

УДК 637.238

DOI: 10.15587/1729-4061.2018.143105

## Стабілізаційна система для масляних паст на основі сухих концентратів молочного білка

О. В. Кочубей-Литвиненко, О. В. Яценко, Н. М. Ющенко, У. Г. Кузьмик

Обґрунтовано склад стабілізаційної системи для масляних паст на основі сухих концентратів молочного та сироваткових білків, що сприятиме зменшенню дефіциту білка у раціоні харчування сучасної людини та дозволить додатково підвищити збалансованість складу масляної пасти.

Із урахуванням функціонально-технологічних характеристик, умов гелеутворення та синергізму до складу стабілізаційної системи введено полісахариди – карагінан та гуарову камідь.

Досліджено динаміку градієнту граничного напруження білкових та білково-полісахаридних систем для масляних паст. Встановлено, що гелі на основі сухого концентрату молочного білка є пластичними системами, мають достатню міцність та тиксотропні властивості. Для зниження кількісного вмісту стабілізаційної системи у виробництві масляної пасти із структурним каркасом, подібним до вершкового масла, до складу системи було введено карагінан. Але збільшення його концентрації зумовлювало утворення міцно зшитих гелів, непридатних для виробництва масляних паст. Підвищити стійкість системи до циклів «заморожування – розморожування» дозволяє введення гуарової камеді. За показником граничного напруження при змінній швидкості деформації модельних зразків встановлено раціональне співвідношення складових стабілізаційної системи. До її складу входять: концентрат молочного білка: концентрат сироваткових білків: гуарова камедь: карагінан у співвідношенні 10,0:3,0:0,3:0,05.

Визначено раціональну концентрацію стабілізуючого компоненту на основі знежиреного молока, яка становила 13,35 %.

Визначено показник активності води модельних зразків обраних стабілізуючих речовин та сумішей у визначених співвідношеннях. Доведено, що стабілізуючі речовини виявляють виражені вологоутримуючі властивості, які підвищуються при їхньому комбінуванні.

Доведено ефективність розробленої системи за показниками активності води та ентальпії системи. Показник активності води для масляної пасти з масовою часткою жиру 40 % становив 0,981, що є близьким до відповідного показника вершкового масла з масовою часткою жиру 72,5 % (контроль) – 0,979. Показник ентальпії масляної пасти становив 61,35 Дж/г, контролю – 61,13 Дж/г. Це пояснюється додатковим зв'язуванням вологи функціональними групами компонентів білково-полісахаридного комплексу та свідчить про термодинамічну стабільність масляної пасти.

Визначено ефективність застосування розробленої системи у технології масляних паст: показник термостійкості масляної пасти з масовою часткою

жиру 40 % становив 0,87 (контроль – 0,91), розмір краплинок водної фази на зрізі не перевищував 0,2 мм

*Ключові слова: масляна паста, концентрат молочного білка, концентрат сироваткового білка, білково-полісахаридний комплекс*

## **1. Вступ**

Одним із основних завдань молокопереробної галузі промисловості є виробництво якісних та безпечних продуктів, що відповідають сучасним вимогам нутриціології. Малорухомих спосіб життя, складна екологічна ситуація, відсутність основних поживних речовин в харчуванні людини спричиняють порушення обміну речовин, що в подальшому супроводжується збільшенням ваги, призводить до ожиріння, серцево-судинних та низки інших захворювань. Тому сьогодні виникає необхідність обмеження споживання продуктів із високою калорійністю, особливо на основі тваринних жирів.

Одним із шляхів вирішення проблеми є розробка технології аналогів висококалорійних продуктів харчування із співвідношенням поживних компонентів, максимально наближеним до науково обґрунтованих норм.

До таких продуктів належать масляні пасти, що позиціонуються як низькокалорійні аналоги вершкового масла. Масляні пасти – продукти із масовою часткою жиру від 40,0 до 49,9 %, що можуть являти собою емульсію як оберненого «вода у жирі», так і змішаного типу «вода у жирі» та «жир у воді». Відповідно до міжнародних стандартів [1] такі продукти мають назву молочні спреди, або напівжирне масло [2].

Оскільки масляні пасти характеризуються підвищеним вмістом молочної плазми, для забезпечення належних структурно-механічних властивостей, органолептичних показників продуктів та стабільності упродовж зберігання потребується додаткове використання функціонально-технологічних інгредієнтів. Цілеспрямоване комбінування дозволяє максимально ефективно використовувати властивості окремих складових багатокomпонентних молочних продуктів [3]. Тому розробка стабілізаційних систем для масляних паст як складних емульсійних систем є актуальною, оскільки дозволить отримати продукти із заданою структурою – від аналогічної класичному вершковому маслу до пастоподібної – та підвищити економічну ефективність виробництва.

## **2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми**

Знижений вміст жиру визначає особливості формування структури масляних паст. Так, при збільшенні частки плазми зростає її значимість у формуванні структури вершкового масла. Важливим елементом структури таких продуктів є наявність великої кількості безперервних тонких прошарків молочної плазми, що пронизують увесь моноліт. Стабілізація водної фази у рідкому жирі досягається наявністю механічної міцності міжфазних адсорбційних шарів, що утворюються білками молочної плазми та іншими поверхнево-активними речовинами на обох поверхнях. Сукупність великої кількості міжфазних адсорбційних шарів, що володіють механічною міцністю, пов'язаних з обома фазами, розглядають як другу структуру таких продуктів [4]. Тому розробка стабілізацій-

них систем для масляних паст дозволить цілеспрямовано регулювати структуру готових продуктів та забезпечити її стабільність під час зберігання.

