

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ГОМОГЕНІЗАЦІЇ МОЛОКА В ІМПУЛЬСНОМУ ГОМОГЕНІЗАТОРІ

Паляничка Н.О., к.т.н., доц.

(Таврійський державний агротехнологічний університет)

Робота присвячена пошуку найбільш достовірного методу оцінки якості гомогенізації та експериментальному визначенню середнього діаметру жирових кульок молока після гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі. Приведено методика проведення експерименту та мікрофотографії проб молока до та після гомогенізації.

Постановка задачі. Гомогенізацію використовують як для оброблення сировини для молочної промисловості, яку планується направити на подальше оброблення, так і для оброблення кінцевого молочного продукту [1, 2]. Мета гомогенізації – механічна стабілізація дисперсної фази, для перешкоджання процесам розділення фаз. Цей процес для молочної промисловості вкрай небажаний, а в деяких її галузях – навіть неприпустимий. При розшаруванні продукту зростає швидкість його скисання, погіршуються (або припиняються) тривалі процеси дозрівання та ферментації при виробництві кисломолочної продукції, зменшуються терміни зберігання отриманого продукту, що особливо важливо при зберіганні молочних консервів. До гомогенізації середній розмір жирової кульки молока, за оцінками різних авторів, становить 2,5...4,0 мкм, після неї — менш як 1 мкм [4].

Для оцінки якості гомогенізації необхідно визначити два показника: зменшення розмірів жирових кульок і рівномірність розподілу жирових кульок по об'єму дисперсійного середовища (гомогенність). Існує декілька різних методик оцінки якості гомогенізації. Це викликано складністю багатофазної, полідисперсної системи, якою є молоко. Ні в одній з методик не можна врахувати вплив всіх факторів на точність вимірювання ступеня диспергування. Крім того, процес визначення ступеня диспергування ускладнюється здатністю жирових кульок утворювати скупчення (конгломерати) [1, 2].

Мета досліджень. Метою даної роботи є визначення найбільш достовірного методу оцінки якості гомогенізованого молока.

Основні матеріали досліджень. Найбільш поширеним методом визначення якості гомогенізації є седиментаційний аналіз, який заснований на залежності швидкості відстоювання жирової фази в результаті спливання часток жиру від їх розміру [1,2,3]. Однак, метод відстоювання жиру не точний, тому що при седиментаційному аналізі на швидкість спливання жирових кульок впливає не лише їх діаметр, а і здібність їх до агломерації, що у свою чергу залежить від стану та кількості білка молока евглобуліну, часу після доїння та інших факторів.

Для прискорення виділення жиру застосовують центрифугування молока [1,2,3]. Цей метод аналізу полягає у порівнянні концентрації жирової фази початкової проби емульсії з пробою після центрифугування у спеціальній піпетці протягом 30 хвилин при температурі 38 – 40 °С. Недоліком даного методу є те, що для отримання порівнянних результатів необхідно застосовувати однакові центрифуги, пробірки, витримувати постійний кут нахилу пробірок при центрифугуванні тощо.

Метод оптичної спектрофотометрії полягає у вимірюванні оптичної щільності (каламутності) підготовленого зразка емульсії при двох довжинах хвиль – 400 і 1000 нм [1,2,3]. Однак, даний метод відрізняється швидкістю виконання, однак похибку даного методу вносять білки молока, розміри яких сягають 0,3 мкм [3, 126]. Тому цей спосіб також не можна назвати точним.

Внаслідок проведеного аналізу було встановлено, що самим достовірним результатом оцінки якості гомогенізації молока є результат отриманий при використанні методу вимірювання під мікроскопом разом з мікрофотографуванням і комп'ютерним аналізом отриманих даних. Таким чином визначення якості молока після гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі проводилось методом аналізу мікрофотографій молока. Для отримання мікрофотографій використовували оптичний мікроскоп Micromed XS – 2610 до якого була пристосована веб-камера, яка в свою чергу під'єднана до персонального комп'ютера.

Підготовка проб молока проводилась в наступній послідовності [1]:

– спочатку пробу молока після імпульсної гомогенізації ретельно перемішували, неодноразово переливаючи з посудини у посудину, щоб уникнути піноутворення;

- з центральної частини відбирали 1 мл молока та розводили дистильованою водою у пропорції 1 до 40;
- з кожного зразка молока готували по три розведення, а з кожного розведення – два препарати;
- краплину розбавленого молока наносили на предметне скло, накривали його покривним склом та злегка придавлювали;
- пробу вистоювали при кімнатній температурі протягом 20 – 30 хвилин для того, щоб жирові кульки спливали;
- у кожному приготовленому препараті фотографували 6 – 8 характерних полів зору.

