

*Н.К. Жабанос, Т.В. Трофимова; Е.В. Ефимова
Институт мясо-молочной промышленности, Минск, Беларусь*

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА НУТРИЕНТНОЙ АДЕКВАТНОСТИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ РАННЕГО ВОЗРАСТА НА МОЛОЧНОЙ ОСНОВЕ

В статье приведена методика комплексной оценки качества пищевых продуктов для детского питания на молочной основе, базирующаяся на основных положениях квалиметрии, формулы расчета единичных показателей качества и интегральных показателей пищевой и биологической ценностей, а также пример расчета комплексной оценки качества конкретных видов пищевых продуктов питания для детей раннего возраста.

Введение. Лучшей пищей для детей первого года жизни является материнское молоко. Оно содержит все необходимые пищевые вещества – белки, жиры, углеводы, минеральные соли и витамины в достаточном количестве и сбалансированном состоянии, что позволяет полностью обеспечить организм ребенка незаменимыми факторами питания. Однако иногда возникают ситуации, когда лактационная способность женщины нарушена либо отсутствует. В данном случае выход один – применение смешанного или искусственного вскармливания. Для организации промышленного производства продуктов для питания детей раннего возраста требуется не только научное обоснование технологических процессов, использование качественного сырья, строгое соблюдение санитарно-гигиенических режимов, а также методологическое обеспечение создания продуктов для питания детей.

В настоящее время одним из главных вопросов, стоящих перед наукой и промышленностью, является производство детских продуктов питания на молочной основе высокой пищевой и биологической ценности.

Основным принципом создания продуктов питания детей раннего возраста является максимальное приближение их состава к формуле женского молока не только в количественном, но и качественном соотношении, создание адаптированного продукта к особенностям обмена, функциональному состоянию и иммунной реактивности

организма ребенка на протяжении первого года жизни. И именно из формулировки вышеуказанного принципа возникает необходимость разработки критериев оценки нутриентной адекватности продуктов питания для детей раннего возраста.

Материалы и методы исследований. Для оценки нутриентной адекватности продуктов детского питания необходимо знать массовые доли основных макро- микропитательных веществ и значения аналогичных показателей, соответствующих физиологической норме (эталону) для конкретной возрастной или по иным признакам группы детей. К основным показателям пищевой и биологической ценностей продуктов питания для детей раннего возраста на молочной основе следует отнести:

- содержание белков, жиров и углеводов;
- содержание основных незаменимых аминокислот;
- содержание жирных кислот;
- минеральный и витаминный составы.

Комплексная оценка качества пищевых продуктов базируется на основных положениях квалиметрии и осуществляется поэтапно по классической схеме измерения качества:

- определение и сравнение значений единичных показателей качества;
- расчет интегральных показателей пищевой и биологической ценностей.

Для определения показателей могут быть использованы аналитические и/или расчетные методы, а также при необходимости достоверная информация, полученная путем сбора данных с выставок, конференций, материалов рекламного характера, этикеток, специализированных изданий, различного вида публикаций и пр.

Сравнение значений показателей качества продуктов с принятым эталоном или конкретными требованиями в пределах, установленными законодательными актами осуществляют путем расчета единичных дифференциальных критериев пищевой адекватности, характеризующих качественные свойства продукта и представляющие собой нормированное значения отклонения единичного показателя от эталонного значения (A_i , дол. ед.):

$$A_i = \frac{\text{mod}(X_i - X_{i_0})}{X_{i_0}}, \quad (1)$$

где X_i – текущее значение i -го единичного показателя;

X_{i0} – эталонное значение i -го единичного показателя.

Согласно формуле (1) A_i может принимать значения больше или равно 0. При этом, если единичные показатели качества продуктов близки к эталонным значениям, $A_i \rightarrow 0$.

Критерием пищевой адекватности продукта следует считать интегральный показатель качества (A , дол. ед.), в математическом выражении представляет собой итоговый расчетный параметр, формирующийся из единичных показателей качества:

$$A = A_0 - \sum_{i=1}^k A_i / k, \quad (2)$$

где $A_0=1$ – нормативное значение интегрального критерия, дол. ед.;

A_i – значение критерия единичного показателя качества, дол. ед.;

k – число единичных показателей, характеризующих качество продукта.

