

УДК 006.015.8+628.1+621.37/.39; 621.317; 621.37/39.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЯКОСТІ МОЛОКА ТА МОЖЛИВОСТЕЙ БАКТЕРИЦИДНИХ КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ

© Міхалєва Марина, Кутенська Ольга, 2001

Національний університет «Львівська політехніка»,
кафедра метрології, стандартизації та сертифікації

Проаналізовано результати експериментальних досліджень щодо впливу електромагнітного поля високої частоти на загальний вміст мікробіологічного забруднення сирого молока (при I фазі розвитку мікрофлори).

Значення цього показника порівняно з результатами апробованого методу. Запропонований метод бактерицидного контрольного заходу, що належить деяким нормативним документам країн ЄС і новий метод контролю ефективності цього заходу.

Проанализировано результаты экспериментальных исследований по влиянию электромагнитного поля высокой частоты на общее содержание микробиологического загрязнения сырого молока (при I фазе развития микрофлоры). Значение этого показателя сравнено с результатами апробированного метода. Предложен метод бактерицидного контрольного мероприятия, принадлежащего некоторым нормативным документам стран ЕС и новый метод контроля эффективности этой меры.

The results of experimental research of the high-frequency electromagnetic field influence on the general content of microbiological pollutants in the unboiled milk (at the 1-st phase of micro-flora evolution) as compared to those of the approbated method are considered in the article. The method of bactericidal control measure represented in some regulatory documents of EU countries and a new method of this measure efficiency control are proposed.

Об'єкт дослідження: сире молоко, характеристики якості молока.

Молоко та молочні продукти – доступне джерело поживних речовин і обсяг міжнародної торгівлі молоком та пов'язаних з молоком продуктів доволі значний.

Досвід країн ЄС щодо якості харчових продуктів відображений у важливому нормативному документі «Кодекс Аліментаріус» (лат. «Продовольчий кодекс»), зводі прийнятих міжнародною спільнотою стандартів на харчові продукти. Згідно зі Зводом санітарно-гігієнічних правил щодо молока та молочних продуктів САС/RCP 57-2004, усталені гігієнічні практики повинні застосовуватись у всьому ланцюгу виробництва та споживання продукції так, щоб молоко і молочні продукти були безпечними та придатними для їхнього передбачуваного використання. Цей принцип подано з усвідомленням того, що існують певні обмеження щодо повного застосування принципів НАССР на рівні первинного виробництва.

Хоча відповідальність за підтвердження того, що вироблені харчові продукти є безпечними та придатними, покладена на виробника, для гарантування безпечності та надійності молочних продуктів потріб-

но застосовувати ефективні механізми контролю із інших сторін, зокрема первинних виробників молока.

Важливо, що контрольні заходи необхідно застосовувати як на стадії первинного виробництва, так і на стадії подальшого переробляння, щоб мінімізувати або запобігати мікробіологічному, хімічному або фізичному забрудненню молока.

Згідно із Загальними стандартами Кодексу щодо уживання термінів молочної продукції (CODEX STAN 206-1999), «контрольний захід – будь-яка дія або діяльність, яка може бути використана для запобігання чи усунення небезпечного чинника або зменшення його до прийнятого рівня». Термін «мінімізувати» розуміють як: «зменшити ймовірність появи або наслідків невідвортної ситуації, наприклад, мікробного росту». Термін «сире молоко» – молоко (згідно з визначенням Загального стандарту Кодексу щодо уживання термінів молочної промисловості), яке не піддавали дії температури, вищої за 40 °С, або не здійснювали щодо нього інших операцій з аналогічним ефектом [1, 2].

Оскільки молоко є середовищем, яке сприяє росту бактерій, зокрема і патогенних, то вживання конт-

рольних заходів для контролювання росту мікроорганізмів упродовж процесу виробництва є **актуальним**.

