

# ХІМІЧНІ, ФІЗИЧНІ, МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКТІВ ХАРЧУВАННЯ

DOI : 10.33274/2079-4827-2021-42-1-47-55

УДК 664.346

*Гніцевич В. А., д-р техн. наук, професор<sup>1</sup>*

*Дейниченко Л. Г., канд. техн. наук<sup>2</sup>*

*Сімакова О. О., канд. техн. наук, доцент<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Київський національний торговельно-економічний університет (м. Київ, Україна), e-mail: flamber1965@gmail.com.

<sup>2</sup> Національний університет харчових технологій (м. Київ, Україна), e-mail: deliugri@gmail.com.

<sup>3</sup> Донецький національний університет економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (м. Кривий Ріг, Україна), e-mail: simakova@donnuet.edu.ua

## ЯКІСТЬ МОЛОЧНО-БІЛКОВИХ КОНЦЕНТРАТІВ У ПРОЦЕСІ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО ЗБЕРІГАННЯ

UDC 664.346

*Gnitsevykh V., Grand PhD of Engineering Science,  
Professor<sup>1</sup>*

*Deinychenko L., PhD in Engineering sciences<sup>2</sup>*

*Simakova O. O., PhD in Engineering sciences,  
Associate Professor<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Kyiv National University of Trade and Economics, Kyiv, Ukraine, e-mail: flamber1965@gmail.com.

<sup>2</sup> National University of Food Technologies, Kyiv, Ukraine, e-mail: deliugri@gmail.com.

<sup>3</sup> Mykhailo Tuhon-Baranovskyi Donetsk National University of Economics and Trade, Kryvyi Rih, Ukraine, e-mail: simakova@donnuet.edu.ua.

## QUALITY OF DAIRY-PROTEIN CONCENTRATES IN THE LOW TEMPERATURE STORAGE PROCESS

**Мета.** Метою дослідження є встановлення змін структури, кольору та мікробіологічних показників молочно-білкових концентратів (МБК) зі сколотин, які отримані з використанням пюре журавлини або калини для обґрунтування режимів та умов їх зберігання.

**Методи.** Для дослідження зміни властивостей МБК зі зміною температури зберігання було використано метод диференціальної скануючої калориметрії (ДСК). Зазначений метод базується на аналізі фазових переходів, і розглядає зміни теплопоглинання зразків як функцію температури, що змінюється з заданою швидкістю.

Дослідження низькотемпературних фазових переходів МБК було проведено на диференціальному скануючому калориметрі для отримання інформації про температуру фазового переходу, ентальпії, пов'язаної з процесами плавлення, кристалізації та склування компонентів МБК.

Для оцінки кольорових характеристик було застосовано метод CIE XYZ та CIELab. Метод CIE XYZ заснований на вимірюванні спектральних коефіцієнтів дифузійного відбиття дослідних зразків ( $R_f$ , %) та математичній обробці за допомогою програмного забезпечення SFScan. Метод CIELab базується на триколіропараметричній системі Хантера, що характеризує колір за параметрами яскравості ( $L$ ) та компонентів кольору. Розрахунки за отриманими спектрами опрацьовувались у програмному забезпеченні SFScan. Мікробіологічну оцінку якості концентратів здійснювали виявленням кількісного та якісного складу мікроорганізмів. Мікробіологічні показники визначали згідно стандартних методик.

Надійшла до редакції 05.03.2021 р.

© В. А. Гніцевич, Л. Г. Дейниченко,  
О. О. Сімакова, 2021

**Результати.** На підставі проведених досліджень встановлено, що для забезпечення високої якості МБК у процесі зберігання раціональним є використання методу швидкої заморозки до  $-20...-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  з подальшим зберіганням при цій температурі. Було проаналізовано фазові переходи води та розглянуті зміни теплопоглинання досліджуваних зразків МБК. Проведена оцінка зміни кольоропараметричних характеристик МБК та доведено, що раціональним є зберігання досліджуваних продуктів протягом 30 діб, при цьому не відзначено змін зразків. Проведені дослідження мікробіологічних показників МБК та визначено, що за умови зберігання концентратів у замороженому стані розвиток мікрофлори не відзначався.

**Ключові слова:** збереження якості, молочно-білкові концентрати; диференціальна скануюча калориметрія; кольоропараметричні характеристики; мікрофлора; зберігання.

