

УДК 519.87:613.2

ПРИТУЛЬСЬКА Н.В., АНТЮШКО Д.П., МОТУЗКА Ю.М.

Київський національний торговельно-економічний університет

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МАКРОНУТРИЄНТНОГО СКЛАДУ
ПРОДУКТІВ ДЛЯ НУТРИТИВНОЇ ПІДТРИМКИ ОРГАНІЗМА ПРИ
ГІПЕРМЕТАБОЛІЗМІ**

Проаналізовано специфіку потреб організму людини при гіперметаболізмі у стані помірного порушення обміну речовин, вираженій білковій недостатності та легких травмах, відповідно до якої запропоновано балову оцінку найбільш оптимальних за макронутрієнтним складом дослідних зразків, на основі чого розроблено математичну модель комплексного показника їх якості.

Ключові слова: нутритивний склад, оптимальність потребам, сенсорні властивості, комплексний показник якості

Притульская Н.В., Антиушко Д.П., Мотузка Ю.Н. Математическое моделирование макронутриентного состава продуктов для нутритивной поддержки организма при гиперметаболизме. Проанализирована специфика потребностей организма человека при гиперметаболизме в состоянии умеренного нарушения обмена веществ, выраженной белковой недостаточности и легких травмах, согласно которой предложена балловая оценка наиболее оптимальных по макронутриентному составу исследовательских образцов, на основе чего разработана математическая модель комплексного показателя качества.

Ключевые слова: нутритивный состав, оптимальность потребностям, сенсорные свойства, комплексный показатель качества.

Pritulska N.V., Antiushko D.P., Motyzka Y.M. Mathematical modeling of macronutritional's compound of the products for organism's nutritional support during hypermetabolism. The specific of human body's needs in a states of mild metabolic disorders, severe protein deficiency and lung injuries is analyzed. According to it the scoring assessment of the most optimal from the macro nutritional point of view research samples is proposed, based on which a mathematical model of comprehensive quality index is developed.

Keywords: nutritional composition, optimality for the needs, sensory properties, comprehensive quality index.

Постановка проблеми у загальному вигляді і її зв'язок з важливими науковими та практичними завданнями. Збереження здоров'я людей є одним із головних завдань державної важливості. Впродовж усієї історії людства харчування завжди було базовим і сталим фактором середовища, що постійно

визначало рівень його здоров'я. Забезпечення людини всіма необхідними поживними речовинами має вирішальне значення для її фізичного та психоемоційного стану. Особливо важливим є харчування людини протягом процесу її лікування. Доведено, що внаслідок дії стресу та фізіологічних змін, що відбуваються при запальному процесі, прискорюється обмін речовин. Цей процес сумарної метаболічної відповіді організму людини носить назву гіперметаболізм [1]. При дії будь-якого етіологічного фактора (крововтрати, сепсису, полі травми, важкого запального процесу тощо) рекомендованим є проведення нутритивної підтримки. Згідно з Концепцією розвитку охорони здоров'я населення України (затверджена Указом Президента України від 7 грудня .2000 р. № 1313/2000) державні заходи у сфері охорони здоров'я мають передбачати забезпечення раціонального та збалансованого харчування всіх категорій населення, особливо протягом лікувального та відновлювального періодів.

Всі продукти для нутритивної підтримки організму людини, що представлені на українському ринку, виготовлені закордонними виробниками. У зв'язку з чим актуальними є розробка та впровадження у виробництво вітчизняних продуктів.

Аналіз останніх досліджень, у яких започатковано вирішення проблеми. Нутритивна підтримка визначається як процес забезпечення організму оптимальним повноцінним харчуванням за допомогою використання певних продуктів і низки методів, відмінних від звичайного прийому їжі [2]. Значний внесок у розробку та вдосконалення харчування для нутритивної підтримки зробили вітчизняні та закордонні вчені М. І. Певзнер, О. О. Покровський, О. М. Уголев, М.С. Маршак, І. Є. Хорошилов, А. В. Беляєв, О. М. Почепень, А. С. Боткіна, С. Ortega, М. Н. DeLegge, D. Royall, K. Farver, G.R. Greenberg.

Більшість спеціалістів у галузі нутритивної підтримки постраждалих при гіперметаболізмі рекомендують наступне співвідношення між основними макронутрієнтами у загальному калоражу, % – білки : ліпіди : вуглеводи – 20–25 : 30–35 : 40–50. Зокрема, у стані помірного порушення обміну речовин, вираженій білковій недостатності та при легких травмах оптимальним вважається співвідношення, % – 20,7–23,5 : 31,7–33,2 : 43,0–47,5 [3–7].

