

6. Салаватулина Р. М. Рациональное использование сырья в колбасном производстве / Р. М. Салаватулина. – М. : Агропромиздат, 1985. – 256 с.

7. Сунчалеев О. А. Влияние соевой муки на качество рубленых полуфабрикатов / О. А. Сунчалеев, Н. К. Журавская // Мясная индустрия. – 2001. – № 3. – С. 14–16.

8. Мансветова Е. В. Новые подходы в производстве эмульгированных мясных продуктов / Е. В. Мансветова, Е. И. Титов // Пищевая промышленность. – 2009. – № 7. – С. 44–45.

9. Бледных А. В. Разработка технологии реструктурированных мясных продуктов с использованием каррагинанов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.18.04 / А. В. Бледных. – М., 1998. – 25 с.

10. Жаринов А. И. Курс І. Эмульгированные и грубоизмельченные мясопродукты / А. И. Жаринов, О. В. Кузнецова, Н. А. Черкашина ; под ред. М. П. Воякина // Краткие курсы по основам современных технологий переработки мяса, организованные фирмой «Протеин Технолоджиз Интернэшнл» (США). – М. : ИТАР-ТАСС, – 1994. – 160 с.

11. Якубчак О. М. Функціонально-технологічні властивості м'ясної сировини / О. М. Якубчак // Мясной бизнес. – 2006. – № 6. – С. 100–102.

12. Пат. 15040 Україна, МПК⁶ А 23 D 7/02. Спосіб одержання жирових фаз, що містять емульгатори зворотних емульсій / заявники і патентовласники Кривич В. С., Мурликіна Н. В. – №u200511389 ; заявл. 01.12.2005 ; опубл. 15.06.2006, Бюл. № 6. – 3 с.

13. Грачев Ю. П. Математические методы планирования эксперимента / Ю. П. Грачев. – М. : Пищевая пром-сть, 1979. – С. 10.

Отримано 30.10.2012. ХДУХТ, Харків.

© Н.В. Мурликіна, М.О. Янчева, О.І. Упатова, 2012.

УДК 519.8:637.521.473(083.12)

Ж.А. Крутовой, канд. техн. наук, проф.

ПЕРСПЕКТИВИ СТВОРЕННЯ ЕФЕКТИВНИХ СИСТЕМ ХАРЧУВАННЯ ЛІКУВАЛЬНО-ПРОФІЛАКТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Запропоновано науково обґрунтований підхід до проектування систем харчування довготривалої оздоровчої дії. Детально розроблені етапи створення систем харчування з високим вмістом збалансованого кальцію та збагачених нутрієнтами, необхідними для його засвоєння; систем, призначених для профілактики та лікування хвороб, залежних, зокрема, від дефіциту кальцію в організмі споживача.

Предложен научно обоснованный подход к проектированию систем питания долговременного оздоровительного действия. Детально разработаны этапы создания систем питания с высоким содержанием сбалансированного кальция и обогащенных нутриентами, необходимыми для его усвоения; систем, предназначенных для профилактики и лечения болезней, зависящих, в частности, от дефицита кальция в организме потребителя.

Scientifically substantiated approach to projecting of long-term health-improving nutrition systems is suggested. Stages of creating nutrition systems with high content of balanced calcium and enriched by nutrients required for its digestion, and systems designed for the prevention and treatment of the diseases depending on calcium deficiency in the consumer's organism are worked out in detail.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Сьогодні харчування розглядається як один з активних лікувально-профілактичних методів збереження фізичного та психічного здоров'я, зниження ризику розвитку різних захворювань, зокрема хронічних неінфекційних. Повноцінне якісне харчування людини, яке в першу чергу формує якість її життя, передбачає наявність у харчовому раціоні білків, жирів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин залежно від потреб у них та оптимальних з точки зору їх засвоєння співвідношень.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні розроблено дуже багато рецептур продуктів харчування та біологічно активних добавок лікувально-профілактичної дії різного призначення, збагачених окремими дефіцитними нутрієнтами або їх сукупностями.