**Постановка проблеми.** Сьогодні у світі існує дефіцит харчового білка, що оцінюється в 10...25 млн тонн на рік [1]. Нестача білків у харчуванні спричиняє у дітей уповільнення росту і розвитку, а у дорослих — глибокі зміни у функціонуванні печінки, порушення діяльності залоз внутрішньої секреції, зміну гормонального фону, погіршення засвоєння поживних речовин, проблеми з серцевим м'язом, погіршення пам'яті та працездатності.

Світовий досвід переконливо свідчить про те, що найбільш ефективним способом забезпечення населення необхідними нутрієнтами, а саме білками, є виробництво спеціальних харчових продуктів на основі концентратів білкових речовин молока. Цінною білковою сировиною для отримання останніх є вторинні продукти молочної промисловості, зокрема скотини. Така сировина містить практично весь білковий, вуглеводний та мінеральний комплекс незбираного молока, проте характеризується зниженим вмістом жиру [2, 3]. До того ж, обсяги виробництва скотини є значними, що робить доцільним їх використання в технологіях продукції спеціального призначення [4].

Зазначені дані вказують на раціональність концентрування і подальшого використання білків скотини, зокрема у вигляді молочно-білкових концентратів (МБК), які отримуються з використанням дикорослих ягід журавлини і калини у якості коагулянтів [5]. Такі концентрати мають на меті поліпшення смаку, підвищення безпечності та зростання харчової і біологічної цінності продуктів на їх основі.

Враховуючи зростання попиту на білкові концентрати [6, 7], доцільним є детальне дослідження їх якості та властивостей, зокрема у галузях, які ще не були детально розглянуті провідними науковцями. Найрозповсюдженішим способом зберігання молочних продуктів є холодильне зберігання, що має на меті максимальне зниження швидкості небажаних біологічних та хімічних процесів в продукті з максимальним ступенем збереження його поживних властивостей і товарної якості. Отже, дослідження факторів, які впливають на зберігання МБК, зокрема його структури та органолептичних показників, є актуальним завданням.

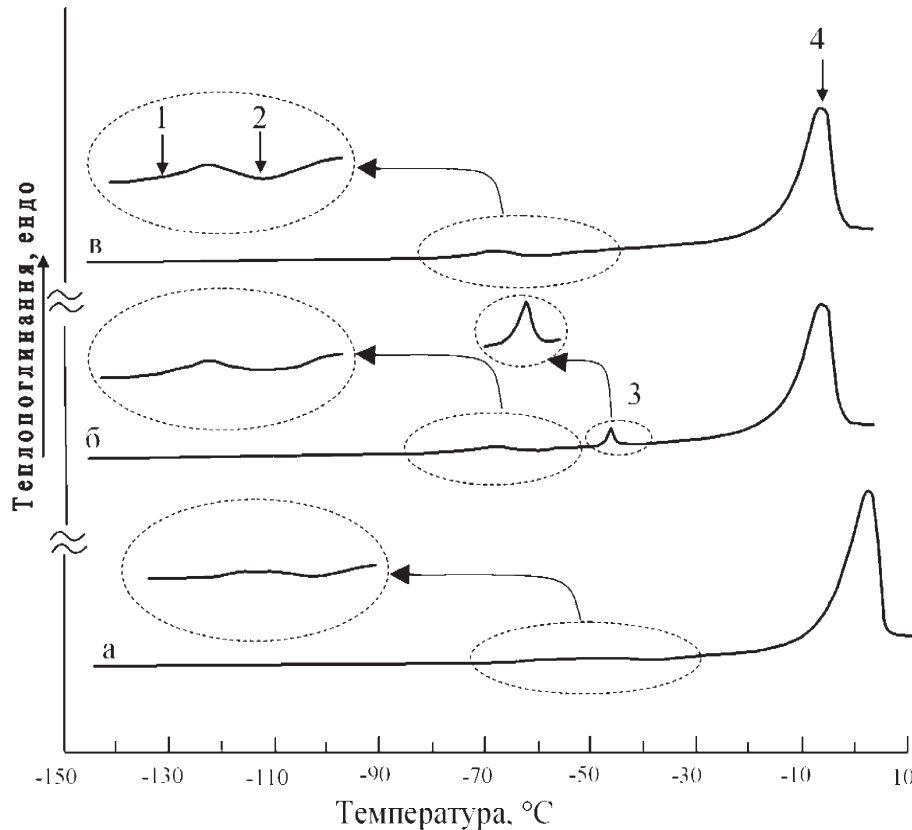
**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Чисельними дослідженнями встановлено, що зміна температури під час такого зберігання є сприятливим чинником для перебігу таких хімічних реакцій, як гідроліз, окислення, що може призводити до фізичних змін, у тому числі, фазових переходів.