Для стабілізації структури низькожирних продуктів пропонується використання желатину, похідних целюлози, пектину, комплексних стабілізаційних систем Хамульсіон, Палсгаард, до складу яких входять гідроколоїди – каррагенан, ксантанова й гуарова камеді, модифікований крохмаль тощо, що дозволяє отримувати масляні пасти із різною структурою [5, 6, 7]. Але найбільша вагова частка серед компонентів таких стабілізаційних систем зазвичай належить модифікованому крохмалю. Використання у основі стабілізаційних систем молочного білка дозволить не тільки стабілізувати структуру масляної пасти, а й сприятиме підвищенню біологічної цінності продукту та дозволить частково компенсувати нестачу білка у раціоні харчування сучасної людини.

Перспективним у цьому напрямі є використання концентрату сироваткових білків, що є найбільш збалансованим за амінокислотним складом серед більшості білків і поступається хіба що білку курячого яйця. Крім того, використання сухого концентрату сироваткових білків дозволяє отримати більш пластичні гелі, що надають продуктам ніжності при тактильних відчуттях [8]. Крім того, сироваткові білки виявляють емульгуючі властивості, що є важливим для використання у складі жирових продуктів, та мають високу біологічну цінність, тому можуть слугувати додатковим збагачуючим компонентом. Так, відомий спосіб виробництва масляної пасти із використанням концентрату сироваткових білків, отриманого методом ультрафільтрації [9]. Встановлено, у продукті утворюється подвійний структурний каркас, сформований сироватковими білками та кристалами гліцеридів молочного жиру. Але використання у складі продукту тільки сухого концентрату сироваткових білків обумовлює більш м'яку пластичну консистенцію масляної пасти, що обмежує вибір виду тари для фасування продукту. Крім того, при підвищенні вмісту вологи у масляній пасті, що вимагатиме збільшення кількості введення концентрату сироваткових білків, є небезпека появи стороннього присмаку продукту. Тому доцільним є комбінування концентрату сироваткових білків з більш активними структуроутворювачами.

Чисельними дослідженнями доведено ефективність спільного використання казеїну та сироваткових білків, що дозволяє підвищити біологічну цінність композиційної суміші, поліпшити емульгуючі та вологоутримуючі властивості системи [10]. Хоча сумісне використання цих білків дозволяє отримати продукт із консистенцією, подібною до класичного вершкового масла, вартість такої стабілізаційної системи є достатньо високою, що негативно позначиться на економічних показниках виробництва.

З метою підвищення ефективності стабілізаційної системи до її складу вводять компоненти–синергісти. У цьому напрямі широко відомі ефекти взаємодії молочних білків та окремих полісахаридів, зокрема карагінану та галактомананів [11]. Тому з метою зниження собівартості розробленої стабілізаційної системи до її складу доцільним є введення полісахаридів – активних структуроутворювачів, що виявляють синергізм при взаємодії із молочним білком та виконують технологічну функцію: карагінан та гуарова камедь.

Відомо, карагінан за наявності білка не тільки утворює слабкий гель, а й формує додаткову структуру за рахунок безпосередньої взаємодії із позитивно зарядженими амінокислотами та через двовалентні іони – із негативно зарядженими амінокислотами білків на поверхні міцел казеїну. Крім того, карагінан має здатність запобігати втраті вологи продуктом під час зберігання [12].

Гелі гуарової камеді, хоча і не є надто міцними, але характеризуються високою стабільністю до циклів «заморожування – розморожування» [13]. Оскільки масляну пасту передбачено зберігати у тому числі і за від'ємних температур, до складу стабілізаційної системи доцільним є введення компоненту, що виявляє стійкість при заморожуванні.

Таким чином, розробка стабілізаційних систем на основі білково-полісахаридних комплексів дозволить цілеспрямовано формувати структуру масляних паст та сприятиме підвищенню біологічної цінності продуктів.

### **3. Ціль та задачі дослідження**

Метою роботи є розроблення стабілізаційної системи для емульсійних молочних продуктів з підвищеної біологічної цінності.

Для досягнення мети було поставлено наступні задачі:

– обґрунтувати вибір компонентів стабілізаційної системи для масляної пасти та визначити раціональне співвідношення компонентів стабілізаційної системи;

– дослідити показник активності води білково-полісахаридного комплексу за різних співвідношень компонентів та масляної пасти з його використанням;

– довести ефективність використання розробленої стабілізаційної системи у технології масляної пасти за аналізом показників ентальпії, термостійкості, розподілом вологи та органолептичними властивостями.

### **4. Матеріали та методи дослідження**

#### **4. 1. Досліджувані матеріали та обладнання, що використовувались в експерименті**

Дослідження здійснювали в межах науково-дослідної роботи (НДР) «Наукові засади розроблення ресурсощадних технологій білоквмісних поліфункціональних концентратів для харчових продуктів цільового призначення» (№ держреєстрації 0117U001243), Україна.

В основі стабілізаційної системи для масляної пасти використано концентрат молочного білка, масовою часткою сухих речовин 85 % та концентрат сироваткових білків масовою часткою сухих речовин 96 %, отримані методом ультрафільтрації.

