

УДК 637.333

ПІДВИЩЕННЯ БАКТЕРІАЛЬНОЇ ЧИСТОТІ МОЛОКА-СИРОВИНИ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ТВЕРДОГО СИРУ

Буділович І.В., здобувач наукового ступеня кафедри ТМiМП
Національний університет харчових технологій, м. Київ

Визначено ефективний спосіб покращення мікробіологічних показників молока-сировини для виробництва твердих сирів, наведено результати експериментальних досліджень впливу бактеріальної чистоти сировини на якість сирів.

The effective method of improvement microbiological indicators of milk-raw materials for manufacture of hard cheeses was defined, results of experimental researches of influence bacterial cleanliness of raw materials on quality of cheeses were resulted.

Ключові слова: термізація, бактофугування, ефективність очищення молока (молочної суміші).

Висока бактеріальна забрудненість молока, що надходить на сироробні підприємства, – одна з найбільш серйозних перешкод на шляху до підвищення якості твердих сирів, що виробляються в Україні. Головна причина полягає в тому, що на сироробні підприємства надходить більше 50 відсотків молока з власних підсобних господарств сільського населення. В таких умовах організований контроль за санітарними умовами одержання молока, його своєчасним охолодженням і зберіганням практично неможливий [1].

До проблеми підвищення ефективності технологічних процесів виробництва твердого сиру тісно примикає питання підготовки молока до виробництва сиру (покращення його якості). Актуальність цієї проблеми пов'язана передусім із загальним високим бактеріальним забрудненням сирого молока і, особливо, термостійкими молочнокислими бактеріями і спорами маслянокислих бактерій, такими як *Clostridium tyrobutyricum*, які є збудниками небажаного маслянокислого бродіння та надлишкового газоутворення у сирній масі через декілька тижнів її визрівання (вада “пізне здуття”). Застосування такого молока у сироробстві можливе лише за умови проведення, крім традиційної пастеризації, додаткових способів знешкодження сторонньої мікрофлори. Загальновідомими способами покращення мікробіологічних показників переробленого молока для виробництва сиру є: термізація в поєднанні з обов'язковою наступною пастеризацією молока; ультрависокотемпературна (УВТ) обробка молока; бактофугування молока та ін.

Термізація в комбінації з обов'язковою наступною пастеризацією молока (після визрівання) не завжди є ефективною, оскільки при виробництві сиру застосовують невисокі температури пастеризації (від 70 до 76 °C), тому після теплової обробки молока з підвищеною бактеріальною забрудненістю існує ризик переходу в сир значної частини дикої термостійкої мікрофлори, що розвинулася в молоці під час його визрівання [2].

Ультрависокотемпературна (УВТ) обробка молока дає можливість покращити мікробіологічні показники переробленого молока, збільшити вихід сиру за рахунок переходу денатурованих сироваткових білків. Разом з тим, поряд із позитивними ефектами УВТ обробка призводить до зменшення швидкості зсідання та щільності згустку, знижує інтенсивність синерезису. Ці небажані для сиру явища пов'язані зі структурними змінами білків молока і зменшенням концентрації іонів кальцію [3].

При бактофугуванні молока відбувається його очищення від вегетативних клітин спороутворювальних бактерій, лейкоцитів і спор маслянокислих бактерій, які розмножилися в молоці під час визрівання, що знижує вміст загальної кількості бактерій (при цьому ефективність очищення молока досягає (80-90 %) [4]. Зменшення кількості сторонньої мікрофлори активізує життєдіяльність мікрофлори закваски, що дозволяє зменшити тривалість одержання сирного згустку, обсушування сирного зерна, активізує мікробіологічні та біохімічні процеси, які протікають при визріванні сиру.

Ефективним способом покращення мікробіологічних показників переробленого молока є використання поєднаних методів, за яких молоко-сировина спочатку термізується, після термізації і визрівання піддається бактофугуванню та пастеризації. Підготовка молока в такий спосіб дозволяє максимально знищити сторонню мікрофлору сировини для виробництва твердих сирів без негативного впливу на її технологічні властивості та дає змогу одержати високоякісний продукт.

Мета досліджень – визначити ефективний спосіб покращення мікробіологічних показників моло-
ка-сировини для виробництва твердих сирів, дослідити вплив бактеріальної чистоти сировини на
якість сирів.