Одним з найважливіших параметрів при оцінці стабільності харчових продуктів при зберіганні у замороженому стані, за думкою сучасних дослідників, є теплофізичні властивості [8–16]. Зміни таких властивостей у харчових продуктах дозволяють спостерігати різні способи термічного аналізу, до яких відносяться диференціальний термічний аналіз (ДТА) та диференціальна скануюча калориметрія (ДСК). Досліджень цими методами харчових систем, основою яких є молочно-білкові концентрати та копреципітати, в наявній літературі не виявлено.

**Мета статті.** Метою роботи було виявлення впливу низьких температур та тривалості зберігання на структуру, кольоропараметричні характеристики та мікробіологічну чистоту МБК як змінних параметрів для визначення режиму заморожування та раціональних термінів зберігання цих продуктів.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Об'єктом досліджень було обрано МБК зі сколотин, отримані методом термокислотної коагуляції. У якості коагулянтів було використано пюре калини (МБКК) або журавлини (МБКЖ) [5].

Досліджені низькотемпературні фазові переходи та склування МБК методом ДСК. Залежності теплопоглинання від температури (термограми) МБКЖ, МБКК та контрольного зразка, в якості якого використовували сир кисломолочний нежирний, наведено на рис. 1.



**Рисунок 1** — ДСК-термограми молочно-білкових концентратів:  
а — контроль; б — МБКЖ; в — МБКК.

На підставі даних рис. 1 можна констатувати, що стрибок теплопоглинання 1 при температурі склування  $T_g$  ( $-60...-80$  °C для МБК та  $-60...-70$  °C для контролю) відповідає розсклуванню, тобто переходу речовини з склоподібного стану в переохолоджений рідкий. Склування, яке спостерігається при охолодженні всіх дослідних зразків, пояснюється існуванням в зразках зв'язаної води, що не встигає закристалізуватися при високих швидкостях охолодження. Розмитий екзотермічний ефект 2 при температурі кристалізації ( $T_c$ ) пов'язаний із завершенням кристалізації льоду, яка була перервана швидким охолодженням. Чисті субстанції, як правило, мають гострий пік кристалізації або плавлення, де все тепло виділяється або поглинається в обмеженому інтервалі температур.

Оскільки МБКС ПЯК представляють собою хімічний комплекс речовин, фазовий перехід може протікати в досить широкому діапазоні температур. Окрім того, піки фазових переходів в харчових продуктах можуть бути ускладнені тим фактом, що деякі їх компоненти можуть кристалізуватися в більш ніж одній структурі, тобто вони можуть бути поліморфічними.

На термограмі МБКЖ зареєстровано також ендотермічний пік 3 ( $-40...-50$  °C), що може пояснюватись плавленням евтектичних складів ( $T_{me}$ ), які перейшли у твердий кристалоподібний стан на етапі охолодження. Це може бути додатковим фактором пошкодження при низькотемпературному зберіганні даного концентрату. У такому разі доцільним є обмеження температури зберігання МБК температурою, що відповідає плавленню евтектичних складів, тобто  $-40$  °C. Інтенсивний ендотермічний пік 4 при температурі

плавлення ( $T_m$ ) відповідає повному плавленню льоду в зразках молочно-білкових концентратів.

На основі термограм дослідних зразків МБК було визначено температури склування і фазових переходів. Дані наведено у табл. 1.

**Таблиця 1** — Температури фазових переходів і склування МБК

| Зразок                     | $T_g, ^\circ\text{C}$ | $T_c, ^\circ\text{C}$ | $T_{me}, ^\circ\text{C}$ | $T_m, ^\circ\text{C}$ |
|----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------|
| Сир кисломолочний нежирний | -65,8                 | -39                   | —                        | -3                    |
| МБКЖ                       | -76,5                 | -62,8                 | -46,2                    | -3,2                  |
| МБКК                       | -75,2                 | -62,5                 | —                        | -3,9                  |

Результати диференціальної скануючої калориметрії свідчать, що для всіх досліджуваних зразків характерним є процес склування. Це пояснюється наявністю в їх структурі зв'язаної води, яка не повністю кристалізується у процесі охолодження через високу швидкість зміни температури. Структура концентратів при цьому має вигляд суміші кристалів льоду та твердоаморфних включень, що дає можливість вважати її стабільною в твердому стані.