Молоко є секретом молочної залози ссавців і за хімічним складом, наприклад, коров'яче молоко, містить: 87–89 % води, 11–13 % сухих речовин, зокрема до 4 % білків, до 55 % молочного цукру, 2,8–6 % жиру, 0,7–0,8 % золи, а також цілу низку ферментів та вітамінів (А, D, Е, В1, В2, В3, В6, С, РР). Такий багатий хімічний склад молока є добрим поживним середовищем для розвитку й розмноження різноманітних груп мікроорганізмів. Кількість мікроорганізмів у молоці може сягати десятків та сотень тисяч мікробних клітин у 1 мл.

У період зберігання молока змінюється вміст у ньому бактерій і співвідношення між окремими видами. Характер цих змін залежить від температури, терміну зберігання і складу мікрофлори під час одержання молока.

Існують чотири послідовні фази розвитку мікрофлори в молоці [2]:

1. Бактерицидна фаза. Молоко за природою має бактерицидну властивість завдяки ферменту лактопероксидази (LP – система). Згідно з Кодексом Аліментаріус бактерицидний ефект LP-системи до певної міри пропорційний до концентрації тіоцинату в молоці (за умови еквімолярного вмісту пероксиду водню, який можна штучно додаватися). Рівень тіоцинату в молоці залежить від годівлі тварин, а, отже, може коливатися. Використовуючи цей метод на практиці у країнах ЄС, додають певну кількість тіоцинату, забезпечити рівень наявності його в молоці, достатній для одержання бажаного ефекту. На літр молока додають 14 мг NaSCN. Після цього молоко перемішують для рівномірного розподілу SCN⁻. Потім додають перкарбонат натрію з розрахунку 40 мг на літр молока. Вважають, що в молоці протягом 5 хвилин хімічної реакції пероксид водню відсутній. На молокозаводі нормативно узаконений контроль використання лактопероксидазної системи для збереження сирого молока. Це потребує виконання аналітичних досліджень на вміст SCN⁻ і супутного аналізування. У будь-якому випадку після такої обробки молоко, що необхідно зберігати або транспортувати сирим, не можна називати **органічним харчовим продуктом**.

2. Друга і третя фази розвитку мікроорганізмів характеризуються розвитком всіх мікроорганізмів, особливо молочнокислих. Ці фази легко ідентифікуються за запахом і зовнішнім виглядом, тобто

органолептично, що свідчить про ферментацію молочних білків.

3. Четверта фаза характеризується розвитком пліснявих грибів, ідентифікується органолептично, молоко вважається токсичним і непридатним до вживання.

Отже, перша стадія розвитку мікрофлори молока є специфічною для досліджень, важливою для контролю і вимагає експресних мікробіологічних досліджень, результати яких впливали б на термін зберігання молока у сирому вигляді.

Існують бактериостатичні та бактерицидні контрольні заходи захисту продукту від мікробного забруднення.

Бактериостатичні методи (додавання діоксиду вуглецю, заморожування, додавання лактоферинів, використання лактопероксидазної системи, консервантів, контроль окисно-відновного потенціалу, зниження рН, контроль водної активності, пакування тощо) основані на механізмі порушення гомеостазу мікроорганізмів.

До бактерицидних контрольних заходів належать: центрифугування, промислова стерилізація, додавання конкурентної мікрофлори, **електромагнітне оброблення**, оброблення високим тиском, мікрофільтрація, пастеризація, використання світлових імпульсів високої інтенсивності, дія ультразвуку тощо.

В українських нормативних документах як бактерицидні заходи рекомендується використовувати тільки пастеризацію та додавання консервантів.

Завдання досліджень.

1. Дослідити якість молока за загальним вмістом бактерій апробованим методом – пробую на редуктазу (метод використовують для досліджень як у ЄС, так і в Україні) до і після впливу електромагнітним полем. Дослідження впливу електромагнітного поля виконують для бактерицидних контрольних заходів.

2. На підставі експериментальних досліджень обґрунтувати можливість використання імітансного методу для контролювання ефективності запропонованого бактерицидного оброблення сирого молока.

Експериментальні дослідження.

Умови і хід експерименту.

