

$$A_i = \frac{\sum_{k=1}^n a_{ik} p_k x_k}{\sum_{k=1}^n p_k x_k}, \quad (2)$$

Where:

A_i — mass fraction of the i -th amino acid in the protein of the simulated formulation, %;

a_{ik} — mass fraction of the i -th amino acid in the protein in the k -th ingredient, %;

p_k — mass fraction of protein in the k -th ingredient, %;

x_k — mass fraction of the k -th ingredient, %.

Results. Based on the modeling and optimization of the prescription composition of the semi-finished product, it is established that the provision of maximum functional properties, namely the balance of essential amino acids and polyunsaturated fatty acids occurs at the ratio of components, wt. %: WPP : WPS : WWDC = 35 : 40 : 25. The developed semi-finished product is a puree with a dry matter content of 65%. It has a high content of proteins, carbohydrates, including dietary fiber, vitamins and minerals. Polyunsaturated linoleic acid (36,51 %) and monounsaturated oleic acid (31,50 %) were found to be dominant among unsaturated fatty acids.

Keywords: pumpkin pulp, pumpkin seeds; whey dry cheese, modeling, optimization, semi-finished product, biological value .

DOI : 10.33274/2079-4827-2021-43-2-11-18

УДК 664.685.6

Дейниченко Л. Г., канд. техн. наук, доцент

Корецька І. Л., канд. техн. наук, доцент

Буряк Д. О., здобувач ОС магістра

Національний університет харчових технологій (м. Київ, Україна), e-mail: deliugri@gmail.com.

ТЕХНОЛОГІЯ ВЕРШКОВОГО КОНДИТЕРСЬКОГО КРЕМУ З ВИКОРИСТАННЯМ МОЛОЧНО-БІЛКОВОГО КОПРЕЦИПІТАТУ

UDC 664.685.6

*Deinychenko L. H., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor*

*Koretska I. L., PhD in Engineering sciences,
Associate Professor*

Buriak D. O., a graduate of a master's degree

National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, deliugri@gmail.com.

TECHNOLOGY OF CREAM WITH MILK-PROTEIN CO-PRECIPTATE

Мета. Метою даної роботи є розроблення технології вершкового кондитерського крему з використанням молочно-білкового копреципітату та оцінка якості отриманого продукту. У статті представлено проблему дефіциту білка у раціоні харчування, визначено як дана проблема впливає на стан здоров'я людини. Для вирішення поставленої проблеми запропоновано розроблення технології вершкових кремів з використанням нетрадиційної високобілкової сировини, а саме молочно-білкового копреципітату.

Методи. Під час роботи було використано методи аналізу й синтезу, порівняння, системного підходу. Загальний хімічний склад розробленого продукту було визначено за стандартними методиками. Інтегральний скор було визначено розрахунковим методом на масу продукту, яка відповідає 10 % добової потреби людини в енергії. Органолептичну оцінку якості надійшла до редакції 30.10.2021 р. © Л. Г. Дейниченко, І. Л. Корецька, Д. О. Буряк, 2021

ті продуктів було здійснено методом профільного аналізу. Профілі якості будували за допомогою обчислювальної програми MS Excel.

Результати. Для вирішення визначеної проблеми за основу та контроль було обрано рецептуру вершкового крему із сиром кисломолочним нежирним. Для отримання вершкового крему з використанням молочно-білкового копреципітату охолоджені вершки збивали з цукром та цукром ванільним, молочно-білковий копреципітат разом з сиром кисломолочним нежирним протирали. Протерту суміш обережно додавали до збитих вершків та всипали порошок винного каменю. Отриману суміш збивали до однорідної та пухкої консистенції.

Аналіз хімічного складу показав, що у порівнянні зі зразком розроблений крем характеризується підвищенням вмісту білків на 34 %, вмісту жирів — на 1,3 %, та зниженням вмісту вуглеводів на 14,5 %. Також спостерігається збільшення у розробленому кремі вмісту мінеральних речовин.

З метою визначення ступеню задоволення добової потреби організму в основних харчових речовинах, було розраховано інтегральний скор розробленого продукту. Відповідно до отриманих даних, розроблений крем забезпечує добову потребу у білках на 13 %, у мінеральних речовинах — від 3 % до 17 %. Побудовані органолептичні профілі вказують на поліпшення консистенції, запаху та смаку розробленого продукту порівняно з контролем.