Отримані залежності теплопоглинання від температури (термограми) досліджуваних зразків дали наступні результати:

1. Температура склування МБК лежить у діапазоні  $-40 \dots -80 ^\circ\text{C}$ , що є ширшим за діапазон, характерний для контролю ( $-50 \dots -60 ^\circ\text{C}$ ). Слід зазначити, що при зміщенні температури вбік  $0 ^\circ\text{C}$  зв'язана вода МБК буде переходити у стан переохолодженої в'язкої рідини. Для досліджуваних МБК, як і для будь-яких продуктів з аморфною консистенцією, такий перехід буде мати негативні наслідки з точки зору цілісності структури. Тому доцільним буде обирати режим заморожування, що передбачає зберігання МБК за температури, меншої за  $-80 ^\circ\text{C}$ .

2. Температура плавлення евтектичних складів МБК становить  $-45 ^\circ\text{C}$ . Оскільки на етапі охолодження евтектичні склади перейшли у твердий кристалоподібний стан, їх плавлення при збільшенні температури сприятиме пошкодженню структури досліджуваних продуктів. У такому разі доцільним є обмеження температури зберігання концентратів температурою, що відповідає плавленню евтектичних складів, тобто  $-45 ^\circ\text{C}$ .

3. Повне плавлення льоду у МБК проходить за температури  $-7 \dots -10 ^\circ\text{C}$ . Ця температура відповідає руйнації макрокристалів льоду, що є характерним за умови використання звичайного заморожування для зберігання концентратів. Враховуючи суттєве погіршення органолептичних властивостей МБК, використання даного способу заморожування є недоцільним.

Аналізуючи отримані дані, можна дійти до висновку, що для забезпечення високої якості МБК у процесі зберігання раціональним є використання методу швидкої заморозки до  $-20 \dots -30 ^\circ\text{C}$  з подальшим зберіганням при цій температурі.

Також слід зазначити, що інтенсивності стрибків теплопоглинання вказують на збільшення кількості зв'язаної рідини у МБК порівняно з контролем. Це сприяє зменшенню кристалізації та збільшенню склоподібної фази у процесі заморожування.

Отже, структура концентратів зазнає меншого ступеня руйнації, що вказує на пріоритетність МБК у розрізі збереження високого рівня якості за умови зберігання у замороженому стані.

Дослідження колориметричних характеристик МБКК та МБКЖ проводили безпосередньо після їх отримання, а також після 30, 60 та 90 діб зберігання. Розраховані кольоропараметричні характеристики дослідних зразків наведено в табл. 2–3.

Результати аналізу кольоропараметричних характеристик МБК вказують на наступне:

1) Домінуючим спектральним тоном на момент виготовлення для зразку МБКЖ є помаранчевий, проте зі збільшенням часу зберігання відбувається значне зміщення кольору у бік жовтого. У випадку з МБКК, жовтий є домінуючим спектральним кольором зразку з моменту виготовлення.

Таблиця 2 — Кольоропараметричні характеристики МБКК

| Параметр                            | Зразок МБКК        |                         |                         |                         |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                     | після виготовлення | після 30 діб зберігання | після 60 діб зберігання | після 90 діб зберігання |
| Система CIEXYZ                      |                    |                         |                         |                         |
| x                                   | 0,3617             | 0,3639                  | 0,3685                  | 0,3801                  |
| y                                   | 0,3723             | 0,3711                  | 0,3856                  | 0,4048                  |
| $\lambda$ , нм                      | 578,9              | 579,9                   | 576,9                   | 575,5                   |
| T, %                                | 37,2               | 37,1                    | 38,6                    | 40,5                    |
| P, %                                | 33,62              | 33,68                   | 40,79                   | 50,75                   |
| Спектральний колір (домінуючий тон) | жовтий             | жовтий                  | жовтий                  | жовтий                  |
| Система CIELab                      |                    |                         |                         |                         |
| L*                                  | 84,94              | 77,31                   | 56,47                   | 57,93                   |
| a*                                  | 3,22               | 4,25                    | 0,60                    | -1,26                   |
| b*                                  | 22,76              | 21,08                   | 20,36                   | 27,06                   |
| a*/b*                               | 0,14               | 0,20                    | 0,03                    | -0,05                   |

