

ФУНКЦІОНАЛЬНІ ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ СИРОВАТКИ ДЛЯ ДИТЯЧИХ ПРОДУКТІВ

А. Бовкун, к. т. н.

Інститут післядипломної освіти НУХТ

Білкам сироватки властиві різноманітні функціональні властивості, завдяки чому їх широко використовують у харчовій промисловості. Особливий інтерес останніми роками викликає застосування цих речовин як у нативному, так і в гідролізованому стані, в продуктах для дієтичного та дитячого харчування.

ХАРЧОВІ й функціональні властивості білків сироватки зумовлені структурою та біологічними функціями цих протеїнів. На відміну від казеїнів молока, білки сироватки значно менші за розміром. Так, середній радіус міцел казеїнів — 100 нм, а для альфа-лактальбуміну цей показник становить 1,8 нм, для імуноглобуліну G — 6 нм. Втім, незважаючи на малий розмір, білки сироватки вкрай важливі для організму (див. таблицю).

Основні властивості білків сироватки

Білок сироватки	Вміст у молоці (г/л)	Біологічна функція
Бета-лактоглобулін	3,2	Носій провітаміну
Альфа-лактальбумін	1,2	Синтез лактози
Бичачий сироватковий альбумін	0,4	Носій жирних кислот
Імуноглобулін G	0,8	Пасивний імунітет
Лактоферин	0,2	Бактеріостатичні агенти
Лактопероксидаза	0,03	Антибактеріальні агенти
Ферменти	0,03	Індикатори здоров'я
Протеозо-пептони	?1	Опіюдна активність

Глобулярна структура бета-глобуліну досить стійка до кислот і протеолітичних ферментів шлунка. Така стабільність важлива для його біологічної функції — перенесення ретинолу (провітаміну А) від організму корови до теляти. Така біологічна функція цього білка менш важлива для немовлят, і цим пояснюється, чому бета-лактоглобуліну значно менше в жіночому молоці. Бета-лактоглобулін також істотне джерело цистеїну, незамінної амінокислоти, яка стимулює глютаміний синтез — антиканцерогенний трипептид, який продукується печінкою для захисту проти пухлин шлунка. Слід зазначити, що **бета-лактоглобулін коров'ячого молока — один з важливих алергенів, тож зниження його вмісту в дієтичних продуктах — серйозна проблема.**

Біологічна функція альфа-лактальбуміну — підтримка синтезу лактози як основного джерела енергії для щойно народженого організму. При рН<4,0 альфа-лактальбумін втрачає свою структуру й легко розщеплюється пепсином шлунка. Бичачий сироватковий альбумін ідентичний такому ж білку крові. Вважають, що він проникає крізь стінки судин до молочної залози.

Бичачий сироватковий альбумін зв'язує нерозчинні вільні жирні кислоти для транспортування їх у кров. Така активність важлива для утворення в печінці глютаміону, пептиду імуностимулюючої дії. Цей пептид особливо необхідний людям з позитивною реакцією на вірус імунодефіциту. У малих кількостях у молоці містяться біоактивні білки — лактоферин, лактопероксидаза, ендogenous ферменти. Лактофери-ну властиві дві основні активності — антибактеріальна та поживна (лактоферин сприяє всмоктуванню заліза в кишковому тракті). Втім, обидві функції експериментально остаточно не доведено.

Лактопероксидаза — елемент цілої системи, яка протидіє в шлунково-кишковому тракті різним штамам ентеробактерій. Як лактоферин, так і лактопероксидаза — ефективні біохімічні речовини, які застосовують під час хронічної діареї. Серед пептидів сироватки особливе місце посідає фракція PP8 швидка (f 1-28) — продукт розщеплення бета-казеїну. Вона являє собою фосфопротеїд, який посилює всмоктування кальцію. Фракція PP8 повільна (f 29-105) містить пептиди з опіюдною активністю.

Дослідження вмісту та функції білків сироватки має не лише науковий інтерес. Щороку в світі в процесі переробки молока одержують майже 700000 тонн білків сироватки, які частково гідролізують і використовують у харчовій промисловості як один з компонентів заміників жіночого молока та для дитячих сумішей.

