

УДК 637.2

SCIENTIFIC BASIS FOR EMULSION COMPOSITION INTENDED FOR NORMALIZATION OF MILK- CONTAINING PRODUCTS

I. Ustymenko, N. Breus, G. Polischuk

*National University of Food Technologies***Key words:**

Emulsion
Blend oil
Emulsifier
Sodium caseinate

Article history:

Received 01.07.2016
Received in revised form
15.07.2016
Accepted 22.08.2016

Corresponding author:

I. Ustymenko

E-mail:

ustymenko_igor@mail.ru

ABSTRACT

The emulsion composition containing complex food emulsifiers of different nature is presented in the article. Blended oil having a balanced fatty acid composition was used as a fat component. Emulsions were prepared using T-2 oleophilic emulsifier and sodium caseinate at different proportions. The size of fat globules was chosen as an indicator of the quality of emulsions. The chemical composition of emulsions with fat mass fraction of 30—50 % was enhanced using mathematical methods. Emulsions with high sedimentation stability are recommended to be used as fat concentrates for new types of fat-containing products.

НАУКОВЕ ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ЕМУЛЬСІЙ, ПРИЗНАЧЕНИХ ДЛЯ НОРМАЛІЗАЦІЇ МОЛОКОВІСНИХ ПРОДУКТІВ

І.М. Устименко, Н.М. Бреус, Г.Є. Поліщук

Національний університет харчових технологій

У статті науково обгрунтовано склад емульсій з комплексом харчових емульгаторів різної природи. Як жировий компонент застосовано купажовану олію, збалансовану за жирнокислотним складом. Емульсії одержували з використанням олеофільного емульгатора марки Т-2 і казеїнату натрію за їх різного співвідношення. Як показник якості емульсій обрано розміри жирових кульок. За допомогою математичних методів оптимізовано хімічний склад емульсій з масовою часткою жиру від 30 до 50 %. Емульсії з високою седиментаційною стійкістю рекомендовані як жирові концентрати для використання у складі нових видів жировмісних продуктів.

Ключові слова: емульсія, олія купажована, емульгатор, казеїнат натрію.

Постановка проблеми. Для виробництва молоковісних продуктів (спредів, морозива, сметанних і сирних продуктів тощо) рослинні олії і замінники молочного жиру попередньо диспергують перемішуванням або рециркуляцією у знежиреному молоці для одержання відносно стійких у часі емульсій. Для значного підвищення селиментаційної стійкості емульсій застосовують

олеофільні поверхнево-активні речовини та гомогенізують нормалізовані суміші за допомогою спеціального обладнання, зокрема гомогенізаторів клапанного типу [1—3].

Стійкими у часі і технологічно придатними для виробництва молоковмісних продуктів є емульсії, середній діаметр жирових кульок яких не перевищує 2 мкм [4—5]. На ступінь дисперсності жирової фази в емульсіях впливають такі чинники: масова частка і природа жиру й емульгатора, способи та умови диспергування, технічні характеристики диспергуючого обладнання та ін. Для одержання емульсій з високим ступенем дисперсності жирової фази насамперед необхідно оптимізувати склад емульсій з різним вмістом жирового компонента [6—7]. Нарівні з емульгаторами, які мають гідрофільно-ліпофільний баланс у межах від 5 до 10, для максимально можливої стабілізації емульсій прямого типу також широко використовують природні високополімери — молочні білки [8]. У разі застосування комплексу емульгаторів різної природи для кожної дисперсної системи потребує уточнення співвідношення між складовими компонентами, які виявляють поверхнево-активну і стабілізуючу дію.

Одержувані гомогенні і стійкі в часі жирові концентрати можна застосувати як нормалізаційні компоненти для виробництва молоковмісних продуктів. Перевагою такого способу нормалізації харчових систем комбінованого складу є можливість виключення з технологічної схеми процесу гомогенізації нормалізованих сумішей, що дасть змогу скорочувати його тривалість і заощаджувати витрати енергоресурсів.

Метою дослідження є наукове обґрунтування складу емульсій з різним вмістом жиру для застосування у технологіях молоковмісних продуктів.

