

О.І. Черевко, д-р техн. наук, проф.
Ж.А. Крутовий, канд. техн. наук, проф.
Г.В. Запаренко, асп.
О.О. Фалько, студ.
І.Ю. Юрченко, студ.

АНАЛІЗ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ХАРЧУВАННЯ ЛІКУВАЛЬНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ ЗБАЛАНСОВАНИМИ ГРУПАМИ НУТРИЄНТІВ

Здійснено аналіз забезпечення раніше спроектованих систем харчування (СХ) лікувальної дії трьома збалансованими групами зв'язаних між собою нутриєнтів. Визначено шляхи підвищення рівня збалансованості груп нутриєнтів у СХ нового покоління, призначених для профілактики та лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію.

Осуществлён анализ обеспечения ранее спроектированных систем питания (СП) лечебного действия тремя сбалансированными группами связанных между собой нутриентов. Определены пути повышения уровня сбалансированности групп нутриентов в СП нового поколения, предназначенных для профилактики и лечения заболеваний, возникающих на фоне дефицита кальция.

The analysis of providing the former projected preventive food systems (FS) with three balanced groups of the related nutrients is performed. The ways of increasing the balance level of the groups of nutrients in the FS of new generation intended for prophylaxis and medication of diseases caused by calcium deficiency are specified.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Одне із завдань фізіології харчування, як відомо, полягає у забезпеченні збалансованості різних раціонів харчування. Чим вища біологічна цінність харчування, тим адекватніше воно фізіологічним потребам організму людини.

Надзвичайно велику роль у функціонуванні організму відіграють білки. Їх харчова та біологічна цінність зумовлена, зокрема, вмістом і співвідношеннями між окремими амінокислотами. У продуктах харчування міститься 20 амінокислот із понад 130 відомих. До незамінних (есенціальних) амінокислот, як відомо, належать наступні кислоти: триптофан, лізин, лейцин, ізолейцин, метіонін, фенілаланін, треонін та валін. Аргінін і гістидин – незамінні амінокислоти для дітей. Щоб харчування було збалансованим, необхідно забезпечити певні, науково обґрунтовані, співвідношення між названими незамінними амінокислотами.

Надзвичайно важливим є також забезпечення необхідних співвідношень між вмістом жирних кислот: насичених, мононенасичених і поліненасичених.

Крім того, повинні забезпечуватись рекомендовані, різні для різних категорій людей, співвідношення між вмістом у раціоні білків, жирів і вуглеводів.

Із врахуванням сказаного впливає актуальність забезпечення раціонів харчування трьома названими групами нутрієнтів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У працях [1; 2] розглядаються проблеми проектування раціонів одного прийому їжі або раціонів одноразового споживання (РОСів) різного призначення: для перших і других сніданків, обідів, вечір тощо з високим вмістом кальцію. Математичні моделі оптимізації вмісту інгредієнтів у РОСів розроблялись, виходячи із основних принципів створення систем харчування (СХ) лікувально-профілактичної дії та їх структури [3; 4]. Моделі містять: обмеження на основні фізіологічні співвідношення між вмістом жирів і кальцію, кальцію та фосфору, кальцію та магнію, технологічні обмеження на вміст інгредієнтів, умови збагачення РОСів нутрієнтами, що впливають на метаболізм кісткової тканини та ін.

У [5] показано, що врахування великої кількості попарних співвідношень між нутрієнтами, у тому числі тих, що належать до зазначених трьох груп нутрієнтів, призводить до суттєвих ускладнень математичних моделей оптимізації вмісту інгредієнтів у РОСів, ускладнень, за яких задачі оптимізації можуть не мати розв'язків.

На сьогоднішній день не розроблені аналітичні методи створення раціонів харчування з урахуванням науково обґрунтованих співвідношень між нутрієнтами названих груп. У той же час існує нагальна потреба в урахуванні цих чинників під час проектування раціонів харчування.

У [4] запропоновано створення добових раціонів (ДР) на базі сукупності РОСів, а також циклових раціонів (ЦР) тривалістю 10–15 і більше діб і довгострокових систем харчування, призначених для профілактики та лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію.

У [6] для однієї із категорій споживачів запропоновано проекти базових систем харчування лікувально-профілактичної дії трьох видів. У СХ першого виду передбачено чотириразове харчування протягом доби (перші та другі сніданки, обіди та вечері). Ця система в середньому забезпечує на 100% добову потребу в збалансованому кальції. У СХ другого виду забезпечується в середньому приблизно

1,5 добовий рівень у збалансованому кальції. СХ третього виду забезпечує в середньому дводобовий рівень зазначених потреб.

Виникає запитання, як, наскільки забезпечені спроектовані системи харчування лікувально-профілактичної дії збалансованими трьома групами нутрієнтів?

Мета та завдання статті -- здійснити наступне:

– аналіз забезпечення вже спроектованих систем харчування лікувально-профілактичного призначення збалансованими трьома групами нутрієнтів;

– пошук шляхів удосконалення систем харчування в напрямку підвищення рівня забезпечення їх зазначеними збалансованими групами нутрієнтів.