Цілі статті. Метою роботи є розроблення математичної моделі макронутрієнтного складу продуктів для нутритивної підтримки перорального способу вживання при гіперметаболізмі на основі показників, що визначають їх комплексний показник якості.

Виклад основного матеріалу досліджень з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. На основі розглянутих рекомендацій спеціалістів у галузі нутриціології людей при гіперметаболізмі та енергетичних

коефіцієнтів розщеплення макронутрієнтів авторами був розрахований рекомендований вміст основних харчових речовин у мас. % (табл. 1).

Таблиця 1

Результати розрахунку вмісту макронутрієнтів у мас. %

Макронутрієнти	Рекомендований вміст у загальному калоражу, %	Енергетичний коефіцієнт, ккал/г	Рекомендований вміст, мас. %
Білки	20,7–23,5	4,1	25,5–28,5
Ліпіди	31,7–33,2	9,3	17–18
Вуглеводи	43,0–47,5	4,1	53,5–57,5

Отримані значення щодо рекомендованого вмісту макронутрієнтів у продукті для нутритивної підтримки стали основою для створення 9 дослідних зразків, що відповідають специфіці фізіологічних процесів організму людини при гіперметаболізмі к згаданих станах (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристика макронутрієнтного складу дослідних зразків продукта для нутритивної підтримки при гіперметаболізмі

№ зразку	Рецептурний склад, мас. %			Енергетична цінність, ккал				Вміст у загальному калоражу, %		
	білки	ліпіди	вуглеводи	білків	ліпідів	вуглеводи	загальна	білків	ліпідів	вуглеводи
1	25,5	17	57,5	104,55	158,1	235,75	498,4	20,98	31,72	47,30
2	25,5	17,5	57	104,55	162,8	233,7	501	20,87	32,49	46,65
3	25,5	18	56,5	104,55	167,4	231,65	503,6	20,76	33,24	46,00
4	27	17	56	110,7	158,1	229,6	498,4	22,21	31,72	46,07
5	27	17,5	55,5	110,7	162,8	227,55	501	22,10	32,49	45,42
6	27	18	55	110,7	167,4	225,5	503,6	21,98	33,24	44,78
7	28,5	17	54,5	116,85	158,1	223,45	498,4	23,45	31,72	44,83
8	28,5	17,5	54	116,85	162,8	221,4	501	23,32	32,49	44,19
9	28,5	18	53,5	116,85	167,4	219,35	503,6	23,20	33,24	43,56

Згідно з концепцією регуляції енергетичного обміну в дослідженні балансу енергії необхідно брати до уваги 3 основні компоненти: надходження енергії з харчуванням, її запаси в організмі та енергетичні витрати. Надходження енергії в

організм людини регулюється складною системою, що скерована такими фізіологічними проявами як апетит та насиченість (у т.ч. залежить від органолептичних характеристик харчування) [8]. Тому для проведення комплексної органолептичної оцінки дослідних зразків, що характеризуються найвищою відповідністю потребам організму при гіперметаболізмі у стані помірного порушення обміну речовин, вираженій білковій недостатності та легких травмах, було розроблено балову шкалу (табл. 3).

Таблиця 3

Балова шкала оцінки органолептичних властивостей продуктів для нутритивної підтримки організму людини перорального способу вживання

Показники	Коефіцієнт вагомості	Бали	Характеристика
1	2	3	4
Консистенція та зовнішній вигляд	0,2	5	Однорідна, без осаду та розшарувань, не тягуча, злегка в'язка
		4	Однорідна, допускається незначна кількість нерозчинених частинок, не тягуча, злегка в'язка
		3	Однорідна, з незначною кількістю осаду та розшарувань, в'язка
		2	Однорідна, з незначною кількістю осаду та значною кількістю розшарувань, в'язка
		1	Неоднорідна, зі значною кількістю розшарувань і осаду, в'язка
Колір	0,1	5	Від світло-жовтого до світло-коричневого, однорідний
		4	Від світло-жовтого до світло-коричневого, однорідний, з незначною кількістю білих включень
		3	Від світло-жовтого до світло-коричневого, неоднорідний
		2	Від світло-коричневого до коричневого, неоднорідний
		1	Від коричневого до темно-коричневого, неоднорідний
Смак	0,3	5	Приємний, збалансований, виражений, солодкуватий, зі слабким присмаком добавок, що були використані
		4	Приємний, недостатньо виражений, солодкуватий, зі слабким присмаком добавок, що були використані
		3	Пустий, солодкуватий, зі слабкими нотками гіркуватого смаку, з вираженим присмаком добавок, що були використані
		2	Неприємний, нехарактерний, гіркуватий, з присмаком жирних кислот
		1	Неприємний, гіркий, з яскраво вираженим присмаком жирних кислот