Согласно приведенной формуле интегральный показатель качества стремится к 1, если единичные показатели качества близки к эталонным значениям.

Критерием биологической адекватности продукта следует считать следующие показатели:

- показатели аминокислотной сбалансированности:

а) минимальный скор незаменимых аминокислот (C_{\min} , дол. ед.):

$$C_{\min}^k = \text{MIN}_j A_j / A_{0j}, \quad (3)$$

б) коэффициент утилитарности аминокислотного состава (U , дол. ед.):

$$U = C_{\min} \times \sum_{j=1}^k A_{0j} / \sum_{j=1}^k A_j, \quad (4)$$

в) показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот (σ_c , ед.):

$$\sigma_c = \sum_{j=1}^k (A_j - C_{\min} \times A_{0j}) / C_{\min}, \quad (5)$$

где A_j – массовая доля j -той незаменимой кислоты, г/100 г белка;

$A_{эj}$ – массовая доля j -той незаменимой кислоты эталона, г/100 г белка.

Сущность качественной оценки сравниваемого с эталоном аминокислотного состава заключается в том, что чем выше значение U или меньше значение σ_c (в идеале $U=1$, $\sigma_c=0$), тем лучше сбалансированы незаменимые кислоты и тем рациональнее они могут быть использованы организмом.

В качестве показателя адекватности жирнокислотного состава следует использовать коэффициент его рациональности (R_G , дол. ед.):

$$R_G = \left(\prod_{i=1}^m d_{Gi} \right)^{\frac{1}{m}}, \quad (6)$$

$$d_{Gi} = \begin{cases} \frac{G_i}{G_{эi}}, G_i \leq G_{эi} \\ \left(\frac{G_i}{G_{эi}} \right)^{-1}, G_i > G_{эi} \end{cases}, \quad (7)$$

где m – количество жирных кислот, по которым проводится оценка;

G_i – массовая доля i -той жирной кислоты (суммы кислот), г/100 г жира;

$G_{эi}$ – массовая доля i -той жирной кислоты (суммы кислот) эталона, г/100 г жира.

В качестве критериев элементного и витаминного соответствия следует использовать нормированный показатель (R_M , дол. ед.):

$$R_M = \left(\prod_{i=1}^m d_{Mi} \right)^{\frac{1}{m}}, \quad (8)$$

$$d_{Mi} = \begin{cases} \frac{M_i}{M_{эi}}, M_i \leq M_{эi} \\ \left(\frac{M_i}{M_{эi}} \right)^{-1}, M_i > M_{эi} \end{cases}, \quad (9)$$

где m – количество макро- и микроэлементов (витаминов), по которым проводится оценка;

M_i – массовая доля i -го макро- или микроэлемента (витамина) в образце продукта, мг/100 г;

M_{zi} – массовая доля i -го макро- или микроэлемента (витамина) эталона, мг/100 г.

Для примера расчета комплексной оценки нутриентной адекватности были изучены пищевая, биологическая и энергетическая ценности следующих продуктов для питания детей с шести месяцев: смеси сухой молочной для детского питания «Беллакт Оптимум 2⁺»; сухой адаптированной молочной смеси «Nestogen 2»; сухой последующей адаптированной молочной смеси «Bebi 2 Premium». В качестве эталона приняты показатели зрелого женского молока.

Изучение содержания белков, жиров и углеводов, минерального и витаминного составов и энергетической ценности осуществляли на основе этикеточной информации. Изучение аминокислотного и жирнокислотного составов осуществляли путем исследования образцов смесей в Республиканском контрольно-испытательном комплексе по качеству и безопасности продуктов питания РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по продовольствию».