Матеріали і методи. За попередніми результатами досліджень для стабілізації емульсій з масовою часткою жирового компонента від 30 до 50 % авторами доведено найбільшу технологічну ефективність емульгатора Т-2 і казеїнату натрію.

Емульгатор Т-2 є сумішшю ефірів полігліцерину і харчових вищих жирних кислот, реалізується для харчової промисловості з індексом Е475. Гідрофільно-ліпофільний баланс емульгатора Т-2 становить 10. Його рекомендований вміст у складі низькожирних спредів, кремів, сметанних, сирних продуктів і згущених консервів складає від 0,25 до 0,50 %.

Як білковий емульгатор використовували сухий казеїнат натрію з масовою часткою білка 88,5 % виробництва «China Chem» (Китай), а як жиророзчинний поверхнево-активний агент застосовували олеофільний емульгатор марки Твердий (Т-2), що виготовляється в Україні на підприємстві НПП «Електрогазохім».

Для проведення дослідження застосовували купажану олію, збалансовану за жирнокислотним складом («олія соєва:олія пальмова» за співвідношення 60:40), з температурою плавлення 12—14 °С (відповідно до ДСТУ 4536:2006).

Грубодисперсні модельні системи об'ємом по 1000 см³ одержували за допомогою лабораторної мішалки пропелерного типу з діаметром перемішувального пристрою 40 мм і частотою обертів 600 хв⁻¹. Емульгування здійснювали впродовж 10 хв за температури (65±2) °С з подальшою гомогенізацією одержуваних грубодисперсних емульсій на гомогенізаторі-диспергаторі

моделі 15M-8TA «Lab Homogenizer & Sub-Micron Disperser» (GAULIN CORPORATION, Massachusetts, USA).

Для порівняння ефективності жиро- та водорозчинного емульгаторів за їх різного співвідношення розраховували середній діаметр жирових кульок (d_{cp}) за результатами мікроскопіювання 50—100-кратно розведених дистильованою водою емульсій за збільшення 15×40 з подальшим статистичним обробленням одержаних даних.

Для оптимізації складу емульсій застосовували математичний пакет MathCad 15. За функцію відгуку обрано середній діаметр жирових кульок емульсій, що були гомогенізовані за температури 60...65 °C та раціонального тиску:

- для емульсій з м.ч.ж. 30 % — на рівні 9,0...10,0 МПа;
- для емульсій з м.ч.ж. 40 % — 8,5...9,5 МПа;
- для емульсій з м.ч.ж. 50 % — 8,0...9,0 МПа.

Вміст казеїнату натрію (y) варіювали у межах від 0 до 6 %, вміст емульгатора Т-2 (x) — у межах від 0,15 до 0,75 %.

Результати і обговорення. Функціональні залежності $y=f(x,y)$ у вигляді двовимірних поліномів п'ятого степеня одержували шляхом апроксимації експериментальних даних $f=\varphi(x,y)$. Результати апроксимації дійсні в межах зміни аргумента (в інтервалі варіації факторів x та y) та є математичними моделями, які описують вплив різних за природою емульгаторів за їх змінного співвідношення на дисперсність жирової фази в емульсіях різної жирності, що з достатньою точністю відтворюють досліджувані закономірності $y=f(x,y)$.

У середовищі MathCad 15 одержані рівняння регресії у вигляді поліномів 5-го порядку та графічні моделі у вигляді 3D площин, які описують залежність середнього діаметра жирових кульок у заданих діапазонах зміни масових часток емульгатора Т-2 і казеїнату натрію.

Рівняння регресії мають такий вигляд:

- для емульсії з масовою часткою жиру 30 %:

$$d(x,y)=+0,164x+66,334y-3,923xy-0,041x^2-409,035y^2+0,998x^2y+4,543xy^2-2,783x^2y^2-0,011x^3+1076,943y^3+7,242xy^3+0,072x^3y+1,865x^2y^3-0,001x^3y^2-0,001x^4-1299,952y^4-0,006x^4y-9,657xy^4+0,002x^5+588,877y^5;$$

