

Ідентифікація та аналіз мікробіологічних небезпечних чинників при виробництві молочної продукції

П. Столярчук, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри,
С. Остап'юк, аспірантка, кафедра метрології, стандартизації та сертифікації,
 Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів

Идентификация и анализ микробиологических опасных факторов при производстве молочной продукции

П. Столярчук, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой,
 С. Остап'юк, аспирантка, кафедра метрологии, стандартизации и сертификации,
 Национальный университет «Львовская политехника», г. Львов

Identification and Analysis of Hazardous Microbiological Factors in Milk Production

P. Stoliarchuk, Doctor of Technical Sciences, Professor, Department Head,
 S. Ostapiuk, Graduate Student, Department of Metrology, Standardization and Certification,
 National University «Lvivska Politehnika», Lviv

У статті розглянуто й проаналізовано всі потенційні мікробіологічні небезпечні чинники, пов'язані з молоком, починаючи від сировини і закінчуючи готовим продуктом споживання, а також проведено ідентифікацію небезпечних мікробіологічних чинників.



П. Столярчук



С. Остап'юк

ВСТУП

Харчовим продуктам (ХП) загрожують небезпечні чинники мікробіологічного походження. Вони можуть виникати як на етапі заготування сировини, так і на етапах виробництва продукту [1]. Усі вимоги нормативних документів щодо одержання, первинного оброблення та транспортування молока, як сировини, спрямовані, перш за все, на максимальне збереження його початкової якості. При цьому одним з головних завдань є його захист від контамінації мікроорганізмів. Вміст мікроорганізмів у молоці залежить, головним чином, від санітарно-гігієнічних умов його одержання, зберігання та транспортування. Джерелом первинного забруднення молока найчастіше стають корми та вода, які використовуються для виховування корів. У процесі одержання, перероблення та зберігання молока відбувається вторинне забруднення.

Для гарантування безпечності виробники повинні застосовувати контрольні заходи впродовж всього харчового ланцюга, починаючи з контролювання внесення мінеральних добрив і засобів за-

хисту рослин на пасовищах, джерел забору води, стану здоров'я тварин, умов їхнього утримання, одержання, перероблення і зберігання молока [2].

Мета дослідження — розглянути та проаналізувати всі потенційні мікробіологічні небезпечні чинники, пов'язані з молоком, починаючи від сировини і закінчуючи готовим продуктом споживання, а також провести ідентифікацію небезпечних мікробіологічних чинників.

Аналіз досліджень і публікацій

Для аналізу небезпечних чинників під час розроблення плану НАССР (Hazard Analysis Critical Control Points — аналіз небезпечних чинників та критичних точок контролю) необхідно мати знання щодо потенційних джерел небезпеки. Метою плану НАССР є контроль небезпечних чинників, які з достатньою ймовірністю можуть загрозувати безпеці ХП. Такі чинники можна розділити на три групи: мікробіологічні, хімічні та фізичні. Найбільшою загрозою є мікробіологічні чинники: шкідливі бактерії, віруси, пріони та паразити. Певні мікроорганізми використовують під час

виробництва ХП для забезпечення спеціальної функції, наприклад, ферментації, тому вони є корисними для продуктів, інші — спричиняють псування продуктів, роблячи їх непридатними для споживання людиною. Наприклад, дріжджі та пліснява в цілому не становлять біологічної небезпеки у ХП. Однак деякі види плісняви виробляють небезпечні токсини, які є небезпекою хімічного характеру. Потенційну небезпеку може скласти пліснява та дріжджі, які в результаті життєдіяльності здатні змінювати рН середовища, створюючи сприятливі умови для активізації життєдіяльності інших бактерій [3].

Основні небезпеки біологічного характеру у молоці — це початкова і залишкова мікрофлора:

- патогенні мікроорганізми та утворені ними токсичні сполуки. Знищення патогенів зазвичай не призводить до інактивації утворених токсинів. Тому слід створювати несприятливі для них умови впродовж усього ланцюга одержання та перероблення;

- мікроорганізми псування, продукти життєдіяльності яких не є безпосередньо патогенними, але можуть зумовлювати розлади чи алергенні реакції.

Шляхи потрапляння початкової мікрофлори у молоко та молочні продукти:

- мікрофлора внутрішніх каналів вимені;
- поверхова мікрофлора вимені та дійок;
- мікрофлора доїльного обладнання, молокопроводів, молокозбиральної тари, технологічного обладнання;
- мікрофлора довілля;
- мікрофлора персоналу.