Матеріали та методика досліджень. Експериментальні дослідження щодо визначення ефективності
підготовки молока для виробництва твердого сиру проводили на сироробному підприємстві у Хмельни-
цькій області. Склад молока, взятого для виробництва дослідних партій сиру, був однаковий: масова час-
тка жиру в молоці становила 3,4 %, масова частка білка – 3,1 %, густина – 1028 кг/м³, титрована кислот-
ність – 18 °Т, pH – 6,53 од., загальне бактеріальне забруднення молока – $7,6 \times 10^5$ КУО/ см³ (за мікробіо-
логічними показниками молоко відповідало другому гатунку згідно з ДСТУ 3662-97).

Активну і титровану кислотність молока, взятого для експерименту, вимірювали загальновживаними
методами (за ГОСТ 3624-92). Масову частку білка визначали за ГОСТ 25179-90, масову частку жиру – за
ГОСТ 5867-90, густину – за ГОСТ 3625-84. Загальну кількість молочнокислих бактерій визначали стан-
дартним методом висіву десятикратних розведень згідно з ГОСТ 10444.11-89, загальне бактеріальне за-
бруднення – за ГОСТ 9225-84. Мікроскопічні препарати готували за загальновизнаною методикою та
фарбували метиленовим синім за ГОСТ 9225-84, аналіз мікроскопічних препаратів проводили за допомо-
гою мікроскопа зі збільшенням у 1000 разів.

Результати досліджень. Для визначення впливу способів покращення мікробіологічних показників
молочної сировини на якість твердих сирів з низькою температурою другого нагрівання за основними
мікробіологічними та санітарно-гігієнічними показниками було проведено серію наступних дослідів.
Було досліджено зміну основних мікробіологічних характеристик на прикладі сирів, вироблених із вико-
ристанням бактеріальної закваски прямого внесення з концентрацією мікроорганізмів 5×10^{11} КУО/г у
складі: *Lactococcus lactis* підвид *cremoris*, *Lactococcus lactis* підвид *lactis*, *Leuconostoc mesenteroides* підвид
cremoris, *Lactococcus lactis* підвид *diacetylactis*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus helveticum* і *Streptococcus*
thermophilus в кількості від 0,05 до 0,015 % від кількості молочної суміші. Одночасно приділялася увага
закономірностям функціонування заквашувальної мікрофлори в ході технологічного процесу виробницт-
ва сирів.

Для виробництва першої партії сирів підготовку молока-сировини було здійснено загальновідомим
способом: після проведення контролю якості молочної сировини проводилось визрівання молока за тем-
пературі (8-12) °С з витримкою (10-14) год, нормалізація молока за масовою часткою жиру, пастиризація
нормалізованої молочної суміші за температурі (72-74) °С з витримкою (20-25) с. Нормалізовану, пасте-
ризовану молочну суміш охолоджували до температури зіstdання (32-34) °С, вносили бактеріальну заква-
ску прямого внесення з розрахунку 500 г закваски на 5000 кг молочної суміші. Бактеріальну закваску
вносили на початку заповнення сировиготовлювача при обов'язковому переміщуванні протягом
(10-15) хв (за 15 хв до внесення молокозідального препарату) для адаптації мікрофлори закваски, після
чого додавали розчини молокозідального препарату та хлористого кальцію.

Для виробництва твердих сирів другої партії підготовку молока-сировини здійснювали таким чином:
після проведення контролю якості молочної сировини проводили термізацію молока за температурі
(63-67) °С з витримкою (20-25) с, його визрівання за температурі (8-12) °С з витримкою (10-14) год, но-
рмалізацію молока за масовою часткою жиру, бактофугування за температурі (55-60) °С та пастиризацію
нормалізованої молочної суміші за температурі (72-74) °С з витримкою (20-25) с. Подальший процес
виробництва твердого сиру другої партії проводився аналогічно першій.

З метою оцінки ефективності підготовки молока-сировини для виробництва твердих сирів з низькою
температурою другого нагрівання першої та другої партій сирів проводили визначення загальної чисель-
ності мікроорганізмів, бактерій групи кишкової палички (БГКП), спороутворювальних бактерій (у т. ч.
спор маслянокислих бактерій) у молоці.

