



ФЕРМЕНТАТИВНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ МОЛОЧНИХ ПРОДУКТІВ ІЗ ЗЕРНОВИМ ІНГРЕДІЄНТОМ ДЛЯ ДИТЯЧОГО ХАРЧУВАННЯ

Анотація

Під час створення продуктів для дитячого харчування визначальне значення має адекватна біологічна цінність. Саме вона є одним з головних критеріїв оцінювання доцільності використання тих або інших компонентів. Біологічну цінність продуктів визначають біологічними, хімічними і ферментативними методами. Ферментативні методи визначення біологічної цінності білка є одним з простих і в той же час об'єктивним методом визначення його здатності до розщеплення протеолітичними ферментами у шлунково-кишковому тракті.

Перетравлювання білків у шлунково-кишковому тракті (ШКТ) лімітує засвоєння амінокислот організмом. Частково гідролізовані білки, що надходять із шлунку до тонкого кишечника, перебуваючи там обмежений час, повинні швидко гідролізуватись до амінокислот та засвоїтись: потрапляння амінокислот до товстого кишечника рівноцінне їх втраті для організму. Тому біологічна цінність білків продукту визначається ступенем і швидкістю перетравлювання протеазами ШКТ, засвоєнням амінокислот та подальшою утилізацією на пластичні потреби організму. Ефективність гідролізу харчових білків залежить від амінокислотного складу, конформації молекул, умов технологічного оброблення продукту.

В статті представлено дослідження щодо біологічної цінності сировини, яка використовується для виробництва молочних продуктів дитячого харчування (сиру кисломолочного, незбираного молока, концентрату сироваткових білків, рисового борошна) та готових продуктів. Для визначення біологічної цінності продуктів ферментативним методом модифіковано конструкцію приладу для гідролізу білків.

Доведено, що уведення у рецептури концентрату сироваткових білків та рисового борошна являється доцільним, так як дозволяє отримати кисломолочний продукт «Віталакт» та пасту сиркову з кращими показниками перетравлюваності. Показано, що швидкість перетравлення білків молочних продуктів для дитячого харчування вища ніж складників цих продуктів окремо. При цьому перетравлюваність молочних білків була вищою за рослинних. Так, показник перетравлюваності для молочних продуктів дитячого харчування становив в межах 70-77 %, а для рисового борошна – 41,8 %.

Ключові слова: біологічна цінність, молочні продукти для дитячого харчування, рисове борошно, ферментативний метод, перетравлюваність.

Вступ

Одним з основних показників, які характеризують якість білка продуктів дитячого харчування, є біологічна цінність. Біологічну цінність продуктів можна визначити біологічними, хімічними і ферментативними методами. Сутність хімічних методів полягає на співставленні результатів визначення амінокислотного складу продукту, що досліджується, з ідеальними шкалами амінокислот. Суть біологічних методів визначення цінності білкових компонентів їжі полягає на вивченні впливу одних і тих самих кількостей різних (досліджуваних і стандартних) білків на розвиток тварин, що ростуть. Ферментативним методом визначають швидкість перетравлення білків в шлунково-кишковому тракті [1, 2].

Найбільш доступними і оперативними для застосування в наукових дослідженнях є хімічні (розрахункові) методи визначення біологічної цінності білка. Вони дозволяють достатньо швидко і відносно точно оцінити потенціальні можливості, як харчових інгредієнтів, що використовуються, так і харчових продуктів, що розроблюються на їх основі [3]. Оцінюючи переваги і недоліки хімічного методу визначення біологічної цінності білкових компонентів їжі необхідно підкреслити їх значну простоту та логічність. Проте є відхилення розрахункових даних від результатів вивчення біологічної цінності в експериментах на тваринах, існує залежність правильності

отриманих результатів за методом амінокислотного скору від амінокислотної шкали, яка приймається в якості «ідеальної». При цьому може використовуватися метод оцінки біологічної цінності білків за повнотою звільнення амінокислот, тобто метод розрахунку індексу звільнення залишків амінокислот.

