

## REASONING FOR TECHNOLOGICAL MODES OF NEW KINDS OF BUTTER PASTE PRODUCTION

O. Podkovko

National University of Food Technologies

<b>Key words:</b> <i>Butter paste</i> <i>Emulsifiers</i> <i>Plant functional-technological ingredients</i>	<b>ABSTRACT</b> The technological modes of butter formation process while obtaining butter paste with a composition of domestic fat-soluble emulsifiers ('Ester-A', 'Polyglycerol polyricinoleate 03') and plant functional-technological ingredients (red beet criopowder, flax meal, inulin from chicory) are scientifically reasoned in this article. The dependence of the efficiency of plasma dispersing on the new kinds of paste, as well as main technological factors and variable parameters are investigated. The mathematical model for the dependence of sizes of plasma droplets in the butter paste with different chemical compositions on the product temperature at the exit, process duration and the frequency of electric-gear rotations in the butter making-machine is also developed in this article.
<b>Article history:</b> Received 03.07.2016 Received in revised form 05.08.2016 Accepted 26.08.2016	
<b>Corresponding author:</b> O. Podkovko <b>E-mail:</b> oa_podkovko@mail.ru	

## ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ ВИРОБНИЦТВА НОВИХ ВИДІВ МАСЛЯНОЇ ПАСТИ

О.А. Подковко

Національний університет харчових технологій

У статті обґрунтовано технологічні режими процесу маслоутворення під час одержання масляної пасту із композицією вітчизняних жиророзчинних емульгаторів («Естер-А», «Полігліцерол полірицинолеат 03») та з рослинними функціонально-технологічними інгредієнтами (криопорошок із буряка, лляне борошно, інулін із цикорію). Досліджено залежність ефективності диспергування плазми у нових видах паст від основних технологічних чинників за змінних параметрів. Розроблено математичну модель залежності розмірів краплинок плазми у масляних пастах різного хімічного складу від температури продукту на виході, тривалості процесу і частоти обертів електроприводу маслоутворювача.

**Ключові слова:** масляна паста, емульгатори, рослинні функціонально-технологічні інгредієнти.

**Постановка проблеми.** Сучасним перспективним напрямком розвитку харчової промисловості є розроблення технології низькокалорійних харчових продуктів підвищеної біологічної цінності. Масляна паста — це молочний

продукт на емульсійно-жировій основі із масовою часткою жиру 39—49 %, що виробляється з молока та молочних продуктів із можливим використанням стабілізаторів і емульгаторів для формування належних показників структури й консистенції. Зниження енергетичної цінності і підвищення вмісту речовин білково-лецитинового комплексу дозволяють віднести масляну пасту до групи продуктів підвищеної біологічної цінності.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** На сьогодні існує різноманітний асортимент масляних паст вітчизняного і зарубіжного виробництва [1—3]. Зокрема, у ВНДІМС розроблено та науково обґрунтовано склад і технологію масляної пасти з різними смаковими наповнювачами: медом, какао, цикорієм, фруктово-ягідними, овочевими й грибними добавками. З метою формування стійкої і дрібнодисперсної структури у їх складі передбачено застосування емульгаторів (дистильованих моногліцеридів ПО-90, м'яких моногліцеридів М-90, «Палсгаард-0291», «Дімодан-ОТ» тощо), а також стабілізаційних систем («Хамульсіони QTWB і QNA», «Фламожен AFR», «Палсгаард 5232» тощо) [4, 5]. Крім того, тривають дослідження щодо розроблення технологій кисловершкових масляних паст зі споживчими характеристиками, близькими до вершкового масла традиційного складу.

Авторами статті розроблено технологію масляної пасти без наповнювачів із застосуванням вітчизняних жиророзчинних емульгаторів марок «Естер-А» і «Полігліцерол полірицинолеат 03» (НВП Електрогазохім, Україна). Встановлено, що використання емульгатора «Естер-А» сприяє підвищенню пластичності, запобігає відділенню вільної вологи, утворенню крихкої, крупінчастої, шаруватої і рихлої консистенції, а емульгатор «Полігліцерол полірицинолеат 03» ефективно стабілізує емульсійну структуру продукту.

