

УДК 637.3

**А.Є. ВЕЛИЧКО,
І.В. МАСЛОВА**

*Степовий зональний науково-дослідний центр
продуктивності агропромислового комплексу*

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПЕРЕРОБКИ МОЛОЧНОЇ СИРОВИНИ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ МЕТОДА БАКТОФУГУВАННЯ

В статті досліджено ефективність переробки молочної сировини при застосуванні метода бактофугування в сироварінні та економічну ефективність від впровадження новітніх технологій переробки молочної сировини.

Ключові слова: маслянокисле спучування, бактофугування, мікробіально чисте молоко, мікрофлора, сиропридатне молоко.

Зростання ефективності молокопереробних підприємств в першу чергу залежить від якості молочної сировини, тому сьогодні сучасне виробництво (особливо у сироварній галузі) висуває високі вимоги до якості молока. Його контролюють на наявність спор мезофільних, анаеробних, лактозброджуючих та маслянокислих бактерій. Молоко не повинне містити значної кількості газоутворюючої мікрофлори та маслянокислих бактерій, що викликають як раннє так і пізнє спучування сирів. Маслянокислі бактерії утворюють спори, які не гинуть при пастеризації. Розвиваючись у сирі, ці мікроорганізми сприяють утворенню неприємної по смаку масляної кислоти й водню, що приводить до появи численних вічок, тріщин і спучуванню сиру.

Одним з шляхів очищення молока є використання фільтрів, сепараторів-молокоочищувачів; а для мікробіально чистого молока — устаткування для відділення бактерій і мікроорганізмів, яке забезпечує абсолютне очищення. Такий спосіб зветься «відцентрове бактовідділення» або «бактофугування».

Метод бактофугування розроблений в Бельгії, а з 1962 року застосовується у промислових масштабах у ряді європейських країн (ФРН, Бельгії, Нідерландах). В основу ефекту бактофугування (П. Симонар та ін.) покладено спільну дію відцентрової сили та нагрівання. Даний метод неодноразово розглядався в наукових працях Г.Г. Шилера, Б.Ф. Богомолова, А.М. Шалигіної та інших вчених. Виробництво високоякісних молочних продуктів (особливо сирів) за новітніми технологіями потребує високоякісної сировини з кількістю бактерій або спор не більше 1000 – 3000 на літр, тому застосування метода бактофугування у промислових масштабах має велике значення для зростання ефективності виробництва молочних продуктів.

Мета статті — розглянути ефективність застосування метода бактофугування при переробці молочної сировини та її вплив на зростання продуктивності виробництва.

Метод відцентрового бактовідділення знайшов застосування в різних промислових технологіях молочної галузі, але найбільше поширення він одержав у сироварінні в закордонних країнах, де його використовують для очищення молока від спор *Clostridium turobutyricum*, присутність яких викликає в сирах появу пороків, пов'язаних з маслянокислим бродінням.

Бактофугування — процес, у якому передбачена спеціальна конструкція герметичної центрифуги (бактофуги), за допомогою якої проводиться сепарування (відділення) бактерій і непророслих спорових форм специфічних бактеріальних штамів, що присутні у молоці. Шляхом бактофугування молока після специфічної гравітації ефективно знижується кількість спор.

© А.Є. Величко, І.В. Маслова, 2012

Бактофуговане молоко нормалізується сепаруванням по фракціях більш-менш звільненим від бактерій. Застосування його для поліпшення якості молока у виробництві якісного сиру та сухих молочних продуктів вважається об'єктивним моментом. Для одержання якісної молочної сировини необхідне зниження кількості спор *Bacillus cereus*. Температуру перед бактофугуванням вибирають як для сепарування, тобто 55 – 65 °С або миттеву 60 – 63 °С.

Є два типи бактофугування й два типи апаратів, тобто:

- двофазна бактофуга;
- однофазна бактофуга.

Двофазна бактофуга має два випускних отвори у верхній частині: один для постійного розвантаження важкої фракції (бактофугата) через спеціальний верхній диск і один для бактеріально ослабленої фракції. Однофазна бактофуга має один випускний патрубок для виведення бактеріально очищеного молока; осад бактофугата збирається в просторі резервуара й вивантажується періодично через клапан.

