

УДК 612.39:637.1:664.681

ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНОЇ ЦІННОСТІ МОЛОЧНИХ ДЕСЕРТІВ
З КОМБІНОВАНИМ СКЛАДОМ СИРОВИНИ*Рудакова Т. В.¹, к.т.н., с.н.с., відділ молочних продуктів та дитячого харчування**<https://orcid.org/0000-0002-7017-735X>**Мінорова А. В.¹, к.т.н., с.н.с., завідувачка відділу молочних продуктів та дитячого харчування**<https://orcid.org/0000-0002-7557-1444>**Седень І. А.¹, н.с., відділ молочних продуктів та дитячого харчування**<https://orcid.org/0009-0003-0977-124X>**Наріжний С. А.², к.т.н., доц.,
кафедра харчових технологій та технології переробки продуктів тваринництва**<https://orcid.org/0000-0001-5478-3221>**Король-Безпала Л. П.², к.с.-г.н., асистент
кафедри харчових технологій та технології переробки продуктів тваринництва**<https://orcid.org/0000-0002-4362-3166>*¹Інститут продовольчих ресурсів НААН, Київ, Україна²Білоцерківський національний аграрний університет, Біла Церква, Україна<https://doi.org/10.31073/foodresources2025-24-10>

Предмет. Проблема поліпшення структури харчування, якості та безпеки харчових продуктів, як основи життєдіяльності людини не втрачає своєї актуальності. Пошук шляхів вирішення цієї проблеми привів науковців та виробників до ідеї розроблення та реалізації нових, значно досконаліших технологій виробництва харчових продуктів, адекватних за компонентним складом потребам сучасної людини. Враховуючи те, що наразі в структурі харчування населення існує дефіцит білка, дослідження біологічної цінності молочних продуктів десертного призначення, є актуальним питанням. **Мета.** Метою роботи було дослідження біологічної цінності молочних десертів, зокрема пудингів і кремів, на різній молочній основі із білковими та вуглеводними складовими. **Результати.** В статті представлено результати досліджень білкового складу і біологічної цінності сировини та молочних десертів, вироблених на різній молочній основі, за показниками утилітарності і перетравлюваності, білкового складу тощо. Показано, що найбільш збалансованими за амінокислотним складом білків продуктами по відношенню до еталону ФАО/ВООЗ є концентрат сироваткових білків, маслянка, ретенат та молочні десерти з його використанням, найменш збалансованим продуктом – борошно рисове. Встановлено, що концентрат сироваткових білків має найвищий показник перетравлюваності – 88,9% (в розроблених молочних десертах цей показник знаходився в межах 65...79%); найнижчий показник зафіксовано в рисовому борошні (41,8%). Показано, що перетравлюваність білків пепсином та трипсином була найвищою у концентраті сироваткових білків, маслянці, ретенаті та молочних десертах, а найнижчою – у рисовому борошні. Так, за показниками перетравлюваності білків десертів протеолітичними ферментами (пепсином та трипсином) встановлено, що швидкість перетравлюваності пудингу та крему на основі ретенату складала 78,9% та 76,1%, на основі маслянки – 65,4% та 64,7% відповідно, на відміну від рисового борошна, де перетравлюваність становила 41,8%. Зафіксовано, що вміст доступного лізину в молочних десертах суттєво підвищився і знаходився в межах 49,9–50,3 мг/г білка у порівнянні з вмістом у рисовому борошні, де показник знаходився на рівні 12,6 мг/г білка. При цьому коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білка пудингу та крему на основі ретенату становить 0,78 та 0,81, відповідно, на основі маслянки – 0,76 та 0,77, відповідно. **Сфера застосування результатів.** Дослідження біологічної цінності молочних десертів на основі маслянки та ретенату підтвердило доцільність використання у складі рецептур білкових і вуглеводних складових. Це дозволяє отримати крем і пудинг на різній молочній основі із збалансованим амінокислотним складом білків продукту відносно ФАО/ВООЗ, покращеним білковим складом та вищими показниками перетравлюваності. Використання результатів дослідження сприяє удосконаленню існуючих молочних продуктів з метою поліпшення їх білкового складу та розробленню нових рецептур молочних десертів (кремів, пудингів тощо) із високою біологічною цінністю.