Дані, представлені у статті, визначають доцільність використання технології розробленого крему у закладах ресторанного господарства для збільшення асортименту продуктів з високим вмістом білку, що позитивно вплине на вирішення проблеми, пов'язаної з дефіцитом харчового білка.

Ключові слова: дефіцит білка, молочно-білковий копреципітат, борошняні кондитерські вироби, вершковий крем, біологічна цінність.

Постановка проблеми. Одна з найбільших проблем, з якою стикається населення всього світу — незбалансований та одноманітний раціон харчування, що суттєво відбивається на здоров'ї, працездатності та тривалості життя людини. Ця проблема стає підґрунтям для поступового зростання рівня захворюваності населення, що частково обумовлюється дефіцитом біологічно цінних нутрієнтів.

Щороку простежується тенденція зменшення кількості білкових речовин у раціоні харчування, і як наслідок виникнення дефіциту харчового білка, який на сьогодні оцінюється у 10–15 млн. т. Дефіцит білку може суттєво впливати на стан здоров'я людини, у подальшому провокуючи хвороби, пов'язані з шлунково-кишковим трактом, ендокринною та нервовою системами, функціонуванням печінки [1]. На сьогоднішній день наслідки білкового дефіциту усуваються лише за умови споживання збалансованих харчових продуктів та повноцінних білків.

Ефективним напрямком для часткового вирішення поставленої проблеми є залучення білоквмісної сировини для виробництва харчових продуктів, які користуються значним попитом серед населення. Одним з популярних сегментів харчової продукції на вітчизняному ринку є борошняні кондитерські вироби, зокрема торти та тістечка [2]. Обов'язковим компонентом цих виробів є кондитерські креми, які використовуються для оздоблення, прошарування та наповнення випечених напівфабрикатів. Враховуючи постійне зростання попиту на борошняні кондитерські вироби створюються передумови для розробки новітніх технологій виробництва кремів, зокрема із залученням високобілкової сировини, що дозволить збільшити харчову та біологічну цінність розробленого продукту. Прикладом такої сировини є молочно-білкові копреципітати (МБКК), які виготовляються на основі білково-вуглеводної молочної сировини та містять у своєму складі білки високої біологічної цінності та значну кількість макроелементів [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Науковцями досить активно вивчається питання, що стосується удосконалення та розробки нових технологій вершкових кремів. Більшість наукових праць та публікацій спрямовані на дослідження впливу різноманітних стабілізаторів на структуру харчової системи, що пояснюється нестабільністю кремів під час зберігання. Зокрема, вченими НУХТ запропоновано використання природних гід-

роколоїдів — альгілату натрію та j-карагінану у рецептурі вершкового крему. Було встановлено, що під час охолодження збитої маси полісахариди утворюють драглеподібний каркас, що запобігає її розшаруванню і надає системі стійкості при зберіганні [4].

Запропоновано технологію одержання вершкового крему, яка передбачає додавання у рецептуру гідролізованого гарбузового або морквяного пюре. Завдяки тому, що у складі даних компонентів присутній пектин, забезпечується необхідна структура крему, крім того покращується хімічний склад та продукт набуває радіопротекторних властивостей [5].

Вченими Ірану досліджувалося питання щодо використання насіння базилика у технології збитих вершків. Було визначено, що при внесенні 0,3 % насіння базилика у рецептуру підвищується в'язкість системи та збільшується стійкість при зберіганні [6].

Також встановлена доцільність використання пюре горобини у якості природнього консерванту, джерела сорбінової кислоти та комплексу БАР. Було визначено, що вміст пюре з плодів горобини збільшує терміни зберігання вершкових кремів на 48–54 год [7].

Відомо також про розроблення технології вершкового крему з використанням білково-рослинного напівфабрикату виготовленого на основі молочної сироватки. Встановлено, що використання напівфабрикату дозволяє скоротити тривалість технологічного процесу та отримати готову продукцію високої якості [8].

Закордонними вченими проведено дослідження щодо впливу модифікованого концентрату сироваткового білка на структурно-механічні властивості та стабільність вершкових кремів. Було встановлено, що термічно оброблені при нижчих значеннях рН та більш тривалому часі розчини модифікованого концентрату сироваткового білка підвищують в'язкість збитих вершків, їх стійкість, та зменшують синерезис [9].