Таблиця 3 — Кольоропараметричні характеристики МБКЖ

| Параметр                            | Зразок МБКЖ        |                         |                         |                         |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                                     | після виготовлення | після 30 діб зберігання | після 60 діб зберігання | після 90 діб зберігання |
| Система CIEXYZ                      |                    |                         |                         |                         |
| x                                   | 0,3355             | 0,3737                  | 0,3599                  | 0,3569                  |
| y                                   | 0,3427             | 0,3628                  | 0,3745                  | 0,3777                  |
| $\lambda$ , нм                      | 585,1              | 585,4                   | 577,7                   | 575,8                   |
| T, %                                | 34,3               | 36,3                    | 37,5                    | 37,8                    |
| P, %                                | 12,58              | 32,49                   | 34,12                   | 34,73                   |
| Спектральний колір (домінуючий тон) | жовто-помаранчевий | жовто-помаранчевий      | жовтий                  | жовтий                  |
| Система CIELab                      |                    |                         |                         |                         |
| L*                                  | 85,18              | 61,82                   | 50,68                   | 52,87                   |
| a*                                  | 4,35               | 9,17                    | 1,17                    | -0,53                   |
| b*                                  | 8,35               | 16,91                   | 16,28                   | 16,09                   |
| a*/b*                               | 0,52               | 0,54                    | 0,07                    | -0,03                   |

2) Параметри яскравості у системі CIEXYZ майже не змінюються протягом всього часу зберігання (37,2 %...40,5 % для МБКК та 34,3 %...37,8 % для МБКЖ), проте домінуюча довжина хвилі для обох МБК поступово зміщується в жовту область видимого спектру (578,9...575,5 нм для МБКК та 585,1...575,8 нм для МБКЖ).

3) Параметр чистоти тону, навпаки, зазнає значних змін протягом терміну зберігання зразків. Так для МБКК він зростає з 33,62 % до 50,75 %, а для МБКЖ — з 12,58 % до 34,73 %. Отриманих приріст свідчить на збільшення внеску домінуючого тону в загальний колір продуктів, тобто на пожовтіння зразків МБК у процесі зберігання.

4) Внесок білого тону в загальний колір обох продуктів на момент виготовлення становить приблизно 85 %, згідно параметрів світлоти (система CIELab). Проте зі збільшенням терміну зберігання кількість білого в загальній кольоровій гамі суттєво зменшується (до 57,93 % для МБКК та до 52,87 % для МБКЖ). Це свідчить про поступове потемніння продукту зі збільшенням терміну зберігання.

5) Параметри  $a^*$  і  $b^*$  у обох випадках мають значення  $> 0$ , що вказує на червоний та жовтий кольори як домінуючі для обох зразків.

На базі наведених даних можна зробити висновок, що найбільш раціональним є зберігання зразків у замороженому вигляді протягом 30 днів з моменту виготовлення, адже подальше зберігання сприятиме швидкому потемнінню поживності обох типів МБК.

Динаміку зміни мікробіологічних показників протягом зберігання наведено у табл. 4.

**Таблиця 4** — Динаміка зміни мікробіологічних показників МБК при зберіганні

| Показник                                                           | Вміст мікроорганізмів |                          |                          |                          | Нормативні документи |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
|                                                                    | Після виготовлення    | Після 30 днів зберігання | Після 60 днів зберігання | Після 90 днів зберігання |                      |
| МБKK                                                               |                       |                          |                          |                          |                      |
| Бактерії групи кишкових паличок в 0,01 г продукту                  | не виділено           |                          |                          |                          | Не допускаються      |
| Патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели, у 25 г продукту | не виділено           |                          |                          |                          | Не допускаються      |
| S. aureus в 0,01 г продукту                                        | не виділено           |                          |                          |                          | Не допускаються      |
| Мікроскопічні гриби, КУО/г                                         | 7                     | 7                        | 5                        | 4                        | 50                   |
| Дріжджі, КУО/г                                                     | 6                     | 5                        | 5                        | 3                        | 100                  |
| МБКЖ                                                               |                       |                          |                          |                          |                      |
| Бактерії групи кишкових паличок в 0,01 г продукту                  | не виділено           |                          |                          |                          | Не допускаються      |
| Патогенні мікроорганізми, у тому числі сальмонели, у 25 г продукту | не виділено           |                          |                          |                          | Не допускаються      |
| S. aureus в 0,01 г продукту                                        | не виділено           |                          |                          |                          | Не допускаються      |
| Мікроскопічні гриби, КУО/г                                         | 8                     | 7                        | 5                        | 5                        | 50                   |
| Дріжджі, КУО/г                                                     | 6                     | 5                        | 5                        | 4                        | 100                  |

Аналіз даних табл. 4 свідчить, що тривалість зберігання МБК майже не впливає на розвиток мікрофлори. Так, за умови зберігання за температури  $-20...-25^{\circ}\text{C}$  протягом 90 днів показники мікробного псування за більшістю показників не змінюються і знаходяться в межах норми. Зміни спостерігаються лише в зменшенні кількості дріжджів і мікроскопічних грибів, але вони є незначними. Отже, можна вважати, що за умови зберігання досліджуваних МБК за температури  $-20...-25^{\circ}\text{C}$ , термін зберігання не має важливого значення.