Виклад основного матеріалу дослідження. З метою забезпечення більшої глибини збалансування нутрієнтів (тобто забезпечення більшої кількості збалансованих груп нутрієнтів) у різних раціонах та системах харчування нами в [5] запропоновано ввести функціонали збалансування зв'язаних між собою рекомендованими співвідношеннями наступних груп:

а) функціонал збалансування білків, жирів та вуглеводів;

б) функціонал збалансування десяти незамінних амінокислот;

в) функціонал збалансування таких груп жирних кислот: насичених, мононенасичених (МНЖК) і поліненасичених (ПНЖК).

Чисельно функціонал збалансування дорівнює сумі добутків вмісту (Г) нутрієнтів (відповідно в рецептурі виробу, страви, РОСу, ДР або СХ) на величини коефіцієнтів вагомості нутрієнтів цієї групи:

$$\Phi = \sum_{i=1}^l \alpha_i \cdot Y_i, \quad (1)$$

де α_i – коефіцієнт вагомості i -го нутрієнта групи; Y_i – вміст (г) i -го нутрієнта.

Функціонал збалансування є математичним вираженням залежності групи нутрієнтів, зв'язаних між собою рекомендованими фізіологічними співвідношеннями.

Функціонал збалансування є агрегованою формою збалансування конкретної групи нутрієнтів, яка може використовуватись у різних математичних моделях, створюваних у разі проектування систем харчування конкретної категорії споживачів.

Використання запропонованих функціоналів збалансування дозволяє, по-перше, оцінювати рівень забезпечення уже створених

раціонів або систем харчування тією чи іншою збалансованою групою нутрієнтів або низкою груп нутрієнтів.

По-друге, створює можливість для розробки більш повних математичних моделей оптимізації вмісту інгредієнтів у РОСх із врахуванням важливих чинників, зокрема, низки збалансованих груп нутрієнтів. Врахуванням у формі агрегованих обмежень знизу на величини функціоналів збалансування. Крім того, з'являється можливість обирати цільові функції виду: максимум того чи іншого функціоналу збалансування. При цьому сукупність обмежень в задачах оптимізації зростає не настільки, щоб задачі лінійного програмування не мали розв'язків.

І, як висновок, створюються умови для забезпечення більшої глибини збалансованості нутрієнтів у рецептурах виробів, раціонах одноразового споживання, добових раціонах та системах харчування.

Проаналізуємо збагачення вже спроектованих систем харчування названими трьома групами збалансованих нутрієнтів. Для цього спочатку обчислимо величини функціоналів збалансування трьох видів для всіх раніше спроектованих раціонів одноразового споживання, на базі яких створювались проекти систем харчування.

Значення функціоналів збалансування для РОСів різного призначення обчислювались за формулами

$$\Phi_{\text{бжв}} = \frac{1}{7} \cdot Y_5 + \frac{1}{7} \cdot Y_2 + \frac{5}{7} \cdot Y_6, \quad (2)$$

$$\Phi_{\text{нак}} = \sum_{i=36}^{45} \alpha_i \cdot Y_i^{\text{д.н.}}, \quad (3)$$

$$\Phi_{\text{ж.к.}} = \alpha_1 \cdot Y_{\text{н.к.}} + \alpha_2 \cdot Y_{\text{м.н.к.}} + \alpha_3 \cdot Y_{\text{п.н.к.}}, \quad (4)$$

де Y_5 , Y_2 та Y_6 – вміст (г) відповідно білків, жирів і вуглеводів у РОСі;
 Y_{36} , Y_{37} , ... Y_{45} – вміст (г) амінокислот: відповідно валіну, ізолейцину, лейцину, лізину, метіоніну, треоніну, триптофану, фенілаланіну, аргініну, гістидину в РОСі;

$Y_{\text{н.к.}}$, $Y_{\text{м.н.к.}}$, $Y_{\text{п.н.к.}}$ – відповідно вміст (г) насичених, мононенасичених і поліненасичених жирних кислот у РОСі.

У таблиці 1 надано їх середні значення у відсотках від величин, що відповідають добовим потребам у нутрієнтах.

Таблиця 1 – Середні значення функціоналів збалансування трьох груп нутрієнтів, обчислені для РОСів різного призначення

№ з/п	Функціонали збалансування	Середні значення функціоналів збалансування (%) РОСів, призначених для			
		перших сніданків	других сніданків	обідів	вечерь
1	Функціонали білків, жирів і вуглеводів	14,3	14,4	20,8	33,9
2	Функціонали незамінних амінокислот	23,1	32,5	51,5	36,7
3	Функціонали жирних кислот	40,4	40,8	58,8	33,9

У таблиці 2 надано середньодобові значення функціоналів збалансування (у відсотках від величин, що відповідають добовим потребам у нутрієнтах) для різних видів спроектованих систем харчування.