Крім того, існує багато різних надзвичайно корисних рекомендацій стосовно покращення харчування певних категорій населення. Існують підручники та навчальні посібники, в яких наведено співвідношення між різними нутрієнтами залежно від віку, статі, умов праці та ін.

Відомо, що проблеми харчування та оздоровлення полягають не стільки в тому, як надати організму людини необхідну кількість тих чи інших нутрієнтів, скільки в тому, як забезпечити їх засвоєння організмом людини, а це можливо лише за умов дотримання певних співвідношень між нутрієнтами протягом суттєвого проміжку часу, тобто в рамках тривало діючої системи харчування. Разом з тим, на сьогодні ще не створені системи харчування конкретних категорій населення, призначені для профілактики та лікування певних видів хвороб. Зокрема, не створені системи харчування для профілактики та лікування хвороб, пов'язаних із дефіцитом збалансованого кальцію в організмі людини; системи з конкретними раціонами для різних прийомів їжі: для сніданків, обідів, вечерь тощо; системи з конкретними сукупностями добових раціонів; системи із гарантовано забезпеченими

співвідношеннями, наприклад між вмістом кальцію та жиру, кальцію та фосфору, кальцію та магнію, як у раціонах, призначених для окремих прийомів їжі, так і в добових раціонах; системи, збагаченої великою кількістю нутрієнтів, необхідних для забезпечення фізіологічних потреб споживачів; системи з гарантованим неперевиконанням допустимого вмісту нутрієнтів у добових раціонах харчування та ін.

Зауважимо, що потреба в таких системах існує, по-перше, тому, що сьогодні суттєво зріс інтерес різних категорій населення до профілактичної та лікувальної ролі харчування, по-друге, оскільки споживання кальцію населенням нашої країни значно нижче науково обґрунтованих потреб.

Мета та завдання статті – визначити конкретні напрямки створення науково обґрунтованих систем харчування для профілактики та лікування різних хвороб, зокрема залежних від вмісту кальцію.

Виклад основного матеріалу дослідження. Досвід математичного моделювання рецептурного складу продуктів харчування показує, що створити окремий продукт із високим вмістом збалансованого кальцію, який би повністю засвоювався організмом людини, надзвичайно складно і, скоріше за все, неможливо.

Варто також зважати на те, що суттєвим профілактичним або навіть лікувальним ефектом можуть характеризуватись, як правило, лише багатотижневі або багатомісячні раціони харчування, що складаються із великої сукупності добових раціонів. Останні, у свою чергу, можуть базуватись на трьох-п'яти раціонах окремих прийомів їжі. Ці ж раціони складаються із кількох страв і використовують зазвичай більшу кількість інгредієнтів, ніж одна окрема страва, а отже, вони мають більше важелів для збалансування, більше можливостей для збагачення нутрієнтами та оптимізації.

Назвемо їх раціонами одноразового споживання (РОСами). Із РОСів різних видів: для сніданків, обідів, вечерь тощо – можна створювати добові раціони (ДР), із сукупностей ДР – десяти-п'ятнадцятиденні раціони харчування або циклові раціони (ЦР). Кілька циклових раціонів можуть утворити профілактичний раціон (ПР) харчування. Із багатьох ЦР, які складаються із повторних РОСів, можна створити лікувальний раціон харчування – ЛР (або раціон лікувальної дії).

Із вищесказаного випливає доцільність створення сукупностей раціонів одноразового споживання різних видів як базових елементів системи харчування лікувально-профілактичного призначення.

