

Дана робота присвячена дослідженню структурних та морфологічних характеристик жирових систем, збагачених діацилгліцерином, методами ядерного магнітного резонансу та поляризаційної мікроскопії. Отримано математичну модель процесу

Ключові слова: діацилгліцерини, вміст твердої фази, поліморфні модифікації

Данная работа посвящена исследованию структурных и морфологических характеристик жировых систем, обогащенных диацилглицеринами, методами ядерного магнитного резонанса и поляризационной микроскопии. Получена математическая модель процесса

Ключевые слова: диацилглицерины, содержание твердой фазы, полиморфные модификации

This article covers the investigation of structural and morphological properties of diacylglycerol enriched fat systems by nuclear magnetic resonance and polarization microscopy methods. The mathematical models of the processes were designed

Key words: diacylglycerols, solid fat content, polymorphic modification

ДОСЛІДЖЕННЯ СТРУКТУРНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ЖИРОВИХ СИСТЕМ ПРИ ЗБЕРІГАННІ

П. О. Некрасов

Доктор технічних наук, професор*
E-mail: nekrasov2007@gmail.com

О. В. Подлісна

Аспірант*
Кафедра технології жирів та продуктів бродіння
E-mail: podlesnayalena@rambler.ru

О. П. Некрасов

Кандидат технічних наук, професор
Кафедра фізичної хімії**
E-mail: nekrasov@kpi.kharkov.ua

Я. М. Таратун

Аспірант
*Кафедра технології жирів та продуктів бродіння
**Національний технічний університет «Харківський
політехнічний інститут»
вул. Фрунзе, 21, м. Харків, Україна, 61002
Контактний тел.: (057) 707-63-64

На сьогоднішній день високі споживчі вимоги до якості та вартості харчових продуктів зобов'язують спеціалістів галузі шукати нові нетрадиційні шляхи вирішення технологічних проблем, що здатні задовольнити запити різних категорій населення, а також забезпечити рентабельну роботу підприємств у ринкових умовах. Не стала виключенням й олійно-жирова промисловість, зокрема виробництво жирових емульсійних систем профілактичного призначення. Функціональні властивості вказаних жирових продуктів обумовлюються наявністю у їх складі певних активних компонентів – діацилгліцеринів (ДАГ). Результати проведених нами досліджень [1] показали, що маргаринові емульсії, збагачені ДАГ, проявляють гіпохолестеринемічні, гіпотриацилгліцеринемічні, антиатерогенні та антиоксидантні властивості, і можуть використовуватись як харчові продукти лікувально-профілактичного призначення для зменшення ризику виникнення захворювань, пов'язаних з порушенням ліпідного обміну. Консистенція та структура вказаних функціональних продуктів головним чином

залежать від фізичних характеристик рецептурних жирів, основними з яких є морфологія кристалів та вміст твердої фази (ВТФ) за різних температур. Останній показник обумовлює органолептику маргаринових систем, легкість до намазування та впливає на процес проступання олії на поверхні маргарину, що є однією з важливих характеристик їх використання у кулінарії [2]. Так, при застосуванні маргаринів у випічці для запобігання процесу відділення олії вміст твердої фази повинен складати не менш 10 % та 8 % при температурах 20 °С і 25 °С відповідно [3].

Якщо говорити про морфологічні особливості жирів, то слід підкреслити, що великі за розміром кристали так званої β-форми в результаті росту та поліморфних перетворень під час зберігання можуть бути причиною крихкої та зернистої консистенції [4]. В той час як домінування у жировій структурі кристалів β'-модифікації, які менші за розміром, забезпечують продукту гладку та глянцевою поверхню.

В теперішній час недостатньо інформації щодо впливу діацилгліцеринів на текстуру та консистенцію

функціональних продуктів. Тому вивчення процесів структуроутворення відповідних жирових систем є актуальним.

Метою даної роботи було дослідження структурних та морфологічних властивостей жирових основ маргарину, збагачених діацилгліцеридами, в процесі зберігання.

В експерименті використовували жирові основи маргарину, склад яких представлений на рис. 1. Як зразки зіставлення використовувались модельні жирові системи маргаринів, виготовлених за традиційною рецептурою.