Ключові слова: молочні десерти, креми, пудинги, комбінований склад сировини, біологічна цінність, перетравлюваність, білковий склад, коефіцієнт утилітарності

RESEARCH ON THE BIOLOGICAL VALUE OF DAIRY DESSERTS WITH A COMBINED COMPOSITION OF RAW MATERIALS

Tetiana Rudakova¹, PhD, Senior Researcher, Department of Dairy Products and Baby Food Products
<https://orcid.org/0000-0002-7017-735X>

Antonina Minorova¹, PhD, Senior Researcher,
Head Department of Dairy Products and Baby Food Products
<https://orcid.org/0000-0002-7557-1444>

Iryna Seden¹, Researcher of Department of Dairy Products and Baby Food Products
<https://orcid.org/0009-0003-0977-124X>

Sergiy Narizhnyy², PhD, Associate Professor,
Chair of Food Technology and Technology Processing of Animal Products
<https://orcid.org/0000-0001-5478-3221>

Lesia Korol-Bezpala², PhD, Assistant,
Chair of Food Technology and Technology Processing of Animal Products
<https://orcid.org/0000-0002-4362-3166>

¹Institute of Food Resources of the NAAS, Kyiv, Ukraine

²Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

Subject. The problem of improving the structure of nutrition, quality and safety of food products, as the basis of human life, is among the most important ones. The search for a solution to this problem has led scientists and manufacturers to the understanding of the need to develop and implement new, much more advanced technologies for the production of food products, adequate in component composition to the needs of today consumers. Considering that currently there is a deficit of protein in the structure of the population's diet, the study of the biological value of dairy products for dessert purposes is a relevant issue. **Purpose.** The aim of the work was to study the biological value of dairy desserts, in particular puddings and creams, on different milk bases with protein and carbohydrate components. **Results.** The article presents the results of studies of the protein composition and biological value of raw materials and dairy desserts produced on different milk bases, according to indicators of utilitarianism and digestibility and protein composition. It is shown that the most balanced in terms of amino acid composition of product proteins outlined in the FAO/WHO standard are whey protein concentrate, buttermilk, retentate and milk desserts using it, the less balanced was rice flour. It was established that whey protein concentrate has the highest digestibility index – 88.9% (in the developed milk desserts this index was within 65...79%); the lowest index was recorded in rice flour (41.8%). It was shown that the digestibility of proteins by pepsin and trypsin was the highest in whey protein concentrate, buttermilk, retentate and milk desserts, and the lowest in rice flour. Thus, according to the indicators of digestibility of dessert proteins by proteolytic enzymes (pepsin and trypsin), it was found that the digestibility rate of pudding and cream based on retentate was 78.9% and 76.1%, based on buttermilk - 65.4% and 64.7%, respectively, in contrast to rice flour, where the digestibility was 41.8%. It was recorded that the content of available lysine in milk desserts significantly increased and was within 49.9–50.3 mg/g protein compared to the content in rice flour, where the indicator was at the level of 12.6 mg/g protein. At the same time, the utility coefficient of the amino acid composition of the protein of pudding and cream based on retentate is 0.78 and 0.81, respectively, based on buttermilk - 0.76 and 0.77, respectively. **Scope of application of the results.** The study of the biological value of dairy desserts based on buttermilk and retentate confirmed the feasibility of using protein and carbohydrate components in the formulations. This allows you to obtain cream and pudding on different milk bases with a balanced amino acid composition of product proteins in accordance with FAO/WHO, improved protein composition and higher digestibility. **Scope of application of the results.** The use of the research results contributes to the improvement of existing dairy products in order to improve their protein composition and develop new recipes for dairy desserts (creams, puddings, etc.) with high biological value. The use of the research results contributes to the improvement of existing dairy products in order to improve their protein composition and develop new recipes for dairy desserts (creams, puddings, etc.) with high biological value.

Key words: dairy desserts, creams, puddings, combined composition of raw materials, biological value, digestibility, protein composition, utility coefficient

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Одним з основних показників, які характеризують якість білка продуктів, є біологічна цінність. Поняття про біологічну цінність таких продуктів базується на закономірностях білкового обміну в організмі людини, збалансованості амінокислотної формули як умови повної асиміляції білкових речовин [1].

До найважливіших функцій білків, що надходять до організму з харчовими

продуктами, відносять їх роль як джерела амінокислот (незамінних та замінних) для забезпечення біосинтезу білкових та інших біомолекул. Частина харчових білків окислюється, приймаючи участь у забезпеченні організму енергією.

Згідно із сучасною теорією харчування, не всі джерела та форми білкових продуктів рівноцінні щодо виконання своїх функцій у забезпеченні потреб організму в білках [2].

У шлунково-кишковому тракті (ШКТ) білки гідролізуються протеазами до амінокислот, які засвоюються слизовою оболонкою тонкого кишківника, поповнюючи амінокислотний фонд, що використовується організмом для побудови власних білкових молекул. Важливе не тільки надходження з їжею достатніх кількостей кожної з амінокислот, але й певне їх співвідношення, що наближується до співвідношення амінокислот у білках тіла людини. Збалансованість амінокислотного складу білків продукту має велике значення для їх нормального засвоєння та забезпечення необхідного рівня процесів синтезу. Тому, досліджуючи біологічну цінність харчових продуктів, визначають відповідність амінокислотного складу білків так званій формулі амінокислотної потреби людини. Особливого значення надають вмісту та співвідношенню незамінних амінокислот [1, 3].