Ці два типи бактофуг дають можливість обирати варіанти комбінованого устаткування з оптимальними бактеріологічними вимогами до молока. Принцип дії заснований на тім, що щільність мікроорганізмів перевищує щільність молока, тому вони можуть осідати під дією відцентрової сили й віддалятися. На практиці ця операція виконується в потоці з попереднім очищенням молока (фільтрування, очищення на сепараторах-молокоочищувачах), але бактофуги мають більш високу частоту обертання, а величина відцентрового прискорення на краях тарілок або в приймачах шламу становить від 7 до 9000 g (g-локальне прискорення сили ваги). Бактерії, що збираються в периферійній частині барабана, поступово віддаляються у вигляді суспензії. Обсяг цієї суспензії називається бактофугатом, концентратом або шламом і залежить від кількості й діаметра сопел. У середньому бактофугат становить 2 – 3 % обсягу оброблюваного молока, але може досягти й більше 4 %. У наш час є моделі бактофуг з барабаном, що відкривається автоматичною системою очищення, програмувальне спрацьовування яких (наприклад, протягом 15 – 20 секунд через кожні 20 – 40 мін) дозволяє здійснювати розвантаження шламоприймальників без зупинки устаткування. У цьому випадку осад приділяється разом зі шламом.

Ефективність такого очищення виражається у відсотках бактерій, що видаляються зі шламом у процесі центрифугування; їх розраховують у молоці до й після центрифугування. Це робиться або шляхом періодичного відбирання проб у процесі обробки, або за допомогою безперервного відбирання пропорційної частини молока, що проходить через систему, або на основі разових відбирань проб збірного молока. Останній спосіб більш складний і не завжди виявляється показовим. У цьому випадку надійне визначення ефективності бактофугування можливо лише в тому випадку, якщо після обробки залишається достатня для підрахунку кількість бактерій.

Уже на початку своїх досліджень розробники описаної технології встановили, що на ефективність роботи у значній мірі впливає температура, при якій проводиться центрифугування молока. Вони намагалися пояснити це тим, що підвищення температури нібито сприяє сепарації, знижуючи в'язкість молока, тому бактофугування майже завжди проводиться при температурах, що лежать у межах між 56 і 57 °С і при температурах пастеризації (72 – 74 °С). Це означає, що в більшості випадків бактофугувач монтують після установок термізації або пастеризації (або у відгалуженні лінії секцій регенерації), у результаті чого молоко перетерплює додаткову витримку, який не слід зневажати.

Що стосується звичайної мікрофлори молока, то частина може знищуватися й в процесі нагрівання (ефект теплової витримки). Тому складно визначити дійсну ефективність тільки центрифугування; через це в більшій частині даних, що стосуються відсотка видалення бактерій, мова йде про спільну дію обох видів обробки. У різних авторів розбіжності спостерігаються також і між даними, отриманими в ході декількох випробувань, що проводилися в рамках одного експерименту: так, при температурі від 55 до 57 °С зазначені значення змінюються в межах від 56 до 97 %, а при температурах 62 – 63 °С — від 80 до 99 %. Це залежить як від ефективності центрифугування, так і від кількості й типу мікроорганізмів та попередньої обробки молока. При сполученні центрифугування молока з пастеризацією з'являється можливість підвищення ефективності останньої: наприклад, якщо пастеризація при 72 °С дозволяє знищити

99,2 % загальної кількості бактерій, то її проведення в сполученні з бактофугуванням при температурі 55 – 56 °С дозволяє довести загальний розмір зменшення кількісного вмісту бактерій і спор до 99,83 %.

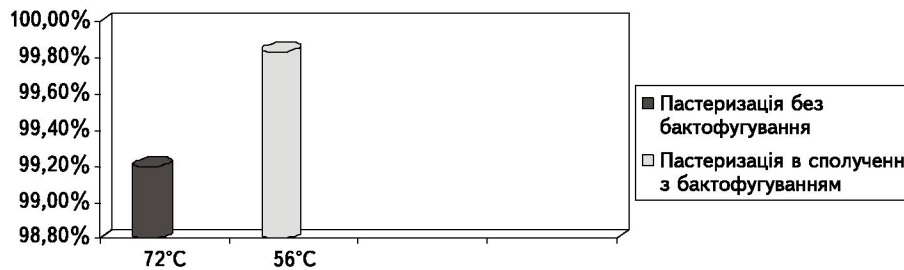


Рис. 1. Якість очищення молока при температурі пастеризації та при спільному використанні нагрівання та бактофугування

Рисунок 1 наочно показує, що бактофугування разом із нагріванням дозволяє досягти майже стовідсоткового очищення молока від бактерій при значно нижчій температурі.