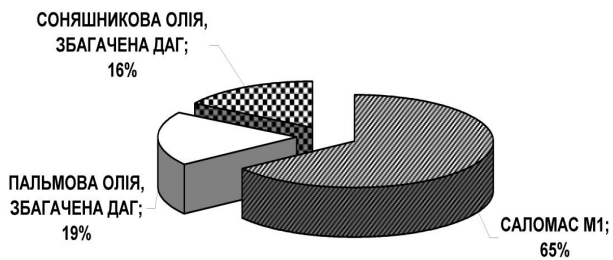


Рис. 1. Склад жирової основи маргарину

Отримані зразки жирової основи з загальним вмістом діацилгліцеринів від 0 до 28 % (обумовлено рецептурою) зберігали при температурах від 5 °С (температура холодильника) до 25 °С (кімнатна температура) з шагом 5 °С протягом 12 тижнів. На початку та наприкінці строку зберігання встановлювали вміст твердої фази при двох температурах – 5 та 25 °С. Передумовою вибору вказаних температур вимірювання стало те, що намащуваність «з холодильника» обумовлюється вмістом твердої фази при 5 °С. В той час як при 25 °С продукт повинен добре зберігати форму, не втрачати пластичності після заморожування та подальшого розморожування.

Вміст твердої фази визначався методом ядерного магнітного резонансу (середнє значення трьох паралельних вимірювань). Для дослідження було використано імпульсний ЯМР спектрометр Minispec mq40 (виробник – фірма Bruker, Німеччина), що мав робочу частоту 40 МГц. За отриманими даними розраховували змінення вмісту твердої фази за наведеним виразом:

$$\Delta VT\Phi = VT\Phi_{\text{кінц}} - VT\Phi_{\text{поч}} \quad (1)$$

де $\Delta VT\Phi$ – абсолютне змінення вмісту твердої фази, %; $VT\Phi_{\text{поч}}$ та $VT\Phi_{\text{кінц}}$ вміст твердої фази на початку експерименту та через 12 тижнів зберігання відповідно, %.

Для обробки експериментальних даних щодо результатів моніторингу за вмістом твердої фази у досліджуваних жирових системах було використано ме-

тоди регресійного та дисперсійного аналізу у пакеті SPSS Statistics 19 (IBM Company). В результаті було встановлено, що залежності змінення вмісту твердої фази при 5 °С та 25 °С від кількості діацилгліцеринів та температури зберігання визначаються узагальненим рівнянням:

$$VT\Phi_{\text{кінц}} = VT\Phi_{\text{поч}} + a \cdot e^{-b \cdot f + c} + m \cdot \ln(\sqrt{t}) \quad (2)$$

де f – вміст ДАГ, % мас.; t – температура зберігання, °С; a , b , c , m – константи рівняння.

Виходячи з наведеного рівняння (2) можна сказати, що вміст твердої фази при зберіганні має експоненціальну залежність від кількості діацилгліцеринів у жировій системі, і логарифмічну – від температури зберігання.

Чисельні значення констант рівняння (2), наведено у таблиці 1.

Таблиця 1

Значення констант для теоретичного розрахунку вмісту твердої фази при зберіганні

Температура, °С	a	b	c	m
5	1,038	0,039	0,961	1,231
25	2,547	0,028	-0,001	1,456

Адекватність отриманих моделей перевірялась методом дисперсійного аналізу, представленого в таблицях 2 – 3.

Таблиця 2

Дисперсійний аналіз моделі (температура вимірювання 5 °С)

	Сума квадратів, SS	Ступінь свободи, df	Середнє значення квадрата, MS	F-критерій	Рівень значущості, p
Регресія	505,339	4	126,335	3303,399	0,0004
Залишкова варіабельність	1,377	36	0,038		
Загальна сума	506,716	40			
Відкоректоване загальне	19,303	39			
Регресія відносно відкоректованого загальне	505,339	4	126,335	255,255	0,0075
Коефіцієнт кореляції $R^2 = 0,994$					

Проаналізувавши дані, представлені в таблицях 2 та 3 можна сказати, що отримані моделі адекватно описують експеримент.

У графічному вигляді рівняння (2) для двох температур представлено на рис. 2, 3.