Вченими досліджено перспективи використання МБКК у рецептурі білкового крему. У роботі [10] було зазначено, що копреципітати частково покращують якісні показники пінних систем за рахунок збільшення кількості білків у них, проте містять багато вологи, тому доцільною є розробка технології вершкового крему з використанням МБКК та додатковим внесенням до рецептури речовин-стабілізаторів.

Аналізуючи представлені дослідження, можна зробити висновок, що вони не були спрямовані на вирішення проблеми нестачі білкових речовин у харчуванні людини. Крім того, незважаючи на активну розробку харчових продуктів на основі МБКК, технології виробництва кондитерських кремів з використанням цієї сировини практично відсутні. Тому застосування МБКК дасть змогу розширити асортимент кондитерських кремів, які будуть мати значні переваги над аналогами за харчовою та біологічною цінністю. Отже, метою даної роботи є розроблення технології вершкового кондитерського крему з використанням молочно-білкового копреципітату та оцінка якості отриманого продукту.

Мета статті — розроблення технології вершкового кондитерського крему з використанням молочно-білкового копреципітату та оцінка якості отриманого продукту.

Виклад основного матеріалу дослідження. Для досягнення поставленої мети у якості контролю було обрано рецептуру вершкового крему, що включає наступні складові: вершки жирністю 33 %, сир к/м нежирний, цукор білий, цукор ванільний. За розробленою технологією передбачається внесення до рецептурного складу крему молочно-білкового копреципітату з метою збільшення відсоткового вмісту білка у готовому продукті, а також внесення порошку винного каменю у якості стабілізатора.

Для виготовлення 1 кг вершкового крему з МБКК вершки (521 г) охолоджують до температури 2...4 °С, збивають з цукром (105 г) та цукром ванільним (13 г) до утворення пухкої та однорідної консистенції. МБКК (214 г) разом з сиром к/м нежирним (142 г) протирають крізь сито та обережно додають до збитих вершків, всипають порошок винного каменю (5 г), збивають, поступово збільшуючи обертоти, до однорідної та пухкої консистенції. Технологічну схему вершкового кондитерського крему з МБКК наведено на рис. 1.

Для оцінки якості розробленого вершкового кондитерського крему з використанням МБКК визначено хімічний склад, інтегральний скор, а також проведено органолептичну оцінку якості. У якості контрольного зразку обрано вершковий крем, приготований за класичною технологією. Хімічний склад розробленого продукту представлено у табл. 1.

