

УДК 641.1:637.247

**Вікторія ГНІЦЕВИЧ,
Тетяна ЮДИНА,
Людмила ДЕЙНИЧЕНКО**

ТЕХНОЛОГІЯ ТА БІОЛОГІЧНА ЦІННІСТЬ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ КОПРЕЦИПІТАТІВ

Розглянуто традиційні та сучасні способи виробництва білкових концентратів, виділено їх переваги та недоліки. Запропоновано технологію виробництва молочно-білкових копреципітатів на основі білково-вуглеводної молочної сировини з використанням як коагулянтів пюре із ягід журавлини та калини. Досліджено хімічний склад і білкову складову копреципітатів і доведено їхню високу харчову та біологічну цінність.

Ключові слова: дефіцит білка, білково-вуглеводна молочна сировина, сколотини, журавлина, калина, молочно-білковий копреципітат, біологічна цінність.

Гнищевич В., Юдина Т., Дейниченко Л. Технология и биологическая ценность молочно-белковых копреципитатов. Рассмотрены традиционные и современные способы производства белковых концентратов, выделены их преимущества и недостатки. Предложена технология производства молочно-белковых копреципитатов на основе белково-углеводного молочного сырья с использованием в качестве коагулянтов пюре из ягод клюквы и калины. Исследован химический состав и белковую составляющую копреципитатов и доказана их высокая пищевая и биологическая ценность.

Ключевые слова: дефицит белка, белково-углеводное молочное сырье, клюква, калина, молочно-белковый копреципитат, биологическая ценность.

Постановка проблеми. Серед десяти глобальних завдань, які, згідно ФАО/ВООЗ, потрібно вирішити для подальшого нормального розвитку земної цивілізації, є питання дефіциту продуктів харчування, яке за значимістю займає друге місце після проблеми світових війн. За статистичними даними ООН, проблема забезпечення населення нашої планети харчовими продуктами викликає серйозні побоювання: більше половини населення Землі не забезпечено достатньою кількістю харчових продуктів – приблизно 500 млн людей голодують, а майже 2 млрд харчуються недостатньо або неправильно [1]. Складність раціонального харчування полягає в тому, що їжа, яку споживає людина, повинна бути як різноманітною, тобто містити всі необхідні нутрієнти, так і здатною покрити енерговитрати організму. При цьому такі джерела енергії, як жири та вуглеводи, в певних межах взаємозамінні,

© Вікторія Гніщевич, Тетяна Юдіна, Людмила Дейниченко, 2016

причому їх можна замінити білками. А ось білки не можна замінити нічим. Саме тому проблема дефіциту білка серед інших незамінних нутрієнтів є такою, що потребує вирішення.

Сьогодні щорічний дефіцит білка в світі оцінюється щонайменше в 15 млн т. На кожного жителя Землі припадає близько 60 г білка на добу, при нормі 70 г. За останні роки середньодушовий показник його споживання зменшився на 17–22 %, (з 47.5 до 38.8 г/добу для білків тваринного походження). У сім'ях із низьким рівнем доходів споживання загального білка на добу не перевищує 29–40 г [2].

Дефіцит повноцінного білка в харчуванні може мати негативні наслідки для всього організму: порушується діяльність залоз внутрішньої секреції, підшлункової залози, тонкої кишки, нервової та ендокринної систем, погіршуються процеси обміну та транспортування речовин в організмі, спостерігаються глибокі зміни гормонального фону, функціонування печінки, збій вироблення ферментів і відповідно засвоєння найважливіших поживних речовин, погіршення пам'яті та працездатності. Нестача білкових речовин в організмі також спричиняє дефіцит азоту, що стимулює розпад власних білків організму та призводить до його виснаження.

Одним із шляхів вирішення проблеми білкового дефіциту є залучення до процесу виробництва харчових продуктів ізольованих білків, отриманих переробкою вторинних або побічних продуктів різних галузей харчової промисловості. Одержані в такий спосіб білкові інгредієнти володітимуть високою харчовою цінністю та заданими функціонально-технологічними властивостями, що оперативно й істотно збільшить обсяги виробництва харчової продукції та забезпечить її високу якість. До того ж такий шлях вирішення проблеми гарантує й економічні переваги, зокрема можливість підвищити глибину переробки білкової сировини та ступінь використання білкових ресурсів у цілому без корінної перебудови виробництва.