Перетравлювання білків у ШКТ лімітує засвоювання амінокислот організмом. Частково гідролізовані білки, що надходять із шлунку до тонкого кишківника, перебуваючи там обмежений час, повинні швидко гідролізуватись до амінокислот та засвоїтись: потрапляння амінокислот до товстого кишківника рівноцінне їх втраті для організму. Тому біологічна цінність білків продукту визначається також ступенем і швидкістю перетравлювання їх протеазами ШКТ, засвоюванням амінокислот та подальшою утилізацією на пластичні потреби організму. Ефективність гідролізу харчових білків залежить від амінокислотного складу, конформації молекул, умов технологічного оброблення продукту тощо [2, 3].

Відомо, що термічне оброблення харчових продуктів відіграє велику роль у підвищенні засвоювання білків організмом людини. Так, швидкість перетравлювання більшості глобулярних білків значно зростає в результаті теплової денатурації. Казеїни за здатністю до перетравлювання під дією протеолітичних ферментів порівнюють із глобулярними білками в денатурованому стані [3]. Дані щодо впливу теплового оброблення молока на перетравлюваність казеїнів суперечні: результати досліджень свідчать як про прискорення швидкості гідролізу білків, так і про її незмінність [4].

Різні методи технологічного оброблення або тривале неправильне зберігання харчових продуктів стають причиною зниження біологічної цінності складових білка. Лізин – одна з основних дефіцитних амінокислот у загальному амінокислотному балансі – зазнає найбільш глибоких змін. Доведено, що під впливом високої температури, зміни рН, підвищеної вологості в продуктах суттєво зменшується вміст доступного лізину (та кількість лізину, що засвоюється організмом) та знижується біологічна цінність білка [5]. Основною причиною зниження біологічної цінності білків молока та молочних продуктів є взаємодія вільних ε -NH₂-груп лізину з альдегідною групою лактози під час нагрівання (реакція Майара). Продукти реакції (лактозолізин, лактулозолізин, фруктозолізин й інші) важко розщеплюються ферментами травлення та погано засвоюються організмом людини [6]. Для збереження харчової та біологічної цінності продуктів контролюють вміст доступного лізину в сировині та готових виробів.

Для підвищення біологічної цінності молочних продуктів у світовій практиці використовують сироваткові білки, які є джерелом повноцінного білка [7-13]. Проте висвітлені питання не розкривають у повній мірі підходи до вирішення поставленої проблеми. Водночас подальшого дослідження потребують питання вивчення білкового складу та біологічної цінності молочних продуктів десертного призначення на основі вторинної молочної сировини з використанням білкових та вуглеводних складових.

Метою роботи було дослідження біологічної цінності сировини, що

використовується для виробництва молочних десертів (маслянки, ретентату, сухого концентрату сироваткових білків, рисового борошна) та готових продуктів (крему і пудингу).

Матеріали та методи досліджень. Предметом досліджень були маслянка, ретентат, рисове борошно, сухий концентрат сироваткових білків (КСБ), отриманий ультрафільтрацією, з масовою часткою білка 80%; сироватка підсирна демінералізована суха (ССД), отримана методом нанофільтрації з рівнем демінералізації 40%, та молочні десерти (пудинг і крем).

Термомеханічне оброблення молочної суміші із комбінованим складом проводили на роторно-вихровому емульгаторі Я5-ОЕВ.

Оцінювання біологічної цінності сировини та молочних десертів проводили за білковим складом, вмістом доступного лізину та перетравлюваністю білків *in vitro*.

Перетравлюваність сировини та молочних десертів травними ферментами *in vitro* проводили з використанням базової методики О.О. Покровського – І.Д. Єртанова [14]. Сутність даного методу полягає в послідовній дії на білок досліджуваного об'єкту системи протеїназ та видалення за допомогою діалізу деяких продуктів гідролізу з метою попередження інгібування реакції низькомолекулярними пептидами та вільними амінокислотами. Ефективність перетравлювання білка використаною системою протеїназ оцінювали за кількістю тирозину, який накопичувався в діалізаті, враховуючи його масову частку у самому продукті. Масову частку тирозину в досліджуваному продукті та діалізаті визначали за методом Лоурі [15] на спектрофотометрі за довжини хвилі $\lambda=750$ нм.