- для емульсії з масовою часткою жиру 40 %:

$$d(x,y)=+0,801x+71,385y-8,482xy-0,216x^2-426,47y^2+21,054xy^2+0,709x^2y-1,652x^2y^2+0,057x^3+1101,11y^3-20,631xy^3+0,826x^2y^3+0,036x^3y^2+0,041x^3y+7,221xy^4-0,011x^4-1308,043y^4-0,006x^4y+0,001x^5+584,293y^5;$$

- для емульсії з масовою часткою жиру 50 %:

$$d(x,y)=+0,164x+80,606y-4,972xy-0,769x^2-465,947y^2-1,504x^2y+16,087xy^2+0,624x^2y^2+0,376x^3+1183,075y^3+0,33x^3y-17,446xy^3+0,886x^2y^3-0,237x^3y^2-0,076x^4-1395,21y^4-0,01x^4y+4,554xy^4+0,005x^5+622,069y^5.$$

Похибка апроксимації ϵ (відхилення експериментальних даних від математичної моделі) для всіх трьох систем не перевищує 0,01.

Графіки залежності середнього діаметра жирових кульок від масових часток емульгаторів в емульсіях різної жирності, апроксимуючі площини та рекомендовані діапазони вмісту емульгуючих речовин, за яких одержано середній діаметр жирових кульок не вищий за 2 мкм, наведено на рис. 1 і 2.

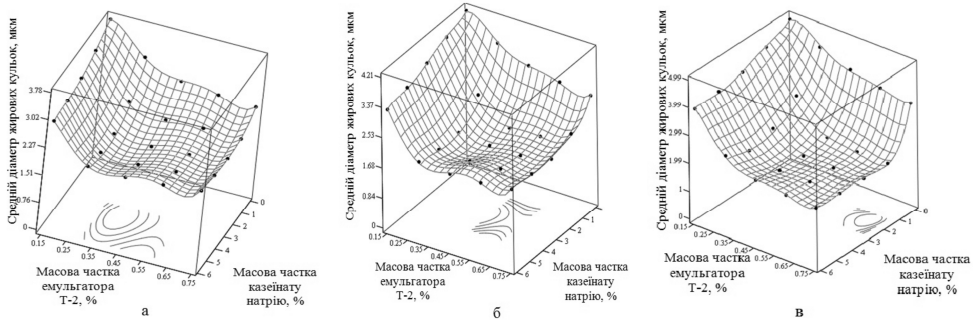


Рис. 1. Графіки залежностей розмірів жирових кульок від масових часток емульгуючих речовин, апроксимуючі площини і рекомендовані діапазони вмісту емульгуючих речовин в емульсіях жирністю 30 % (а), 40 % (б) і 50 % (в)