Таблиця 2 – Середньодобові значення функціоналів збалансування для різних систем харчування

Функціонали збалансування	Середні значення функціоналів збалансування для СХ		
	I виду	II виду	III виду
Функціонали білків, жирів і вуглеводів	33,4	52,5	66,8
Функціонали незамінних амінокислот	71,9	120,8	143,8
Функціонали жирних кислот	87,0	133,5	173,9

Із одержаних результатів розрахунків функціоналів збалансування різних груп нутрієнтів випливає наступне: середньодобовий рівень забезпечення збалансованими групами незамінних амінокислот і групами жирних кислот у системах харчування другого та третього видів більше 100% збалансованих добових потреб; рівень забезпечення групою білків, жирів і вуглеводів суттєво нижче збалансованих добових потреб і складає

відповідно 52,5% для СХ другого виду і 66,8% збалансованих добових потреб для СХ третього виду. Відносно низький рівень забезпечення цих систем збалансованою групою білків, жирів і вуглеводів зумовлюється низьким рівнем збагачення СХ вуглеводами, який складає згідно з [6] – 48,3% для СХ другого виду та 61,2% для СХ третього виду. У той час як рівень збагачення білками згідно з [6] – 111,6 і 137,0% відповідно, а жирами – 150,9 і 194,2% для СХ відповідно другого та третього видів.

Підвищити рівень забезпечення можна наступними шляхами:

- а) із сукупності РОСів, спроектованих для створення систем харчування, вилучити РОСи з низьким вмістом вуглеводів;
- б) спроектувати низку РОСів різного призначення з високим вмістом вуглеводів.

Якщо ж цими заходами не вдається підвищити рівень забезпечення систем харчування названими збалансованими групами нутрієнтів, то математичні моделі оптимізації вмісту інгредієнтів у РОСах для систем харчування нового покоління доцільно ускладнити, зокрема, шляхом введення агрегованих обмежень на величини функціоналів збалансування відповідних груп нутрієнтів [5].

У спроектованій системі харчування першого виду середньодобове збагачення групами збалансованих нутрієнтів складає:

- для групи жирних кислот 87%;
- для групи незамінних амінокислот 74,9%;
- для групи білків, жирів і вуглеводів лише 33,4% збалансованих добових потреб.

З метою суттєвого підвищення рівня забезпечення системи харчування першого виду групами нутрієнтів доцільно зробити наступне:

а) із сукупності РОСів, спроектованих для створення СХ першого виду вилучити РОСи, які характеризуються низькими значеннями функціоналів збалансування $\Phi_{б\text{жв}}$, $\Phi_{нак}$, $\Phi_{жк}$;

б) до сукупності інгредієнтів для проектування РОСів ввести інгредієнти з високим вмістом вуглеводів, незамінних амінокислот і жирних кислот;

в) спроектувати необхідну кількість нових РОСів, користуючись більш повними, більш доскональними математичними моделями, у яких цільові функції задаються у формі: максимум того чи іншого функціонала збалансування однієї з груп нутрієнтів.

Висновки. 1. Використовуючи поняття функціоналів збалансування груп нутрієнтів, зв'язаних науково обґрунтованими співвідношеннями, здійснено аналіз забезпечення раніше створених нами систем харчування трьох видів наступними групами нутрієнтів:

- а) групою білків, жирів і вуглеводів;

- б) групою із десяти незамінних амінокислот;
- в) групою жирних кислот (насичених, мононенасичених і поліненасичених).

2. Визначені шляхи створення більш досконалих систем харчування нового покоління, призначених для профілактики та лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальцію, систем, що характеризуються не тільки високим вмістом збалансованого кальцію, збагачених великою кількістю нутрієнтів, що впливають на метаболізм кісткової тканини, але й забезпечених збалансованими трьома групами нутрієнтів.

Список літератури

1. Математичне моделювання раціонів харчування, що містять збалансований кальцій / В. М. Михайлов [та ін.] // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. праць. – Донецьк : ДонНУЕТ, 2011. – С. 105–110.

2. Поетапне математичне моделювання та оптимізація вмісту інгредієнтів у раціонах одноразового споживання / Ж. А. Крутовий [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2012. – Вип. 1 (15). – С. 434–440.

3. Основні принципи створення систем харчування для профілактики та лікування захворювань, що виникають на тлі дефіциту кальція / О. І. Черевко [та ін.] // Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг. – Х. : ХДУХТ, 2012. – С. 233.

4. Крутовий Ж. А. Про розробку систем харчування для профілактики та лікування захворювань, залежних від вмісту кальцію в організмі людини / Ж. А. Крутовий // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2012. – Вип. 1 (15). – С. 288–292.

5. Черевко О. І. Математичні аспекти збалансування складу нутрієнтів у системах харчування / О. І. Черевко, Ж. А. Крутовий // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць. – Х. : ХДУХТ, 2013. – Вип. 1 (17). – С. 271–287.

6. Про дефіцитні нутрієнти, що впливають на метаболізм кісткової тканини в оптимізованих системах харчування лікувально-профілактичного призначення / О. І. Черевко [та ін.] // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі : зб. наук. пр. – Х. : ХДУХТ, 2012. – Вип. 2 (16). – С. 98–105.

Отримано 01.11.2013. ХДУХТ, Харків.

© О.І. Черевко, Ж.А. Крутовий Г.В. Запаренко, О.О. Фалько, І.Ю. Юрченко, 2013.