Результати первинного аналізу сирого молока, взятого для досліджень, свідчать про високий рівень
його контамінації сторонньою мікрофлорою, в тому числі й спороутворювальними маслянокислими бак-
теріями (таблиця 1).

**Таблиця 1 – Мікробіологічні показники молочної суміші в процесі її підготовки для виробництва
першої партії сиру**

Сировина	Чисельність мікроорганізмів, КУО/ см ³				Ефективність пастиризації, %
	загальна	БГКП	спороутворювальних бактерій	спор масляноки- слих бактерій	
Молоко сире	$7,6 \times 10^5$	10^2	450	20	-
Молоко після пастиризації	$1,3 \times 10^3$	0	450	20	99,79

Результати мікробіологічних досліджень молочної суміші в процесі її підготовки для виробництва першої партії сиру підтверджують, що пастеризація бактеріально забрудненого молока за температури (72-74) °C з витримкою (20-25) с зменшує загальну чисельність мікроорганізмів (з $7,6 \times 10^5$ КУО/ см³ до $1,3 \times 10^3$ КУО/ см³), але практично не знищує спорову технічно шкідливу мікрофлору.

Таблиця 2 – Мікробіологічні показники молочної суміші в процесі її підготовки для виробництва другої партії сиру

Сировина	Чисельність мікроорганізмів, КУО/ см ³				Ефективність очищенння / теплової обробки, %
	загальна	БГКП	спороутворювальних бактерій	спор маслянокислих бактерій	
Молоко сире	$7,6 \times 10^5$	10^2	450	20	-
Молоко після термізації	$1,1 \times 10^4$	0	450	20	85,6
Молоко перед бактофугуванням	$7,1 \times 10^4$	0	25	20	-
Молоко після бактофугування	$5,6 \times 10^3$	0	0	0	96,5
Молоко після пастеризації	$1,0 \times 10^2$	0	0	0	99,9

З таблиці 2 видно, що термізація молока за температури (63-67) °C з витримкою (20-25) с дала змогу досягти знищення більшої частини вегетативних форм мікроорганізмів (ефективність термізації – 85,6 %) без істотних змін фізико-хімічних та біохімічних властивостей молока, що має важливе значення у процесі отримання сирного згустку. Під час визрівання молочної суміші за температури (8-12) °C протягом (10-14) год, спори, що не загинули після термізації, проросли у вегетативні клітини, також відбувся розвиток залишкової термостійкої молочнокислої мікрофлори. На користь цього свідчить зниження вмісту спороутворювальних мікроорганізмів (з 450 КУО/ см³ до 25 КУО/ см³) та збільшення загальної чисельності бактерій (з $1,1 \times 10^4$ КУО/ см³ до $7,1 \times 10^4$ КУО/ см³). При бактофугуванні молока відбулося очищенння молока від вегетативних клітин спороутворювальних бактерій, спор маслянокислих бактерій, які розмножилися в молоці під час його визрівання, що знизило вміст загальної кількості бактерій (з $7,1 \times 10^4$ КУО/ см³ до $5,6 \times 10^3$ КУО/ см³), при цьому ефективність очищення молока досягла 96,5 %. В результаті проведення пастеризації молочної суміші за температури (72-74) °C протягом (20-25) с було досягнуто бажаної бактеріальної чистоти сировини (ефективність пастеризації – 99,9 % порівняно із сирим молоком).

Обробка молока в такий спосіб практично повністю знищує спори маслянокислих бактерій (в той час, як теплова обробка молока практично не знищує спорову технічно шкідливу мікрофлору).

Було проаналізовано динаміку як лактобактерій закваски, так і супутньої мікрофлори після пресування сирної маси та 14 діб визрівання сирів двох дослідних партій (рис. 1, 2).

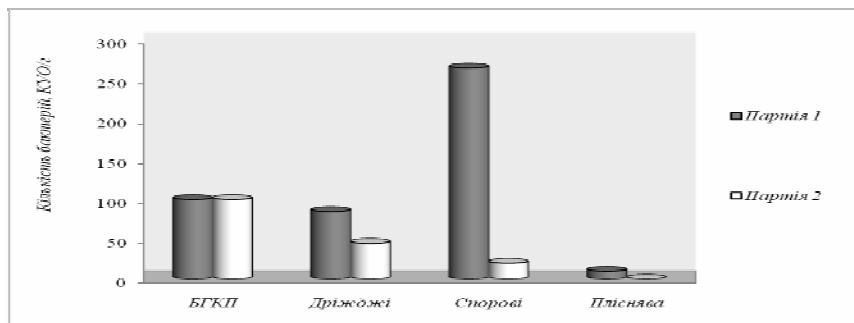


Рис. 1 – Зміна вмісту сторонньої мікрофлори в сирній масі після пресування при виробництві сирів з пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