Проблеми створення як конкретних раціонів одноразового споживання, так і добових раціонів, циклових та ін., призначених для

профілактики та лікування хвороб, залежних від вмісту кальцію, або, інакше кажучи, створення конкретних систем харчування для різних категорій споживачів, по суті, є складними інтегральними проблемами, які потребують для свого дослідження участі фахівців різних спеціальностей, оскільки для їх розв'язання доцільно, на наш погляд, скористатись підходом, який використовується в багатьох сферах людської діяльності для пошуку розв'язків складних задач і полягає в наступному: доцільно проблему викласти мовою математики, застосувати математичні моделі та використати комп'ютерні технології. Інакше кажучи, створити, у першу чергу, низку математичних моделей оптимізації вмісту інгредієнтів у РОСх і з їх допомогою спроектувати сукупність теоретичних РОСів різного призначення; по-друге, розробити сукупність математичних моделей проектування добових раціонів харчування з високим вмістом збалансованого кальцію на базі раціонів одноразового споживання. Створити 10-15 добових раціонів, потім – циклові раціони різних категорій, тобто з різним добовим вмістом кальцію (від 1000 до 2000 мг), і, врешті, профілактичні та лікувальні раціони.

Детальніше розглянемо проблеми та напрямки створення системи харчування, призначеної для профілактики та лікування хвороб, пов'язаних, зокрема, із дефіцитом кальцію в організмі.

За базові елементи системи харчування оберемо сукупність РОСів для перших та других сніданків, обідів, вечір'я і, можливо, полуденок. Причому ця сукупність має бути достатньою для створення системи десяти-п'ятнадцяти добових раціонів, що базуються на безповторних РОСх.

Завдання проектування кожного конкретного РОСу на першому етапі створення системи харчування в загальному виді формується як задача оптимізації вмісту інгредієнтів x_i , де $i=1, 2, \dots, n$, необхідних для виготовлення кількох страв, що входять до РОСів. У математичній моделі цієї задачі можуть бути різні співвідношення між інгредієнтами, обумовлені технологічними вимогами створення страв конкретного РОСу. У будь-якому випадку в моделі повинні бути технологічні обмеження на мінімально чи максимально допустимий вміст кожного інгредієнта або обмеження і знизу і зверху, тобто обмеження виду (у загальному випадку):

$$a'_i \leq x_i \leq a''_i \quad \text{для } i=1, 2, \dots, n, \quad (1)$$

де a'_i , a''_i – відповідно мінімально та максимально допустимий вміст i -го інгредієнта.

Таких обмежень зазвичай може бути до десяти-п'ятнадцяти.

Крім того, до моделі належать співвідношення, що зв'язують вміст нутрієнтів Y_j , $j=1, 2, \dots, m$ із вмістом інгредієнтів

$$Y_j = \sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot x_i, \quad j=1, 2, \dots, m, \quad (2)$$

де a_{ij} – вміст нутрієнта j -го виду в 1 г i -го інгредієнта.

До математичної моделі також повинні належати основні фізіологічні обмеження:

– на співвідношення між вмістом жиру (Y_2) та кальцію (Y_1) у РОСi:

$$M'_{21} \leq \frac{Y_2}{Y_1} \leq M''_{21} \quad (3)$$

або

$$\sum_{i=1}^n a_{i2}x_i \geq M'_{21} \sum_{i=1}^n a_{i1}x_i, \quad (4)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{i2}x_i \leq M''_{21} \sum_{i=1}^n a_{i1}x_i; \quad (5)$$

– на співвідношення між вмістом кальцію та фосфору (Y_3) у РОСi:

$$M'_{13} \leq \frac{Y_1}{Y_3} \leq M''_{13} \quad (6)$$

або

$$\sum_{i=1}^n a_{i1}x_i \geq M'_{13} \sum_{i=1}^n a_{i3}x_i, \quad (7)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{i1}x_i \leq M''_{13} \sum_{i=1}^n a_{i3}x_i; \quad (8)$$

– на співвідношення між вмістом кальцію та магнію (Y_4) у РОСi:

$$M'_{14} \leq \frac{Y_1}{Y_4} \leq M''_{14} \quad (9)$$

або

$$\sum_{i=1}^n a_{i1}x_i \geq M'_{14} \sum_{i=1}^n a_{i4}x_i, \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n a_{i1}x_i \leq M''_{14} \sum_{i=1}^n a_{i4}x_i; \quad (11)$$

де M'_{21} , M''_{21} – відповідно нижня та верхня допустимі межі відношення вмісту жиру до вмісту кальцію в РОСі; M'_{13} , M''_{13} – відповідно нижня та верхня допустимі межі відношення вмісту кальцію до вмісту фосфору в РОСі; M'_{14} , M''_{14} – відповідно нижня та верхня допустимі межі відношення вмісту кальцію до вмісту магнію в РОСі.