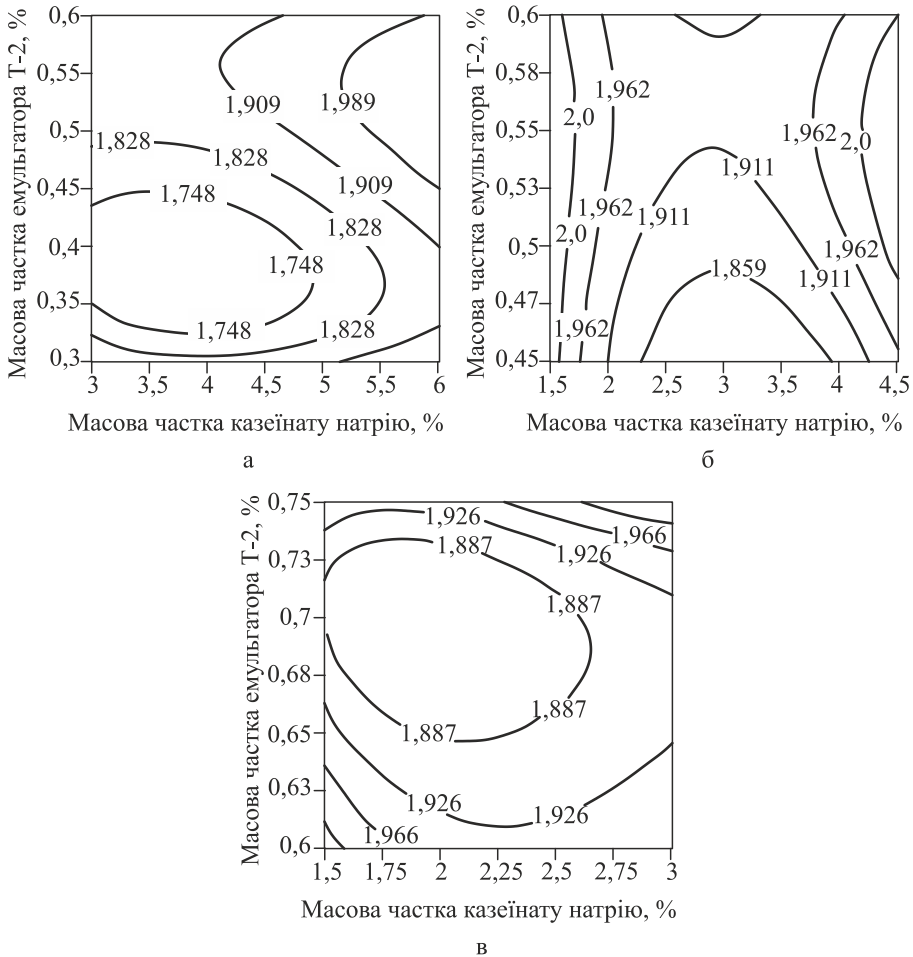


Рис. 2. Графіки ліній постійних значень рекомендованих діапазонів вмісту емульгуючих речовин в емульсіях 30 % (а), 40 % (б) та 50 % (в)

Рекомендовані діапазони незалежних змінних, які забезпечують досягнення максимального технологічного ефекту у системах з різним вмістом жиру, наведено у табл. 1.

Таблиця 1. Рекомендовані діапазони вмісту незалежних змінних емульгатора Т-2 (x) і казеїнату натрію (y) у складі емульсій різної жирності

Масова частка жиру в емульсії, %	Рекомендований діапазон вмісту емульгатора Т-2, %	Рекомендований діапазон вмісту казеїнату натрію, %
30	$3,00 \leq x \leq 6,00$	$0,30 \leq y \leq 0,60$
40	$1,50 \leq x \leq 4,50$	$0,45 \leq y \leq 0,60$
50	$1,50 \leq x \leq 3,00$	$0,60 \leq y \leq 0,75$

Відповідно до результатів дослідження, наведених у табл. 1, прослідковується така закономірність: зі зміною вмісту жиру в емульсіях відбувається зміна співвідношення між олеофільним і гідрофільним емульгаторами для одержання максимального технологічного ефекту. Так, у разі підвищення вмісту диспергованого жиру необхідно більше олеофільного емульгатора через суттєве збільшення площі поділу фаз «жир/плазма», на якій має утворитися мономолекулярний шар поверхнево-активної речовини. У той же час, за більшого вмісту водного дисперсійного середовища, потрібне додаткове внесення казеїнату натрію. Цей ефект, імовірно, пов'язаний з необхідністю більшого загущення водної фази, що сприяє стабілізації утворених жирових кульок завдяки запобіганню відстоювання дисперсних жирових часточок, що в цілому співвідноситься з даними інших дослідників [9—10].

Результати проведеного дослідження мають практичну значимість, оскільки оптимізація хімічного складу емульсій дозволить одержувати у виробничих умовах дрібнодисперсні жировмісні системи для нормалізації сумішей з комбінованим складом сировини.

Висновки

1. Науково обгрунтовано склад емульсій прямого типу з комплексом харчових емульгаторів різної природи за допомогою одержаних рівнянь регресії у вигляді поліномів 5-го порядку та графічних моделей у вигляді 3D площин.

2. Розраховано рекомендовані діапазони вмісту емульгатора Т-2 і казеїнату натрію для емульсій з масовою часткою жиру 30, 40 і 50 %, що дозволяють одержувати жирові кульки з середнім діаметром не більше 2 мкм.

3. Підтверджено доцільність застосування емульгаторів різної природи для одержання дрібнодисперсних емульсій. Виявлено, що у разі підвищення вмісту жиру у досліджуваних системах збільшується потреба в олеофільному емульгаторі, а за більшого вмісту водного дисперсійного середовища потрібне додаткове внесення казеїнату натрію.