Результаты исследований. При изучении содержания белков, жиров и углеводов, минерального и витаминного составов были получены результаты, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Пищевая ценность 100 мл восстановленных смесей сухих молочных и зрелого женского молока

Наименование показателя	Значение			
	смеси сухой молочной			зрелого женского молока
	«Беллакт Оптимум 2 ⁺ »	«Nestogen 2»	«Bebi 2 Premium»	
1	2	3	4	5
Белок, г	1,5	1,7	1,8	1,0
казеин	0,75	1,02	0,9	0,4
сывороточные белки	0,75	0,68	0,9	0,6
Жир, г	3,4	3,05	3,08	3,9
Углеводы, г	7,2	8,2	7,87	6,8
Минеральные вещества, мг				
кальций	60	75	80	32
калий	76,5	78	70	50
натрий	22,5	26	21	15
фосфор	32,4	40	40	15
магний	6,45	7,5	5,5	2,8
хлор	70,6	54	44	43
железо	1,4	1,1	0,8	0,15

Продолжение таблицы 1

медь	0,0746	0,05	0,041	0,045
марганец	0,0084	0,01	0,0058	0,004
цинк	0,76	0,8	0,55	0,3
йод	0,01	0,015	0,013	0,007
Витамины, мг				
ретинол	0,0731	0,078	0,078	0,06
кальциферол	0,001	0,0012	0,0011	0,0006
токоферол	0,95	1,2	0,66	0,35
тиамин	0,0722	0,1	0,1	0,02
рибофлавин	0,0858	0,14	0,14	0,03
ниацин	0,5934	0,68	0,58	0,23
В ₆	0,0632	0,07	0,068	0,006
В ₁₂	0,00023	0,0002	0,00023	0,00001
аскорбиновая кислота	10,0	9,8	12,0	3,8
биотин	0,0025	0,0027	0,0025	0,00076
фолацин	0,008	0,015	0,015	0,005
пантотеновая кислота	0,3154	0,5	0,5	0,26

При изучение аминокислотного и жирнокислотного составов продуктов были получены данные, оформленные Результатами испытаний от 30.08.2013 г. и представленные в таблицах 2, 3.

Таблица 2 – Незаменимые аминокислоты смесей сухих молочных и зрелого женского молока

Незаменимые аминокислоты	Значение, г/100 г белка			
	смеси сухой молочной			зрелого женского молока
	«Беллакт Оптимум 2 ⁺ »	«Nestogen 2»	«Bebi 2 Premium»	
изолейцин	5,1	4,6	4,6	4,6
лейцин	9,0	8,0	8,7	9,8
лизин	5,5	5,0	3,0	7,5
метионин+цистин	2,6	2,8	1,0	4,0
фенилаланин+ тирозин	6,5	5,6	6,4	8,6
треонин	5,4	3,8	3,6	4,6
валин	5,3	4,2	4,7	5,2

Таблица 3 – Жирнокислотный состав смесей сухих молочных и зрелого женского молока

Жирные кислоты	Значение, г/100 г жира			
	смеси сухой молочной			зрелого женского молока
	«Беллакт Оптимум 2 ⁺ »	«Nestogen 2»	«Bebi 2 Premium»	
Насыщенные	42,7	37,4	38,4	41,78
Мононенасыщенные	36,9	44,7	36,8	43,03
Полиненасыщенные	18,4	17,4	22,2	12,42
линолевая	15,9	15,2	19,9	10,85
α -линоленовая	2,5	2,2	2,3	0,62

Сравнение значений показателей качества продуктов с принятым эталоном осуществляли путем расчета:

- единичных дифференциальных критериев пищевой адекватности по формуле (1), где $i=1$ соответствует содержанию белка, $i=2$ соответствует содержанию казеина, $i=3$ соответствует содержанию сывороточных белков, $i=4$ соответствует содержанию жира, $i=5$ соответствует содержанию углеводов;

- интегральных показателей пищевой адекватности по формуле (2);

- показателей аминокислотной сбалансированности (C_{min} , дол. ед., U , дол. ед, σ_c , ед.) по формулам (3, 4, 5), $j=1- j=7$, соответствует содержанию изолейцина, лейцина, лизина, метионина+цистина, фенилаланина+ тирозина, треонина, валина;

- коэффициентов рациональности жирнокислотного состава (R_G , дол. ед.) по формулам (6, 7), где $i=1$ соответствует сумме насыщенных жирных кислот, $i=2$ соответствует сумме мононенасыщенных жирных кислот, $i=3$ соответствует сумме мононенасыщенных жирных кислот, $i=4$ соответствует линолевой кислоте; $i=5$ соответствует α -линоленовой кислоте;

