URL: <https://sfero.org.ua/podiyi/yak-same-zminytsya-harchuvannya-ukrayinskyh-shkolyariv-u-2021-rotsi/> (дата звернення: 10.11.2021).
  - Про затвердження норм харчування у навчальних та дитячих закладах оздоровлення та відпочинку. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/1591-2004-%D0%BF#Text> (дата звернення: 10.11.2021).
  - Порядок організації харчування дітей у навчальних та оздоровчих закладах. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0661-05#Text> (дата звернення: 10.11.2021).
  - Здобнов А. И., Цыганенко В. А. *Сборник рецептур блюд и кулинарных изделий для предприятий общественного питания*. Киев: Арий, 2010. 679 с.
  - releases/2021/high-rates-of-childhood-obesity-alarming-given-anticipated-impact-of-covid-19-pandemic (accessed 03.04.2022).
  - Amare M., Arndt Ch., Abay K. A., Benson T. Urbanization and child nutritional outcomes. *The World Bank Economic Review*, 2020, Vol. 34 (1), pp. 63-94, doi: 10.1093/wber/lhy015.
  - Sandler A. The legacy of a standard of normality in child nutrition research. *SMM – Population Health*, 2021, Vol. 15, pp. 100865, doi:10.1016/j.ssmph.2021.100865.
  - Healthy diet. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet> (accessed 03.04.2022).
  - Redondo-Cuevas L., Sanchis-Chorda J., Codoner-Franch P. Child nutrition and bone health. *Journal of Child Science*, 2018, Vol. 8 (1), pp. 67-74, doi:10.1055/s-0038-1669402.
  - Majewska K.A., Kobylinska M., Krasinska A., Wais P., Kedzia A. Selected aspects of child nutrition and the risk of obesity. *Pielęgniarstwo XXI wieku*, 2020, Vol. 19, 3(72), pp. 163-170, doi: 10.2478/pielxxiw-2020-0027.
  - Dudenko N. V., Pavlotska L. F., Artemenko V. S., Kryvonosov M. V., Kratenko I. S. *Osnovy fiziologii kharchuvannia* [Fundamentals of the physiology of nutrition]. Kharkiv, Tornado, 2011. 407 p.
  - Cherevko O. I., Krutovyi G. A., Mykhaylov V. M., Kasilova L. O., Zaparenko G. V. *Proektuvannia system kharchuvannia lakuvalno-profilaktychnoy diyi. Chastyina 1. Matematychni aspekty stvorennia system kharchuvannia* [Design of food systems with therapeutic and prophylactic action. Part 1. Mathematical aspects of the creation of food systems]. Kharkiv, Kharkiv State University of Food Technologies and Trade, 2013. 186 p.
  - Cherevko O. I., Krutovyi G. A., Mykhaylov V. M., Kasilova L. O., Zaparenko G. V. *Proektuvannia system kharchuvannia lakuvalno-profilaktychnoy diyi. Chastyina 3. Fundamentalni problem stvorennia system kharchuvannia* [Design of food systems with therapeutic and prophylactic action. Part 3. Fundamental problems of the creation of food systems]. Kharkiv, Kharkiv State University of Food Technologies and Trade, 2017. 219 p.
  - Krutovyi G., Zaparenko A., Borysova A. Mathematical aspects of nutrition systems projecting for dietary therapy. *Food Science and Technology*, 2017, Vol. 11, 3, pp. 10-16, doi: 10.15673/fst.v11i1.291.
  - On the approval of the Norms of physiological needs of the population of Ukraine in the basic nutrients and energy. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1206-17#Text> (accessed 10.11.2021).
  - Since September 1st, schools will launch a reform of school nutrition: changes and deadlines. Available at: [https://education.24tv.ua/ru/1-sentjabrja-2021-shkolah-zapuskajut-novoe-shkolnoe-ukraina-novosti\\_n1711955](https://education.24tv.ua/ru/1-sentjabrja-2021-shkolah-zapuskajut-novoe-shkolnoe-ukraina-novosti_n1711955) (accessed 10.11.2021).
  - How exactly will change the nutrition of Ukrainian schoolchildren in 2021? Available at: <https://sfero.org.ua/podiyi/yak-same-zminytsya-harchuvannya-ukrayinskyh-shkolyariv-u-2021-rotsi/> (accessed 10.11.2021).
  - On the approval of nutrition standards at the educational and children's health and recreation establishments. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/1591-2004-%D0%BF#Text> (accessed 10.11.2021).
  - The order of the organization of children nutrition at the educational and health improving establishments. Available at: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0661-05#Text> (accessed 10.11.2021).
  - Zdobnov A. I., Tsyganenko V. A. *Sbornik retseptur bliud I kulinarykh izdeliy dlia predpriyatiy obshchennogo pitaniya* [Collection of recipes for dishes and culinary products for catering establishments]. Kyiv, Ariy, 2010. 679 p.