У цьому напрямі перспективним є використання білково-вуглеводної молочної сировини (БВМС) – знежиреного молока, скотин і молочної сироватки, – яку отримують традиційними способами виробництва молочних продуктів. Така сировина виступає джерелом нутрієнтів із широким спектром загальнозміцнюючих, імуномодуючих, реабілітаційних та інших властивостей. Саме тому доцільним є виготовлення з неї молочно-білкових концентратів із їх подальшим використанням у виробництві харчових продуктів.

Основою технологічного процесу одержання концентратів є коагуляція білка. Виділяють коагуляцію казеїну (кислотна, сичугова, сичугово-кислотна), сироваткових білків (термокальцієва, термокислотна) та комплексного виділення білків (термокальцієва, термокислотна, мембранні методи) [3; 4]. Для визначення продуктів, отриманих методом комплексного виділення білків, використовується термін "копреципітати" (від англ. *co-precipitate*) – "одночасне осадження" [5].

Найбільш відомими способами отримання копреципітатів є термокальцієва та термокислотна коагуляції, однак вони мають деякі недоліки: жорстка, пружна та крупинчаста консистенція отриманих продуктів, при дегустації відчувається присмак солей кальцію. Саме тому актуальним є удосконалення класичних способів коагуляції, зокрема скороченням кількості технологічних операцій і поліпшенням складу кінцевого продукту.

За останні роки запропоновано низку способів термокислотної та термокальцієвої коагуляції. У Алтайському державному технічному університеті ім. І. І. Ползунова проведено дослідження щодо впливу температури, типу коагулянту та тривалості коагуляції на якість отриманого продукту [6].

У Могилевському державному університеті продовольства розроблено технологічний регламент виробництва білкового продукту способом термокислотної коагуляції із застосуванням як коагулянту розчину харчових кислот або молочної сироватки кислотністю $(60 \pm 5)^\circ\text{T}$ [7]. Вітчизняними вченими також запропоновано технологію виготовлення молочно-білкового концентрату з використанням як коагулянту кислої молочної сироватки, що додається до сколотин у співвідношенні 1:5 [3].

Актуальним є удосконалення термокислотної коагуляції шляхом використання органічних кислот ягідної сировини. Подібні способи термокислотної коагуляції запропоновано спеціалістами Національного університету харчових технологій [8] та науковцями Донецького національного університету економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського [9], оскільки осадження білків БВМС під впливом власних кислот рослинних продуктів уможливорює:

- виключити з технологічного процесу штучні хімічні реактиви, які істотно впливають на смак і безпечність отримуваних продуктів;
- покращити споживні властивості кінцевого продукту шляхом використання рослинних компонентів як смакових наповнювачів білкового продукту;
- збільшити кількість отриманого продукту за рахунок використання білків і складних вуглеводів ягідної сировини як додаткових центрів коагуляції білків БВМС;
- підвищити харчову та біологічну цінність кінцевого продукту та надати йому функціональних властивостей за рахунок біологічно активних речовин рослинних компонентів.

Однак розроблені технології копреципітації з використанням ягідної сировини характеризуються значною кількістю технологічних операцій, суттєвою втратою вітаміну С рослинної сировини та застосуванням харчових добавок штучного походження – фосфатів, лужних регуляторів тощо. Усунення перелічених недоліків сприятиме

підвищенню якості кінцевого продукту та спрощенню його застосування в умовах роботи закладів ресторанного господарства.

Метою роботи є технологія отримання молочно-білкових копреципітатів зі сколотин із використанням як коагулянту ягідних пюре та визначення біологічної цінності білків отриманого продукту.

Матеріали та методи. Вихідною сировиною обрано сколотини, ягоди журавлини й калини.

Сколотини є цінною білково-вуглеводною молочною сировиною. Ступінь переходу сухих речовин незбираного молока до сколотин становить, %: для білкових речовин – 99.4; молочного жиру – 1.4; лактози – 99.4 [3], що на 22.9 і 2.4 % більше, ніж у молочної сироватки та знежиреного молока відповідно. Також сколотини містять вітаміни В₁, В₂, В₁₂, С, Е, пантатенову кислоту та всі мінеральні речовини незбираного молока.