Перетравлюваність білку продукту, (%), обраховували за формулою [16]:

$$P = \frac{10P}{T} \quad (1)$$

де Р – перетравлюваність білків досліджуваного продукту, % до вихідної масової частки тирозину в ньому;

П – перетравлювання білку продукту, що досліджується, мг тирозину/1г білка:

$$P = A - B - C, \quad (2)$$

де А – концентрація продуктів гідролізу в переварі з ферментом;

В – концентрація продуктів гідролізу в переварі без ферменту;

С – концентрація продуктів гідролізу в розчині ферменту;

Т – масова частка тирозину в білку продукту, що досліджується, г/100 г білка;

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

Вміст доступного лізину сировини та молочних десертів визначали методом, заснованим на реакції позитивно заряджених основних груп аргініну, лізину і гістидину з барвником оранжем-Ж, та реакції блокування вільних ϵ -аміногруп лізину пропіоновим ангідридом [17].

Коефіцієнт утилітарності (U) амінокислотного складу білка сировини та молочних десертів, який відображує збалансованість незамінних амінокислот, визначали згідно з методикою Ліпатова М. М. [18].

Визначення білкового складу сировини та молочних десертів проводили згідно з ГОСТ 30648.2-99 [19].

Результати дослідження та обговорення. Визначення біологічної цінності молочних десертів є важливим аспектом для оцінки їхньої поживної користі та впливу на здоров'я споживачів. Як відомо, засвоєння незамінних амінокислот організмом людини обмежується тією амінокислотою, яка має мінімальний скор. Для оцінювання вмісту кожної амінокислоти в молочних десертах у порівнянні із сировиною використовували коефіцієнт утилітарності, який відображає ту частину незамінних амінокислот, яка теоретично може бути використана на конструктивні потреби організму.

В результаті проведених розрахунків встановлено коефіцієнт утилітарності білків

молочних десертів та сировини, що слугувала основою під час їх виробництва (рис. 1).

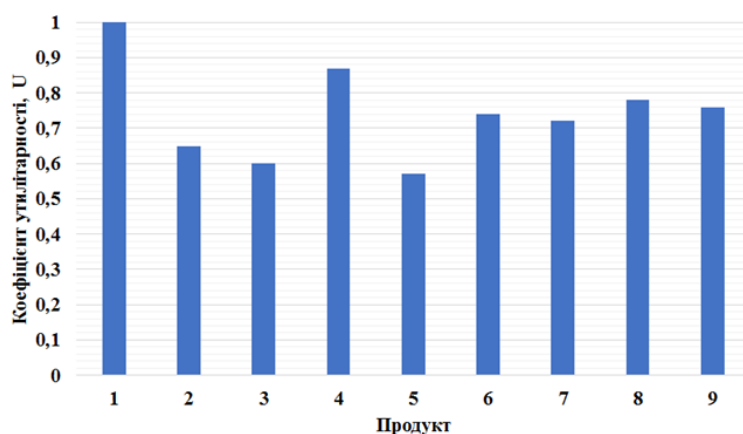


Рис. 1. Збалансованість молочних десертів за амінокислотним складом:
 1 – “ідеальний” білок;
 2 – ретентат; 3 – маслянка;
 4 – концентрат сироваткових білків; 5 – борошно рисове;
 6 – крем на основі маслянки;
 7 – пудинг на основі маслянки;
 8 – крем на основі ретентату;
 9 – пудинг на основі ретентату

Як видно з рис. 1, найбільш збалансованими за амінокислотним складом по відношенню до еталону ФАО/ВООЗ є концентрат сироваткових білків та молочні десерти з його використанням, найменш збалансованим – борошно рисове.

Так, коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білків пудингу та крему на основі ретентату становить 0,78 та 0,81, на основі маслянки – 0,76 та 0,77 відповідно. Тобто у білку усіх видів молочних десертів вміст незамінних амінокислот, які використовуються для конструктивних потреб організму людини [4], вищий ніж їхня кількість у ретентаті та маслянці, в яких цей коефіцієнт дорівнює 0,65 та 0,60, відповідно.

Дані щодо динаміки перетравлювання білків сировини та молочних десертів в системі протеїназ пепсин-трипсин (*in vitro*) за наростанням азотовмісних сполук у діалізаті засвідчили однаковий характер розщеплення молочної та рослинної сировини і розроблених продуктів з їх використанням (табл.1).

Таблиця 1

Біологічна цінність молочних та рослинних білків (n=3, P=0,95)

Найменування продукту	Доступний лізин, мг/г білка	Перетравлюваність (в умовах <i>in vitro</i>)			
		мг тирозину / г білка			%
		пепсином	трипсином	сумарна	
Ретентат	48,15±1,12	8,0±0,15	26,22±0,30	34,22±0,20	66,2
Маслянка	43,9±1,01	6,61±0,14	26,71±0,14	33,32±0,19	61,7
Концентрат сироваткових білків	87,7±1,32	14,0±0,25	29,70±0,29	43,70±0,31	88,9
Рисове борошно	12,56±0,18	3,92±0,07	6,78±0,12	10,7±0,10	41,8
Крем на основі маслянки	50,3±1,25	5,95±0,15	26,15±0,30	32,1±0,20	76,1
Пудинг на основі маслянки	49,9±1,25	4,62±0,15	23,68±0,30	28,3±0,18	64,7
Крем на основі ретентату	54,09±1,27	7,32±0,18	29,57±0,24	36,89±0,27	78,9
Пудинг на основі ретентату	50,12±1,15	6,01±0,18	28,32±0,20	34,33±0,25	65,4