Залишкова мікрофлора доїльного обладнання, молокопроводів, молокозбиральної тари, технологічного обладнання має скорочену лаг-фазу розвитку у молоці. Основну небезпеку потрапляння патогенних мікроорганізмів у молоко становлять поверхова мікрофлора вимені та дійок, мікрофлора персоналу, санітарний стан у приміщенні. Інтенсивність розвитку мікрофлори у молоці значним чином залежить від наявності залишків ветеринарних препаратів та мийних засобів [4].

Збудники харчових захворювань здатні розвиватись у молоці з накопиченням токсинів, ентеротоксинів, небезпечних за умов потрапляння у шлунково-кишковий тракт, через те, що основним джерелом цих мікроорганізмів є тварина. Тому особливої уваги набуває попередження небезпеки на ранніх стадіях перероблення молока. Загальними ознаками для харчових захворювань мікробного походження є: чіткий зв'язок з прийманням певної їжі, раптовий початок, короткий інкубаційний період, швидке одужання після вилучення з раціону недоброякісної їжі, відсутність контагіозності, тобто зараження людей безпосередньо від контакту з хворими [5].

Хвороботворні бактерії в основному потрапляють до ХП у результаті вторинного забруднення, а джерелом їх можуть бути працівники, устаткування, пакувальні матеріали тощо. Мікробне забруднення готової продукції може призвести до швидкого росту кількості мікроорганізмів через відсутність антагоністичної флори, котра знищується за теплового оброблення молока. Це пояснює особливу роль і вагу дотримання безперервності «ланцюгу холоду», тобто низькотемпературного режиму транспортування і зберігання сировини та готової продукції.

Узагальнену інформацію щодо найбільш важливих для харчової промисловості властивостей патогенних мікроорганізмів, котрі з великою ймовірністю можуть передаватись до людини через молоко і молочні продукти, наведені у табл. 1 [6]. Мікроорганізми є досить мінливими, тому наведені показники не є абсолютними, а лише найбільш розповсюдженими. Крім цього, слід враховувати, що утворені мікроорганізмами токсини можуть бути набагато термостійкішими за них. Жоден відомий вид дії на ХП не вважається придатним для знищення токсинів у ХП, хоча значення термостабільності багатьох з них лежать у межах параметрів технологічних процесів. Термостійкість стосується термічних процесів у ході виробництва ХП.

У молочній промисловості важливу роль відіграють бактеріофаги, котрі знижують якість молочної продукції. Але у системі управління безпечністю їх наявність не враховується, оскільки вони є безпечними для здоров'я людини.

Віруси є надзвичайно термостійкими. Термічні процеси, застосовувані у харчовій промисловості, не дають змоги їх знищити. Вони витримують нагрівання до 90 °С упродовж 20—25 хв. Хоча термостабільність залежить від середовища. Так, наприклад, звичайна пастеризація молока за температури 70 °С дозволяє знищити віруси гепатиту та рінновіруси. Але подібна обробка м'ясних чи морепродуктів є недостатньою. Основними шляхами потрапляння вірусів у продовольчу сировину та ХП є стічні та каналізаційні води, інфікований персонал, тваринності та інфіковані організми [7].

Усі небезпечні мікробіологічні чинники ХП, виникнення яких є обґрунтовано очікуваним, зважаючи на тип продукту, тип процесу та наявну виробничу інфраструктуру, потрібно проідентифікувати та задокументувати. Для їх ідентифікації потрібно послідовно відповісти на питання стосовно кожного небезпечного чинника, зазначеного у «дереві рішення» (рис. 1).

Ідентифікацію треба базувати на: попередній інформації; досвіді; зовнішній інформації, зокрема, наскільки це можливо, епідеміологічних та інших історичних даних; отриманій з харчового ланцюга ▶

Таблица 1. Узагальнені властивості важливих для молочної продукції патогенних мікроорганізмів