Таблиця 3

Дисперсійний аналіз моделі (температура вимірювання 25 °С)

	Сума квадратів, SS	Ступінь свободи, df	Середнє значення квадрата, MS	F-критерій	Рівень значущості, p
Регресія	728,667	4	182,167	4528,172	0,0003
Залишкова варіабельність	1,448	36	0,041		
Загальна сума	730,115	40			
Відкоректоване загальне	12,791	39			
Регресія відносно відкоректованого загальне	728,667	4	182,167	555,447	0,0053
Коефіцієнт кореляції $R^2 = 0,996$					

гом всього строку зберігання спостерігається збільшення вмісту твердої фази. Проте в жирових основах маргаринів, збагачених діацилгліцеринами приріст кількості твердих гліцеридів є меншим у порівнянні з жировими системами, виготовленими за традиційною рецептурою. Наприклад, при температурі зберігання 10 °С в жирових основах, збагачених діацилгліцеринами на 20 %, вміст твердої фази за абсолютним значенням збільшився приблизно на 3,2 % (рис. 2). В той час як при кількості діацилгліцеринів у жировій системі 4 % за тих же умов абсолютне зміння вмісту твердих гліцеридів склало 4,8 %.

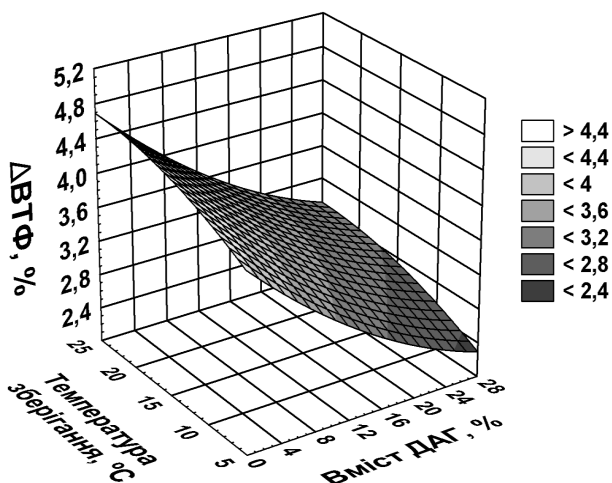


Рис. 2. Залежність зміння вмісту твердої фази від кількості ДАГ та температури зберігання (температура вимірювання 5 °С)

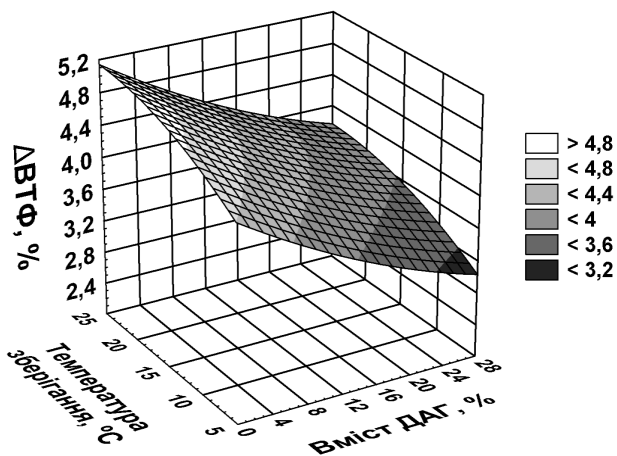


Рис. 3. Залежність зміння вмісту твердої фази від кількості ДАГ та температури зберігання (температура вимірювання 25 °С)

У подальшому, з використанням методу поляризаційної мікроскопії було проведено аналіз мікроструктури модельних жирових систем після їх виготовлення та через кожні чотири тижні зберігання при температурі 25 °С. Дослідження проводились за допомогою поляризаційного мікроскопу МПД-1, обладнаного цифровою фотокамерою Sony DSC-W30 (SONY CORP., SDPV).

Для отримання мікрофотографій 10 мг жиру наносили на попередньо охолоджену скляну платівку та покривали накривним склом. Після чого досліджуваний зразок поміщали на предметний столик мікроскопу, температура якого контролювалася за допомогою термоелектричному модулю Пельтьє РМ-40х40-53 і підтримувалася на рівні +5 °С.

Результати дослідження мікроструктури жирових основ представлено у таблиці 4.