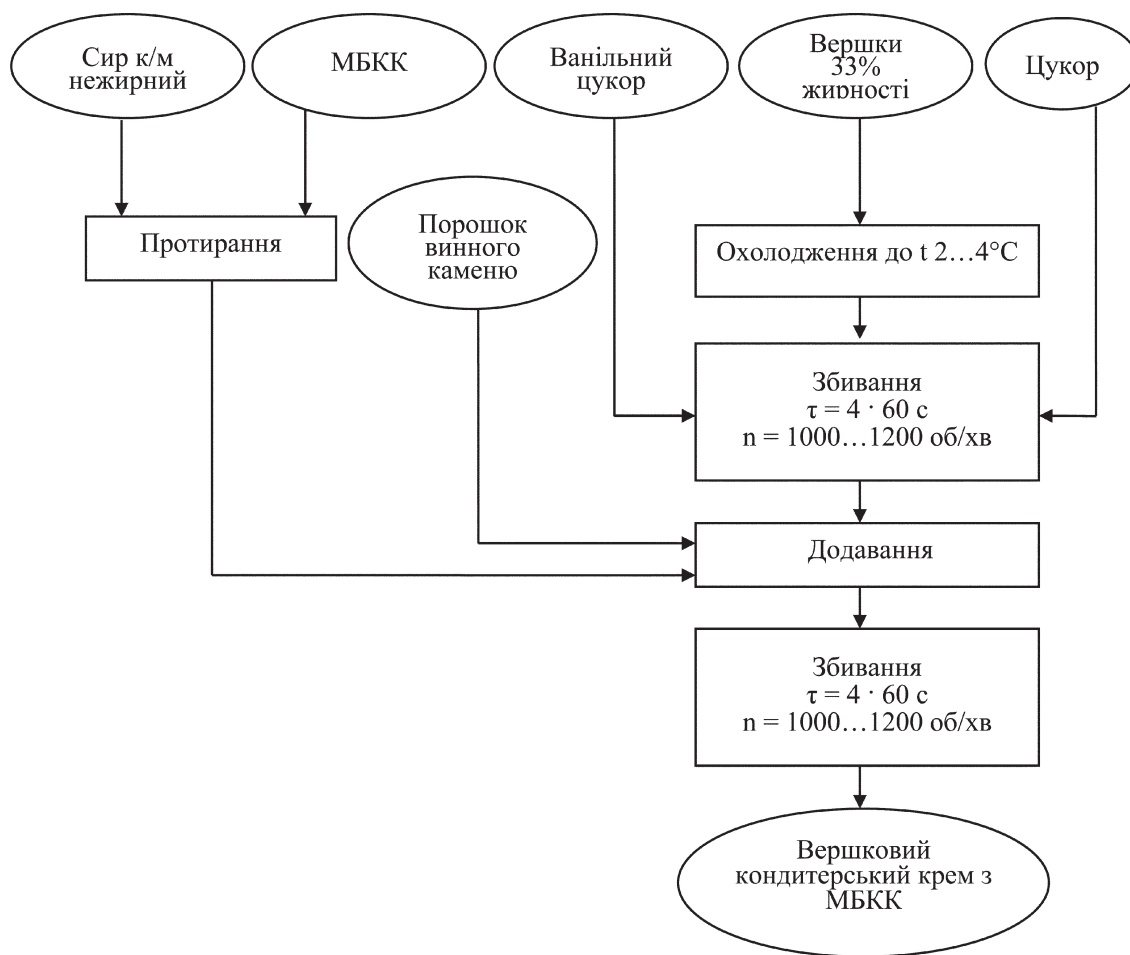


Рисунок 1 — Технологічна схема вершкового кондитерського крему з МБКК

Таблиця 1 — Хімічний склад та енергетична цінність розробленого продукту

Харчові речовини	Контроль	Вершковий крем з МБКК
Білки, г	7,2	9,7
Жири, г	17,5	17,9
Вуглеводи, г	16,6	14,2
Мінеральні речовини, мг		
Натрій (Na)	32,7	77,0
Калій (K)	93,6	169,3
Кальцій (Ca)	85,0	139,5
Магній (Mg)	12,0	33,6
Фосфор (P)	102,6	131,7
Залізо (Fe)	0,19	0,27
Вітаміни, мг		
Вітамін С	0,29	0,46
Вітамін В ₁	0,12	0,12
Вітамін В ₂	0,12	0,12
Вітамін РР	0,18	0,21
Енергетична цінність, ккал	229,0	231,3

З табл. 1 видно, що вміст білку у розробленому кремі збільшився на 34 % у порівнянні з контролем, що пояснюється внесенням копреципітату у рецептуру крему. Враховуючи те, що МБКК має більшу жирність (1,91 г/100 г), у порівнянні з сиром кисломолочним нежирним (0,6 г/100 г), спостерігається незначене збільшення вмісту жирів (на 1,3 %) у розробленому кремі. Крім того, спостерігається зниження вмісту вуглеводів (на 14,5 %), за рахунок зменшення кількості цукру у складі розробленого продукту.

Також спостерігається збільшення вмісту мінеральних речовин, а саме: Na — у 2,3 рази, K — у 1,8 разів, Ca — у 1,6 разів, Mg — у 2,8 разів, P — у 1,3 рази та Fe — у 1,5 разів.

З метою визначення ступеня задоволення добової потреби організму в основних харчових речовинах було розраховано інтегральний скор харчового продукту (табл.2). Інтегральний скор розробленого вершкового крему було розраховано на 144 г, що відповідає 330 ккал, тобто 10 % добової потреби в енергії людини (для чоловіка віком 18–29 років, III-ї групи інтенсивності праці).