З метою підвищення ефективності стабілізаційного комплексу за рахунок синергізму взаємодії білків та полісахаридів передбачено використання карагінану та гуарової камеді.

Оскільки основою стабілізаційної системи буде слугувати комплекс молочних білків, з метою використання синергічної взаємодії було застосовано каппа-карагінан Е-407. Карагінан нерозчинний у молоці за температури 20 °С,

але виявляє загущуючі та гелеутворюючі властивості при нагріванні до 80 °С. Для кращого розчинення каппа-карагінан використовувався у суміші із калій хлоридом.

Модельні зразки готували на основі знежиреного молока (масова частка білка 3,2 %). Для цього компоненти у визначених умовах досліду кількостях змішували у сухому вигляді, при безперервному перемішуванні додавали до знежиреного молока, підігрітого до температури 35...40 °С, масу якого визначали із розрахунку отримання суміші загальною масою 100 г (співвідношення компонентів варіювали залежно від умов конкретного досліду, пробопідготовка була однаковою) Суміш при безперервному перемішуванні нагрівали до (82±2) °С з подальшим охолодженням до (20±2) °С.

Реологічні властивості модельних зразків визначали на ротаційному віскозиметрі «Реотест 2» (ГРАНАТ, Росія) з вимірювальною системою циліндр – циліндр S/N шляхом зняття кривих кінетики деформації (течії).

Вимірювання проводили за температури 20 °С. Вимірювальний циліндр (ротатор) N обирали з таким розрахунком, щоб градієнтний шар розповсюджувався на всю товщину шару продукту, розміщеного в кільцевому зазорі вимірювального пристрою віскозиметра. Вимірювання напруги зсуву  $\theta$  (Па) проводили за 12-ма значеннями градієнта швидкості зсуву  $\gamma$  у діапазоні від 0 до 100 с<sup>-1</sup> під час прямого і зворотного ходу. Для цього знімали показники  $\alpha$  при максимальному куті відхилення стрілки на шкалі приладу [14].

Напругу зсуву (Па) розраховували за формулою:

$$\theta = Z \cdot \alpha,$$

де  $Z$  – константа циліндра, Па/поділку шкали приладу;  $\alpha$  – вимірюваний показник, кількість поділок за шкалою приладу.

Дослідження активності води ( $A_w$ ) (відносної вологості, %) здійснювали на аналізаторі активності води «HygroLab 2» (Rotronic, Швейцарія) за температури 20 °С в діапазоні вимірювання 0...1  $A_w$  (0...100 % rh) [15].

Прилад «HygroLab 2» (Rotronic, Швейцарія) (рис. 1) – настільний лабораторний аналізатор вологості та температури з дисплеєм і клавішами управління, до якого підключаються одночасно від 1 до 4 зондів активності води. Аналізований зразок відбирається в контейнер та поміщається до вимірювальної камери. Зверху встановлюється зонд активності води. Цикл вимірювань триває 3–5 хв, після чого на дисплеї відображаються значення активності води і температури для кожного зонда.



Рис. 1. Лабораторний аналізатор «HygroLab 2»

Термостійкість вершкового масла та масляної пасту визначали термостатуванням відібраного спеціальним щупом зразка діаметром 20 мм і висотою 20 мм за температури  $(30 \pm 1)^\circ\text{C}$  протягом  $(120 \pm 5)$  хв із подальшим вимірюванням діаметра зразка. Коефіцієнт термостійкості визначали як відношення початкового діаметра циліндра (20 мм) до кінцевого (після термостатування). Термостійкість вважається доброю за значення коефіцієнта  $\geq 0,86$ , задовільною – від 0,70 до 0,85 та незадовільною, якщо цей показник становитиме  $\leq 0,70$  [16].

##### **5. Результати досліджень масляних паст з білково-полісахаридним комплексом**

Одним із основних показників ефективності використання стабілізуючих речовин є здатність формувати структуру. При внесенні концентрату молочного білка у підігріте до температури  $35 \dots 40^\circ\text{C}$  знежирене молоко у кількості 15 мас. % утворювалась густа пластична маса внаслідок гідратації поверхневих шарів казеїнових міцел та поступового відновлення структури казеїнової міцели. При подальшому нагріванні ступінь гідратації дрібнодиспергованих частинок казеїну підвищувалась, процесу гелеутворення не відбувалось, система втрачала структурну міцність.

Структурування системи можна забезпечити введенням багатоосновних солей – фосфорнокислих чи лимоннокислих солей калію або натрію. Для даної серії досліджень був використаний натрій триполіфосфат. Дія таких солей пов'язана з адсорбцією аніонів на поверхні білка. Аніони фосфорної чи лимонної (або інших багатоосновних) кислот при цьому збільшують негативний заряд білка і підвищують його гідрофільні властивості. Крім того, катіони солей (натрій і калій) вступають з білками у обмінні реакції, в результаті чого малорозчинний параказеїнат кальцію частково переходить у легко розчинний казеїнат натрію (калію) [17].

Для підвищення ефективності стабілізаційної системи пропонується комбінування сухого концентрату молочного білка з каппа-карагінаном. Визначено раціональне співвідношення між сухим концентратом молочного білка (СКМБ) та карагінаном у складі стабілізаційної системи. Для цього було вироблено модельні зразки такого складу (на 100 г зразка): до 15,0 г СКМБ додавали 1,0 г су-

хої солі триполіфосфату натрію та карагінану в кількості від 0,025 до 0,100 г з інтервалом у 0,025 г (в суміші із сухим калій хлоридом (харчовим) у співвідношенні 3:1). Встановлено, що із збільшенням дози введення карагінану в'язкість підвищувалась пропорційно кількості карагінану, при охолодженні відбувалось формування гелеподібної структури.