Як видно з даних табл. 1, показники перетравлюваності білків продуктів залежали від складу. Перетравлюваність білків пепсин-трипсином була найвищою для концентрату сироваткових білків та молочних десертів, а найменшою для рисового борошна. Зокрема, концентрат сироваткових білків мав найвищий показник перетравлюваності (88,9%), в розроблених молочних десертах цей показник знаходився в межах 65...79%, найнижчий показник зафіксовано в рисовому борошні (41,8%). Ці результати підтверджують дані [20] щодо впливу типу та кількості білка на його перетравлюваність у людей та міркування щодо—процесу розщеплення білків у шлунково-кишковому тракті, включаючи роль пепсину в шлунку та трипсину в тонкому кишечнику [21]. У [22] показано вплив складу продуктів, зокрема молочних, на перетравлюваність білків та доведено, що суміш рослинних та сироваткових білків має оптимальні властивості для стабільного надходження амінокислот в організм з високою засвоюваністю.

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

Щодо результатів досліджень вмісту доступного лізину було встановлено, що найвищий показний доступного лізину має концентрат сироваткових білків – 87,7 мг/г білка (табл. 1). Зафіксовано також збільшення цього показника в молочних десертах порівняно з вмістом у сировині (ретентат, маслянка). На нашу думку, це пов'язано з внесенням у рецептури десертів концентрату сироваткових білків, як джерела незамінних амінокислот, у тому числі лізину. У дослідженні [23] виявлено, що збагачення знежиреного молока різними білковими препаратами, включаючи концентрати сироваткових білків, призводить до підвищення вмісту лізину. Зокрема, продукти, збагачені концентратом сироваткових білків, мали вищий вміст лізину порівняно з іншими білковими добавками. У дослідженні [24] зазначено, що нагрівання концентратів сироваткового білка в присутності лактози не тільки вплинуло на лізин, але й порушило ферментне вивільнення інших амінокислот, відповідно до підвищення температури оброблення.

Дослідження щодо білкового складу (табл. 2) показали, що найбільший вміст загального білка і загального азоту містили зразки молочного десерту на основі ретентату, у порівнянні із зразками на основі маслянки. Так, вміст загального білка в десертах на основі ретентату був в межах 10,57–12,15%, на основі маслянки – 6,74–8,67%.

Відмічено, що масова частка неказеїнового азоту (азоту сироваткових білків) була вища в пудингу та кремі на основі ретентату, як наслідок, в цих зразках відмічено нижчі показники вмісту небілкового азоту.

Таблиця 2

Білковий склад молочних десертів (n=3, P=0,95)

Найменування показників	Пудинг на основі		Крем на основі	
	ретентату	маслянки	ретентату	маслянки
Масова частка загального білка, г/100г	10,57±0,02	6,741±0,02	12,15±0,02	8,670±0,02
Масова частка загального азоту, г/100г	1,657±0,003	1,057±0,003	1,904±0,003	1,359±0,003
Масова частка неказеїнового азоту (азоту сироваткових білків), г/100г	0,460±0,005	0,442±0,005	0,742±0,005	0,446±0,005
Масова частка небілкового азоту, г/100г	0,00190±0,00013	0,00201±0,00012	0,00274±0,00017	0,00254±0,00015
$N_{\text{неб.}}/N_{\text{заг.}} \cdot 100, \%$	0,12	0,19	0,14	0,18

За формулою співвідношення небілкового азоту до загального азоту ($N_{\text{неб.}}/N_{\text{заг.}}$) вдалося визначити відсоток небілкового азоту, який не використовується в структурі білків продуктів та знижує їх біологічну цінність (табл. 2). Встановлено, що вказане співвідношення було вищим у зразках пудингу та крему на основі маслянки та нижчим у зразках пудингу та крему на основі ретентату. Результати дослідження свідчать про високу біологічну цінність молочних десертів на основі ретентату, ніж на основі маслянки (табл. 1 і 2).

Висновки. На підставі досліджень біологічної цінності молочних десертів на основі маслянки та ретентату доведено, що використання концентрату сироваткових білків та рисового борошна є доцільним. Це дозволяє отримати крем і пудинг на різній молочній

основі із збалансованим амінокислотним складом білків продукту відносно еталону ФАО/ВООЗ, покращеним білковим складом та вищими показниками перетравлюваності. Це підтверджують й отримані показники коефіцієнтів утилітарності. Так, встановлено, що у білку усіх видів молочних десертів вміст незамінних амінокислот, які використовуються для конструктивних потреб організму людини, вищий за їхню кількість у ретентаті та масляниці, в яких коефіцієнт утилітарності складає 0,65 та 0,60, відповідно. При цьому коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу білків пудингу та крему на основі ретентату становив 0,78 та 0,81, на основі маслянки – 0,76 та 0,77 відповідно.