Для того, щоб отримати оптимальне поле зору та більш якісне зображення, об'єкти веб-камери прикріплювали до місця на мікроскопі, яке призначене для приєднання фотонасадки [1,2]. Кратність збільшення становила 640 разів при отриманні фотографії розмірами 10,8×8,1 см (при розрішувачій здатності камери 640×480 пікселів).

Для зручності подальших підрахунків фотографії роздруковували на принтері. Масштаб друку підбирали таким чином, щоб він був кратним 1 см (1мм – 1 см).

У ході дослідження підраховували кількість жирових кульок та їх діаметр, які були отримані у полі зору мікроскопа. Кожний дослід повторювали 3 рази. Підрахунок здійснювали за допомогою програми аналізу зображень IBAS. Вона дозволяє визначати та аналізувати більше 20 параметрів кожної жирової кульки, в тому числі: площину проекції зображення, максимальний та мінімальні її діаметри, діаметр еквівалентної по площі перерізу кола, а також різні параметри поля зображення: кількість усіх часток, відсоток заповнення поля частками та інші. Результати даних кожного повторювання дослідів (результати вимірювань 6 полів зору) занесли у таблицю [1,2].

Величину інтервалів груп жирових кульок приймали рівною 0,5 мкм. Кількість інтервалів n приблизно розраховується за виразом

$$n = \sqrt{N} , \quad (1)$$

де N – кількість підрахованих жирових кульок.

Грубі помилки вимірів виключали за методом, який заснований на оцінці максимальних розбіжностей результатів дослідів [1,2].

В результаті проведеної обробки був отриманий розподіл розмірів жирових кульок молока за їх кількістю шляхом обробки вибірки даних. Підрахунок основних параметрів вибірки, здійснювали за допомогою засобів програми Microsoft Office Excel 2003 [1,2]. У ході обробки визначали [1,2,4,5]:

– середній діаметр жирових кульок

$$d_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i N_i}{\sum_{i=1}^m N_i}, \quad (2)$$

де d_i , N_i – відповідно середній діаметр жирових кульок у групі та кількість жирових кульок;

– середньоквадратичне відхилення

$$\bar{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (d_i - d)^2 N_i}{N}}; \quad (3)$$

– коефіцієнт варіації

$$V = \frac{\bar{\sigma}}{d}. \quad (4)$$

Для того, щоб визначити ступінь гомогенізації досліджували проби молока до та після гомогенізації. Зміни у фракційному складі жирових кульок за розмірами після гомогенізації в імпульсному гомогенізаторі в порівнянні з клапанною гомогенізацією представлені на рис. 1, а мікрофотографії проб молока представлені на рис. 2.

До гомогенізації молоко характеризувалося наступними параметрами: середній діаметр жирових кульок $d_{cep} = 2,48$ мкм, дисперсія $\sigma = 1,66$, коефіцієнт варіації (частка розсіювання признаку відносно середнього) $V = 67\%$. Після клапанної гомогенізації і відповідно імпульсної гомогенізації ці показники становили: $d_{cep} = 0,98$ мкм та $0,80$ мкм, $\sigma = 0,50$ та $0,46$, $V = 51$ та 56% .