Залежність градієнту напруження від швидкості деформації модельних зразків за різних співвідношень СКМБ та карагінану наведена на рис. 2 (за контроль було використано масло вершкове із масовою часткою жиру 72,5 %).

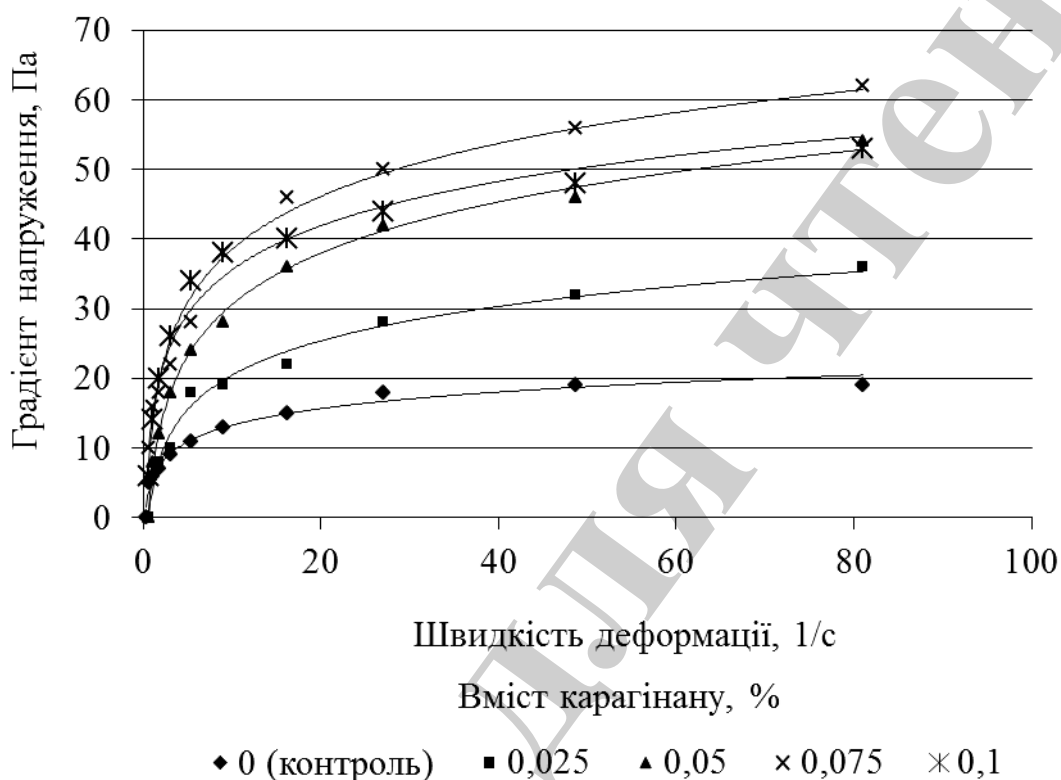


Рис. 2. Залежність напруження зсуву від швидкості деформації модельних зразків на основі знежиреного молока, стабілізованих СКМБ та карагінаном

Встановлено, що за концентрації карагінану не вище 0,05 % міцної просторової структури не утворюється, система є пластичною і буде органічно поєднуватись з жирною основою. За збільшення дози введення карагінану щільність структури зростає і за концентрації 0,1 % утворюється просторова структура білково-полісахаридного гелю, що піддається руйнуванню за механічних навантажень. Градієнт напруження на зсув на початкових швидкостях зростає, після чого майже не збільшується, що свідчить про руйнування структури білково-полісахаридного гелю. Введення структурованої системи до масляної пастки погіршуватиме тактильне сприйняття продукту. Тому раціональним є співвідношення СКМБ: карагінан 15,0: 0,075.

Наступним етапом стало визначення раціональної кількості концентрату сироваткових білків, отриманих ультрафільтрацією (КСБ-УФ) у складі стабілізаційної системи.

Для визначення раціонального співвідношення СКМБ: карагінан: КСБ-УФ було виготовлено модельні зразки, компоненти яких змішували у співвідношеннях, наведених у табл. 1. Після цього компоненти змішували із знежиреним молоком у кількості, необхідній для отримання зразка загальною масою 100 г.

Таблиця 1

Загальна характеристика структури модельних зразків на основі знежиреного молока, стабілізованих СКМБ, карагінаном та КСБ-УФ

№ з/п	Вміст компонента, мас. %			
	СКМБ	триполіфосфат натрію	карагінан	КСБ-УФ
1	15,0	1,5	0,075	1,5
2	15,0	1,5	0,075	3,0
3	15,0	1,5	0,075	4,5
4	15,0	1,5	0,075	6,0

Отримані модельні зразки характеризувались однорідною желеподібною, щільною та достатньо пластичною консистенцією. При збільшенні вмісту КСБ-УФ понад 4,5 % консистенція ставала надто щільною та дещо втрачала пластичність.

Залежність градієнту напруження від швидкості деформації модельних зразків за різного вмісту КСБ-УФ у складі системи наведена на рис. 3.