Науковцями Національного університету харчових технологій під керівництвом проф. Т.О. Рашевської розроблено нові види масляної пасти з комплексами біологічно-активних рослинних мікронутрієнтів, що включають інулін, фруктозу, цикорій, насіння льону, сироп із квітів липи, калини, чорниці, порошки з моркви і банана [6, 7]. За результатами органолептичної оцінки доведено, що вказані комплекси добре поєднуються з масляною пастою і сприяють формуванню пластичної консистенції продукту.

Авторами розроблено технологію масляної пасти із рослинними функціонально-технологічними інгредієнтами: кріопорошком із буряка, лляним борошном, інуліном із цикорію. У попередніх дослідженнях доведено, що внесення вказаних рослинних компонентів сприяє утворенню високої термостійкості продукту, формуванню пластичної консистенції із переважанням коагуляційних зв'язків, гальмуванню окисних процесів упродовж зберігання, збагаченню мінерального складу пасти [8, 9].

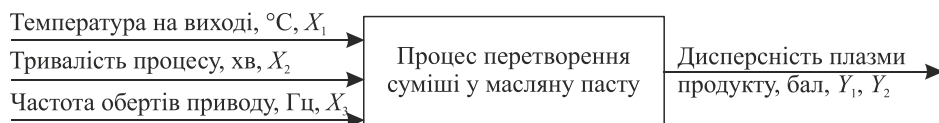
Масляну пасту з масовою часткою жиру 42 %, у тому числі з функціонально-технологічними рослинними компонентами, передбачено виробляти методом перетворення високожирних вершків, що забезпечує ефективне диспергування водної фази, низьке бактеріальне обміненіння і короткочасність виробничого циклу, на відміну від методу сколочення. Основним процесом у даній технології, який забезпечує рівномірний розподіл вологи і формування пластичної консистенції в готовому продукті, є перетворення суміші у масляну

пасту в масло утворювачі, тому необхідно визначити оптимальні режими маслоутворення, що дозволить забезпечити отримання пасти із високими показниками якості та мінімізувати витрати матеріальних ресурсів на її виробництво.

**Мета статті.** Науково обґрунтувати технологічні режими виробництва нових видів масляної пасти методом перетворення високожирних вершків.

**Матеріали і методи.** Об'єкт досліджень — процес перетворення суміші у масляну пасту. Моделювання процесу проведено із застосуванням лабораторного поршневого маслоутворювача періодичної дії з електричним приводом. Як параметр оптимізації обрано дисперсність краплинок плазми пасти з композицією жиророзчинних емульгаторів без наповнювачів ( $Y_1$ ) і з функціонально-технологічними рослинними інгредієнтами ( $Y_2$ ), що залежить від таких факторів впливу: температури пасти на виході ( $X_1$ ), тривалості процесу ( $X_2$ ), частоти обертів електроприводу ( $X_3$ ).

Параметричну схему процесу наведено на рис. 1.



**Рис. 1. Параметрична схема виробництва масляної пасти**

Дисперсність плазми визначали шляхом вимірювання розмірів краплинок вологи під мікроскопом за збільшення  $10\times 15$ . Мікроскопічні препарати готували шляхом нанесення зразка досліджуваного продукту металевією голкою розмірами меншими за 1 мм, обережно накривали покривним склом, на яке ставили тягарець масою 100 г і залишали на 1...2 хв за температури 20 °С. Підготовлені препарати вивчали за допомогою мікроскопа MICROmed XS-2610 з освітленням «на проходження» [10]. Для визначення дисперсності плазми проводили фотографування не менше п'яти полів на шкалі окулярної лінійки та визначали розмір краплин за бальною оцінкою (табл. 1).