Ягоди журавлини (*Vaccinium subgen*) і калини (*Viburnum opulus*) обрано як сировину вітчизняного походження, що містить значну кількість органічних кислот і найменше цукрів порівняно з іншими дикорослими ягодами. Вони багаті на біологічно активні речовини, зокрема, біофлавоноїди, антоціани та катехіни, містять у своєму складі лимонну, яблучну, бензойну, хінну, урсолову органічні кислоти, а також вітаміни та мінеральні елементи.

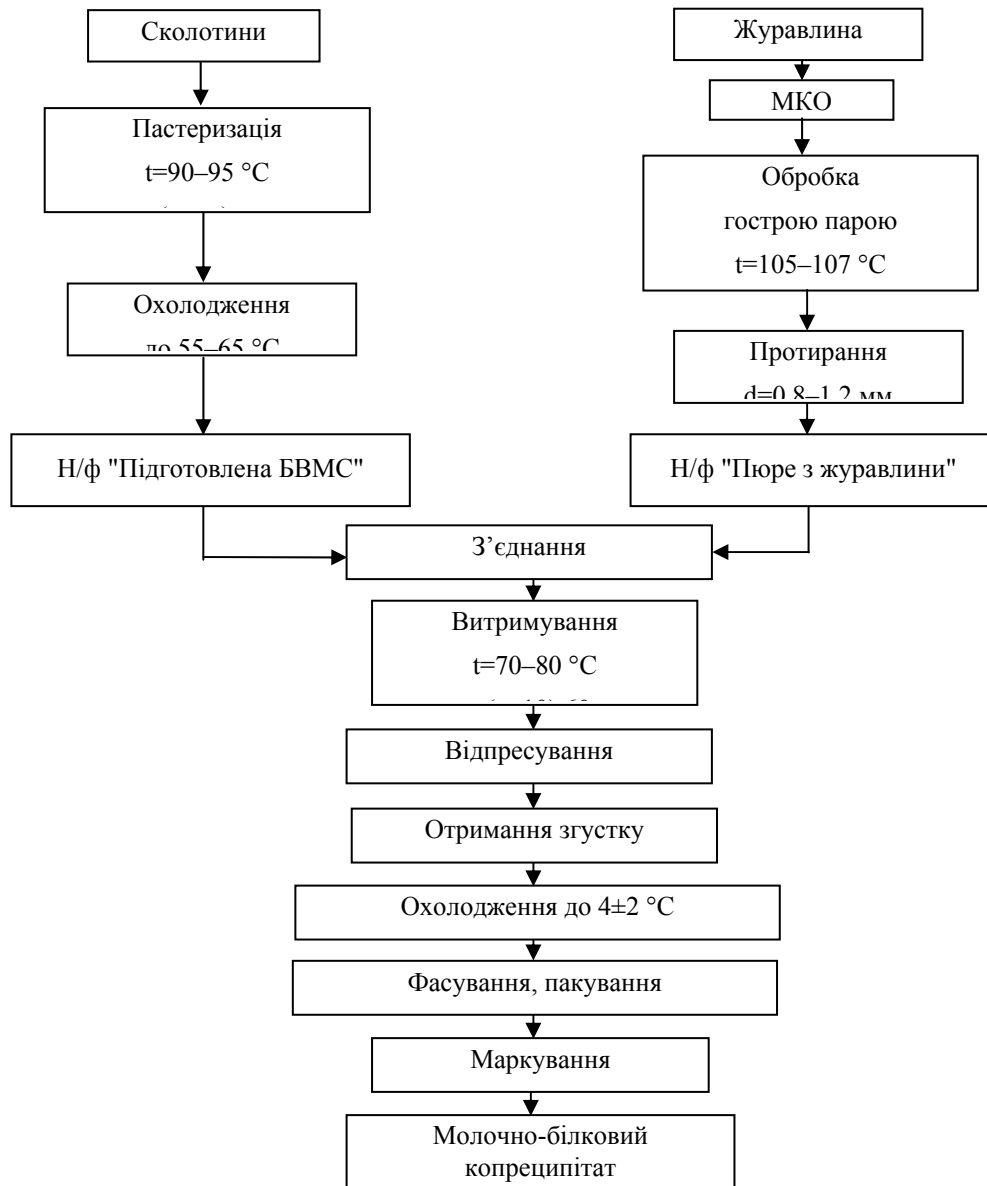
Із ягід журавлини й калини методом обробки гострою парою з подальшим протиранням крізь сито виготовлено пюре, яке використовували як коагулянт.