Ця технологія використовується в основному як засіб очищення молока від спор маслянокислих бактерій. Від цих спор позбуваються й подвійною пастеризацією з інтервалом у часі 8 – 10 годин. Спори проростають, і молоко повторно пастеризують, таким чином домагаються тих же результатів, що й бактофугуванням.

Вплив температури на ефективність бактовідділення пояснюється не тільки змінами в'язкості молока, але також, досить імовірно, і присутністю аглютининів. У період лактації коров'яче молоко, крім інших білків, містить імуноглобуліни, що володіють антигенними властивостями й здатністю до аглютинації (злипання, склеювання) молочнокислих бактерій: стрептококів групи N і лактобацил. Результат аглютинації виражається у піднятті скупчень аглютинійованих бактерій разом з вершками в молоці підвищеної жирності або в осадженні цих скупчень у незжиреному молоці. Це веде до фізичного поділу бактерій, що виражається в скороченні їхнього росту й зменшенні кількості вироблюваної ними кислоти. Це стосується молозивного й стародійного молока.

Було доведено, що молоко містить антитіла, здатні аглютиніювати спори *C.tuorobuturicum* і (або) нести їх разом з жировими кульками. Ці аглютиніни, частково інактивовані при 75 °С, повністю інактивуються при 80 °С і повинні відігравати роль обмежуючого фактора у видаленні спор центрифугування доти, поки температура не стане досить високою для їхнього знищення.

Приводячи в цілому до зниження кількості спор *C.tuorobuturicum* у вихідному молоці, зазначений метод бактофугування впливає на появи пороку — пізнього спучування, що залежить від ступеня бактеріального забруднення молока. Дійсно, ефективність центрифугування як засобу попередження цього пороку визначається початковою забрудненістю молока, відсотком віддалення мікроорганізмів, тобто умовами використання устаткування, типом виготовленого сиру, технологією його виробництва й тривалістю дозрівання. Ефективність може бути самою різною, починаючи від звичайної затримки в появі названого пороку й кінчаючи повним його зникненням. При виробництві сиру з високою температурою другого нагрівання центрифугування при температурі 60 – 63 °С звичайно дозволяє уникати появи пороку маслянокислого спучування, якщо ступінь забруднення молока не перевищує 1000-3000 спор на літр. При великому забрудненні положення змінюється — при аналізі все-таки виявляються аномальні концентрації масляної кислоти. Напроти, для сиру типу «Гауда» центрифугування недостатньо для того, щоб перешкоджати появі пороку, навіть якщо кількість спор становить менш 1000 на літр. Для підвищення ефективності в такому випадку проводять внесення в молоко 2,5 г нітрату на 100 л молока (якщо не застосовувати центрифугування необхідна доза нітрату становить 15 г на 100 л). Крім знищення маслянокислого бродіння, бактофугування не робить помітного впливу ні на технологію виготовлення й склад сиру, ні на його органолептичні властивості, але впливає

на зміну консистенції сирного тіста, яка стає більш еластичною й більш щільною, особливо у сирів з високим другим нагріванням.

І, нарешті, варто брати до уваги, що одне з незручностей бактофугування полягає в утворенні концентрату, або бактофугата, тобто знежиреного молока, що відводиться через отвори в барабані центрифуги (за допомогою промивань водою) й утримуючого бактерії й важки фракції казеїнів. При бактофугуванні також відзначається зниження вмісту білків у межах від 0,5 до 1,5 г/л обробленого молока, при чому втрати виходу сиру становить від 4 до 9 %. Слід зазначити, що в цьому випадку мова йде про сиропридатне молоко, яке у нас відсутнє незважаючи на вимоги ДСТУ. Концентрат практично не містить жирів, але вміст у ньому сухої речовини може досягти 18 %, а білків — 13 %. В Україні при використанні бактофугування вже переконалися, що при низькій якості сировини немає виходу продукції, а бактофугат (концентрат), через сильне бактеріальне й механічне забруднення викорис-товувати просто неможливо.