Дослідження біологічної цінності харчових білків біологічними методами потребує утримування дослідної та контрольної груп тварин, підтримки низькокалорійності дослідної та контрольної дієт, точного обліку кількості їжі, що з'їдено, та виділених екскрементів. Точне додержання всіх цих умов дозволить дати об'єктивну оцінку такому важливому показнику якості харчового білка, як його біологічна цінність. Треба відмітити, що біологічні методи займають велику кількість часу визначення, проте, вони самі точні методи визначення біологічної цінності продуктів [1].

Ферментативні методи визначення біологічної цінності білка є одним з простих і в той же час об'єктивним методом визначення його здатності до розщеплення протеолітичними ферментами у шлунково-кишковому тракті. Для визначення ферментативним методом біологічної цінності білка Покровським-Єртановим [4] розроблено класичний прибор для гідролізу білків, а Ліпатовим (мол.) [5] його удосконалено. Проте, вищевказані прибори достатньо складно створити в умовах науково-дослідної лабораторії



або проблематично придбати, що ускладнює оперативність і точність визначення біологічної цінності продуктів, що розроблюються.

Мета роботи

Метою роботи було спрощення прибору для гідролізу білків та визначення за його допомогою біологічної цінності білків сировини, що використовується для виробництва продуктів дитячого харчування (сиру кисломолочного, незбираного молока, концентрату сироваткових білків, рисового борошна) та молочних продуктів дитячого харчування (кисломолочного продукту «Віталакт» та пасти сиркової).

Викладення основного матеріалу

Для визначення біологічної цінності сировини та кисломолочних продуктів ферментативним методом гідроліз білків здійснювали в спеціальному приладі. Конструкція приладу була модифікована нами (рис. 1), оскільки її можна створити у будь-якій науково-дослідній лабораторії на відміну від розробленої Покровським-Єртановим [4].

Спеціальний прилад (рис. 1) для визначення швидкості перетравлюваності білків продукту протеолітичними ферментами складається з пристрою 1, призначеного для перемішування і нагрівання рідини, оснащеного стійковим стержнем 2 і перемішуючою лопаттю 3; зовнішньої посудини 4; внутрішньої посудини 5, на одному з кінців якої закріплена діалізна плівка 6 за допомогою гумки. Внутрішню посудину закривають гумовою пробкою 7 з термометром 8. Зовнішня посудина – це скляна термостійка склянка місткістю 50 см³, внутрішня – порожня скляна трубка діаметром 35-40 мм і завдовжки 150-160 мм. Розміри посудин вибрані таким чином, щоб дотримувалася умова рівності рівнів рідини у внутрішньому і зовнішньому посудинах. Магнітна мішалка ММ 2А

дозволяє здійснювати постійне перемішування рідини за допомогою скляної мішалки, що знаходиться у внутрішній посудині. Швидкість мішалки підтримують на рівні 60 об/хв, оскільки така швидкість близька до частоти перистальтичних скорочень шлунково-кишкового тракту. Також цей прилад дозволяє здійснювати підігрівання рідини до температури (37±0,5) °С та її підтримання на цьому рівні. Щоб уникнути випаровування рідини з внутрішньої посудини, її щільно закривають гумовою пробкою з термометром для спостереження за температурою процесу гідролізу.

Визначення перетравлюваності білків травними ферментами *in vitro* проводили з використанням базової методики О.О. Покровського-І.Д. Єртанова [4, 5]. Суть цього методу полягає в послідовній дії на білок досліджуваного об'єкту системи протеїназ і видалення за допомогою діалізу деяких продуктів гідролізу щоб уникнути інгібування реакції низькомолекулярними пептидами і вільними амінокислотами.

Перетравлюваність білків оцінювали за наростанням продуктів гідролізу в результаті ферментативного гідролізу. Розрахунок проводили за формулою [4]:

$$П = А - В - С, \quad (1)$$

де П – перетравлюваність білка досліджуваного зразка, мг тирозину/1 г білку;

А – концентрація продуктів гідролізу в перетравні;

В – концентрація продуктів гідролізу в суспензії харчового продукту у буферному розчині;

С – концентрація продуктів гідролізу в розчині ферменту.