Хімічний склад копреципітатів визначено за стандартними методиками [10–14], амінокислотний склад – за ДСТУ ISO 13903 [15], біологічну цінність – аналітичними методами [16], органолептичні дослідження здійснено за показниками – колір, консистенція, смак і запах [17].

Результати досліджень. Запропонована технологія отримання молочно-білкових копреципітатів включає операції з'єднання ягідних пюре з охолодженими до 55–65 °С після високотемпературної пастеризації сколотинами у співвідношенні 1:9. Одержану суміш витримано протягом (10–20)·60 с за температури 70–80 °С, після чого згусток відпресовано. Молочно-білкові коприцепітати із використанням як коагулянтів пюре журавлини (МБКЖ) та пюре калини (МБКК), виготовлено за цим способом, мають однорідну пластичну консистенцію, виразний молочний смак, білий колір із рожевим відтінком і запах молока. За контроль обрано нежирний кисломолочний сир.

Технологічну схему отримання копреципітату (на прикладі МБКЖ) наведено на *рисунок*.

Отримані копреципітати характеризуються високою харчовою та біологічною цінністю, про що свідчить порівняльна характеристика їхнього хімічного складу (*табл. 1*).



Технологічна схема отримання МБКЖ

Таблиця 1

Хімічний склад копреципітатів

Показник	Масова частка, % загального хімічного складу		
	контроль	МБКЖ	МБКК
Волога	77.4	60.6 ± 3.0	63.2 ± 3.2
Сухі речовини	22.6	39.4 ± 2.0	36.8 ± 1.8
Білки	18.0	30.35 ± 1.5	27.33 ± 1.4
Жири	0.6	1.91 ± 0.1	2.85 ± 0.1
Вуглеводи	1.85	3.58 ± 0.2	3.12 ± 0.2
Зола	1.2	2.51 ± 0.1	2.49 ± 0.1

Порівняно з контролем копреципітати мали меншу вологість (на 17.1 та 14.5 %), більший вміст білків (на 12.4 та 9.3 %), жирів (1.3

та 2.3 %) і вуглеводів (1.8 та 1.3 %) для згустків із пюре журавлини та калини відповідно. Вміст сухих речовин також збільшився на 16.8 і 14.2 %, а золи в обох дослідних варіантах на 1.3 %.

Особливої уваги заслуговує білкова складова отриманих продуктів. Відсоток переходу білка зі сколотин до згустку становить від 92.1 до 99.6 %, тому отримані копреципітати характеризуються не лише високим показником у своєму складі харчового білка, а й значним вмістом незамінних амінокислот (табл. 2).

Таблиця 2

Амінокислотний склад білків копреципітатів

Амінокислота	Вміст, г/100 г білка		
	контроль	МБКЖ	МБКК
Ізолейцин	1.0	1.3	1.31
Лейцин	1.85	2.52	2.96
Метіонін	0.48	1.2	1.26
Лізин	1.45	1.85	1.59
Фенілаланін	0.93	1.47	1.26
Треонін	0.8	1.35	1.24
Триптофан	0.18	0.33	0.29
Валін	0.99	1.89	1.4

У молочно-білкових копреципітатах ідентифіковано всі незамінні амінокислоти, вміст яких збільшився порівняно з контролем на 30–250 %, що пояснюється наявністю в ньому білків оболонки жирових кульок сколотин.

Для визначення біологічної цінності білкових речовин копреципітатів розраховано такі показники: амінокислотний скор, індекс незамінних амінокислот, коефіцієнт відмінності амінокислотного скору та коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу.

Амінокислотний скор отриманих продуктів визначено порівнянням складу досліджуваного білка зі складом гіпотетичного ідеального білка (табл. 3).