4. Результати дослідження можуть бути застосовані у виробничих умовах для одержання дрібнодисперсних харчових емульсій з різним вмістом жиру для застосування у складі молоковомісних продуктів.

Література

1. *Твердохлеб А.В.* О производстве спредов с точки зрения маслодела / А.В. Твердохлеб // Продукты & Ингредиенты. — 2008. — № 5. — С. 64—67.

2. Ересько Г.А. Эффективное оборудование для производства технологически стойких жировых эмульсий / Г.А. Ересько, С.С. Гуляев-Зайцев, С.И. Кимачинский, С.А. Наризный // Молочна промисловість. — 2008. — № 4 (47). — С. 55—57.
3. Vlaseva R. Study the stability of emulsions produced by complete replacement of milk fat with soybean oil / R. Vlaseva, M. Ivanova // Journal of EcoAgriTourism. — 2012. — Vol. 8, #. 2. — P. 275—279.
4. Hur S.J. Influence of initial emulsifier type on microstructural changes occurring in emulsified lipids during in vitro digestion / S.J. Hur, E.A. Decker, D.J. McClements // Food Chemistry. — 2009. — Vol. 114, Iss. 1. — P. 253—262.
5. Канюкова О.И. Разработка технологии сметанного продукта с регулируемым жирно-кислотным составом / Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. — Санкт-Петербург, 2004. — 20 с.
6. Кузнецов С.А. Определение гидрофильно-липофильного баланса ПАВ на основе растительных масел и полиэтиленгликолей / С.А. Кузнецов, Н.И. Кольцов // Вестник Чувашиского университета. — 2006. — № 2. — С. 17.
7. Pradines V. Adsorption of porotein-surfactant complexes at the water/oil interface / V. Pradines, V.B. Fainerman, E.V. Aksenenko, J. Kragel, W. Wustneck, R. Miller // Langmuir. — 2011. — Vol. 27, # 3. — P. 965—971.
8. Шаволина М.А. Изучение влияния структурообразователей на стойкость молочнокислотной эмульсии в производстве сырного продукта / М.А. Шаволина, О.Б. Шуняева, М.И. Лопатина // Проблемы техногенной безопасности и устойчивого развития [Электронный ресурс]: Сб. науч. ст. молодых ученых, аспирантов и студентов / ФГБОУ ВПО «ТГТУ». — Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2015. — Вып. VI. — С. 117—120.
9. Surel C. Composition and structure of interface impacts texture of O/W emulsions / C. Sural, J. Fouquier, N. Perrot, A. Mackie, C. Garnier, A. Riaublanc, M. Anton // Food Hydrocolloids. — 2014. — Vol. 34. — P. 3—9.
10. Gülseren İ. Interactions at the interface between hydrophobic and hydrophilic emulsifiers: Polyglycerol polyricinoleate (PGPR) and milk proteins studied by drop shape tensiometry / İ. Gülseren, M. Corredig // Food Hydrocolloids. — 2012. — Vol. 29, Iss. 1. — P. 193—198.

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОСТАВА ЭМУЛЬСИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ НОРМАЛИЗАЦИИ МОЛОКОСОДЕРЖАЩИХ ПРОДУКТОВ

И.Н. Устименко, Н.Н. Бреус, Г.Е. Полищук

Национальный университет пищевых технологий

В статье научно обоснован состав эмульсий с комплексом пищевых эмульгаторов различной природы. В качестве жирового компонента использовалось купажированное масло, сбалансированное по жирнокислотному составу. Эмульсии получали с использованием олеофильного эмульгатора марки Т-2 и казеината натрия с различным соотношением. Как показатель качества эмульсий избран размер жировых шариков. С помощью математических методов оптимизирован химический состав эмульсий с массовой долей жира от 30 до 50 %. Эмульсии с высокой седиментационной устойчивостью рекомендованы как жировые концентраты для использования в составе новых видов жиросодержащих продуктов.

Ключевые слова: эмульсия, купажированное масло, эмульгатор, казеинат натрия.