Показано, що перетравлюваність білків системою протеїназ була найвищою для концентрату сироваткових білків, маслянки, ретентату та молочних десертів, а найменшою для рисового борошна. В результаті досліджень вмісту доступного лізину було відмічено кореляцію вказаного показника з показниками перетравлюваності в молочних десертах. Крім того, відмічено, що показники біологічної цінності у пудингу та крему на основі ретентату дещо вищі, що може бути пов'язано з використанням ретентату, а також сухого знежиреного молока і концентрату сироваткових білків у кількості 3%, як додаткового джерела білка для внесення у склад молочних десертів.

Бібліографія

1. Dubois C., Tharrev M., Darmon N. Identifying foods with good nutritional quality and price for the Opticourses intervention research project. *Public Health Nutr.* 2017. 20. P. 3051–3059. <https://doi.org/10.1017/S1368980017002282>.
2. Elleuch M., Bedigian D., Roiseux O., Besbes S., Blecker C., Attia H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chem.* 2011. 124. P. 411–421. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>.
3. Daniel R. Moore, Peter B. Soeters. The Biological Value of Protein, Nestle Nutrition Institute workshop series. 2015. 82. P. 39–51. <https://doi.org/10.1159/000382000>.
4. Desrosiers T., Savoie L. Extent of damage to amino acid availability of whey protein heated with sugar. *J Dairy Res.* 1991 Nov; 58(4):431–41. <https://doi.org/10.1017/s002202990003003x>.
5. Rutherford S.M., Bains K., Moughan P.J. Available lysine and digestible amino acid contents of proteinaceous foods of India. *Br J Nutr.* 2012. Aug; 108 Suppl 2:59–68. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002280>.
6. Крамаренко О.С. Біохімія молока і молочних продуктів: курс лекцій. Миколаїв: МНАУ, 2017. 96 с.
7. Гнідевич В. А., Вольнова Н. В. Дослідження хімічного складу та біологічної цінності молочного напівфабрикату з використанням екстракту кореня солодки. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі.* 2010. Вип. 2. С. 447–452. Режим доступу: https://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2010_2_75.
8. Гнідевич В. А., Юдіна Т. І., Дейниченко Г. В. Технологія та біологічна цінність молочно-білкових копреципітатів. *Товари і ринки.* 2016. 2. С. 148–157. Режим доступу: https://nbuv.gov.ua/UJRN/tovary_2016_2_19.
9. Поліщук Г. Є. Перспективи розвитку виробництва продуктів дитячого харчування: Навчальний посібник. Харків: Національний університет харчових технологій, 2016. 140 с.
10. Перцевий Ф. В., Гурський П. В., Юрченко С. Л. та ін. Технології харчової та кулінарної продукції з використанням білків молока. Монографія. Харків: ХДУХТ, 2010. 224с.
11. Назаренко Ю. В., Пуригін І. О., Болгова Н. В., Синенко Т. П. Розробка рецептурних композицій сирних паст з підвищеною біологічною цінністю. *Таврійський науковий вісник. Серія: Технічні науки.* 2023. (1), 65–74. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2023.1.7>.
12. Priyanka Bakshi, Akanksha Yadav, Ramesh Chandra and Bhuvnesh Yadav. Development of a process to prepare milk based dessert using bottle gourd and rice powder. *Asian Journal Of Dairy and Food Research.* 2019. Volume 38. Issue 1. P. 1–6.
13. Bjørklund Holven K., Sonestedt E. Milk and dairy products – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food & Nutrition Research.* 2024. 68. <https://doi.org/10.29219/fnr.v68.10486>.
14. Покровський О. О., Єртанов І. Д. Атакування білків харчових продуктів протеолітичними ферментами in vitro. *Питання харчування.* 1965. 3. С. 38–44.
15. Lowry O. H., Rosebrough N. G., Farr A. L., Randall R. G. Protein measurement with the Folin phenol reagent. *M. Biol. Chem.* 1951. Vol. 193. P. 265.

16. Рудакова Т. В., Наріжний С. А. Ферментативний метод визначення біологічної цінності молочних продуктів із зерновим інгредієнтом для дитячого харчування. Зернові продукти і комбікорми. 2017. (17). С. 24–28. https://nbuv.gov.ua/UJRN/Zdik_2017_17_2_5.

17. ДСТУ ISO 5510:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту доступного лізину (ISO 5510:1984, IDT).