Таблиця 3

Амінокислотний скор білків копреципітатів

Амінокислота	Контроль		МБКЖ		МБКК	
	мг	%	мг	%	мг	%
Ізолейцин	55.6	139	42.8	107	46.6	117
Лейцин	102.8	147	83	119	79.2	113
Метіонін+цистин	32.2	92	39.5	113	46.1	132
Лізин	80.6	147	61	111	58.1	106
Фенілаланін+тирозин	103.3	172	70.5	118	68.1	114
Треонін	44.4	111	44.9	111	45.4	114
Триптофан	10	100	10.9	109	10.6	106
Валін	55	111	62.3	125	51.3	103

Оскільки скори всіх амінокислот перевищують 100 %, то лімітуючих амінокислот білки копреципітатів не мають. Проте для подальших розрахунків як лімітуючі використано амінокислоти, скори яких є найнижчими для досліджуваних білків, а саме – ізолейцин для МБКЖ і валін для МБКК.

Загальну біологічну цінність продуктів наведено в *табл. 4*.

Таблиця 4

Біологічна цінність білків копреципітатів

Показник	Контроль	МБКЖ	МБКК
Коефіцієнт відмінності амінокислотного скору, %	32.9	10	12.8
Індекс незамінних амінокислот	1.24	1.16	1.15
Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу	0.92	1.08	1.08
Біологічна цінність білків, %	67.1	90	87.3

Оскільки біологічна цінність продукту обмежується скором лімітуючої амінокислоти, можна стверджувати, що збалансованість амінокислотного складу отриманих копреципітатів значно вища за збалансованість сиру кисломолочного. При цьому коефіцієнт відмінності амінокислотного скору, що демонструє величину його надлишку порівняно з вмістом лімітуючої амінокислоти, для отриманих зразків є досить низьким (10 і 12.8 %) порівняно з контролем (32.9 %).

Для перевірки рівня збалансованості амінокислот копреципітатів по відношенню до контрольного зразка розраховано індекс незамінних амінокислот за методом Озера. Коефіцієнт утилітарності амінокислотного складу характеризує потенційну ефективність використання організмом білкових речовин продукту. Таким чином, за результатами розрахунків показників біологічної цінності білків, ефективність засвоєння білка копреципітатів із пюре журавлини та калини є вищою порівняно з контрольним зразком.

Наразі тривають подальші дослідження харчової та біологічної цінності отриманих продуктів, а також розширення напрямків їх використання у харчових технологіях.

Висновки. Запропоновано технологію молочно-білкових копреципітатів зі сколотин із використанням як коагулянтів пюре журавлини та калини. Отримані молочно-білкові копреципітати мають високі органолептичні дані, характеризуються високим вмістом білка та його збалансованим амінокислотним складом. Установлено, що загальна біологічна цінність одержаних продуктів становить 90 % для МБКЖ та 87.3 – для МБКК.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. *Основы биотехнологии* : учебн. пособ. для студентов биологич. фак. Омск : ОГПУ. URL : http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt1_7.htm (дата обращения: 21.10.2016).
2. *Смоляр В. І.* Основні тенденції в харчуванні населення України. Інститут екогієни і токсикології ім. Л. І. Медведя. Київська медична академія післядипломної освіти. Проблеми харчування. 2010. Вип. 2. С. 5—9.
3. *Дейниченко Г. В., Юдіна Т. І., Ветров В. М.* Нові види копреципітатів та їх використання в харчових технологіях : монографія. Донецьк : Донеччина, 2010. 176 с.
4. *Dubowska Brydgidą E.* Milk and whey protein-stabilized O/W emulsion with increasing oil content. *Milchwissenschaft*. 2004. Vol. 59. № 7—8. P. 355—359.
5. *Smith G. M.* The production and utilization of milk proteins. *Milk md*. 1975. Vol. 76. № 2. P. 25.
6. *Щетинин М. П.* Кольтюгина О. В., Плутагина Е. С. Белковая основа для молочного десерта. *Молочная пром-сть*. 2011. № 9. С. 58.
7. *Шингарева Т. И., Павлистова Н. А.* Разработка новых видов молочных белковых продуктов для здорового питания. Харчові добавки. Харчування здорової та хворої людини. Матеріали VII Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. Кривий Ріг : Видавець ФОП Чернявський Д. О., 2016. С. 122.
8. *Христунова О., Грек О.* Коагуляція молочних білків ягідною сировиною. Матеріали 82-ї міжнар. наук. конф. молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті" (13—14 квіт. 2016, Київ). Київ : НУХТ, 2016. Ч.1. С. 322.
9. *Кориунова Г. Ф., Гніцевич В. А., Никифоров Р. П.* Обґрунтування технологічних режимів осадження білкових речовин знежиреного молока з використанням ягідних пюре. Обладнання та технології харчових виробництв : темат. зб. наук. праць. Донецьк : ДонНУЕТ. 2007. Вип. 17, Т. 1. С. 113—119.
10. ДСТУ ISO 6496:2005. Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 11 с.
11. ДСТУ ISO 5984:2004. Корми для тварин. Визначення вмісту сирової золи. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 8 с.
12. ДСТУ ISO 6492:2003. Корми для тварин. Визначення вмісту жиру. Київ : Держспоживстандарт України, 2005. 12 с.
13. ДСТУ ISO 5983:2003. Корми для тварин. Визначення вмісту азоту і обчислення вмісту сирого білка методом К'ельдаля. Київ : Держспоживстандарт України, 2007. 12 с.
14. *Методы биохимического исследования растений*; под ред. А. И. Ермакова. Л. : Колос, Ленингр. отд-ние, 1972. 456 с.
15. ДСТУ ISO 13903:2009. Корми для тварин. Метод визначення вмісту амінокислот. Київ : Держспоживстандарт України, 2010. 12 с.
16. *Определение показателей биологической ценности продуктов питания расчетным методом: метод. указания к лаб. занятиям по дисциплине*