Продовження табл.3

1	2	3	4
Запах	0,15	5	Чистий, приємний, без сторонніх відтінків, зі слабкими характерними нотками добавок, що були використані
		4	Невиражений, зі слабкими характерними нотками добавок, що були використані
Запах	0,15	3	Пустий, слабо відчувається запах жирних кислот
		2	Неприємний, яскраво виражений запах жирних кислот, відчуваються сторонні нотки
		1	Різкий, неприємний, яскраво виражений запах жирних кислот з насиченими сторонніми відтінками
Післясмак	0,25	5	Приємний, збалансований, солодкуватий, досить тривалий, без стороннього привкусу
		4	Приємний, незбалансований, солодкуватий, нетривалий, без стороннього привкусу
		3	Пустий, невиражений, слабо відчувається, без стороннього привкусу
		2	Неприємний, слабо виражений, нетривалий, із незначним стороннім привкусом
		1	Різкий, неприємний, гіркий, стійкий та тривалий, із значним стороннім привкусом

З метою отримання даних для математичного моделювання макронутрієнтного складу продукту для нутритивної підтримки при гіперметаболізмі було проведено оцінку органолептичних властивостей 9 розроблених зразків, що характеризуються найвищою відповідністю особливостям потреб, за розробленою бальною шкалою. На основі цих даних було обраховано їх комплексний показник якості, що визначався з урахуванням бракувальних і еталонних значень за формулою:

$$I_{ПЯ} = \sum_{i=1}^n a_i \frac{P_i - P_i^{бp}}{P_i^{em} - P_i^{бp}},$$

де P_i – i -й показник якості в натуральному вигляді;

P_i^{em} – еталонне (найкраще допустиме) значення i -го показника;

$P_i^{бp}$ – бракувальне (найгірше допустиме) значення i -го показника;

a_i – коефіцієнт вагомості i -го показника, який визначається методом ранжування;

n – кількість оцінюваних показників.

За результатами досліджень виявлено, що найвищим комплексним показником якості характеризується зразок 1 (25,5 мас. % білкової, 17 мас. %

ліпідної, 57,5 мас. % вуглеводної складової), найнижчим – зразок 9 (28,5 мас. % білкової, 18 мас. % ліпідної, 53,5 мас. % вуглеводної складової) (табл. 4).

Таблиця 4.

Результати органолептичної оцінки та обрахунку комплексного показника якості

№ зразка	Консистенція та зовнішній вигляд					Колір					Смак					Запах					Післясмак					Комплексний показник якості					
	Коефіцієнт вагомості																														
	0,2						0,1					0,3					0,15					0,25									
	Експерт, який проводив оцінку					Середнє значення	Експерт, який проводив оцінку					Середнє значення	Експерт, який проводив оцінку					Середнє значення	Експерт, який проводив оцінку					Середнє значення							
	№1	№2	№3	№4	№5		№1	№2	№3	№4	№5		№1	№2	№3	№4	№5		№1	№2	№3	№4	№5		№1		№2	№3	№4	№5	
1	4	5	5	4	5	4,6	3	4	3	4	3	3,4	4	5	5	4	5	4,6	5	4	5	4	5	4,6	4	4	4	5	5	4,4	0,8575
2	4	5	4	4	4	4,2	3	4	3	3	3	3,2	4	5	4	4	4	4,2	4	4	4	4	4	4,0	4	5	4	4	4	4,2	0,7675
3	4	4	4	3	4	3,8	3	3	4	3	3	3,2	4	4	4	3	4	3,8	4	3	4	3	4	3,6	4	4	3	4	4	3,8	0,6775
4	4	4	5	4	5	4,4	3	4	3	3	4	3,4	4	4	5	4	5	4,4	5	4	5	5	5	4,8	4	4	5	4	4	4,2	0,8275
5	4	4	4	4	4	4,0	3	3	3	4	3	3,2	4	4	4	4	5	4,2	4	4	4	4	5	4,2	4	4	4	4	4	4,0	0,7525
6	4	4	4	3	4	3,8	3	3	3	3	3	3,0	4	4	3	4	3	3,6	4	3	4	3	4	3,6	3	4	3	3	4	3,4	0,6325
7	4	5	4	4	4	4,2	3	3	4	3	3	3,2	4	4	4	4	5	4,2	4	5	4	4	4	4,2	4	4	4	4	4	4,0	0,7625
8	4	4	4	3	4	3,8	3	3	4	3	3	3,2	4	3	4	3	4	3,6	4	4	4	3	4	3,8	3	4	4	4	3	3,6	0,6575
9	3	4	4	3	4	3,6	3	3	4	3	3	3,2	3	4	3	3	3	3,2	3	3	4	3	3	3,2	3	4	4	3	3	3,4	0,5825

На основі даних про вміст у досліджуваних зразках білкової, ліпідної та вуглеводної складових та обрахованих за результатами органолептичної оцінки комплексних показників якості за допомогою програмного забезпечення MS Excel 2003 було розроблено математичну модель комплексного показника якості:

$$y = 0,151667x_1 + 0,000001x_2 + 0,185x_3 - 13,6383 \quad (R^2=0,9596),$$

де x_1 – білкова складова;

x_2 – ліпідна складова;

x_3 – вуглеводна складова.