*Таблиця 1. Критерії оцінювання дисперсності плазми масляної пасти*

Розмір краплин, мкм	Бали
<5	5
[5...10]	4
[10...15]	3
[15...20]	2
>20	1

**Викладення основних результатів дослідження.** На першому етапі роботи проведено моделювання процесу перетворення суміші у масляну пасту із застосуванням трифакторного експерименту. Аналіз результатів представлено у вигляді рівнянь регресії, які адекватно описують даний процес для:

- масляної пасти з композицією жиророзчинних емульгаторів без наповнювачів ( $Y_1$ ):  $Y_1 = -4,094 + 0,053 \cdot X_1 + 0,202 \cdot X_2 + 0,102 \cdot X_3$ ;

- масляної пасти з функціонально-технологічними рослинним інгредієнтами ( $Y_2$ ):  $Y_2 = -3,335 + 0,193 \cdot X_1 + 0,098 \cdot X_2 + 0,043 \cdot X_3$ .

Адекватність математичних моделей перевірена за коефіцієнтами детермінації  $R^2_{y1}=99\%$ ,  $R^2_{y2}=99\%$ , які вказують на високу якісну характеристику зв'язку коефіцієнтів системи. Для оцінки надійності коефіцієнтів кореляції проведено їх перевірку за допомогою  $F$ -тесту (критерій Фішера) і  $t$ -розподілу Стюдента.

Отримані рівняння регресії надають можливість проаналізувати одночасний вплив трьох незалежних факторів (температури пасти на виході, тривалості процесу і частоти обертів електроприводу) на дисперсність краплинок плазми масляної пасти і визначити оптимальні діапазони їх значень.

Відповідно до одержаних математичних моделей, режими процесу перетворення суміші у масляну пасту, які забезпечують розмір краплинок плазми менше 5 мкм, такі:

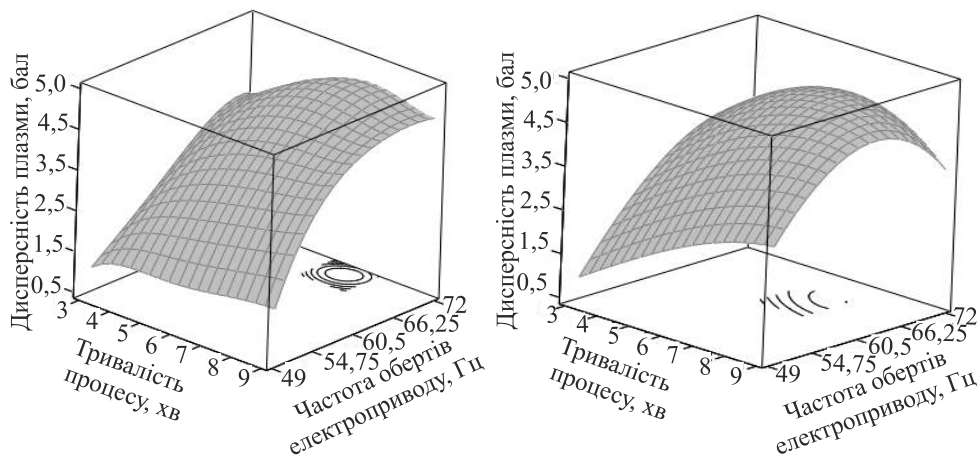
- масляна паста з композицією жиророзчинних емульгаторів без наповнювачів:
  - температура пасти на виході ( $X_1$ ), °С —  $8,00 \leq X_1 \leq 14,00$ ;
  - тривалість процесу ( $X_2$ ), хв —  $4,5 \leq X_2 \leq 9,00$ ;
  - частоту обертів електроприводу ( $X_3$ ), Гц —  $66,00 \leq X_3 \leq 71,50$ ;
- масляна паста з функціонально-технологічними рослинним інгредієнтами:
  - температура пасти на виході ( $X_1$ ), °С —  $8,00 \leq X_1 \leq 14,00$ ;
  - тривалість процесу ( $X_2$ ), хв —  $4,5 \leq X_2 \leq 9,00$ ;
  - частоту обертів електроприводу ( $X_3$ ), Гц —  $60,00 \leq X_3 \leq 71,50$ .