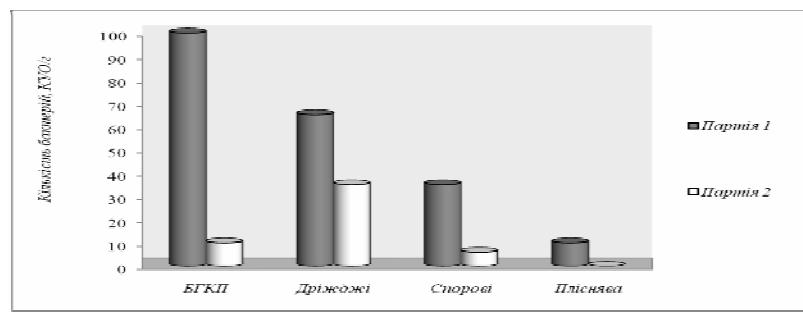


Рис. 2 – Зміна вмісту сторонньої мікрофлори в сирах на 14 діб визрівання, вироблених з пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

Проведення пастеризації сировини негативно вплинуло на мікробіологічні характеристики сирів. Рівень сторонньої мікрофлори на обох досліджуваних стадіях технологічного процесу в цьому сирі був значно вищим, ніж у сирі з термізацією, бактофугуванням та наступною пастеризацією молока. Особливо це стосується спороуттворювальних бактерій та, зокрема, маслянокислих, кількість яких у сирі другої партії скоротилася на порядок. Показовим є те, що серед поверхневої мікрофлори досліджуваних сирів домінували дріжджі, вміст яких у кірці сиру складав до 90 % від загальної кількості цих мікроорганізмів у сирі. Твердий сир з низькою температурою другого нагрівання, вироблений з використанням поєднаних методів (за яких молоко-сировина спочатку термізувалась, після термізації і визрівання піддавалась бактофугуванню та пастеризації), мав мікробіологічні показники, що відповідали вимогам діючої нормативної документації стосовно цієї групи продуктів.

Слід зазначити, що підвищена кількість технічно шкідливої мікрофлори у першому варіанті спричинила затримку розвитку лактобактерій, насамперед, ароматоутворюючих молочнокислих мікроорганізмів (рис. 3, 4).

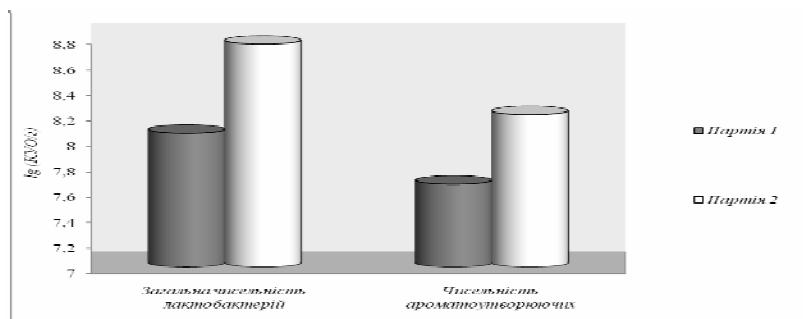


Рис. 3 – Зміна вмісту заквашувальної мікрофлори сирної маси після пресування при виробництві сирів, вироблених із пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

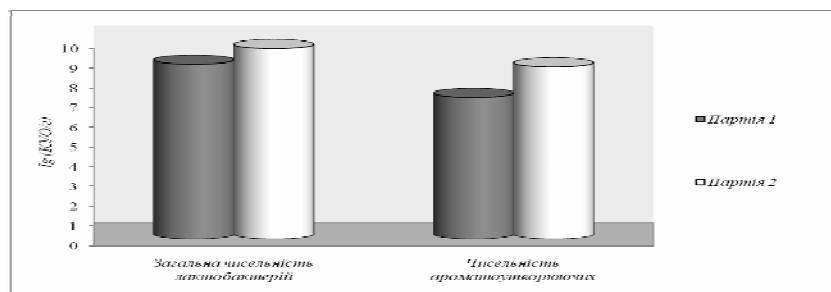


Рис. 4 – Зміна вмісту заквашувальної мікрофлори в сирах на 14 діб визрівання, вироблених із пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