**Висновки.** Таким чином, узагальнюючи всі отримані дані про зміни якості МБК при їх зберіганні в замороженому стані, можна констатувати, що раціональним режимом зберігання розроблених концентратів є температура  $-20...-25^{\circ}\text{C}$  впродовж 30 діб. Виконання зазначених умов сприяє збереженню органолептичних та мікробіологічних властивостей МБК та уможливорює їх використання для виготовлення страв і кулінарних виробів високої якості та безпечності. Оцінювання кольоропараметричних характеристик засвідчило, що раціональним є зберігання досліджуваних продуктів протягом 30 денного терміну з моменту виготовлення. Визначений термін має на меті запобігання потемнінню і поживності концентратів і, відповідно, погіршенню їх якості. Ступінь мікробіологічної чистоти МБК визначив можливість зберігання концентратів у замороженому стані, термін зберігання не має суттєвого впливу на розвиток мікрофлори.

## Список літератури

1. Смоляр В. Основні тенденції в харчуванні населення України. *Проблеми харчування*. 2010. № 2. С. 5–9.
2. Гніцевич В. А., Юдіна Т. І. Аналіз і перспективи використання білково-вуглеводної молочної сировини в Україні. *Мат. міжнар. наук.-практ. конф. «Глобалізаційні виклики розвитку національних економік»*. Том 3. 2016. Київ, КНТЕУ. С. 673–684.
3. Гніцевич В. А., Дейниченко Л. Г. Інновації у виробництві молочно-білкових концентратів. *Мат. міжнар. наук.-практ. конф. «Туристичний, готельний і ресторанний бізнес: інновації та тренди»*. КНТЕУ, Київ. 2016. 362 с.
4. Храмов А. Г. Экспертиза вторичного молочного сырья и получаемых из него продуктов. Санкт-Петербург: ГИОРД, 2003. 120 с.
5. Гніцевич В. А., Юдіна Т. І., Дейниченко Л. Г. Технологія та біологічна цінність молочно-білкових копреципітатів. *Товари і ринки*. 2016. № 2. С. 148–158.
6. Affertsholt T., Fenger M. The Global Market for Whey and Lactose Ingredients 2014–2017. *Business Consulting*. 2017. 146 p.
7. Хмарская Н. Новости рынка ингредиентов. *Продукты & Ингредиенты*. 2015. № 9 (128). 11 с.
8. Goff, H. D. (2005). The use of thermal analysis in the development of a better understanding of frozen food stability, *Pure&Applied Chemistry*, vol. 67, no. 11, pp. 1801–1808.
9. Sa, M. M. (2014). Glass transitions and state diagrams for typical natural fruits and vegetables, *Thermochimica Acta*, no. 246, pp. 285–297.
10. Erickson, M. C., Hung Y.. (2007). Quality in frozen food, Luxembourg: Springer-science+Business media, 484 p.
11. Bai, Y., Rahman, M., Perera, C., Smith, B., Melton, L. (2001). State diagram of apple slices: glass transition and freezing curves. *Food Research International*, no. 34, pp. 89–95.
12. Telis, V. R., Sobral, P. J. (2002). Glass transitions for freeze-dried and air-dried tomato. *Food Research International*, no. 35, pp. 435–443.
13. Telis, V. R., Sobral, P. J., Telis-Romero, J. (2006). Sorption isotherm, glass transitions and state diagram for freeze-dried plum skin and pulp. *Food Science and Technology International*, vol. 12, no 3, pp. 181–187.
14. Одарченко А. Н., Сергиенко А. А. Исследование стеклования и фазовых переходов в тестовых полуфабрикатах с добавлением овощного сырья. Технологии и оборудование пищевых производств. *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. 2015. №1/6 (73). С. 57–61.
15. Nithya, D., Saravanan, M., Mohan, R., Alagusundaram, K. (2015). Influence of moisture, particle size and pulse flour composition on phase transition behavior of rice flour. *Food Science Technologies*, no. 52 (4), pp. 2485–2488.
16. Sandoval, A. Nunez, M., Muller A., Valle, G., Lourdin, D. (2009). Glass transition temperatures of a ready to eat breakfast cereal formulation and its main components by DSC and DMTA. *Carbohydrated Polymeres*, no. 76, pp. 528–534.