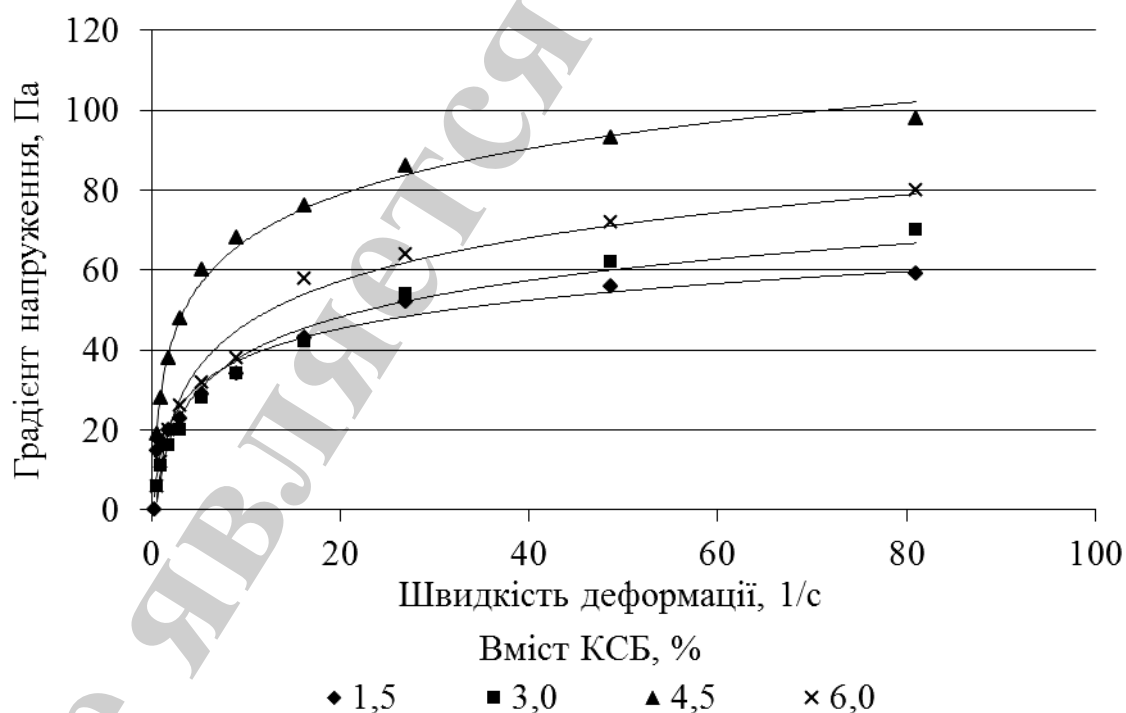


Рис. 3. Залежність напруження зсуву модельних зразків на основі знежиреного молока, стабілізованих СКМБ, карагінаном та КСБ-УФ



Встановлено, що модельні зразки характеризувались подібними залежностями показника градієнта напруження від швидкості деформації; це свідчить про утворення пластичних гелів.

Із збільшенням вмісту КСБ-УФ понад 4,5 % спостерігається зниження показника градієнта напруження за усією шкалою швидкості деформації, що свідчить про зменшення міцності структури гелю за рахунок введення КСБ-УФ. Тому для подальших досліджень прийняте таке співвідношення компонентів: СКМБ: карагінан: КСБ-УФ – 15,0:0,075:4,5.

З метою зниження вартості стабілізаційної системи до її складу пропонується введення гуарової камеді, здатної утворювати достатньо щільні пластичні гелі, стійкі до циклів «заморожування – розморожування». Для визначення раціонального співвідношення чотирьохкомпонентної системи готували зразки відповідно до умов табл. 2. Масова частка суміші компонентів стабілізаційної системи у модельному зразку становила 10,0%. Процес приготування зразків здійснювали аналогічно описаному вище.

Таблиця 2

Загальна характеристика структури модельних зразків на основі знежиреного молока, стабілізованих СКМБ, карагінаном, КСБ-УФ та гуаровою камеддю

№ з/п	Вміст компонента, %				
	СКМБ	триполіфосфат натрію	карагінан	КСБ-УФ	гуарова камідь
1	10,0	1,0	0,05	3,0	0,1
2	10,0	1,0	0,05	3,0	0,2
3	10,0	1,0	0,05	3,0	0,3
4	10,0	1,0	0,05	3,0	0,4

Залежність градієнту напруження від швидкості деформації модельних зразків за різних співвідношень СКМБ, карагінану (КАР), КСБ-УФ та гуарової камеді (ГУАР) наведена на рис. 4.