При сепаруванні 100 т молока на сепараторах-молокоочисниках збирається до 2 тонн відходів з механічними включеннями. Для такого молока бактофугування буде супроводжуватися більшими втратами сировини, а закваски прямого внесення «не переможуть» технічно шкідливу мікрофлору. У такому випадку потрібна наступна технологічна схема: скоротити перебування молока на заготівельних пунктах; очищення молока повинне проводитися під час приймання молока, з термізацією (62 – 65 °С і витримкою до 40 сек.); витримка молока 8 – 10 годин при температурі 4 – 6 °С (для проростання спор, що залишилися) і наступною пастеризацією при температурі 76 °С із витримкою до 40 сек. (знищення пророслих спор); закваски повинні бути активними, але не прямого внесення. Чим нижче якість молока, тим більша кількість закваски необхідно вносити (до 3 %).

Наведені дані засвідчують, що при виробництві високоякісних сирів метод бактофугування дозволяє запобігти не тільки появи пороків, пов'язаних з маслянокислим бродінням, але й значно знизити вміст шкідливих речовин (нітратів), що позитивно впливає на споживачку привабливість продукції. Таким чином простежується пряма залежність між обробленням молочної сировини методом бактофугування та ефективністю виробництва молочних продуктів. Купівельний попит потенціального покупця розповсюджується на більш якісні молочні продукти, відповідно зростає обсяг реалізованої продукції, що впливає на зростання прибутковості виробництва, і, як наслідок, на підвищення його продуктивності та ефективності.

На восьми провідних молокопереробних підприємствах Дніпропетровській області широко застосовується новітнє прогресивне устаткування, в тому числі і бактофуги, їх впровадження у виробництві дало помітний позитивний результат. Аналіз матеріалів обстеження означених підприємств засвідчив, що за останні роки динаміка їх розвитку носить позитивний характер. За прогнозом станом до 2015 року очується зростання обсягів виробленої продукції у порівняних цінах на 15,9 %, в тому числі сирів — 42,9 %, обсяг реалізованої продукції (робіт, послуг) — на 24,9 %, фонд оплати праці на 17,2 %, прибуток досягне 35582,1 тис.грн.

Висновки. Ефективність переробки молочної сировини методом бактофугування полягає у доведенні молока до мікробіальної чистоти спільною дією відцентрової сили та нагрівання з метою виробництва високоякісних сирів без пороків, пов'язаних з маслянокислим бродінням. Продукція сироробних заводів, що застосовують означене новітнє прогресивне устаткування відрізняється високою якістю, тривалим строком зберігання і, як наслідок, більш високою привабливістю для споживачів. Таким чином, метод бактофугування через підвищення якості продукції дозволить підвищити конкурентоспроможність сироробних підприємств, що вплине на зростання ефективності і продуктивності виробництва. Застосування даного метода на сироробних підприємствах України сприятиме покращенню якості молочних продуктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Технологія молока и молочных продуктов* / под ред. проф. А.М. Шалыгиной. — М.: Колос, 2003. — 315 с.

2. *Виробництво сиру: технологія і якість: пер. с франц.* — М.: В Агропромиздат, 1989. — 496 с.
3. *Королева Н.С. Санітарна мікробіологія молока й молочних продуктів / Н.С. Королева, В.Ф. Семенихіна.* — М.: Харчова промисловість. —1980.
4. *Міжнародний довідник по молочній справі. Сир. Традиційні й основні галузеві відомості. Ч. 14.*

В статті досліджено ефективність переробки молочного сиря при застосуванні методу бактофугування в сироваренні і економічну ефективність від впровадження новітніх технологій переробки молочного сиря.

Ключевые слова: маслянокислородное вспучивание, бактофугирование, микробиально чистое молоко, сыропригодное молоко.

A.E.Velichko, I.V. Maslova

***Efficiency of processing of dairy raw materials
at application of the method of baktofugirovaniye***

In article are investigated efficiency of processing of dairy raw materials at application of a method of a disposal of bacteria in cheese manufacturing and economic efficiency from introduction of the latest technologies of processing of dairy raw materials. In article the historical aspect of use of this method, and also its efficiency and influence on increase of productivity of production is considered. The principle of action of separators of relieving of bacteria, their device and ways of use is shined. The data concerning quantity various bacteria and the microorganisms containing in milk after bacterial cleaning are provided. Conditional economic efficiency from introduction this progressive and innovative is specified by production of dairy products.

Key words: butyric swelling, baktofugirovaniye, microbial pure milk, microorganisms, milk suitable for cheese.

Одержана редколлегією 10.06.2012 р.