18. Махинько В. М., Соколовська І. О., Черниш Л. М. Розрахунок біологічної цінності харчових продуктів та раціонів за методикою PDCAAS. Зернові продукти і комбікорми. 2017. 17 (1). С. 22–26.

19. ГОСТ 30648.2-99 Продукти молочні для дитячого харчування. Метод визначання масової частки білка.

20. Mahé S, Roos N, Benamouzig R, Davin L, Luengo C, Gagnon L, Gaussergès N, Rautureau J, Tomé D. Gastrointestinal kinetics and the digestion of [15N]beta-lactoglobulin and casein in humans: the influence of the nature and quantity of the protein. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 1996 Apr; 63(4):546-52. <https://doi.org/10.1093/ajcn/63.4.546>.

21. Jahan-Mihan A, Luhovyy BL, El Khoury D, Anderson GH. Dietary Proteins as Determinants of Metabolic and Physiologic Functions of the Gastrointestinal Tract. *Nutrients*. 2011; 3(5):574–603. <https://doi.org/10.3390/nu3050574>.

22. Mahé S, Marteau P, Huneau J-F, Thuillier F, Tomé D. Intestinal nitrogen and electrolyte movements following fermented milk ingestion in man. *British Journal of Nutrition*. 1994;71(2):169–180. <https://doi.org/10.1079/BJN19940124>.

23. Kusio K, Szafrńska JO, Radzki W, Sołowiej BG. Effect of Whey Protein Concentrate on Physicochemical, Sensor and Antioxidative Properties of High-Protein Fat-Free Dairy Desserts. *Applied Sciences*. 2020; 10(20):7064. <https://doi.org/10.3390/app10207064>.

24. Zare N, Sedighi M, Jalili H, Zare H, Maftoon Azad N. Evaluation of fig-milk dessert bioactive properties as a potential functional food. *Food Sci Nutr*. 2024 Jan 9;12 (4):2692–2701. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3950>.

References

1. Dubois, C., Tharrey, M., Darmon, N. (2017). Identifying foods with good nutritional quality and price for the Opticourses intervention research project. *Public Health Nutrition*, 20, 3051–3059. <https://doi.org/10.1017/S1368980017002282>.

2. Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chemistry*, 124, 411–421. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>.

3. Moore, D. R., Soeters, P. B. (2015). The biological value of protein. *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*, 82, 39–51. <https://doi.org/10.1159/000382000>.

4. Desrosiers, T., Savoie, L. (1991). Extent of damage to amino acid availability of whey protein heated with sugar. *Journal of Dairy Research*, 58 (4), 431–441. <https://doi.org/10.1017/s002202990003003x>.

5. Rutherford, S. M., Bains, K., Moughan, P. J. (2012). Available lysine and digestible amino acid contents of proteinaceous foods of India. *British Journal of Nutrition*, 108(Suppl 2), 59–68. <https://doi.org/10.1017/S0007114512002280>.

6. Kramarenko, O. S. (2017). *Biokhimiya moloka i molochnykh produktiv: kurs lektsiy. [Biochemistry of milk and dairy products: a course of lectures]*. Mykolaviv: MNAU. [in Ukrainian].

7. Hnitsevykh, V. A., Volnova, N. V. (2010). *Doslidzhennya khimichnogo skladu ta biolohichnoyi tsinnosti molochnoho napivfabrykatu z vykorystanniam ekstraktu korenya solodky. [Research on the chemical composition and biological value of a dairy semi-finished product using licorice root extract]*. Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli [Progressive Techniques and Technologies of Food Production, Restaurant Management and Trade], (2), 447–452. https://nbuv.gov.ua/UJRN/Pt_2010_2_75 [in Ukrainian].

8. Hnitsevykh, V. A., Yudina, T. I., Deynychenko, H. V. (2016). *Tekhnolohiya ta biolohichna tsinnist' molochno-bilkovykh kopretsypativ. [Technology and biological value of milk protein coprecipitates]*. Tovary i rynky, [Goods and Markets], (2), 148–157 https://nbuv.gov.ua/UJRN/tovarv_2016_2_19 [in Ukrainian].

9. Polishchuk, H. Ye. (2016). *Perspektyvy rozvytku vyrobnytstva produktiv dytyachoho kharchuvannya: Navchalnyy posibnyk. [Prospects for the development of baby food production: Textbook]*. Kharkiv: Natsionalny universytet kharchovykh tekhnolohiy [National University of Food Technologies] [in Ukrainian].

10. Pertsevv, F. V., Hurskvv, P. V., Yurchenko, S. L. (2010). *Tekhnolohiyi kharchovoyi ta kulinarnoyi produktsiyi z vykorystanniam bilkiv moloka: Monohrafiva. [Technologies of food and culinary products using milk proteins: Monograph]*. Kharkiv: KHDUKHT. [in Ukrainian].