На основі проведених досліджень та обрахунку комплексного показника якості за органолептичними показниками у встановленому діапазоні макронутрієнтів була встановлена наступна залежність з їх вмістом у дослідних зразках (рис. 1).

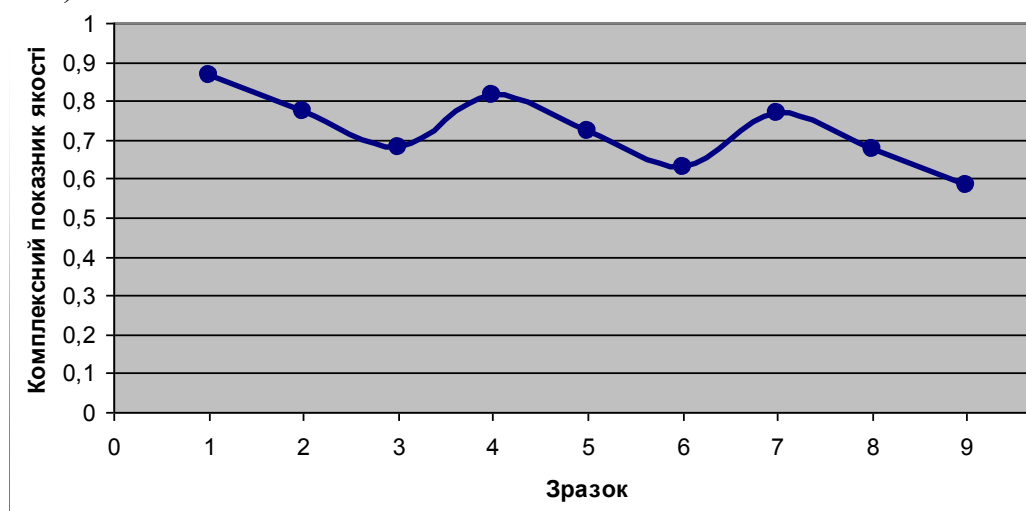


Рис. 1. Зміна комплексного показника якості досліджуваних зразків

Висновки. Всі продукти для нутритивної підтримки організму людини, що представлені на українському ринку, виготовлені закордонними виробниками. У зв'язку з чим актуальними є розробка та впровадження у виробництво вітчизняних продуктів для нутритивної підтримки.

З'ясовано оптимальні співвідношення макронутрієнтів у харчуванні людей у стані помірного порушення обміну речовин, вираженій білковій недостатності та при легких травмах. Зокрема, в результаті органолептичної оцінки визначено, які зразки характеризуються найкращими органолептичними властивостями, розроблено математичну модель макронутрієнтного складу продукту для нутритивної підтримки.

Література

1. Лейдерман И. Н. Гиперметаболизм.. Метаболические основы / И. Н. Лейдерман // Вестник интенсивной терапии : научн.-практ. журн. — 2009. — № 3. — С. 62—67.
2. Беляев О. В. Парентеральное и энтеральное питание в интенсивной терапии / О. В. Беляев — К. : КИМ, 2009. — 344 с.
3. Enteral Nutrition Practice Recommendations / [R. Bankhead, J. Boullata, S. Brantley and others] — Special Report — Boston : American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, 2009. — 46 p.
4. AKE Recommendation: Enteral and Parenteral Support in Adults. — Germany : Austria : [s. n.]. — 2000. — 92 p.
5. Enteral Feeding Guidelines / [Editor In Chief K. Farver]. — Seattle : Harborview Medical Center, 2011. — 12 p.
6. Почепень О. Н. Нутритивная поддержка у тяжелообожженных / О. Н. Почепень. — Минск: БелМАПО, 2009. — 25 с.
7. Нутриционная поддержка пострадавших с термической травмой : уч.-метод. пособ. / [Крылов К. М., Луфт В. М., Козулин В. В. и др.]. — СПб. : Терра, 2006. — 44 с.
8. Смоляр В. И. Рациональное питание / В. И. Смоляр — К. : Наук. думка, 1991. — 368 с.: іл.