Таблиця 2 — Інтегральний скор вершкового крему з МБКК у порівнянні з контролем

Харчові речовини	Добова потреба	Ступінь задоволення, %	
		Контроль	Вершковий крем з МБКК
1	2	3	4
Білки, г	106	10	13
Жири, г	107	23	24
Вуглеводи, г	478	5	4
Мінеральні речовини, мг			
Натрій (Na)	4000	1	3
Калій (K)	2500	5	10
Кальцій (Ca)	1200	10	17
Магній (Mg)	400	4	12
Фосфор (P)	1200	12	16
Залізо (Fe)	15	2	3
Вітаміни, мг			
Вітамін С	80	0,5	0,8
Вітамін В ₁	1,6	10	11
Вітамін В ₂	2,0	8	8
Вітамін РР	22	1	1

Дані табл. 2 свідчать про те, що розроблений продукт задовольняє добову потребу у білку на 13 %, у жирах на 24 % та вуглеводах на 4 %. Крім того, підвищилися показники ступеню задоволення потреби у мінеральних речовинах, а саме для калію — на 10 %, для кальцію — на 17 %, для магнію — на 12 %, для фосфору — на 16 %.

Результати органолептичної оцінки розробленого продукту представлено у вигляді профілограм (рис. 2).

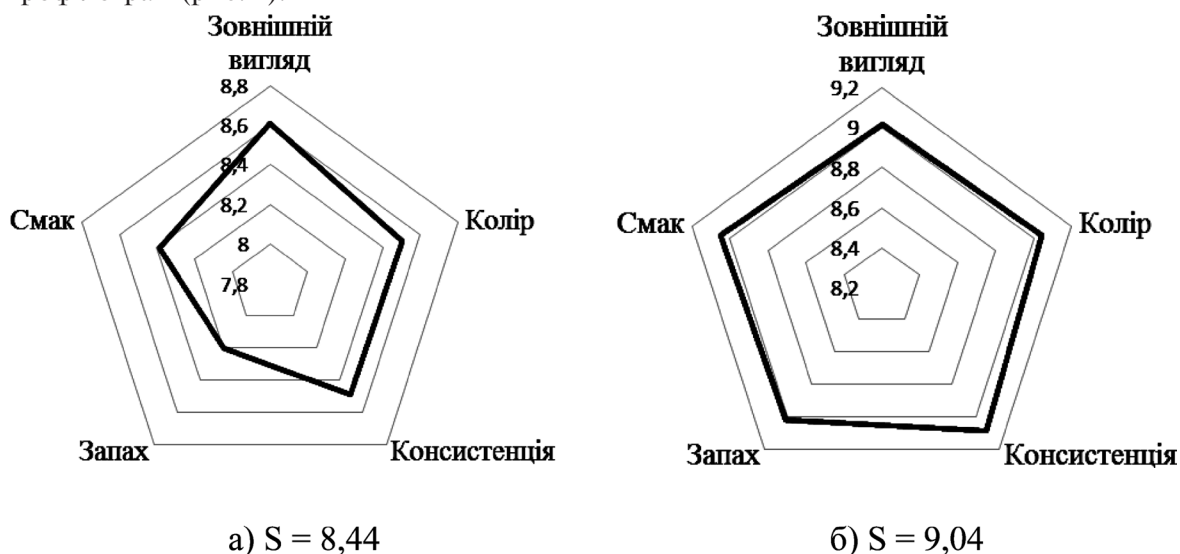


Рисунок 2 — Органолептичний профіль вершкового крему з МБКК (б) порівняно з контролем (а)

Як можна побачити на рис. 2, розроблений крем має покращені органолептичні показники, зокрема поліпшену консистенцію, також слід відмітити приємний запах та смак, який є менш солодким у порівнянні з контролем.

Висновки. Отже, згідно з отриманими даними, розроблений вершковий кондитерський крем з використанням молочно-білкового копреципітату має покращену харчову та біологічну цінність, а також високі органолептичні властивості. Впровадження даної технології у закладах ресторанного господарства дозволить збільшити та урізноманітнити асортимент кондитерських кремів, які будуть відрізнятися підвищеним вмістом білкових речовин та частково сприятиме вирішенню проблеми білкового дефіциту серед населення України.