Найменування небезпечних бактерій	Сторо- утворення	Потреба у кисні	Температура розвитку, °С	Термостійкість	pH	Мінімальна активн. води, необхідна для підтримання життєдіяльності, a_w	Доцільність контро- лювання в рам- ках системи НАССР на молокоперероб- ному підприємстві*
<i>Bacillus cereus</i>	+	аероб	opt. 30—35 max. 48—55 min. 4—10	D_{95} — 1,2—36 хв	4,3—9,3	0,90	+
<i>Brucella</i> spp.	—	аероб	opt. 36—37 max. 39—40 min. 10—20	D_{80} — 2 хв	4,0—9,0	0,93	++
<i>Clostridium botulinum</i>	+	анаероб	opt. 20—38 max. 44—50 min. 11—12	для спор D_{121} — 0,1—0,21	4,6—8,8	0,94	+
<i>Clostridium perfringens</i>	+	анаероб	opt. 20—35 max. 45—50 min. 15—17	для спор D_{90} — 15—145 хв	5,0—9,0	0,93	+
<i>Corynebacterium diptheriae</i>	—	фак. анаероб	opt. 36—37 max. 43—45 min. 18—20	D_{82} — 0,1 хв.	5,8—9,2	0,91	++
<i>Coxiella burnetii</i>	—	аероб	opt. 35—45 max. 47—48 min. 17—19	D_{72} — 0,3 хв.	4,8—8,5	0,97	+
<i>Cronobacter (Enterobacter) sakazakii</i>	—	фак. анаероб	opt. 37—43 max. 44—47 min. 5—8	D_{60} — 3,52—3,58хв	3,0—9,0	0,2	+ ++ (для сухих продуктів)
<i>Enterococcus</i> spp.	—	фак. анаероб	opt. 47—50 max. 36—37 min. 1—10	<i>E. faecium</i> D_{70} — 3,4	4,4—10,6	0,93	+
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	—	фак. анаероб	opt. 37—38 max. 44—45 min. 7—8	D_{63} — 0,5 хв.	3,5—9,0	0,75	+
<i>Francisella tularensis</i>	—	аероб	opt. 25—37 max. 42—44 min. 15—17	D_{60} — 0,2 хв.	5,8—8,7	0,94	+
<i>Listeria</i> spp.	—	мікроаерофіл, аероб	opt. 30—37 max. 44—45 min. —0,5—0	D_{70} — 0,1—0,3 хв.	4,3—9,4	0,91	++
<i>Salmonella</i> spp.	—	фак. анаероб	opt. 35—37 max. 45—48 min. 4—7	$D_{71,7}$ — 0,02 хв	3,8—9,5	0,93	+++
<i>Shigella</i> spp.	—	фак. анаероб	opt. 36—37 max. 45—48 min. 6—10	D_{65} — 0,5 хв.	4,8—9,3	0,95	+
<i>Staphylococcus aureus</i>	—	фак. анаероб	opt. 30—37 max. 45—49 min. 7—9	D_{60} — 1—6хв.	4,2—9,3	0,83	++
<i>Streptococcus</i> spp.	—	мікроаерофіл	opt. 35—37 max. 40—42 min. 20—22	D_{60} — 2—20 хв	4,1—8,7	0,91	+
<i>Vibrio cholerae</i>	—	фак. анаероб	opt. 40—42 max. 30—35 min. 5—7	D_{60} — 15 хв.	5,5—9,5	0,93	+
<i>Yersinia enterocolitica</i>	—	фак. анаероб	opt. 28—29 max. 44—45 min. —2÷—1	$D_{62,8}$ — 0,96 хв.	4,2—9,0	0,95	+

* + — достатньо контролю важливих технологічних параметрів (температура, pH тощо) стосовно загального мікробного забруднення;

++ — доцільно контролювати критичні параметри для розвитку даного мікроорганізму;

+++ — доцільно контролювати безпосередньо наявність певного мікроорганізму.

інформації щодо небезпечних чинників ХП, які можуть стосуватися безпечності проміжних і кінцевих продуктів під час споживання.

Ідентифікуючи мікробіологічні небезпечні чинники, треба враховувати: стадії, що передують розглядуваній операції, та наступні за нею; технологічне устаткування, допоміжні служби; попередні та подальші ланки харчового ланцюга.

Якщо це можливо, для кожного ідентифікованого небезпечного чинника потрібно визначити його прийнятний рівень у кінцевому продукті. Визначений рівень має враховувати чинні законодавчі та нормативні вимоги, вимоги замовника до безпечності ХП, використання за призначеністю замовником та інші доречні дані. Обґрунтування та результат визначення прийнятних рівнів потрібно задокументувати [8].

Для простоти процедури аналізу мікробіологічних небезпечних чинників можна розбити на п'ять кроків, застосування яких у логічній послідовності допоможе уникнути будь-яких недоглядів.