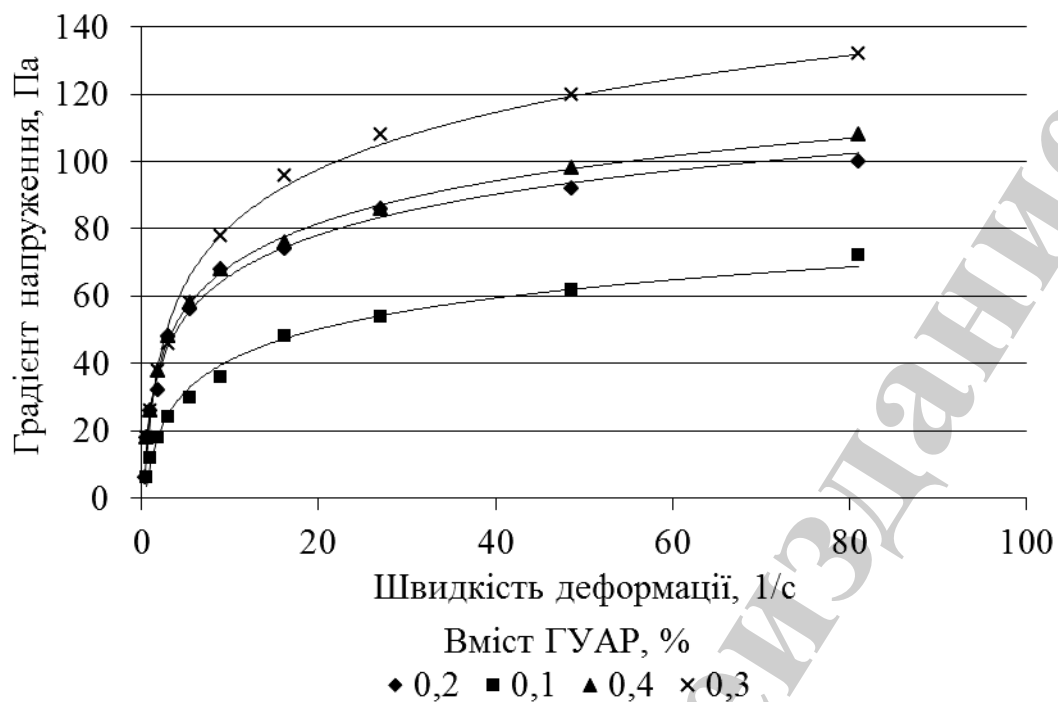


Рис. 4. Залежність напруження зсуву модельних зразків на основі знежиреного молока, стабілізованих СКМБ, карагінаном, КСБ-УФ та гуаровою камеддю

Встановлено, що з підвищенням вмісту гуарової камеді у складі стабілізаційної системи до 0,3 % показник градієнту напруження збільшувався у середньому на 60 Па. При подальшому підвищенні вмісту гуарової камеді до 0,4 % значення показника градієнта напруження знижувалось. Оскільки при приготуванні модельних зразків використовувалась стала кількість суміші стабілізуючих компонентів (10,0 %), збільшення частки гуарової камеді обумовлювало зниження частки усіх інших компонентів, зокрема карагінану, що негативно позначалось на показнику градієнта напруження.

Досліджено показник активності води білково-полісахаридного комплексу за різних співвідношень компонентів та масляної пасти з його використанням. Склад модельних зразків гелів стабілізуючих компонентів, їх сумішей та масляної пасти з масовою часткою жиру 40,0 %, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом, наведено у табл. 3.

Таблиця 3

Показник активності води білково-полісахаридного комплексу за різних співвідношень компонентів та масляної пасти з його використанням

Найменування компонента	Вміст компонента, %					
	у зразку №					
	1	2	3	4	5	6
Концентрат молочного білка (масова частка сухих речовин 85 %)	15,0	15,0	15,0	10,0	15,0	4,48
Концентрат сироваткових білків, отриманий ультрафільтрацією	–	–	4,5	3,0	4,5	1,35

(масова частка сухих р-н 96 %)						
Триполіфосфат натрію	1,5	1,5	1,5	1,0	1,5	0,45
Калій хлорид харчовий	–	0,025	0,025	0,002	0,025	0,008
Карагінан	–	0,075	0,075	0,050	0,075	0,022
Гуарова камедь	–	–	–	0,3	0,45	0,14
Масло вершкове (масова частка жиру 72,5 %)	–	–	–	–	–	55,17
Молоко знежирене (масова частка жиру 0,05 %)	85,0	83,4	78,9	85,7	78,45	38,38
Всього	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Значення показника активності води модельних зразків гелів стабілізуючих компонентів, сумішей та масляної пасти, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом, наведено на рис. 5. У якості контролю використано масло вершкове з масовою часткою жиру 72,5 %.

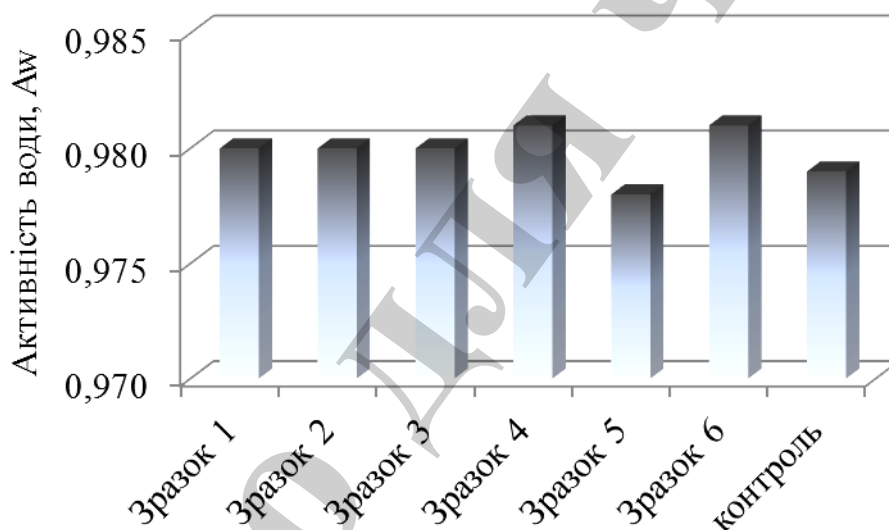


Рис. 5. Активність води модельних зразків гелів стабілізуючих компонентів, їх сумішей та масляної пасти, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом

Аналізуючи дані рис. 5, можна зробити висновок, що стабілізуючі речовини виявляють вологозв'язуючі властивості, зменшуючи показник активності води модельних сумішей. Зі збільшенням концентрації модельного розчину (зразок 4 – 14,352 г/100 г, зразок 5 – 20,050 г/100 г) за збереження визначеного співвідношення компонентів стабілізаційної системи показник активності води зразка 5 був нижчим порівняно із відповідним показником зразка 4. Але при подальшому використанні модельного зразка 5 у виробництві масляної пасти спостерігалась неоднорідність консистенції продукту із вкрапленнями щільних частинок. Такий ефект можна пояснити недостатньою кількістю вільної вологи, необхідної для належного просторового розташування функціональних груп білково-полісахаридного комплексу.

Ентальпія системи зростала із введенням до складу системи стабілізуючих речовин (рис. 6).

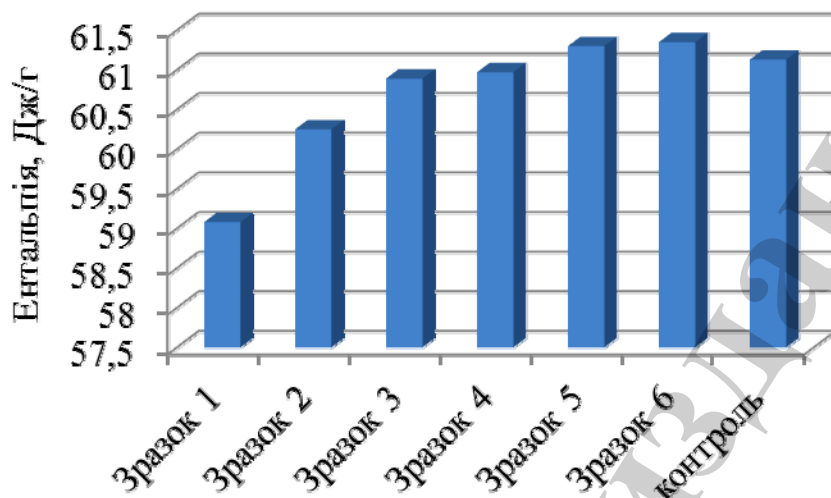


Рис. 6. Ентальпія модельних зразків гелів стабілізуючих компонентів, їх сумішей та масляної пасти, стабілізованої білково-полісахаридним комплексом

Найбільше зростання показника ентальпії відбувається при введенні до складу системи, що обумовлюється утворенням міцного каркасу каппа-казеїн – карагінан. Показник ентальпії масляної пасти є дещо вищим, ніж у вершковому маслі, що пов'язано із додатковим зв'язуванням вологи масляної пасти компонентами стабілізаційної системи. Таким чином, масляна паста, вироблена із використанням розробленого білково-полісахаридного комплексу, є достатньо термодинамічно стійкою системою, що забезпечуватиме стабільність показників якості продукту під час зберігання.

Визначено показник термостійкості виробленої відповідно до умов таблиці 4 масляної пасти, що становив 0,87 (контроль – 0,91). Масляна паста характеризувалась чистим, приємним, властивим вершковому маслу смаком та ароматом, однорідною, ніжною пластичною консистенцією, із добрим розподілом вологи – без видимих краплинок плазми на зрізі при прикладанні листа фільтрувального паперу, просоченого бромфенолблау.

#### **6. Обговорення результатів досліджень розробки стабілізаційного комплексу для масляних паст**

На підставі аналізу результатів експериментальних досліджень обґрунтовано склад білково-полісахаридного комплексу для масляних паст із масовою часткою жиру 40 %. За основу обрано сухі концентрати молочного та сироваткових білків, які виявляють вологоутримуючі та структуроутворюючі властивості. Крім того, білковий комплекс слугуватиме збагачуючим компонентом, який дозволить підвищити збалансованість складу масляної пасти та сприятиме зменшенню дефіциту білка у раціоні харчування сучасної людини.

Присутність КСБ-УФ надає продуктам ніжної пластичної консистенції за рахунок високої дисперсності сироваткових білків та особливостей гелеутворення.

З метою максимального використання функціональних можливостей стабілізуючих речовин обґрунтовано склад білково-полісахаридного комплексу із використанням синергістів молочних білків – карагінану та гуарової камеді. У якості допоміжних речовин використані: для підвищення гідрофільності молочних білків – триполіфосфат натрію, для створення оптимальних умов гелеутворення карагінану – калій хлорид харчовий.

Визначено раціональне співвідношення компонентів стабілізаційної системи СКМБ:КСБ-УФ: карагінан: гуарова камідь – 10,0:3,0:0,05:0,3 – за градієнтом граничного напруження модельних розчинів білково-полісахаридних гелів.

З метою підтвердження ефективності розробленої стабілізаційної системи та прогнозування здатності до зберігання масляної пасти з її використанням було досліджено показник активності води. Доведено, що додавання знежиреного молока до масляної пасти не підвищує показник активності води. Масляна паста з масовою часткою жиру 40 % характеризується таким же показником активності води, що і масло вершкове з масовою часткою жиру 72,5 %. Це пояснюється додатковим зв'язуванням вологи функціональними групами компонентів білково-полісахаридного комплексу. Зниження активності води сприятиме уповільненню мікробіологічних процесів, що відбуваються під час зберігання і спричиняють псування продуктів. Тобто, відносно низьке значення активності води масляної пасти дає підстави для подальших досліджень мікробіологічних показників масляних паст з метою обґрунтування режимів та термінів зберігання, наближених до відповідних умов для масла вершкового.