Для досліджень використовувався реальний об'єкт: свіже сире молоко без зовнішніх ознак псування (перша фаза).

1 л свіжого молока розподілено на дві частини – по 500 мл кожна. Перший і другий зразки зберігали за однакових умов, тільки другий зразок опромінювали 100 кГц протягом 1 години.

1. Обидва зразки підлягали апробованому дослідженню на загальний вміст мікроорганізмів.

2. Ті самі зразки досліджували на лабораторному RLC-метрі, за допомогою якого отримано частотну залежність імітансу (прилад використовували і для електромагнітного оброблення). Методика імітансних досліджень і перетворювач описані у статтях, вказаних у літературі [4].

Допускається вживати молоко від здорових тварин після пастеризації. Воно не повинно містити збудників туберкульозу, бруцельозу та інших інфекцій. Молочнокислі бактерії та інші непатогенні мікроорганізми, які містяться в молоці, підвищують кислотність, руйнують білково-мінеральний комплекс, що після того випадає в осад без нагрівання.

Редуктаза – фермент мікроорганізмів, який має здатність знебарвлювати індикатор – метиленовий синій (метиленову синьку). На цій властивості ферменту побудовано визначення його у молоці. Чим більше мікроорганізмів, тим більше редуктази утво-

рюється в продукції, а, отже, і вища його забрудненість. Проба з метиленовою синькою дає змогу лише приблизно визначити кількість мікроорганізмів у молоці [3].

У чотири мікробіологічні пробірки: номери зразків 1₁, 1₂, 2₁, 2₂, наливали по 1 мл робочого розчину метиленового синього і по 20 мл досліджуваного молока (2₁, 2₂ зразки після впливу електромагнітного опромінення). Пробірки закривали гумовими корками, змішували, повільно перевертаючи пробірки, і поміщали у водяну баню з температурою 38–40⁰С. Зміну забарвлення в молоці враховували через 20 хв, 2 год і 5 год 30 хв. Залежно від часу знебарвлення метиленового синього молоко має чотири категорії якості (табл. 2) [3].

Результати імітансних досліджень молока подано на рис. 1 та 2.

Результати досліджень (табл. 1, рис. 1).

Метод визначення якості молока за Басоновим [3] показав істотну різницю у кількості мікроорганізмів та категорії якості на користь другого зразка, що опромінювався (табл. 2).

Імітансні дослідження показали чутливість методу на мікробіологічні зміни молока (рис. 1, 2).

Таблиця 1

Категорії якості молока залежно від часу знебарвлення в ньому метиленового синього (за Н.Р. Басоновим) [3]

Категорія якості молока	Тривалість забарвлення	Кількість мікроорганізмів у 1 мл молока
1	Більше за 5 год 30 хв	Менше ніж 500 тис.
2	Більше за 2 год до 5 год 30 хв	Від 500 тис. до 4 млн.
3	Більше за 20 хв, до 2 год	Від 4 млн. до 20 млн.
4	20 хв і менше	20 млн. і більше

Таблиця 2

Результати експериментальних даних

№ зразка	Тривалість забарвлення	Кількість мікроорганізмів у 1 мл молока	Категорія якості молока
1 ₁	Більше за 20 хв, до 2 год	Від 4 млн. до 20 млн.	3
1 ₂	Більше за 20 хв, до 2 год	Від 4 млн. до 20 млн.	3
2 ₁	Більше ніж 2 год до 5 год 30 хв	Від 4 млн. до 20 млн.	2
2 ₂	Більше ніж 2 год до 5 год 30 хв	Від 4 млн. до 20 млн.	2