#### References (transliterated)

- Obesity and overweight. Available at: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight> (accessed 03.04.2022).
- High rates of childhood obesity alarming given anticipated impact of COVID-19 pandemic. Available at: [https://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/press-](https://www.euro.who.int/en/media-centre/sections/press-releases/2021/high-rates-of-childhood-obesity-alarming-given-anticipated-impact-of-covid-19-pandemic)

### Відомості про авторів (About authors)

**Запаренко Ганна Володимирівна** – кандидат технічних наук, доцент, Українська інженерно-педагогічна академія, доцент кафедри ресторанного, готельного та туристичного бізнесу; м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0001-9030-4128; e-mail: kindeducation@gmail.com.

**Запаренко Анна** – Ph.D, Associate Professor (Docent), Associate Professor, Department of Restaurant, Hotel and Touristic Business, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine, ORCID: 0000-0001-9030-4128; e-mail: kindeducation@gmail.com.

**Борисова Аліна Олексіївна** – кандидат психологічних наук, доцент, Харківська державна академія культури, завідувачка кафедри іноземних мов; м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0003-3323-4463; e-mail: haralina@gmail.com.

**Borysova Alina** – PhD, Associate Professor (Docent), Head of the Department of Foreign Languages, Kharkiv State Academy of Culture, Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0003-3323-4463; e-mail: haralina@gmail.com.

**Якименко-Терещенко Наталія Василівна** – доктор економічних наук, професор, НТУ ХПІ, завідувач кафедри туризму і готельно-ресторанного бізнесу; м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0003-2927-7989; e-mail: natalia.iakymenko-tereschenko@khp.edu.ua

**Yakimenko-Tereschenko Natalia** – Doctor of Science, Professor, Head of the department, Department of Tourism and Hospitality Business, National Technical University "KhPI", Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0003-2927-7989; e-mail: natalia.iakymenko-tereschenko@khp.edu.ua.

**Олійник Наталія Юрївна** – кандидат педагогічних наук, доцент, Українська інженерно-педагогічна академія, директор Навчально-наукового Харківського торговельно-економічного інституту УІПА; м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0003-0378-0359; e-mail: nataliaoliinyk@gmail.com.

**Oliiynyk Nataliia** – Ph.D, Associate Professor (Docent), Ukrainian Engineering Pedagogics Academy (UEPA), Director of the Educational and Scientific Kharkiv Institute of Trade and Economics UEPA, Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0003-0378-0359; e-mail: nataliaoliinyk@gmail.com.

**Гонтар Тетяна Борисівна** – кандидат технічних наук, доцент, Українська інженерно-педагогічна академія, завідувач кафедри ресторанного, готельного та туристичного бізнесу; доцент кафедри ресторанного, готельного та туристичного бізнесу, м. Харків, Україна; ORCID: 0000-0003-0758-1752; e-mail: taty-gontar@ukr.net.