Список літератури

1. Гніцевич В. А., Юдіна Т. І., Дейниченко Л. Г. Технологія та біологічна цінність молочно-білкових копреципітатів. *Товари і ринки*. 2016. № 2 (22). С. 148–158.
2. Криськова Л. П. Ринок кондитерського виробництва в Україні. *Стан і перспективи харчової науки та промисловості* : матеріали V міжнар. наук.-техн. конф., м. Тернопіль, 10–11 жовт. 2019 р. Тернопіль : ТНТУ, 2019. С. 141–142.
3. Гніцевич В. А., Дейниченко Л. Г. Хімічний склад копреципітатів на основі білково-вуглеводної молочної та рослинної сировини. *Перспективи розвитку м'ясної, молочної та олієжирової галузей у контексті євроінтеграції* : матеріали V міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 7–8 лист. 2016 р. Київ : НУХТ, 2016. С. 101–103.
4. Звягінцева-Семенець Ю. П., Камбулова Ю. В., Соколовська І. О., Кобилінська О. В., Колесник М. Дослідження процесу набухання полісахаридів для використання в технології вершкових кремів. *Харчова наука і технологія*. 2016. № 10 (2). С. 24–31.
5. Мельничук О. В., Камбулова Ю. В., Крапивницька І. О. та ін. Спосіб виробництва вершкового крему: пат. 56647 Україна: МПК A23L 1/0524 A23C 13/00 A23C 23/00. № u201007203 : заявл. 10.06.2010 ; опубл. 25.01.2011, Бюл. № 2. 2 с.
6. Farahmandfar, R., Asnaashari, M., Salahi, M. R., Khosravi, Rad T. Effects of basil seed gum, Cress seed gum and Quince seed gum on the physical, textural and rheological properties of whipped cream. *International Journal of Biological Macromolecules*. 2017. Vol. 98. pp. 820–828.
7. Сивній І., Оболкіна В. Природні консерванти в оздоблювальних напівфабрикатах з подовженим терміном зберігання. *Продовольча індустрія АПК*. 2011. № 4. С. 20–22.
8. Гніцевич В. А., Федотова Н. А. Обґрунтування використання білково-рослинного напівфабрикату у виробництві крему вершкового. *Наукові праці ОНАХТ*. 2010. № 38 (1). С. 209–213.
9. Sajedi M., Nasirpour A., Keramat J., Desobry S. Effect of modified whey protein concentrate on physical properties and stability of whipped cream. *Food Hydrocolloids*. 2014. Vol. 36. pp. 93–101.
10. Дейниченко Л. Г. Удосконалення якості високобілкових кондитерських кремів. *Modalități conceptuale de dezvoltare a științei moderne* : зб. наук. праць ЛОГОС, м. Бухарест, 20 лист. 2020. Бухарест, 2020. С. 78–79.

References

1. Gnitsevykh, V., Yudina, T., Deinychenko, L. (2016). *Tekhnolohiya ta biolohichna tsinnist molochno-bilkovykh kopretsypitativ* [Technology and biological value of milk-protein co-precipitates]. *Tovary i rynki* [Commodities and Markets], no. 2 (22), pp. 148–158.
2. Kryskova, L. (2019). *Rynok kondyterskoho vyrobnytstva v Ukraini* [Market of confectionary production in Ukraine]. *Stan i perspektivi kharchovoi nauki ta promyslovosti : materialy V mizhnar. nauk.-techn. konf.* [State and prospects of food science and industry : materials V International scientific and technical Conference], Ternopil : TNTU, October 10-11 2019. Ternopil, pp. 141–142.
3. Gnitsevykh, V., Yudina, T., Deinychenko, L. (2016). *Khimichniy sklad kopretsypitativ na osnovi bilkovo-vuhlevodnoi molochnoi ta roslynnoi syrovyny* [Chemical composition of co-pre-

precipitates based on protein-carbohydrate milk and vegetable raw materials]. *Perspektyvy rozvytku miasnoi, molochnoi ta oliiezhyrovoi haluzei u konteksti yevrointehratsii : materialy V mizhnar. nauk.-prakt. konf.* [Prospects for the development of meat, dairy and oil and fat industries in the context of European integration : materials V International scientific-practical Conference]. Kyiv : NUFT, November 7–8 2016. Kyiv pp. 101–103.