11. Nazarenko, Yu. V., Purvhin, I. O., Bolhova, N. V., Svnenko, T. P. (2023). *Rozrobka retsepturnykh kompozytsiy syrnykh past z pidvyshchenoyu biolohichnoyu tsinnistyu. [Development of*

recipe compositions of cheese pastes with increased biological value]. *Tavriys'kyi naukovi visnyk. Seriya: Tekhnichni nauky*, [Tavria Scientific Bulletin. Series: Technical Sciences]. (1), 65–74. <https://doi.org/10.32851/tnv-tech.2023.1.7> [in Ukrainian].

12. Bakshi, P., Yadav, A., Chandra, R., Yadav, B. (2019). Development of a process to prepare milk based dessert using bottle gourd and rice powder. *Asian Journal of Dairy and Food Research*, 38(1), 1–6.

13. Holven, K. B., Sonestedt, E. (2024). Milk and dairy products – a scoping review for Nordic Nutrition Recommendations 2023. *Food Nutrition Research*, 68. <https://doi.org/10.29219/fnr.v68.10486>.

14. Pokrovskiy, O. O., Yertanov, I. D. (1965). Atakuvannya bilkovykh kharchovykh produktiv proteolitichnymy fermentamy in vitro. [Attack of food proteins by proteolytic enzymes in vitro]. *Pytannya kharchuvannya*, [Nutrition Issues], (3), 38–44 [in Ukrainian].

15. Lowry, O. H., Rosebrough, N. G., Farr, A. L., Randall, R. J. (1951). Protein measurement with the Folin phenol reagent. *Journal of Biological Chemistry*, 193, 265–275.

16. Rudakova, T. V., Narizhnyy, S. A. (2017). Fermentativnyy metod vyznachennya biolohichnoyi tsinnosti molochnykh produktiv iz zernovym inhrediyentom dlya dytyachoho kharchuvannya. [Enzymatic method for determining the biological value of dairy products with a grain ingredient for baby food]. *Zernovi produkty i kombikormy*, [Grain products and compound feeds], (17), 24–28. https://nbuv.gov.ua/UJRN/Zpik_2017_17_2_5. [in Ukrainian].

17. ДСТУ ISO 5510:2003. (2003). Kormy dlya tvaryn. Vyznachennya vmistu dostupnoho lizynu [Animal feedingstuffs – Determination of available lysine content] (ISO 5510:1984, IDT). Vyd. ofits. Kyiv. DP UkrNDNT [State Enterprise UkrNDNT]. [in Ukrainian].

18. Makhynko, V. M., Sokolovska, I. O., Chernysh, L. M. (2017). Rozrakhunok biolohichnoyi tsinnosti kharchovykh produktiv ta ratsioniv za metodykoyu PDCAAS. [Calculation of the biological value of food products and rations using the PDCAAS method]. *Zernovi produkty i kombikormy*, [Grain products and compound feeds], 17(1), 22–26. [in Ukrainian].

19. HOST 30648.2-99. (1999). Produkty molochni dlya dytyachoho kharchuvannya Metod vyznachennya masovoyi chastky bilka [Dairy products for baby food. Method for determining the mass fraction of protein] [in Ukrainian].

20. Mahé, S., Roos, N., Benamouzig, R., Davin, L., Luengo, C., Gagnon, L., Gaussergès, N., Rautureau, J., Tomé, D. (1996). Gastrojejunal kinetics and the digestion of [¹⁵N] beta-lactoglobulin and casein in humans: The influence of the nature and quantity of the protein. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 63(4), 546–552. <https://doi.org/10.1093/ajcn/63.4.546>.

21. Jahan-Mihan, A., Luhovyy, B. L., El Khoury, D., Anderson, G. H. (2011). Dietary proteins as determinants of metabolic and physiologic functions of the gastrointestinal tract. *Nutrients*, 3 (5), 574–603. <https://doi.org/10.3390/nu3050574>.

22. Mahé, S., Marteau, P., Huneau, J.-F., Thuillier, F., Tomé, D. (1994). Intestinal nitrogen and electrolyte movements following fermented milk ingestion in man. *British Journal of Nutrition*, 71 (2), 169–180. <https://doi.org/10.1079/BJN19940124>.

23. Kusio, K., Szafrńska, J. O., Radzki, W., Sołowiej, B. G. (2020). Effect of whey protein concentrate on physicochemical, sensory and antioxidative properties of high-protein fat-free dairy desserts. *Applied Sciences*, 10 (20), 7064. <https://doi.org/10.3390/app10207064>.

24. Zare, N., Sedighi, M., Jalili, H., Zare, H., Maftoon Azad, N. (2024). Evaluation of fig-milk dessert bioactive properties as a potential functional food. *Food Science & Nutrition*, 12 (4), 2692–2701. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3950>.