

УДК 681.518.3

Паламар М.І. д.т.н., професор, Сіправський Р.Б.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

КОМП'ЮТЕРНИЙ АНАЛІЗ РОБОТИ ГОМОГЕНІЗАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ.

M. Palamar, Dr., Prof., R. Siprasky

COMPUTER ANALYSIS OF WORK HOMOGENOUS INSTALLATION.

Одним із важливих етапів виробництва молокопродуктів є процес гомогенізації, що являє собою процес стабілізації жирової емульсії шляхом механічного здрібнювання жирових кульок до розміру 1 – 2 мкм, з метою максимального зниження відстоювання жиру в молоці і молочних продуктах при зберіганні і сквашуванні.

У промисловості для гомогенізації молока застосовують спеціальні апарати-гомогенізатори, що являють собою плунжерні насоси високого тиску (15 - 20 МПа). При ході плунжера створюється високий тиск, у результаті чого молоко з величезною швидкістю продавлюється через щілину з камери гомогенізатора. Жирові кульки при цьому дробляться на дрібніші, їхня питома поверхня збільшується, тертя між кульками і рідиною зростає. Жирові кульки рівномірно розподіляються по всій масі молока і таким чином досягається гомогенність, тобто однорідність молока.

Визначити ефективність процесу гомогенізації дуже складно, адже для цього слід визначити динаміку зміни розмірів жирових шариків порівнявши їх розміри до і після процесу гомогенізації. Проведення такого аналізу шляхом візуально підрахунку і аналізу оператором є трудомістким, тривалим в часі та приводить до суб'єктивних похибок. Тому *актуальною* є задача автоматизації процесу відбору інформації та підрахунку і аналізу мікрооб'єктів на отриманих зображеннях.

В залежності від типу зображення та способу його отримання залежать методи та алгоритми його подальшого опрацювання. Група градієнтних операторів, що використовують для опрацювання зображень являють собою матричні маски. До них відносять наступні оператори: Робертска, Превітта, Собеля і ін.

Для реалізації автоматичного підрахунку кількості та площі жирових кульок на зображенні було підібрано найбільш точний метод – сегментації оператором Canny. Цей оператор є набором алгоритмів і його швидкодія поступається простішим градієнтним операторам, але він має краще співвідношення сигнал/шум, хорошу локалізацію та єдиний відклик на одну границю (рис. 1б). Оператор являє собою наближення до першої похідної Гаусса.

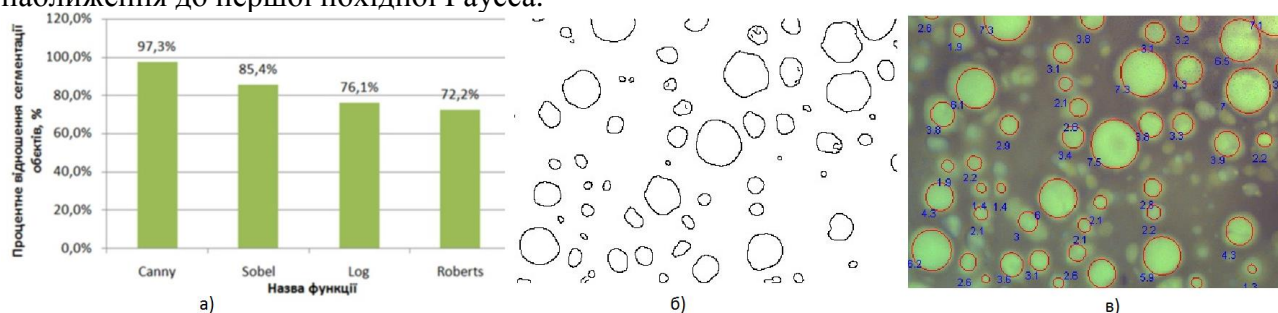


Рис. 1. а) Точність підрахунку клітин залежно від операторів виділення границь, б) Зображення оброблене з використанням оператора сегментації Canny, в) Результат підрахунку клітин за розробленим алгоритмом.

На основі запропонованого алгоритму спроектована комп'ютерна система. Опрацювання зображення у такій системі складається з таких основних етапів: підвищення контрастності зображення для кращої сегментації; цифрової фільтрації зображення за допомогою медіанного фільтру для зменшення шумів; визначення та покращення контурів об'єктів; почергове опрацювання всіх знайдених об'єктів для підрахунку їх кількості та радіусів. Даний алгоритм дозволяє провести аналіз якості роботи гомогенізаційної установки шляхом порівняння таких параметрів як кількість та радіус жирових кульок до процесу гомогенізації і після нього. Використання такої комп'ютерної системи дає змогу автоматизувати процес, підвищити швидкість і точність оцінки процесу гомогенізації, зменшивши суб'єктивні фактори.