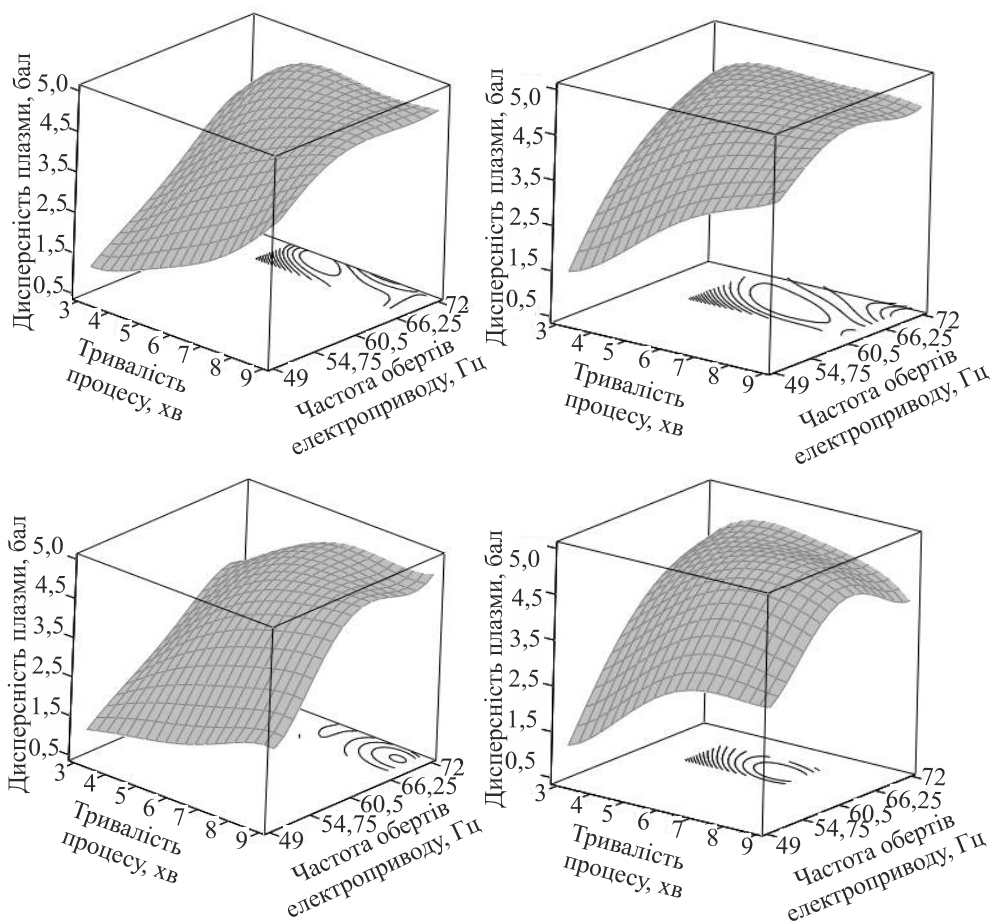
Отримані результати також вказують на те, що обрані рослинні компоненти (кріопорошок із буряка, лляне борошно, інулін із цикорію) дозволяють отримати масляну пасту без застосування емульгаторів за аналогічних режимів виробництва із покращеним складом.

На другому етапі роботи проведено двовимірну апроксимацію математичної залежності  $f=f(x,y)$ , яка з достатньою точністю відтворює досліджувану закономірність  $y=f(x,y)$  експериментальних даних. Визначено функціональну залежність у вигляді двовимірного полінома третього ступеня, який досить точно описує технологічний процес. Середньоквадратичне відхилення для всіх моделей не перевищує  $e=0,006$ .