Рис.1 – Прилад для визначення перетравлюваності білків продукту:

1 – магнітна мішалка ММ 2А; 2 – стійковий стержень; 3 – перемішуюча скляна лопаття; 4 – скляна термостійка склянка; 5 – порожня скляна трубка; 6 – діалізна плівка; 7 – гумова пробка; 8 – термометр

Перетравлюваність білку продукту P (%) розраховували за формулою [5]:

$$P = \frac{10\Pi}{T}, \quad (2)$$

де Π – перетравлюваність білка досліджуваного зразка, мг тирозину/1 г білку;

T – масова доля тирозину у білку досліджуваного об'єкту, г/100 г білку;

10 – коефіцієнт пропорційності (г білку · г · %) / (мг · 100 г білку).

Обговорення результатів

Відомо, що тваринні та рослинні білки перетравлюються у шлунково-кишковому тракті людини неоднаково. На швидкість перетравлювання білків впливають такі технологічні режими виробництва продуктів харчування, як подрібнювання, теплова обробка та інші фактори.

На рисунку 2 представлено дані, що характеризують динаміку перетравлюваності молочної та зернової сировини, кисломолочних продуктів дитячого харчування протеолітичними ферментами.

Дані щодо динаміки перетравлювання білків сировини та омолочених продуктів дитячого харчування в системі протеїназ “пепсин-хімотрипсин” (*in vitro*) за наростанням азотомісних сполук у діалізаті засвідчили однаковий характер розщеплення сировини та розроблених продуктів (рис. 2). Так, характерним під час перетравлювання білків молочної сировини та готових продуктів є двоступеневий тип. На

першій стадії перетравлювання білків під впливом пепсину можна відмітити крутий підйом кривої. Проте до 3 години перетравлювання відзначається уповільнення гідролізу білків. Подальше додавання в систему хімотрипсину викликає нове прискорення процесу перетравлювання, внаслідок чого крива на початку досліду (початок 5 години) знову круто піднімається вгору. Білки рисового борошна повільніше перетравлюються пепсином, що характеризується більш пологим положенням кривої перетравлюваності, а додавання до пепсинового перевару хімотрипсину хоча і призводить до зміни швидкості гідролітичної реакції, але вона виражена не так різко. У зв'язку з уповільненням гідролізу білків продуктів, загальна тривалість перетравлювання складає 7 годин.

Треба відмітити, що ступінь перетравлювання білків пепсином через 4 години ферментації був найвищим для концентрату сироваткових білків, кисломолочного продукту «Віталакт» та пасти сиркової, а найменшим – для рисового борошна. Через 8 годин ферментації характер перетравлювання хімотрипсином не змінювався і був також найвищим для концентрату сироваткових білків.

Отже, як для сировини, так й для молочних продуктів дитячого харчування, не відбувається змін закономірності перетравлювання білків протеолітичними ферментами *in vitro*.

Дані щодо біологічної цінності молочних та зернових білків наведено в таблиці 1.

Як видно з даних таблиці 1, показники перетравлюваності білків продуктів залежали від складу.