Так, якщо частка лактобактерій та ароматоутворювальних молочнокислих мікроорганізмів у сирах обох партій після пресування сирної маси становила близько 92 % від загального об'єму молочнокислої мікрофлори, то після 14 діб перебування в камері для визрівання у сирах першої партії цей показник знизвився до 84 %, тоді як у сирі другої партії вміст ароматоутворювальних лактобактерій у цей період був 90 %.

Менша кількість лактобактерій у сирах першої партії спричинила низький рівень накопичення молочної кислоти, що позначилося на активній кислотності твердих сирів (рис. 5).

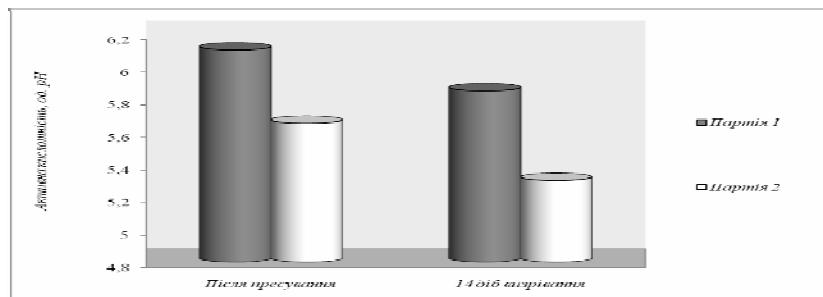


Рис. 5 – Зміна активної кислотності твердих сирів, виробленіх із пастеризованого молока (перша партія) та з молока, що пройшло термізацію, бактофугування та пастеризацію (друга партія)

Значення pH сиру, виробленого із пастеризованого молока, після пресування та 14 діб визрівання виявилося на 0,5-0,6 одиниць pH вище за аналогічний показник продукту, який був вироблений з використанням поєднаних методів підготовки молока-сировини.

Висновки

Результати досліджень показали, що недостатнє кислотоутворення у твердому сирі першої партії стало передумовою виникнення вади «раннє здуття» внаслідок контамінації бактеріями групи кишкової палички під час виробництва сиру. Органолептична оцінка даного сиру після 14 діб визрівання дала незадовільні результати: мастика консистенція, гіркий присmak та сторонній запах; тоді як продукт другої партії мав у міру щільне сирне тісто, кислуватий смак та приемний аромат.

Таким чином, використання поєднаних методів, за яких молоко-сировина спочатку термізується, після термізації і визрівання піддається бактофугуванню та пастеризації, є ефективним заходом поліпшення якості несприятливої за мікробіологічними показниками сировини у сироробстві. Підготовка молока в такий спосіб дозволяє максимально знищити сторонню мікрофлору сировини (ефективність очищення – 99,9 % порівняно із сирим молоком), які істотно впливає на подальші процеси, що відбуваються з сирним тістом, сприяє уникненню вад сиру мікробного походження, нормальному розвитку заквашувальної мікрофлори та подальшому визріванню сиру.

Отже, запропонований спосіб підготовки молочної сировини у сироробстві є рекомендованим у випадку надходження на підприємство молока з високим бактеріальним забрудненням.

Література

- Семко Т.В. Інтенсифікація процесу дозрівання та підвищення якості твердих сичужних сирів // Молочна промисловість. – 2005. – №10(25). – С.27-28.
- Справочник технолога молочного производства. Технология и рецептуры. Т.3. Сыры (Кузнецов В.В., Шиллер Г.Г.; Под общей ред. Г.Г. Шиллера). – СПб: ГИОРД, 2003. – 512 с.
- Наркевичус Р. Применение молока, подвергнутого ультравысокотемпературной обработке при производстве твердых сычужных сыров. Сборник научных трудов Литовского филиала ВНИИМС. – Вильнюс: Монслас, 1986 – с. 103-107.
- Гудков А.В. Сыроделие: технологические, биологические и физико-химические аспекты / Под редакцией С.А. Гудкова, 2-е изд., испр. и доп. – М.: ДeЛи прінт, 2004. – 804 с.