За показником термостійкості, органолептичними властивостями та розподілом вологи масляна паста, вироблена із використанням розробленої стабілізаційної системи, може позиціонуватись як низькокалорійний аналог вершкового масла.

Таким чином, результатом проведених наукових досліджень стала розробка стабілізаційної системи для масляних паст зі структурою, аналогічною вершковому маслу. Залучення більш широкого ряду стабілізуючих компонентів дозволить отримати масляні пасти із заданими структурно-механічними властивостями.

Подальшого вивчення потребують питання закономірностей кристалізації гліцеридів молочного жиру у присутності складових стабілізаційної системи та подальшого формування структури масляних паст із різною масовою часткою жиру.

## **7. Висновки**

1. Обґрунтовано вибір компонентів стабілізаційної системи для масляної пасти. За основу було взято СКМБ-УФ та КСБ-УФ та полісахариди карагінан та гуаровау камедь, здатні виявляти ефект синергізму при взаємодії з білком .

2. Визначено раціональне співвідношення компонентів стабілізаційної системи – СКМБ: КСБ-УФ: карагінан: гуарова камідь – 10,0:3,0:0,05:0,3.

3. Встановлено термодинамічну стабільність масляної пасти з білково-полісахаридним комплексом за показником активності води та ентальпії системи. Для масляної пасти з масовою часткою жиру 40 % показники активності води та ентальпії системи становили 0,981 та 61,35 Дж/г відповідно. Для масла вершкового з масовою часткою жиру 72,5 % (контроль) – 0,979 та 61,13 Дж/г відповідно.

4. Доведено ефективність використання розробленої стабілізаційної системи у технології масляних паст: показник термостійкості масляної пасти з масовою часткою жиру 40 % становив 0,87 (контролю – 0,91), розмір краплинок водної фази на зрізі не перевищував 0,2 мм.

### Література

1. Codex Alimentarius: Standard 279–1971. URL: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
2. Codex Alimentarius: Standard 253–2006. URL: <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius>
3. Гуляев-Зайцев С. С. Роль молочной плазмы в формировании структуры и консистенции низкокалорийного масла // Молочная промышленность. 1986. № 12. С. 24–28.
4. Ipsen R. Microparticulated whey proteins for improving dairy product texture // International Dairy Journal. 2017. Vol. 67. P. 73–79. doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2016.08.009>
5. Топникова Е. В. Изучение эффективности использования стабилизаторов структуры при выработке сливочного масла пониженной жирности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2004. № 5. С. 23–26.
6. Топникова Е. В. Особенности формирования структуры сливочного масла пониженной жирности // Хранение и переработка сельхозсырья. 2005. № 2. С. 34–37.
7. Богданова Н. С. Модифицированные крахмалы для производства плавящихся сырных продуктов // Материалы международной научно-практической конференции «Современные проблемы техники и технологии пищевых производств». Барнаул, 2013. С. 87–90.
8. Ковтун Ю. А. Дослідження процесу водопоглинання концентратом сироваткових білків та мікроструктури його розчину // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. 2014. № 2. С. 72–78.
9. Siseen D. The why, where and when of hydrocolloids // The word of food ingredients. 2017. P. 34–36.
10. De Boer R. Future proteins for application success // The word of food ingredients. 2017. P. 42–46.
11. Zhu Y., Bhandari B., Prakash S. Tribo-rheometry behaviour and gel strength of κ-carrageenan and gelatin solutions at concentrations, pH and ionic conditions used in dairy products // Food Hydrocolloids. 2018. Vol. 84. P. 292–302. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.06.016>
12. Arltoft D., Madsen F., Ipsen R. Relating the microstructure of pectin and carrageenan in dairy desserts to rheological and sensory characteristics // Food Hy-

drocolloids. 2008. Vol. 22, Issue 4. P. 660–673. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.01.025>

13. The influence of basil seed gum, guar gum and their blend on the rheological, physical and sensory properties of low fat ice cream / Javidi F., Razavi S. M. A., Behrouzian F., Alghooneh A. // *Food Hydrocolloids*. 2016. Vol. 52. P. 625–633. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.08.006>

14. Structure stabilization of fermented-milk pastes / Pasichnyi V., Yushchenko N., Mykoliv I., Kuzmyk U. // *Ukrainian Food Journal*. 2015. Vol. IV, Issue 3. P. 431–439.

15. Сукманов В. А. Активность воды как фактор микробиологической активности в сливочном масле, обработанном высоким циклическим давлением // *Scientific works of UFT Volum LIX «Food science, engineering and technologies»*. 2012. С. 409–415.

16. Подковко О. А. Исследование показателей структуры и консистенции масляной пасты // *Scientific works of University of Food Technologies*. 2014. № 2. С. 163–166.

17. Reduction of Sodium and Fat Levels in Natural and Processed Cheeses: Scientific and Technological Aspects / Johnson M. E., Kapoor R., McMahon D. J., McCoy D. R., Narasimmon R. G. // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2009. Vol. 8, Issue 3. P. 252–268. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00080.x>

Тільки для