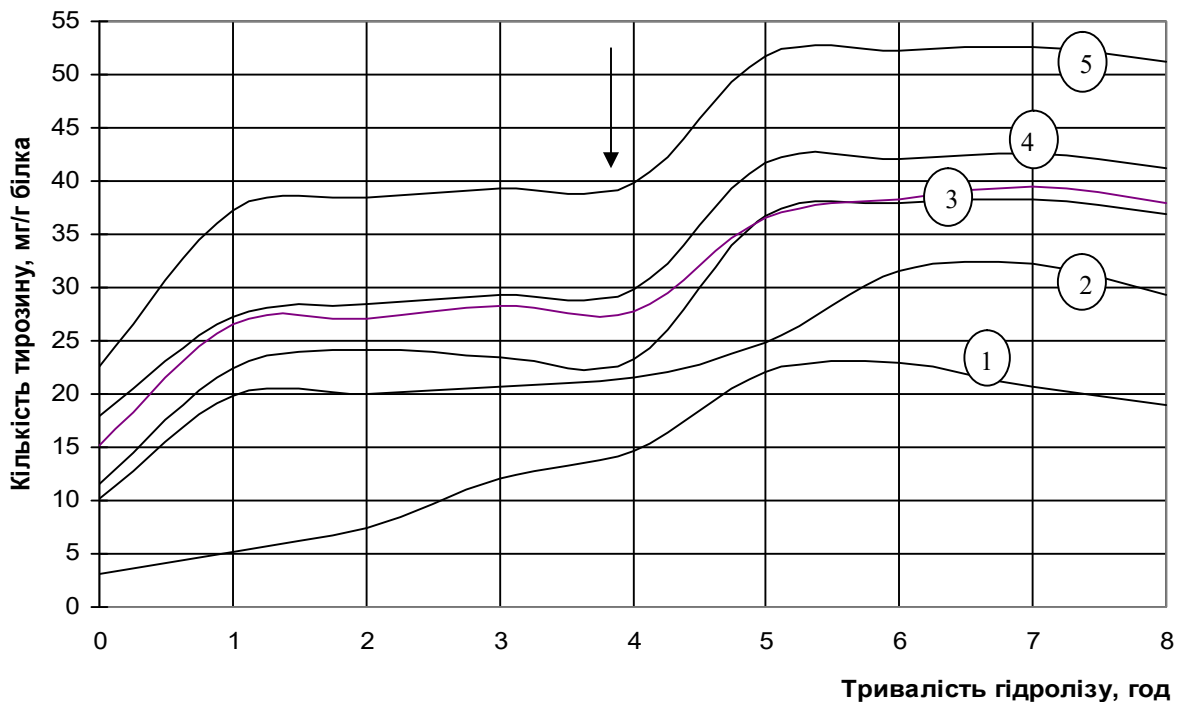


Рис. 2 – Швидкість перетравлюваності білків дослідних продуктів у системі “пепсин-хімотрипсин” (*in vitro*): 1 – сир кисломолочний; 2 – молоко незбиране; 3 – концентрат сироваткових білків; 4 – борошно рисове; 5 – кисломолочний продукт «Віталакт» для дитячого харчування; 6 – паста сиркова для дитячого харчування. (Примітка: стрілка показує момент додавання хімотрипсину в пепсиновий гідролізат)



Таблиця 1 – Біологічна цінність молочних та зернових білків

| Найменування продукту | Масова частка тирозину, г/100 г білка | Перетравлюваність (в умовах in vitro) | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------|------------|------|
| | | мг тирозину / г білка | | | % |
| | | пепсином | трипсином | сумарна | |
| Сир кисломолочний | 5,16±0,1 | 8,0±0,15 | 26,22±0,30 | 34,22±0,20 | 66,2 |
| Молоко незбиране | 5,17±0,1 | 6,61±0,14 | 26,71±0,14 | 33,32±0,19 | 61,7 |
| Концентрат сироваткових білків | 3,51±0,03 | 14,0±0,25 | 29,70±0,29 | 43,70±0,31 | 88,9 |
| Рисове борошно | 5,22±0,08 | 3,92±0,07 | 6,78±0,12 | 10,7±0,10 | 41,8 |
| Кисломолочний продукт «Віталакт» | 5,35±0,09 | 5,95±0,15 | 26,15±0,30 | 32,1±0,20 | 69,6 |
| Паста сиркова для дитячого харчування | 4,67±0,03 | 7,32±0,18 | 29,57±0,24 | 36,89±0,27 | 76,7 |



Так, концентрат сироваткових білків має найвищий показник перетравлюваності – близько 90 %, в розроблених продуктах цей показник становив в межах 70-77 %, найнижчий показник зафіксовано в рисовому борошні, який не перевищує 42 %. Застосування концентрату сироваткових білків та відповідне технологічне оброблення підвищують доступність білка для протеолітичних ферментів. Низьке значення перетравлення білків рисового борошна зумовлено, напевно, високим вмістом поліцукридів (целюлози, геміцелюлози тощо).