1. Аналіз вхідних матеріалів. Для цього використовують опис продукту (форма 1) (табл. 2) і перелік інгредієнтів та матеріалів продукту (форма 2) (табл. 3). Аналізують інформацію в описі продукту і визначають, як ця інформація може вплинути на аналіз технологічного процесу. Біля кожного інгредієнту та пакувального матеріалу в переліку рекомендується проставити літеру Б, яка вказує на можливість існування біологічних небезпечних чинників, використовуючи попередньо вивчені джерела інформації (табл. 3). Мікробіологічний небезпечний чинник, позначений у переліку, описується у формі 4.

2. Оцінення технологічних операцій стосовно небезпечних чинників. Метою цього кроку є ідентифікація мікробіологічних небезпечних чинників, пов'язаних з кожною технологічною операцією, технологічним маршрутом продукту та схемою руху працівників. Для цього аналізують блок-схему технологічного процесу (форма 3):

1) присвоюють номер кожному етапу (операції) технологічного процесу (рис. 2), від одержання сировини і матеріалів до транспортування;

2) досліджують кожний етап на блок-схемі технологічного процесу і за даними опрацьованих джерел інформації визначають існування біологічної небезпеки, пов'язаної з цією операцією;

3) вписують літеру«Б», для біологічного небезпечного чинника, біля кожного етапу блок-схеми, де така небезпека була ідентифікована.

Небезпечний чинник, ідентифікований на блок-схемі, потрібно згрупувати і повністю описати у формі

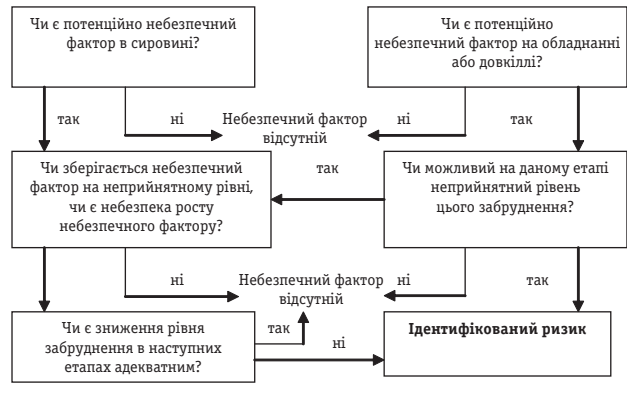


Рис. 1. Приклад «дерева прийняття рішень» для визначення ризиків

Таблиця 2. Приклад опису продукту

Форма 1. Опис продукції	
1. Назва продукту	Молоко пастеризоване
2. Нормативна документація	ДСТУ 2661—2010
3. Важливі характеристики продукту	Кислотність не більше 21 °Т, ступінь чистоти не нижче I групи, температура не більше 8 °С
4. Використання продукту	Готовий до вживання
5. Пакування	Скляна тара, паперові пакети з комбінованого матеріалу, пакети з шаром алюмінієвої фольги
6. Термін зберігання	За температури 4 ± 2 °С, за відносної вологи повітря 85—90 % до 36 годин з моменту закінчення технологічного процесу, в тому числі на підприємстві-виробнику — не більше 12 годин. Термін зберігання продукту може бути подовжений до 5 діб
7. Спосіб реалізації	У роздрібній торгівлі, установах, закладах громадського харчування
8. Інструкції щодо етикування	Назва підприємства, маса нетто, дата виготовлення, термін зберігання
9. Спеціальні вимоги для розподілення	Уникати фізичного пошкодження, екстремальних температур

Таблиця 3. Перелік інгредієнтів та матеріалів продукту

Форма 2. Перелік інгредієнтів і матеріалів	
Назва продукту	Молоко пастеризоване
Молочні інгредієнти	Пакувальні матеріали
Молоко коров'яче незбиране Молоко знежирене	Скляна тара Паперові пакети з комбінованого матеріалу Пакети з шаром алюмінієвої фольги
Дата:	
Затвердив:	

аналізу небезпечних чинників (форма 4) (табл. 4). Небезпечний чинник повинен бути пов'язаний з технологічним процесом. Наприклад, якщо біологічний небезпечний чинник ідентифікований на етапі «зберігання», літера «Б» повинна стояти біля етапу «зберігання» на блок-схемі технологічного процесу, а потім для ідентифікації біологічного небезпечного чинника запис проводять у формі 4.

3. Спостереження за фактичними технологічними режимами. Робоча група НАССР повинна до-

сконало знати кожну досліджувану технологічну операцію. Будь-який ідентифікований небезпечний чинник має бути записаний у відповідну форму.