До математичних моделей оптимізації вмісту інгредієнтів у РОСах, на нашу думку, мають входити також умови збагачення РОСу нутрієнтами, що впливають на процес засвоєння кальцію організмом споживача.

Це умови

$$\frac{Y_j}{Y_j^{\partial,n}} 10^2 \geq K_j, j=1, 2, \dots, m \quad (12)$$

або

$$\sum_{i=1}^n a_{ij}x_i \geq Y_j^{\partial,n} 10^{-2} K_j, \quad (13)$$

де $Y_j^{\partial,n}$ – добова потреба споживачів конкретної категорії, для якої створюється система харчування, у j-му нутрієнті; K_j – мінімально допустимий рівень забезпечення РОСу j-м нутрієнтом (в процентах від добової потреби в ньому).

У ході визначення виду цільових функцій у задачах оптимізації вмісту інгредієнтів у РОСах вважаємо доцільним, по-перше, прагнути максимізувати вміст нутрієнтів, добові потреби в яких найважче забезпечити, по-друге, виходити із можливостей конкретного РОСу. Враховуючи вищесказане, цільовою функцією може бути, наприклад, максимальний вміст кальцію у РОСі:

$$Z = \sum_{i=1}^n a_{i1}x_i \rightarrow \max \quad (14)$$

або максимальний вміст йоду, цинку, магнію і та ін.

Створені нами математичні моделі для проектування РОСів являють собою моделі задач лінійного програмування. Задачі оптимізації вмісту, інгредієнтів у РОСах можуть бути розв'язані симплексним методом з використанням системи MathCAD.

На другому етапі розробки системи харчування лікувально-профілактичної дії створюються перспективи для конструювання добових раціонів на базі РОСів різного призначення. Але ж створити сукупність добових раціонів на базі РОСів можна, лише розробивши математичну модель задачі конструювання ДР.

Виходимо з того, що вже існують (створені) сукупності кількох видів РОСів різного призначення, наприклад п'яти видів: для сніданків, обідів, вечерь тощо. Кожна сукупність (множина) кожного виду складається із, наприклад, десяти-п'ятнадцяти РОСів. Кожен РОС характеризується певною кількістю фізіологічних параметрів, наприклад тридцятьма: вмістом кальцію, жиру, фосфору, магнію, білків, вуглеводів, енергії, заліза, цинку, йоду, калію, вітамінів D, A, C, E, K, B₂, B₆, міді, бору, марганцю, селену, фтору, кремнію, натрію, вітаміну, титану, галію, стронцію, свинцю, алюмінію. Тоді задача конструювання добових раціонів харчування може бути сформульована таким чином: необхідно обрати комбінацію (сполучення) п'яти або меншої кількості РОСів, по одному з кожної заданої множини перших сніданків, других сніданків, обідів тощо так, щоб комбінація РОСів задовольняла певним фізіологічним умовам, а також умовам конструювання добового раціону та максимізувала або мінімізувала певну цільову функцію.

Комбінація РОСів різного виду – це добовий раціон, цільові функції – це критерій оптимальності добового раціону.

Введемо такі позначення:

R_i^j – j-й номер (варіант) РОСу i-го виду;

$i = \overline{1,5}, j = \overline{1,10}$;

$\bar{Y}_i^j = (Y_{i,1}^j, Y_{i,2}^j, \dots, Y_{i,30}^j)$ – вектор фізіологічних параметрів,

якими характеризується РОС R_i^j ;

$Y_{i,k}^j, k=1 \dots 30$ – вміст кожного фізіологічного параметра в РОСі

R_i^j (відповідно $Y_{i,1}^j$ – вміст кальцію, $Y_{i,2}^j$ – вміст жиру тощо);

N_i^j – шукана невідома: кількість використань j-го РОСу i-го виду в добовому раціоні, що створюється;

Y_k , $k = \overline{1,30}$ – вміст k -го фізіологічного параметра в добовому раціоні, що конструюється (створюється).