Висновки

Досліджено біологічну цінність кисломолочних та пастоподібних продуктів дитячого харчування ферментативним методом за допомогою спрощеного нами прибору для гідролізу білків. Встановлено, що використання концентрату сироваткових білків та рисового борошна являється доцільним, так як дозволяє отримати кисломолочний продукт «Віталакт» та пасту сиркову для дитячого харчування з кращими показниками перетравлюваності.

ЛІТЕРАТУРА

1. Покровский, А.А. Биохимические обоснования разработки продуктов повышенной биологической ценности [Текст] / Покровский А.А. // Вопросы питания. – 1964. – № 1 – С. 3-16.
2. Покровский, А.А. О биологической и пищевой ценности продуктов питания [Текст] / Покровский А.А. // Вопросы питания. – 1975. – № 3. – С. 25-29.
3. Чернова, Е.В. Новый метод оценки биологической ценности белков кулинарно обработанных круп [Текст] / Чернова Е.В. // Известия вузов. Пищевая технология. – 2001. – № 1 – С. 11-13.
4. Покровский, А.А. Атакуемость белков пищевых продуктов протеолитическими ферментами in vitro [Текст] / Покровский А.А., Ертанов И.Д. // Вопросы питания. – 1965. – № 3 – С.38-44.
5. Липатов, Н.Н. (мл.) Усовершенствованный прибор и методика для определения переваримости белков in vitro [Текст] / Липатов Н.Н. (мл.), Юдина С.Б., Лисицин А.Б. // Вопросы питания. – 1994. – № 4 – С.43-44.



УДК 637.144+638.18:637.07

T.V. RUDAKOVA, Ph.D., S. Res, Senior Research Worker of Department of dairy products and baby food
Institute of Food Resources NAAS, m. Kyiv

S.A. NARIZHNYI, Ph.D., Assistant of the Department of Food Technology and technologies of livestock products
Bila Tserkva National Agrarian University

ENZYMATIC METHOD FOR DETERMINING THE BIOLOGICAL VALUE OF MILK PRODUCTS FROM GRAIN INGREDIENT FOR CHILD'S FOOD

Abstract

When creating a product for infant nutrition is vital adequate biological value. She is one of the main criteria for evaluating the feasibility of using these or other components. The biological value of products is determined by biological, chemical and enzymatic methods. Enzymatic methods for determining the biological value protein is one of the simplest and at the same time an objective method for determining its ability to cleavage by proteolytic enzymes in the gastrointestinal tract.

Digestion of proteins in the gastrointestinal tract limiting digestible amino acids the body. Partially hydrolyzed proteins coming from the stomach to the small intestine, while there is limited time to be rapidly hydrolysable amino acids and digestion: getting amino acids to colon equivalent to their loss to the body. Because biological value protein product is determined by the degree and rate of digestion of proteases gastrointestinal tract, digestion and amino acids for recycling plastic body needs. The efficiency of hydrolysis of food proteins depends on amino acid composition, molecular conformation, the conditions of technological processing product.

To the article presents research on the biological value of raw materials used to produce dairies for child's food (cheese, whole milk, whey protein concentrate, rice flour) and finished products. To determine the biological value



of foods modified by enzymatic hydrolysis device structure of proteins. Digestibility of protein was evaluated by the increase of hydrolysis products as a result of enzymatic hydrolysis.

Proved that putting of recipes whey protein concentrate and rice flour is appropriate, as it allows to receive soul-milk product "Vitalakt" and cheese's pasta with better performance digestibility. It is shown that the rate of protein digestion of dairy products for baby food higher than the ingredients of these products separately. This protein digestibility milk was higher for the plant. Thus, the rate of digestibility for dairy baby food was within 70-77 %, and rice flour – 41,8 %. The use of whey protein concentrate and related processing technology increases the availability of protein for proteolytic enzymes.

Key words: biological value, milk products for child's food, rice flour, enzymatic method, digestibility.