Таблиця 4

Мікроструктура жирових основ		
Термін зберігання, тижні	Жирова основа, збагачена ДАГ	Жирова основа виготовлена за традиційною рецептурою
Нульовий		
Четвертий		
Восьмий		
Дванадцятий		

Аналіз графічних даних рис. 2 та рис. 3 свідчить про те, що у досліджуваних системах протя-

Інтерпретація даних мікроскопічного дослідження (табл. 4) дає змогу зробити висновок про те, що у жирових системах, виготовлених за традиційною рецептурою, в процесі зберігання спостерігається значне збільшення розмірів кристалів у порівнянні з кристалічною структурою жирових основ, збагачених діацилгліцерином. Особливо помітно це проявляється при аналізі мікроструктури досліджуваних жирових систем на 12 тижні зберігання: великі кристалічні агломерації кристалів β -форми домінують у зразках жирової основи традиційного маргарину; переважним типом кристалів жирової основи, збагаченої ДАГ, є кристали β' -поліморфної модифікації.

Отримані результати пояснюються тим, що при використанні діацилгліцеринів у складі жирових систем відбувається уповільнення процесу переходу поліморфної модифікації $\beta' \rightarrow \beta$ при зберіганні. В свою чергу, інгібування процесу трансформації низькоплавкої кристалічної структури у високоплавку перешкоджає накопиченню кристалів жиру та, як

наслідок, відображається на незначному збільшенні вмісту твердої фази у системі при зберіганні.

Висновки

В результаті проведених досліджень з використанням математичної обробки даних було доведено, що введення діацилгліцеринів в рецептури жирових продуктів, зокрема маргаринів, позитивно впливає на їх консистенцію та структуру при зберіганні. Присутність діацилгліцеринів у системі стримує процес росту кристалічної маси, що в свою чергу перешкоджає виникненню так званого процесу пост-твердіння жирів, при якому текстура жирових продуктів стає дуже твердою та крихкою.

Отримана математична модель дозволяє прогнозувати змінення вмісту твердої фази у маргаринах функціонального призначення в залежності від кількості діацилгліцеринів та температури зберігання.

Література

1. Некрасов, П. О. Дослідження фізіологічних властивостей емульсійних систем, збагачених діацилгліцерином [Текст] / П. О. Некрасов, Т. В. Горбач, О. В. Подлісна // Вопросы химии и химической технологии. – 2010. – № 4. – С. 55–58.
2. Lai, O. Physical and textural properties of an experimental margarine prepared from lipase-catalysed transesterified palm stearin: palm kernel olein mixture during storage [Текст] / O. Lai, H. Ghazali, C. France, C. Chong // Food Chemistry. – 2000. – Vol. 71, № 2. – P. 173–179.
3. Bell, A. Effects of composition on fat rheology and crystallization [Текст] / A. Bell, M. H. Gordon, W. Jirasubkunakorn, K. W. Smith // Food Chemistry. – 2007. – Vol. 101, № 2. – P. 799–805.
4. Rousseau, D. The influence of chemical interesterification on the physicochemical properties of complex fat systems. 2. Morphology and polymorphism [Текст] // D. Rousseau, A. G. Marangoni, R. Jeffrey // JAOCS. – 1998. – Vol. 75, № 12. – P. 1833–1839.

Представлені результати дослідження впливу солей четвертинних амонієвих основ на процеси відстоювання шламу розсоочистки у содовому виробництві

Ключові слова: відстоювання, шлам, розсоочистка, полімери, флокулянти

Представлены результаты исследования влияния солей четвертичных аммониевых оснований на процессы отстаивания шлама рассолоочистки в содовом производстве

Ключевые слова: отстаивание, шлам, рассолоочистка, полимеры, флокулянти

The results of study of the effect of salts of quaternary ammonium bases on the processes of sedimentation of sludge in brine soda production were presented.

Key words: sedimentation, sludge, brine, polymers, flocculants

УДК 661.323:661.422

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОЛЕЙ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ АММОНИЕВЫХ ОСНОВАНИЙ НА ПРОЦЕССЫ ОТСТАИВАНИЯ ШЛАМА РАССОЛООЧИСТКИ

А. И. Посторонко

Кандидат технических наук, доцент
Заведующий кафедрой химической технологии неорганических веществ
Украинская инженерно-педагогическая академия
ул. Университетская, 16, г. Харьков, Украина, 61003
конт. тел. (06262) 33334
E-mail: uipa2005@ukr.net