Величини N_i^j приймають цілі значення

$$N_i^j = \begin{cases} 0 & \text{якщо РОС } R_i^j \text{ не використовується в} \\ & \text{добовому раціоні} \\ 1 & \text{якщо РОС } R_i^j \text{ використовується в} \\ & \text{конкретному добовому раціоні} \end{cases} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, 5, \\ j &= 1, 2, \dots, 10. \end{aligned}$$

Величини Y_k визначаються за формулою

$$Y_k = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^{10} N_i^j Y_{i,k}^j. \quad (16)$$

Запишемо умови, яким мають задовольняти шукані невідомі N_i^j , що є цілими булевими величинами.

I Умова конструювання добового раціону на базі РОСів:

$$\sum_{j=1}^{10} N_i^j = 1, \text{ для } i=1, 2, \dots, 5. \quad (17)$$

Умова (17) – це умова того, що із РОСів i -го виду обирається тільки якийсь один РОС.

II Основні фізіологічні умови:

– умови збалансованості добового раціону за вмістом жиру та кальцію

$$D'_{21} \leq \frac{Y_2}{Y_1} \leq D''_{21}, \quad (18)$$

де D'_{21} та D''_{21} – відповідно нижня та верхня межі співвідношення між вмістом жиру та кальцію в добовому раціоні;

– умови збалансованості добового раціону по вмісту кальцію та фосфору

$$D'_{13} \leq \frac{Y_1}{Y_3} \leq D''_{13}, \quad (19)$$

де D'_{13} та D''_{13} – відповідно нижня та верхня межі співвідношення між вмістом кальцію та фосфору в добовому раціоні;

– умови збалансованості добового раціону за вмістом кальцію та магнію

$$D'_{14} \leq \frac{Y_1}{Y_4} \leq D''_{14}, \quad (20)$$

де D'_{14} та D''_{14} відповідно нижня та верхня межі співвідношення між вмістом кальцію та магнію в добовому раціоні.

III Умови збагачення добового раціону нутрієнтами, зокрема кальцієм, та забезпечення енергетичної цінності

$$\omega'_k \leq Y_k \leq \omega''_k, \quad k = \overline{1,34}, \quad (21)$$

де ω'_k та ω''_k – відповідно нижня та верхня межі кожного параметра в добовому раціоні.

IV Умови конструювання другого та наступних добових раціонів.

У випадках, коли ставиться задача створення сукупності, наприклад десяти, добових раціонів, в якій РОСи не повторюються, тобто кожен РОС використовується не частіше ніж один раз, доцільно ввести наступні додаткові умови. Для того, щоб ті РОСи (із сукупності завчасно створених), які увійшли до складу першого сконструйованого добового раціону, не брали участь у конструюванні наступних добових раціонів, необхідно величини N_i^j , що відповідають уже використаним РОСам (для першого ДР), покласти рівними нулю, перед вибором другого ДР. Аналогічно необхідно вчинити після створення другого, третього тощо добових раціонів.

Варто зауважити, що, крім розглянутих, можливі додаткові фізіологічні обмеження, а також обмеження на вибір невідомих булевих величин N_i^j , обумовлені прагненням блокувати деякі комбінації РОСів, небажані з тих чи інших міркувань, наприклад з міркувань зменшення частоти споживання певного харчового інгредієнта.

Цільові функції для оптимізації добових раціонів можуть бути різними. Наприклад, мінімум суми абсолютних величин відхилень нутрієнтів, що впливають на засвоєння кальцію, у добовому раціоні від її добових потреб буде мати вид:

$$Z_1 = \sum_{k=5}^{30} \left| \frac{Y_k - Y_k^{\partial.n.}}{Y_k^{\partial.n.}} \right| 10^2 \rightarrow \min, \quad (22)$$

де $Y_k^{\partial.n.}$ – добова потреба кожного нутрієнта, в 1 г.