REFERENCES

1. Pokrovskiy, A. (1964). *Biohimicheskie obosnovaniya razrabotki produktov povyishennoy biologicheskoy tsennosti. Voprosy pitaniya*, 1, 3-16.
2. Pokrovskiy, A. (1975). *O biologicheskoy i pischevoy tsennosti produktov pitaniya. Voprosy pitaniya*, 3, 25-29.
3. Chernova, E. (2001). *Novyy metod otsenki biologicheskoy tsennosti belkov kulinarно obrabotannykh krup. Izvestiya vuzov. Pischevaya tehnologiya*, 1, 11-13.
4. Pokrovskiy, A., Ertanov, I. (1965). *Atakuemost belkov pischevyykh produktov proteoliticheskimi fermentami in vitro. Voprosy pitaniya*, 3, 38-44.
5. Lipatov, N. (ml.), Yudina, S., Lisitsin, A. (1994). *Uovershenstvovannyiy pribor i metodika dlya opredeleniya perevarimosti belkov in vitro. Voprosy pitaniya*, 4, 43-44.

Надійшла 19.04.2017. До друку 29.04.2017

Інститут продовольчих ресурсів Національної академії аграрних наук України,
02660, м. Київ, вул. С. Сверстюка, 4а.

Тел. (044)517-12-30, факс (044)517-02-28, моб. (095)763-16-34

e-mail: Rudakova11@yandex.ua



УДК 636.085.55

Т.В. САХНО, д-р хим. наук, профессор, Полтавский университет экономики и торговли,

И.В. КОРОТКОВА, канд. хим. наук, доцент, Полтавская государственная аграрная академия,

Н.Н. БАРАШКОВ, д-р хим. наук, профессор, Micro-Tracers Inc., (Сан-Франциско, США)



ИЗУЧЕНИЕ СЕГРЕГАЦИИ ФЕРРОМАГНИТНЫХ МИКРОТРЕЙСЕРОВ ОТ ПРЕМИКСОВ: РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕСТИРОВАНИЯ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ И УСЛОВИЯХ ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ

Аннотация

Рассмотрены теоретические аспекты определения однородности комбикормовой продукции и условий проявления сегрегации.

Цель работы заключается в проведении исследования возможной сегрегации частиц ферромагнитных микротрейсеров и премикса в процессе хранения и доставки продукции от его производственной площадки до потребителя. Во взятых образцах продукции (6 образцов по 25 г и 4 образца по 200 г) из различных местоположений в упаковке (стандартный бумажный мешок весом 25 кг) определена концентрация микротрейсера, рассчитаны величины стандартного отклонения и коэффициент вариации. Установлено, что в 25 г суб-образцах отклонение между концентрациями микротрейсера в различных точках отбора, находится в интервале 0,28-0,49%. Различия концентрации микротрейсера в 200 г суб-образцах относительно небольшие (от 0,49 до 0,52%), а среднее значение коэффициента вариации составляет 3,4%. Средняя концентрация микротрейсера в 200 г суб-образцах была заметно выше (0,50%), чем в 25 г суб-образцах (0,37%). Полученные данные дают основание заключить, что умеренная сегрегация между микротрейсером и премиксом происходит во время отгрузки продукта с производственной площадки потребителю, вероятно, из-за различий в размерах частиц этих материалов.

Проведено сравнение данных по сегрегации, полученных в результате модельных испытаний. Проанализирована роль сегрегации отдельных компонентов премиксов в процессе их производства, хранения и транспортировки. Показано, что сегрегация может проявляться в результате неравномерного распределения частиц премиксов, различающихся между собой по величине, форме и плотности. Обсужден вклад каждого из этих компонентов в сегрегационный процесс.

Предложенный в данной работе метод модельных лабораторных испытаний сегрегации между премиксом и ферромагнитными микротрейсерами является полезным инструментом для изучения процессов сегрегации гранулированных материалов.

Ключевые слова: сегрегация, ферромагнитные микротрейсеры, премикс, ситовой анализ, стандартное отклонение, коэффициент вариации.