- "Техническая биохимия" для студентов, обучающихся по направлению "Биотехнология" дневной формы обучения НГТУ. Н. Новгород, 2015. 7 с.
17. Кантере В. М., Матисон В. А., Фоменко М. А. и др. Органолептический анализ пищевых продуктов. М. : МГУПП, 2002. С. 16—72.

Стаття надійшла до редакції 25.09.2016.

Gnitsevych V., Yudina T., Deinychenko L. Technology of milk-protein co-precipitates and their biological value.

Background. The deficit of valuable protein in the human ration can have negative consequences for the health. One of the solutions to this problem is the production of milk-protein concentrates and their subsequent use in production of foodstuffs. To improve classical coagulation methods, in particular by reducing the number of manufacturing operations for production of the milk-protein co-precipitates made of buttermilk, using berry puree as a coagulant and determination of the quality of the obtained product.

Material and methods. The general chemical composition of co-precipitates was determined by standard methods [10–14], amino acid composition was determined according to DSTU ISO 13903 [15], biological value – by analytical methods [16], organoleptic assessment was made by the following indicators – colour, consistency, taste and flavour [17].

The aim of the study is the technology of production of milk-protein co-precipitates made of buttermilk using berry puree as a coagulant and determination of the biological value of the obtained product.

Results. The technology of milk-protein co-precipitates begins with combining berry puree with cooled to 55–65 °C after high-temperature pasteurization buttermilk in a correlation 1 : 9. Received mixture stands for (10–20) • 60 sec at 70–80 °C, then it is removed from the received curd and pressed. To determine the biological value of co-precipitates proteins, number of indicators was calculated: amino acid score, index of essential amino acids, index of amino acid score difference and utility index of amino acid composition. The total biological value of received products makes 90 % for cranberry puree and 87.3 % for MPCV.

Conclusion. This article provides the technology of dairy protein co-precipitates made of buttermilk with use of cranberry and viburnum purees as coagulants. Obtained co-precipitates have high organoleptic characteristics, high protein content and its balanced amino acid composition. It was established that the total biological value of obtained products reaches 90 % for cranberry puree (DMCC) and 87.3 % for viburnum puree (DMCV).

Keywords: protein deficiency, protein-carbohydrate dairy raw materials, buttermilk, cranberry, viburnum, milk-protein co-precipitate, biological value.