Даний поліном є математичною моделлю процесу дослідження, результати якого дійсні в межах зміни його аргументів, тобто в інтервалі варіації факторів  $x, y$ .

Графічне 3D-відображення математичних моделей наведено на рис. 2.





**Рис. 2.** Графічні 3D-моделі та контури оптимальних значень залежності дисперсності краплинок плазми масляних паст від тривалості технологічного процесу і частоти обертів електроприводу: з композицією жиророзчинних емульгаторів без наповнювачів за температури 8 °С (а), 11 °С (в), 14 °С (д) та з функціонально-технологічними рослинним інгредієнтами за температури 8 °С (б), 11 °С (г), 14 °С (ж)

На основі результатів аналізу представлених площин відгуку встановлено оптимальні технологічні режими процесу маслоутворення, за яких дисперсність краплинок плазми має максимальну оцінку (табл. 2).

*Таблиця 2.* **Оптимальні технологічні режими процесу перетворення суміші у масляну пасту**

Температура на виході, °С	Назва фактора	Масляна паста з композицією жиророзчинних емульгаторів без наповнювачів	Масляна паста з функціонально-технологічними рослинним інгредієнтами
1	2	3	4
8	Тривалість (x), хв	$6,00 \leq x \leq 7,50$	$6,00 \leq x \leq 7,50$
	Частота обертів електроприводу (y), Гц	$66,50 \leq y \leq 71,50$	$60,50 \leq y \leq 66,50$

1	2	3	4
	Дисперсність $D(x,y)$ , бал	$D(x,y)=-0,0056xy^2+0,0005y^2-0,039y+0,077xy-0,0012x^2y-2,239x+0,063x^2+0,0033x^3+0,0013$	$D(x,y)=-0,0005xy^2+0,0003y^2-0,029y+0,076xy-0,0014x^2y-2,294x+0,079x^2+0,001$
11	Тривалість (x), хв	$4,50 \leq x \leq 9,00$	$4,50 \leq x \leq 9,00$
	Частота обертів електроприводу (y), Гц	$60,50 \leq y \leq 71,50$	$60,50 \leq y \leq 71,50$
	Дисперсність $D(x,y)$ , бал	$D(x,y)=-0,0061xy^2+0,0008y^2-0,049y+0,081xy-0,001x^2y-2,259x+0,053x^2+0,0001x^3+0,007$	$D(x,y)=-0,0016xy^2+0,0001y^2-0,033y+0,085xy-0,001x^2y-2,385x+0,051x^2+0,00017x^3+0,001$
14	Тривалість (x), хв	$6,00 \leq x \leq 9,00$	$4,50 \leq x \leq 7,50$
	Частота обертів електроприводу (y), Гц	$66,50 \leq y \leq 71,50$	$60,50 \leq y \leq 66,50$
	Дисперсність $D(x,y)$ , бал	$D(x,y)=-0,0064xy^2+0,0004y^2-0,033y+0,085xy-0,0012x^2y-2,46x+0,07x^2+0,0005x^3+0,002$	$D(x,y)=-0,0016xy^2+0,0001y^2-0,024y+0,087xy-0,002x^2y-2,548x+0,078x^2+0,0016x^3+0,003$

Одержані рівняння регресії та розраховані оптимальні параметри процесу маслоутворення мають практичне значення, оскільки дають змогу прогнозувати ефективність розподілу плазми в масляних пастах різного хімічного складу.

Результати дослідження у подальшому будуть використані для розроблення технологічної схеми виробництва нових видів масляної пасти та розробки технологічної інструкції.

### **Висновки**

1. Вперше одержані математичні моделі процесу маслоутворення для систем, що містять комплекси жиророзчинних емульгаторів і рослинних функціонально-технологічних інгредієнтів, які дозволяють прогнозувати перевірку харчових мас під час диспергування плазми.