## References

1. Smolyar, V. (2010). Main tendencies in nutrition of the population of Ukraine [Osnovni tendentsiyi v kharchuvanni naselennya Ukrayiny]. *Problemy kharchuvannya*, No. 2, pp. 5–9.
2. Gnitsevich, V. A., Yudina, T. I. (2016). Analysis and prospects of using of protein-carbohydrate dairy raw materials in Ukraine [Analiz i perspektyvy vykorystannya bilkovo-vuhlevodnoyi molochnoyi syrovyny v Ukrayini]. *Materials of the international scientific-practical conference «Globalization Challenges for the Development of National Economies»*, KNUTE, Kyiv, Vol.3, pp. 673–684.
3. Gnitsevich, V. A., Deinychenko, L. G. (2016). Innovations in the production of milk-protein co-precipitates [Innovatsiyi u vyrobnnytvi molochno-bilkovyh koprecypitativ]. *Tourist, hotel and restaurant business: innovations and trends: abstracts of international science-practice conference*, KNUTE, Kyiv, 362 p.

4. Khramtsov, A. G. (2003). Expertise of secondary dairy raw materials and products derived from it [Ekspertiza vtorichnogo molochnogo syr'ya i poluchayemykh iz nego produktov], St. Petersburg: GIOR, 120 p.
5. Gnitsevich, V. A., Yudina, T. I., Deynichenko, L. G. (2016). Technology and biological value of milk-protein co-precipitates [Tekhnolohiya ta biolohichna tsinnist molochno-bilkovykh kopretsypitativ], *Tovary i ryinki*, No. 2, pp. 148–158.
6. Affertsholt, T., Fenger, M. (2017). The Global Market for Whey and Lactose Ingredients 2014–2017, *Business Consulting*, 146 p.
7. Khmarskaya, N. (2015). News of ingredients market [Novosti rynka ingrediyyentov]. *Produkty & ingrediyyenty*, No. 9 (128), 11 p.
8. Goff, H. D. (2005). The use of thermal analysis in the development of a better understanding of frozen food stability, *Pure & Applied Chemistry*, Vol. 67, No. 11, pp. 1801–1808.
9. Sa, M. M. (2014). Glass transitions and state diagrams for typical natural fruits and vegetables, *Thermochimica Acta*, No. 246, pp. 285–297.
10. Erickson, M. C., Hung Y.. (2007). Quality in frozen food, Luxembourg: Springer-science+Business media, 484 p.
11. Bai, Y., Rahman, M., Perera, C., Smith, B., Melton, L. (2001). State diagram of apple slices: glass transition and freezing curves, *Food Research International*, No. 34, pp. 89–95.
12. Telis, V. R., Sobral, P. J. (2002). Glass transitions for freeze-dried and air-dried tomato, *Food Research International*, No. 35, pp. 435–443.
13. Telis, V. R., Sobral, P. J., Telis-Romero, J. (2006). Sorption isotherm, glass transitions and state diagram for freeze-dried plum skin and pulp, *Food Science and Technology International*, Vol. 12, No 3, pp. 181–187.
14. Odarchenko, A. N., Serhyenko, A. A. (2015). Study of vitrification and phase transitions in test semi-finished products with the addition of vegetable raw materials [Yssledovanyie steklovaniya y fazovykh perekhodov v testovykh polufabrykatakakh s dobavlenyem ovoschnoho syr'ia], *Vostochno-Evropejskyy zhurnal peredovykh tekhnolohiy*, No.1/6 (73), pp. 57–61.
15. Nithya, D., Saravanan, M., Mohan, R., Alagusundaram, K. (2015). Influence of moisture, particle size and pulse flour composition on phase transition behavior of rice flour. *Food Science Technologies*, no. 52 (4), pp. 2485–2488.
16. Sandoval, A. Nunez, M., Muller A., Valle, G., Lourdin, D. (2009). Glass transition temperatures of a ready to eat breakfast cereal formulation and its main components by DSC and DMTA. *Carbohydrated Polymeres*, no. 76, pp. 528–534.

**Objective.** The aim of the study is to establish changes in the structure, color and microbiological parameters of milk protein concentrates (MPC) from buttermilk, which are obtained using cranberry or viburnum puree to justify the regimes and conditions of their storage.