Математичне формулювання задачі проектування раціонів з високим вмістом кальцію на базі раціонів одноразового споживання: знайти сукупність булевих змінних $n_i^j, i = \overline{1,5}, j = \overline{1,10}$, яка, наприклад, мінімізує цільову функцію (22) або максимізує одну з інших цільових функцій за умов, що елементи цієї сукупності задовольняють системі рівнянь (17) та нерівностей (18)–(21).

Аналіз наведених моделей оптимізації добових раціонів показує, що вони є моделями цілочисельного математичного програмування з булевими змінними.

Висновки. У результаті проведеного дослідження запропоновано науково обґрунтований підхід до проектування систем харчування довготривалої оздоровчої дії. Детально розроблено етапи створення систем харчування з високим вмістом збалансованого кальцію та збагачених нутрієнтами, необхідними для його засвоєння; систем із гарантованим неперевищенням допустимих величин добового споживання тих чи інших нутрієнтів, призначених для профілактики та лікування хвороб, залежних, зокрема, від дефіциту кальцію в організмі людини.

Список літератури

1. Крутовий Ж. А. Оптимізація вмісту інгредієнтів у раціонах одноразового споживання з високим вмістом кальцію / Ж. А. Крутовий, Н. В. Манжос, Г. В. Запаренко // Прогресивні техніка та технології харчових виробництв, ресторанного господарства і торгівлі : зб. наук. праць / ХДУХТ. – Х., 2011. – Вип. 1 (13). – С. 390–397.
2. Математичне моделювання раціонів харчування, що містять збалансований кальцій / В. М. Михайлов [та ін.] // Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. праць / Донецький нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського. – Донецьк, 2011. – С. 105–110.
3. Про створення раціонів одноразового споживання зі збалансованим вмістом кальцію та максимальним вмістом йоду / Ж. А. Крутовий [та ін.] //

Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. Економічна стратегія і перспективи розвитку сфери торгівлі та послуг : Міжнар. наук.-практ. конф., 19 травня 2011 р. : [тези : у 4 ч.] / редкол. : О. І. Черевко [та ін.]. – Х. : ХДУХТ, 2011. – Ч. 2. – С. 78–79.

4. Химический состав пищевых продуктов / под ред. И. М. Скурихина и В. А. Шатернинова. – М. : Лёгкая и пищевая пром-сть, 1984.

Отримано 30.10.2012. ХДУХТ, Харків.

© Ж.А. Крутовий, 2012.

УДК 537.612

Т.В. Капліна, канд. техн. наук, проф. (ВНЗУ ПУЕТ, Полтава)

Д.А. Миронов, асп. (ВНЗУ ПУЕТ, Полтава)

ТЕХНОЛОГІЯ БЕЗАЛКОГОЛЬНИХ НАПОЇВ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ ВОДНИХ ЕКСТРАКТІВ, ОТРИМАНИХ У ВИХРОВОМУ ШАРІ ФЕРОМАГНІТНИХ ЧАСТИНОК

Досліджено використання рослинних екстрактів із ягід шипшини, обліпихи та калини, подрібнених у вихровому шарі феромагнітних частинок, у технологіях безалкогольних напоїв. Наведено технологічну схему виробництва, указано основні технологічні параметри.

Исследовано использование растительных экстрактов из ягод шиповника, облепихи и калины, измельченных в вихревом слое ферромагнитных частиц, в технологиях безалкогольных напитков. Приведена технологическая схема производства, указаны основные технологические параметры.

To research the use of herbal extracts with berries rose hips, buckthorn and viburnum crushed in the vortex layer of ferromagnetic particles in the technology of soft drinks. An technological scheme of production, are the main technological parameters.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Одним із найважливіших чинників, що впливають на стан здоров'я людини, є харчування, збалансованість якого регулює здатність протистояти негативному впливу оточуючого середовища. До дезадаптаційних факторів відносяться стреси, згубні звички, порушення режиму відпочинку [1; 2]. Погіршує ситуацію вживання так званих