2. Порівняльний аналіз одержаних моделей дозволяє стверджувати, що комплекс рослинних функціонально-технологічних інгредієнтів виявляє високу технологічну ефективність і може бути рекомендованим для заміни комплексу емульгаторів «Естер-А» і «Полігліцерол полірицинолеат 03».

3. Розраховано оптимальні значення технологічних параметрів процесу маслоутворення для систем, які містять комплекси нових емульгуючих інгредієнтів, що характеризує високе практичне значення наукової розробки.

### **Література**

1. *Топникова Е.В.* Масло пониженной жирности и его аналоги / Е.В. Топникова // Сыроделие и маслоделие. — 2006. — № 3. — С. 10—12.
2. Кремообразное масло «Парти» с лимонным наполнителем. Кремообразное масло «Парти» с абрикосовым наполнителем // Указатель фактографических карт о важнейших достижениях в ММП. — 1988. — С. 68.
3. Patent № US4307125A USA, A23D3/00. Low Fat Butter-like spread / Victor Amer; Assignee — Gay-Lea Foods Co-Operative Limited. — # US06/107,344; Filed 26.12.1979; Publ. 22.12.1981.

4. *Топникова Е.В.* Роль эмульгаторов и стабилизаторов в маслообразовании и формировании структуры масла пониженной жирности / Е.В. Топникова // Сыроделие и маслоделие. — 2006. — № 5. — С. 35—37.

5. *Топникова Е.В.* Стабилизаторы структуры для продуктов маслоделия / Е.В. Топникова // Пищевая промышленность. — 2008. — № 3. — С. 24—26.

6. *Іванов С.В.* Масляна паста з комплексом біологічно активних рослинних мікронутрієнтів антидіабетичного призначення / С.В. Іванов, Т.О. Рашевська // Наукові праці Національного університету харчових технологій. — 2012. — № 43. — С. 85—94.

7. *Раішевська Т.О.* Масляна паста з мікронутрієнтами моркви / Т.О. Рашевська, А.Л. Смоля // Міжвузівська наукова студентська конф.: збірник наукових праць молодих учених, аспірантів та студентів: тези доп. — Одеса, 2012. — Т. 1. — С. 52.

8. *Подковко О.А.* Исследование антиокислительных свойств масляной пасты с крипоорошком из столовой свеклы / О.А. Подковко, Т.А. Рашевская // Пищевая промышленность. Наука и технологии. — 2015. — № 3(29). — С. 81—86.

9. *Podkovko O.* Water phase condition in the butter paste with red beet powder / O. Podkovko, T. Rashevskaya // Food and environment safety. — 2015. — Vol. XIV, Iss.4. — P. 385—390.

10. *Вышемирский Ф.А.* Исследование микроструктуры сливочного масла / Ф.А. Вышемирский, Н.Г. Красуля // Тр. ВНИИМС «Исследование физико-химических свойств сливок и масла». — Москва: Пищевая промышленность. — 1973. — Вып. 8. — С. 52—67.

## ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ ПРОИЗВОДСТВА НОВЫХ ВИДОВ МАСЛЯНОЙ ПАСТЫ

**О.А. Подковко**

*Национальный университет пищевых технологий*

*В статье обоснованы технологические режимы процесса маслообразования при получении масляной пасты с композицией отечественных жирорастворимых эмульгаторов («Эстер-А», «Полиглицерол полирицинолеат 03») и с растительными функционально-технологическими ингредиентами (крипоорошок из свеклы, льняная мука, инулин из цикория). Исследована зависимость эффективности диспергирования плазмы в новых видах пасты от основных технологических факторов при переменных параметрах. Разработана математическая модель зависимости размеров капелек плазмы в масляных пастах различного химического состава от температуры продукта на выходе, продолжительности процесса и частоты вращения электропривода маслообразователя.*

**Ключевые слова:** *масляная паста, эмульгаторы, растительные функционально-технологические ингредиенты.*