4. Проведення вимірювального контролю. Під час дослідження може виникнути необхідність проведення вимірювань важливих технологічних параметрів, щоб підтвердити фактичний режим процесу. Перед початком вимірювань слід перевірити, чи всі прилади справні, мають відповідну точність і належним чином калібровані.

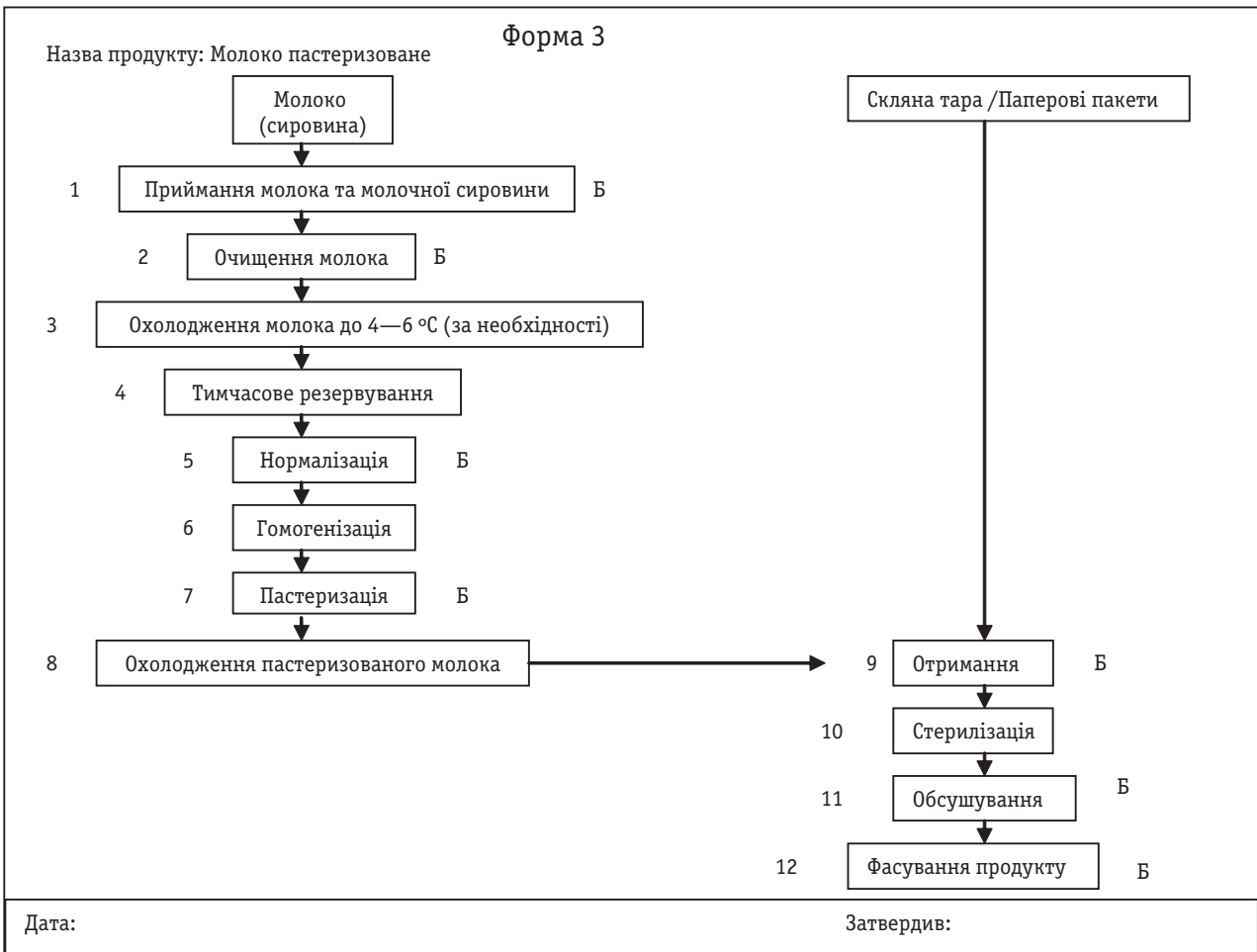


Рис. 2. Загальна блок-схема технологічного виробництва пастеризованого молока

Таблиця 4. Приклад ідентифікації мікробіологічних небезпечних чинників

Форма 4. Ідентифікація небезпек (біологічні небезпечні чинники)	
Назва продукту	Молоко пастеризоване
Небезпечний чинник	Контролюється:
Інгредієнти / Матеріали Bacillus spp., Campylobacter spp., Escherichia coli O157:H7, Listeria monocytogenes, Mycobacterium avium subsp. paratuberculosis, Salmonella spp., Staphylococcus aureus	Санітарно-бактеріологічний контроль
Етапи виробничого процесу	
№1-Приймання Зростання кількості патогенних мікроорганізмів/ утворення токсинів через прийомку продукту, виробленого з порушенням часових і температурних норм. Зараження патогенними мікроорганізмами через обладнання, призначене для прийомки продукту	Вхідний контроль сировини Програми-передумови з питань санітарного оброблення автомолцистерн та боротьби з шкідниками
№2-Очищення Застосування фільтрування молока має ризик додатково його забруднити мікроорганізмами	Програми-передумови з питань санітарного оброблення та обслуговування обладнання
№5-Нормалізація Під час поєднання відцентрового очищення від механічних домішок і нормалізації сировини дає ризик додаткового бактеріального обсіменіння	Програми-передумови з питань обслуговування обладнання
№7-Пастеризація Спорові і деякі види вегетативних термостійких мікроорганізмів залишаються, але активність значно зменшується	Програми-передумови з питань санітарного оброблення та обслуговування обладнання
№9-Отримання скляної тари, паперових пакетів Пошкодження може призвести до протікання та зараження бактеріями	Вхідний контроль пакувальних матеріалів
№12-Фасування Зараження патогенними мікроорганізмами через фізичне пошкодження	Програма з питань обладнання і персоналу. Програми-передумови з питань зберігання
Дата:	Затвердив:

5. Аналіз результатів вимірювань. Кваліфікована особа має проаналізувати одержані результати вимірювань, щоб правильно інтерпретувати зібрані дані. Під час аналізу та інтерпретації даних, ідентифіковані мікробіологічні небезпечні чинники повністю описують у формі форми 4 [9].