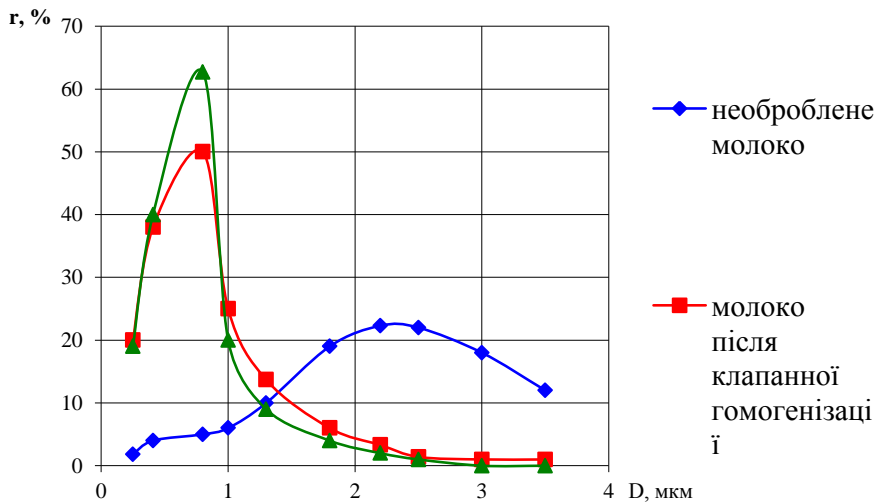


Рис. 1. Диференційні розподілення жирових кульок за розмірами

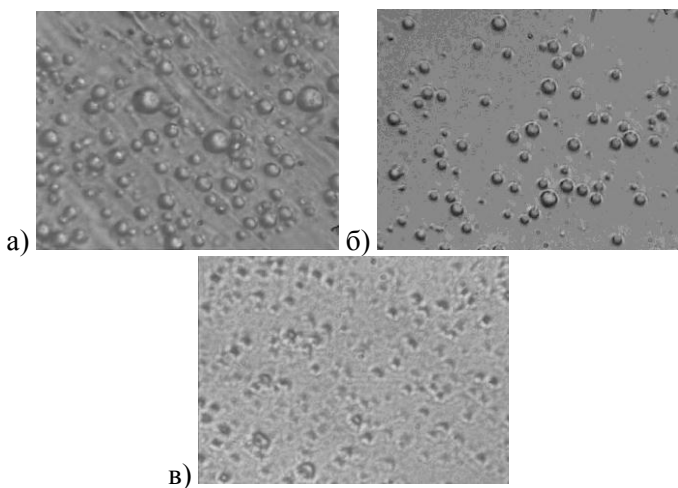


Рис. 2. Мікрофотографії проб молока (збільшення у 400 разів):
 а) необробленого молока;
 б) після клапанної гомогенізації при $\Delta p=16$ МПа;
 в) після імпульсної гомогенізації при $p = 1,5$ МПа.

Середній діаметр жирових кульок при обробці імпульсним гомогенізатором зменшився на 19 % у порівнянні з клапанним, також зменшилося значення дисперсії, що в свою чергу свідчить про те, що гомогенізація в імпульсному гомогенізаторі забезпечує стабільність жирової фази молока після гомогенізації.

Висновки. Отже, проведене експериментальне дослідження показало, що найбільш достовірним методом визначення якості гомогенізації молока є метод вимірювання під мікроскопом разом з мікрофотографуванням і комп'ютерним аналізом отриманих даних, він дає можливість отримати найбільш достовірні результати експерименту.

Список літератури

1. Паляничка Н. О. Вдосконалення процесу імпульсної гомогенізації молока: дис. канд. техн. наук : 05.18.12 / Н. О. Паляничка. – Донецьк, 2013. – 194 с.
2. Самойчук К. О. Обґрунтування параметрів та режимів роботи протитечійно-струменевого гомогенізатора молока: дис. канд. техн. наук : 05.18.12 / К. О. Самойчук. – Донецьк, 2008. – 155 с.
3. Амбросимов В. М. Определение дисперсных характеристик молока / В. М. Амбросимов, М. О. Буркитбаев // Техника в сельском хозяйстве. – 1993. – № 4. – С. 28–30.
4. Паляничка Н.О. Експериментальне обґрунтування параметрів імпульсного гомогенізатора молока / Н.О. Паляничка, О.В. Гвоздев // Збірник наукових праць Одеської національної академії харчових технологій. – Одеса: ОНАХТ. Вип.39., Т.2. – 2011. – С. 177 – 181.
5. Паляничка Н.О. Результати експериментальних досліджень процесу імпульсної гомогенізації молока / Н.О. Паляничка // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ. Вип.13, Т.1. – 2013. – С. 212 – 217.

Аннотація

«ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ГОМОГЕНИЗАЦИИ МОЛОКА В ИМПУЛЬСНОМ ГОМОГЕНИЗАТОРЕ»

Паляничка Н.А.

Работа посвящена поиску наиболее достоверного метода оценки качества гомогенизации и экспериментальному определению

среднего диаметра жировых шариков молока после гомогенизации в импульсном гомогенизаторе. Приведена методика проведения эксперимента и микрофотографии проб молока до и после гомогенизации.

Annotation

«EXPERIMENTAL DETERMINATION QUALITY HOMOGENIZATION OF MILK IN PULSE HOMOGENIZER»

Palyanichka N.

The work is dedicated to finding the most reliable method of assessing the quality and homogenization of the experimental determination of the average diameter of the fat globules of milk after homogenization in momentum homogenizer Methodology over of realization of experiment and photomicrograph of tests of milk is brought to and after homogenization.