**Hontar Tetiana** – Ph.D, Associate Professor (Docent), Head of the department, Department of Restaurant, Hotel and Touristic Business, Ukrainian Engineering Pedagogics Academy, Kharkiv, Ukraine; ORCID: 0000-0003-0758-1752; e-mail: taty-gontar@ukr.net.

*Будь ласка, посилайтеся на цю статтю наступним чином:*

Запаренко Г. В., Борисова А. О., Якименко-Терещенко Н. В., Олійник Н. Ю., Гонтар Т. Б. Проектування та аналіз якості добового раціону харчування для дітей молодшого шкільного віку. *Вісник Національного технічного університету «ХПІ»*. Серія: *Нові рішення в сучасних технологіях*. – Харків: НТУ «ХПІ». 2022. № 1(11). С.56-63. doi:10.20998/2413-4295.2022.01.09.

*Please cite this article as:*

Zaparenko A., Borysova A., Yakimenko-Tereschenko N., Oliiynyk N., Hontar T. Design and analysis of a daily diet quality for primary school-aged children. *Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: New solutions in modern technology*. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2022, no. 1(11), pp. 56–63, doi:10.20998/2413-4295.2022.01.09.

*Пожалуйста, ссылайтесь на эту статью следующим образом:*

Запаренко А. В., Борисова А. А., Якименко-Терещенко Н. В., Олейник Н. Ю., Гонтарь Т. Б. Проектирование и анализ качества суточного рациона питания для детей младшего школьного возраста. *Вестник Национального технического университета «ХПИ»*. Серия: *Новые решения в современных технологиях*. – Харьков: НТУ «ХПИ». 2022. № 1 (11). С. 56-63. doi:10.20998/2413-4295.2022.01.09.

**АННОТАЦІЯ** В статті розглянута проблема проектування сбалансованного раціону харчування для дітей молодшого шкільного віку як важкий рычаг корекції стану здоров'я дітей і дорослих. Показано, що харчування дітей відрізняється рядом ознак від харчування дорослих, зокрема потребує надходження кальцію в легкоусвоюваному вигляді, більшої кількості нутриєнтів і енергії на одиницю маси тіла, потребує використання певних способів обробки продукції, таких як варка, тушення і запікання, вилучення деяких інгредієнтів з раціону і т.п. Предложено використовувати для проектування раціонів математичні моделі рецептурного і нутриєнтного складу раціонів, що враховують обмеження на вміст сировини в раціоні, співвідношення, забезпечують високий рівень сбалансованості жиру, кальцію, фосфору і магнію, а також умови збагачення раціону певними дефіцитними в харчуванні нутриєнтами відносно суточних потребностей в них. На основі попередніх розрахунків, проведених з використанням табличного процесора MS Excel, обґрунтовано вибір цільової функції кожної моделі раціону. З використанням запропонованих моделей розроблено чотири раціону одноразового харчування для дітей молодшого шкільного віку – перший і другий сніданок, обід і вечеря, які разом утворюють суточний сбалансований і різноманітний раціон. Раціони спроектовані на основі традиційного або достатньо поширеного в Україні сировини з використанням тільки натуральних інгредієнтів, дозволених діючим законодавством України для використання в шкільному харчуванні. В результаті оптимізації, проведеної з використанням методу вбудованих функцій в системі MathCAD, були отримані оптимальні величини вмісту сировинних інгредієнтів в раціоні. На основі отриманих даних складено меню суточного раціону. По результатах обробки рецептур страв запропонованого раціону відзначено їх високу якість і показано можливість подальшого застосування в дитячому і шкільному харчуванні. По результатах аналізу сбалансованості нутриєнтів в складі запропонованих раціонів одноразового харчування і суточного раціону доведено їх високу якість.

**Ключові слова:** дитяче харчування; шкільне харчування; раціон; сбалансованість нутриєнтів; математичні моделі

Надійшла (received) 27.03.2022