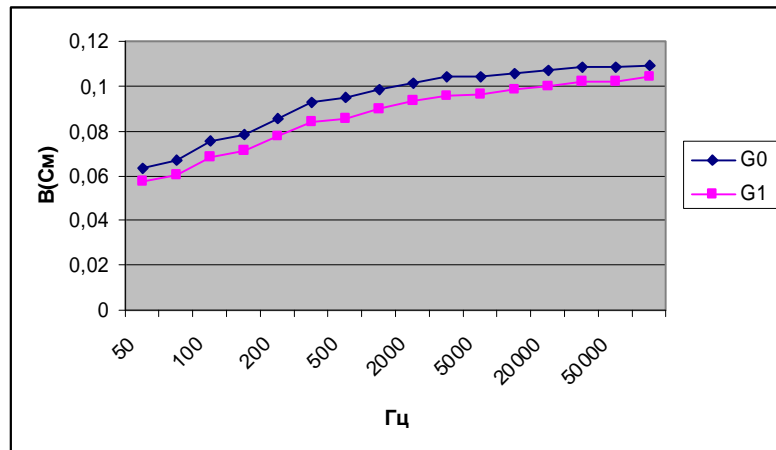


Рис. 1. Залежність активної складової адмітансу від частоти сигналу:
G0 – зразок молока без опромінення; G1 – зразок молока після опромінення

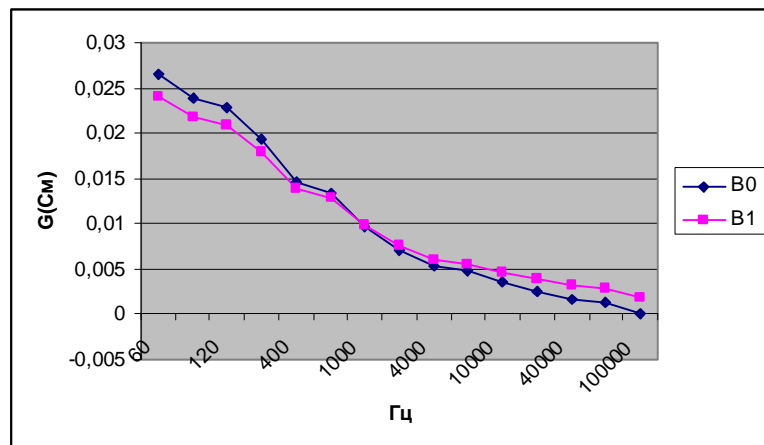


Рис. 2. Залежність реактивної складової адмітансу від частоти сигналу:
B0 – зразок молока без опромінення; B1 – зразок молока після опромінення

Висновки. Експериментально доведено, що:

1. Електромагнітне оброблення (100 кГц) сирого молока впродовж 1 години зменшує загальну кількість бактерій, збільшуючи його термін придатності. Відомо, що таке оброблення руйнує клітину мікроорганізму, створюючи пори у її стінці через накопичування електричних зарядів на клітинній мембрані [2].
2. Імітансний метод можна використовувати для контролю ефективності запропонованого бактерицидного контрольного заходу для збереження якості молока.

1. Закон України "Про якість та безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини" № 191–IV від 24 жовтня 2002 р. 2. Кодекс Аліментаріус молоко та молочні продукти. Довідник / Пер. з англ. – Львів: Ажур, 2009. – 360 с. 3. Миколайчук О.І., Кравців Ю.Р.

Лабораторний практикум з мікробіології / За ред. акад. УАН проф. Р.Й. Кравціва. – Львів: ЛНАВМ ім. С.З. Гжицького, 2005. – 248 с. 4. Міхалева М. Дослідження спиртових розчинів імітансним методом // Науково-технічний журнал "Стандартизація, сертифікація, якість". – 2010. – № 3 (64). – С. 50–54. 5. ГОСТ 13264-88 Молоко коровье. Требования при закупках. – М.: Стандарты, 1988. – С.7. 6. Молоко, молочные продукты и консервы молочные / Сборник стандартов. – М.: Стандарты, 1989. – 448 с. 7. Патратий А.П., Аристова В.П. Справочник для работников лабораторий предприятий молочной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1980. – 240 с. 8. Міхалева М. Результати експериментальних досліджень модельних водних розчинів новим електричним імпедансним методом // Вісник Нац. ун-ту "Львівська політехніка", – 2010. – № 665. – С.169–173.