4. Zvyagintseva-Semenets, Y.P., Kambulova, Y.V., Sokolovska, I. O., Kobylinska, O. V., Kolesnyk, M. (2016). *Doslidzhennia protsesu nabukhannia polisakharydiv dlia vykorystannia v tekhnolohii vershkovykh kremiv* [Studying of Polysaccharides Swelling for the Use in Cream Technology]. *Kharchova nauka ta tehnologiya* [Food science and technology], no. 10 (2), pp. 24–31.

5. Melnychuk, O. V., Kambulova, Yu. V., Krapyvnytska, I. O. (2011) *Sposib vyrobnytstva vershkovoho kremu* [Method of producing cream] : patent 56647 Ukraine: MPK A23L 1/0524 A23C 13/00 A23C 23/00. № u201007203: stated 10.06.2010; published 25.01.2011, no. 2, pp. 2.

6. Farahmandfar, R., Asnaashari, M., Salahi, M. R., Khosravi Rad, T. (2017). Effects of basil seed gum, Cress seed gum and Quince seed gum on the physical, textural and rheological properties of whipped cream. *International Journal of Biological Macromolecules*. Vol. 98. pp. 820–828.

7. Syvnii, I., Obolkina, V. (2011) *Pryrodni konservanty v ozdobiuvalnykh napivfabrykatak z podovzhenym terminom zberihannia* [Natural preservatives in semi-finished products with extended shelf life]. *Prodovolcha industriya APK* [Food industry agro-industrial complex], no. 4, pp. 20–22.

8. Gnitsevych, V. A., Fedotova, N.A. (2010). *Obgruntuvannia vykorystannia bilkovoroslynnoho napivfabrykatu u vyrobnytstvi kremu vershkovoho* [Rationale for the use of herbal and semi-finished products in the production of cream]. *Naukovi pratsi ONAKHT* [Scientific works of ONAHT], no. 38 (1), pp. 209–213.

9. Sajedi, M., Nasirpour, A., Keramat, J., Desobry, S. (2014). Effect of modified whey protein concentrate on physical properties and stability of whipped cream. *Food Hydrocolloids*. Vol. 36. pp. 93–101.

10. Deinychenko, L. G. (2020). *Udoskonalennia yakosti vysokobilkovykh kondyterskykh kremiv* [Improving the quality of high-protein confectionery creams]. *Modalități conceptuale de dezvoltare a științei modern : zb. nauk. prats LOGOS* [Conceptual modalities of devolution to modern ceilings : collection of scientific works LOGOS], pp. 78–79. doi.org/10.36074/20.11.2020.v 5.24.

Objective. The purpose of the article is to develop the technology of cream using milk-protein co-precipitates and assess the quality of the product. The article presents the problem of protein deficiency in the human diet, identifies how this problem affects human health. To solve this problem, it is proposed to develop the technology of food products that are popular in the domestic food market and in restaurants, using non-traditional high-protein raw materials.

Methods. During the work, the methods of analysis and synthesis, comparison, and system approach were used. The general chemical composition of the obtained product was determined by standard methods. The integral score was determined by the calculation method by weight of the product, which corresponds to 330 kcal (10% of the daily human energy requirement for a man aged 18–29 years, III group of labor intensity). Organoleptic evaluation of product was performed by the profile analysis method. Quality profiles were built using the MS Excel computing program.

Results. To solve the identified problem, the recipe of cream with low-fat cottage cheese was chosen as basis and control. To obtain a cream using milk-protein co-precipitates, the cooled cream was whipped with sugar and vanilla sugar, milk-protein co-precipitates and low-fat cottage cheese was wiped. The rubbed mixture was carefully added to the whipped cream and tartar powder was added. The resulting mixture was whipped to a homogeneous and loose consistency.

An analysis of the chemical composition of the developed cream showed the increase in protein content by 34 %, in fat content — by 1,3 %, and reduce in carbohydrates content by 14,5 %. There also was an increase in mineral content.

An analysis of the integral score of the developed product was made. According to the obtained data, the developed cream provides a daily need for proteins by 13 %, in minerals — by the range of

3...17 %. *The constructed organoleptic profiles indicate an improvement in the consistency, odor and taste of the developed product compared to the control.*

The data presented in the article determine the feasibility of using the technology of the developed cream in restaurants to increase the range of products with high protein content, which will have a positive effect on solving the problem of food protein deficiency.

Key words: *protein deficiency, milk-protein co-precipitate, pastry products, cream, biological value.*