**Methods.** The method of differential scanning calorimetry (DSC) was used to study the change in the properties of MPC with a change in storage temperature. This method is based on the analysis of phase transitions, and considers the changes in heat absorption of the samples as a function of temperature, which varies with a given speed.

The study of low-temperature phase transitions of MPC was performed on a differential scanning calorimeter to obtain information about the temperature of the phase transition, the enthalpy associated with the processes of melting, crystallization and vitrification of MBK components.

The CIE XYZ and CIELab methods were used to evaluate the color characteristics. The CIE XYZ method is based on the measurement of spectral coefficients of diffusion reflection of experimental samples ( $R_f$ , %) and mathematical processing using SFScan software. The CIELab method is based on the Hunter tricolor parameter system, which characterizes color by brightness parameters (L) and color components. Calculations for the obtained spectra were processed in SFScan software.

Microbiological evaluation of the quality of concentrates was carried out by identifying the quantitative and qualitative composition of microorganisms. Microbiological parameters were determined according to standard methods.

**Results.** On the basis of the conducted researches it is established that for maintenance of high quality of MBK in the course of storage it is rational to use a method of fast freezing to  $-20...-30^{\circ}\text{C}$

with the subsequent storage at this temperature. The phase transitions of moisture were analyzed and the changes in heat absorption of the investigated MPC samples were considered. The change of color-parametric characteristics of MPC is estimated and it is proved that it is rational to store the studied products for 30 days, at the same time no changes of samples are noted. Studies of microbiological parameters of MPC were performed and it was determined that the development of microflora was not observed under the condition of storage of concentrates in the frozen state.

**Key words:** quality preservation, milk-protein concentrates; differential scanning calorimetry; color parameters; microflora; storage.

DOI : 10.33274/2079-4827-2021-42-1-55-66

УДК 664.681.1

*Федорова Д. В., д-р техн. наук, доцент<sup>1</sup>  
Беркун П. С., магістрант<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Київський національний торговельно-економічний університет (м. Київ, Україна), e-mail: dina\_fedorova@ukr.net.

### **ВПЛИВ СУХИХ РИБОРОСЛИННИХ НАПІВФАБРИКАТІВ НА СТРУКТУРНО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА ПОКАЗНИКИ ЯКОСТІ ВИРОБІВ З ПІСОЧНОГО ТІСТА**

UDC 664.681.1

*Fedorova D. V., Grand PhD of Engineering Science,  
Associate Professor<sup>1</sup>  
Berkun P. S., Master's Degree student<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Kyiv National University of Trade and Economics (Kyiv, Ukraine), e-mail: dina\_fedorova@ukr.net.

### **INFLUENCE OF DRY FISH AND PLANT SEMI-FINISHED PRODUCTS ON STRUCTURAL-MECHANICAL PROPERTIES AND QUALITY INDICATORS OF SUGAR DOUGH PRODUCTS**

**Мета.** Вивчити вплив сухих риборослинних напівфабрикатів на структурно-механічні властивості та показники якості виробів з пісочного тіста, обґрунтувати раціональну концентрацію і технологію використання сухих риборослинних напівфабрикатів у складі печива пісочного, дослідити харчову цінність готової продукції.

**Методи.** Відбір проб і підготовку їх до дослідження здійснювали за ДСТУ ISO 6498:2006. Готові вироби оцінювали органолептично по ГОСТ 5897-90. Намокання готових виробів визначали за ГОСТ 10114-80. Ступінь penetraції тістових мас проводили за допомогою напівавтоматичному пенетрометрі «Labor». Для визначення ступеня penetraції використовували конусний індентор. За одиницю penetraції приймали 0,1 мм занурення індентора у зразок, що досліджується.

Структурно-механічні властивості тіста пісочного досліджували на еластопластометрі Толстого в режимі постійного напруження зсуву [1]. Метод базується на визначенні деформації, як зміщення, віднесеного до товщини зразка. Звичною мірою процесу є не деформація, а піддатливість, тобто деформація віднесена до дійсно діючої напруги. Піддатливість в умовах лінійної поведінки є константою і не залежить від напруги. [1].

Загальний вміст води в пробі визначали за допомогою висушування при температурі 105°C до постійної маси, вміст жиру — спалюванням наважки зразка з прожарюванням мінерального залишку в муфельній печі за температури 450...500 °C, жиру — екстракційно-ваго-

Надійшла до редакції 20.04.2021 р.

© Д. В. Федорова, П. С. Беркун, 2021