Один з аспектів цієї проблеми — підбір збалансованого білкового складу таких сумішей. Слід нагадати, що співвідношення казеїнів та білків сироватки в коров'ячому молоці становить 80:20, тимчасом як у жіночому — близько 40:60. Крім того, в коров'ячому молоці 44% неорганічного фосфору асоційовано з казеїновими міцелами як сіль фосфату кальцію; в жіночому молоці лише 23% неорганічного фосфору міститься у вигляді фосфатів кальцію.

Надмірний вміст фосфору в молоці може призвести до гіпокальцемії немовляти. Тому в разі можливості виникнення гіпокальцемії коров'яче молоко в дитячій суміші замінюють на казеїнати кальцію та білки сироватки.

Маніпуляція співвідношенням казеїнів до білків сироватки в дитячих сумішах призводить до зміни вмісту сухих речовин, внаслідок чого виникає потреба балансування мінерального складу, розчинного й нерозчинного азоту. Втім, серйозною проблемою під час адаптування сумішей залишаються відмінності між казеїнами коров'ячого та жіночого молока. Так, у жіночому молоці вміст альфа-казеїну дуже малий, а бета-казеїн представлений шістьма формами, які відрізняються за ступенем фосфорилування і мають різні функції щодо утворення міцел та в подальшому згустків молока. Це свідчить про те, що **під час згортання жіночого молока протеолітичними ферментами немовляти згусток утворюється настільки ніжний і нестабільний, що його важко виявити.**

Зазначимо, що альфа-казеїн коров'ячого молока також серйозний алерген. Водночас згортання коров'ячого молока призводить до утворення великих щільних згустків, які важко перетравлюються дитячим шлунком, що спричиняє організму дискомфортний стан.

У разі штучного видалення альфа-казеїну з коров'ячого молока під час його адаптування, зростає й вміст бета-казеїну (з 35 до 75% як у жіночому молоці). Водночас різко зменшується в розчині вміст кальцію, натрію, калію, магнію. Видалення з коров'ячого молока бета-лактоглобуліну, якого немає в жіночому молоці, збільшує вміст альфа-лактальбуміну з 18 до 40%.

Ще один важливий момент — у жіночому молоці міститься переважно імуноглобулін А, у коров'ячому — імуноглобулін В. Тому було розроблено ще один підхід щодо створення білкового складу дитячих сумішей, а саме — балансування вихідної коров'ячої суміші за амінокислотним складом на основі гідролізатів казеїнів та білків сироватки.

Головна проблема — у балансуванні зниженого рівня триптофану та цистеїну в суміші порівняно з жіночим молоком. За науковими публікаціями, такий підхід виявився досить ефективним. Адже застосування гідролізатів білків сироватки, зокрема альфа-лактальбуміну, дає змогу уникнути такого недоліку. Крім того, балансування за амінокислотним складом може максимально наблизити замітники до жіночого молока, при цьому застосовані та підібрані гідролізати можуть легко засвоюватись організмом. Вважають також, що гідролізати білків сироватки в дитячих сумішах — первинне джерело азоту із зниженими алергічними властивостями.

Ще один підхід у розробці заміників жіночого молока — використання білків козиного молока. Його білки істотно відрізняються від коров'ячого за своїм складом і наближаються до жіночого. Казеїни козиного молока утворюють ніжний згусток і тому більш доступні протеолітичним ферментам дитячого шлунка. Можливо тому позитивні алергічні проби на білки козиного молока виявляють у дітей значно рідше. Однак козине молоко, як і коров'яче, істотно відрізняється від жіночого, тому його необхідно адаптувати для дитячих сумішей. Так, фахівці Великобританії та Нової Зеландії розробили й організували промисловий випуск сухої суміші "Ненні", яка відповідає усім міжнародним вимогам щодо складу та харчової цінності адаптованих сумішей на основі козиного молока. За даними клінічних досліджень, такий підхід дає змогу знизити випадки атопічного дерматиту, гіперемії у дітей віком до одного року. **Використання козиного молока збагаченого гідролізатом білків сироватки — один з найперспективніших напрямків розробки дієтичних та дитячих сумішей.**