- коэффициентов рациональности элементного и витаминного составов (R_M , дол. ед.) по формулам (8, 9), где $i=1- i=11$ соответствует содержанию кальция, калия, натрия, фосфора, магния, хлора, железа, меди, марганца, цинка, йода для минерального состава и $i=1- i=12$ – содержанию ретинола, кальциферола, токоферола, тиамин, рибофлавина, ниацина, B_6 , B_{12} , аскорбиновой кислоты, биотина, фолацина, пантотеновой кислоты для витаминного составов. Результаты расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Дифференциальные и интегральные показатели качества

Показатели качества	Значение для смеси сухой молочной		
	«Беллакт Оптимум 2 ⁺ »	«Nestogen 2»	«Bebi 2 Premium»
Единичные дифференциальные критерии пищевой адекватности, дол. ед.			
Белок	0,5	0,7	0,8
Казеин	0,875	1,5	1,25
Сывороточные белки	0,25	0,133	0,5
Жир	0,128	0,218	0,210
Углеводы	0,059	0,206	0,157
Интегральный показатель пищевой адекватности, дол. ед.	0,6376	0,4486	0,4166
Показатели аминокислотной сбалансированности			
минимальный скор незаменимых аминокислот, дол. ед.	0,756	0,651	0,400
коэффициент утилитарности аминокислотного состава, дол. ед.	0,881	0,879	0,574
показатель сопоставимой избыточности содержания незаменимых аминокислот, ед.	7,716	9,627	34,600
Коэффициент рациональности жирнокислотного состава, дол. ед.	0,6256	0,6584	0,5782
Критерий элементного соответствия, дол. ед.	0,449	0,478	0,547
Критерий витаминного соответствия, дол. ед.	0,332	0,267	0,340

Из данных таблицы 4 видно, что по интегральному показателю пищевой адекватности и показателям аминокислотной сбалансированности смесь сухая молочная «Беллакт Оптимум 2⁺», по жирнокислотному составу смесь сухая молочная «Nestogen 2», и по минеральному и витаминному составам смесь сухая молочная «Bebi 2 Premium» наиболее приближены к эталону – зрелому женскому молоку.

Заключение. Таким образом, комплексная оценка нутриентной адекватности представляет собой интегральный показатель пищевой ценности, показатели аминокислотной сбалансированности, рациональности жирнокислотного состава, элементного и витаминного соответствия.

Литература

1. Беллакт. Каталог продукции. Детское питание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bellakt.com>. – Дата доступа: 22.02.2011
2. Борисенко, А.А. (мл) Оптимизация полного нутриентного состава новых рецептур пищевых продуктов / А.А. Борисенко (мл), А.А. Борисенко // Материалы XXXVIII научно-технической конференции по итогам работы профессорско-преподавательского состава СевКавГТУ за 2008 год // Ставрополь, СевКавГТУ. – 2009. – 218 с.
3. Башкиров, О.И. Проектирование специальных молочных продуктов для детей / О.И. Башкиров и др. // Молочная промышленность. – 2007.- № 6. – С.48-51
4. Кузнецов, В.В. Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.6. Технология детских молочных продуктов/ В.В. Кузнецов, Н.Н. Липатов. – СПб: ГИОРД. 2005. – 512 с.
5. Мамочка. Ребенок. Вскармливание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pregnancy.h1.ru/baby/feedbreast/bebelak.htm>. – Дата доступа: 01.03.2011

N.K. Zhabanos, T.V. Trofimova, E.V.Efimova

COMPLEX ASSESSMENT OF NUTRIYENTNY ADEQUACY OF FOOD FOR CHILDREN OF EARLY AGE ON THE DAIRY BASIS

Summary

The article describes the methodology of integrated assessment of quality food baby food milk-based, based on the main provisions of qualimetry, formulas for calculation of individual quality and integral indices of food and biological values, as well as an example of calculation of complex evaluation of the quality of specific types of food nutrition for young children.