REFERENCES

1. *Osnovy biotekhnologii* : uchebn. posob. dlja studentov biologich. fak. Omsk : OGPU. URL : http://www.biotechnolog.ru/prombt/prombt1_7.htm (data obrashhenija: 21.10.2016).
2. *Smoljar V. I. Osnovni tendencii' v harchuvanni naseleennja Ukrai'ny. Instytut ekogigijeny i toksykologii' im. L. I. Medvedja. Kyi'vs'ka medychna akademija pisljadyplojnoi' osvity. Problemy harchuvannja. 2010. Vyp. 2. S. 5—9.*
3. *Dejnychenko G. V., Yudina T. I., Vjetrov V. M. Novi vydy koprecypitativ ta ih vykorystannja v harchovyh tehnologijah : monografija. Donec'k : Donechchyna, 2010. 176 s.*

4. *Dubowska Brydgida E.* Milk and whey protein-stabilized O/W emulsion with increasing oil content. *Milchwissenschaft*. 2004. Vol. 59. № 7—8. P. 355—359.
5. *Smith G. M.* The production and utilization of milk proteins. *Milk md*. 1975. Vol. 76. № 2. P. 25.
6. *Shhetinin M. P.* Koll'tjugina O. V., Plutagina E. S. Belkovaja osnova dlja molochnogo deserta. *Molochnaja prom-st'*. 2011. № 9. S. 58.
7. *Shingareva T. I.*, Pavlistova N. A. Razrabotka novyh vidov molochnyh belkovyh produktov dlja zdorovogo pitaniya. *Harchovi dobavky. Harchuvannja zdorovoi' ta hvoroj' ljudyny. Materialy VII Mizhnarodnoi' nauk.-prakt. internet-konf. Kryvyj Rig : Vydavec' FOP Chernjavs'kyj D. O.*, 2016. S. 122.
8. *Hrystunova O.*, Grek O. Koaguljacija molochnyh bilkiv jagidnoju syrovynuju. *Materialy 82-i' mizhnar. nauk. konf. molodyh uchenyh, aspirantiv i studentiv "Naukovi zdotky molodi – vyrishennju problem harchuvannja ljudstva u HHI stolitti" (13—14 kvit. 2016, Kyi'v).* Kyi'v : NUHT, 2016. Ch.1. S. 322.
9. *Korshunova G. F.*, Gnicevych V. A., Nykyforov R. P. Obg'runtuvannja tehnologichnyh rezhymiv osadzhennja bilkovyh rehovyn znezhyrenogo moloka z vykorystannjam jagidnyh pjure. *Obladnannja ta tehnologii' harchovyh vyrobnyctv : temat. zb. nauk. prac'. Donec'k : DonNUET*. 2007. Vyp. 17, T. 1. S. 113—119.
10. DSTU ISO 6496:2005. Kormy dlja tvaryn. Vyznachennja vmistu vology ta inshyh letkyh rehovyn. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. 11 s.
11. DSTU ISO 5984:2004. Kormy dlja tvaryn. Vyznachennja vmistu syroi' zoly. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2006. 8 s.
12. DSTU ISO 6492:2003. Kormy dlja tvaryn. Vyznachennja vmistu zhyru. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2005. 12 s.
13. DSTU ISO 5983:2003. Kormy dlja tvaryn. Vyznachennja vmistu azotu i obchyslennja vmistu syrogo bilka metodom K'jel'dalja. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2007. 12 s.
14. *Metody biokhimicheskogo issledovanija rastenij; pod red. A. I. Ermakova. L. : Kolos, Leningr. otd-nie*, 1972. 456 s.
15. DSTU ISO 13903:2009. Kormy dlja tvaryn. Metod vyznachennja vmistu aminokyslot. Kyi'v : Derzhspozhyvstandart Ukrai'ny, 2010. 12 s.
16. *Opredelenie pokazatelej biologicheskoi cennosti produktov pitaniya raschetnym metodom: metod. ukazaniya k lab. zanjatijam po discipline "Tehnicheskaja biokhimija" dlja studentov, obuchajushhijhsja po napravleniju "Biotekhnologija" dneвноj formy obuchenija NGTU. N. Novgorod*, 2015. 7 s.
17. *Kantere V. M.*, Matison V. A., Fomenko M. A. i dr. Organolepticheskij analiz pishhevyh produktov. M. : MGUPP, 2002. S. 16—72.