Мікробіологічні небезпечні чинники можуть контролюватися шляхом обмеження, припинення або зміни умов кінетики росту, яких потребують мікроорганізми для виживання, росту та відтворення. Цей вид небез-

пеки може знижуватися, усуватися або регулюватися термічним нагріванням, замороженням або сушінням. Підприємства з вирощування чи перероблення ХП повинні включати до своєї програми НАССР три основні цілі щодо біологічних небезпечних чинників:

- усунення або значне зниження біологічної небезпеки;
- запобігання або мінімізація росту мікробів та утворенню токсинів;
- контролювання зараження.

Для запобігання, усунення або зниження до допустимого рівня бактеріальної небезпеки контрольні заходи можуть включати:

- контроль температури/часу (належний контроль часу охолодження і зберігання, наприклад, для мінімізації розростання мікроорганізмів);

- кулінарне оброблення (термічне нагрівання) упродовж відповідного часу і за відповідної температури для усунення мікроорганізмів або зниження їхньої кількості до допустимих рівнів;

- охолодження та заморожування;

- контроль ферментації та рН;

- додавання солі або інших консервантів, які у прийнятних кількостях можуть гальмувати ріст мікроорганізмів;

- сушіння з достатньою кількістю тепла для знищення мікроорганізмів або з видаленням достатньої кількості води з ХП для запобігання розмноженню певних мікроорганізмів, навіть коли сушіння проводять за понижених температур;

- умови пакування;

- очищення та дезинфікування, які можуть усувати або знижувати рівні мікробіологічного зараження;

- виконання правил і норм гігієни, які можуть знижувати рівні мікробіологічного зараження.

Контрольні заходи для вірусів:

- термічне оброблення: методи нагрівання або кулінарного оброблення;

- правила і норми особистої гігієни, включаючи недопущення до роботи працівників, уражених певними вірусними хворобами [10].

Виконавши всі п'ять видів робіт, робоча група НАССР матиме достатній перелік реальних потенційних мікробіологічних небезпек, пов'язаних з виробництвом молочного продукту.

ВИСНОВКИ

Аналіз небезпечних чинників — перший принцип системи НАССР. Неправильно проведений аналіз призведе до розроблення неадекватного плану НАССР. Аналіз небезпечних чинників вимагає володіння ґрунтовними технічними та науковими знаннями у різних сферах для належної ідентифікації всіх потенційних небезпечних чинників. Процес проведення аналізу небезпечних чинників має дві стадії: ідентифікацію небезпечних чинників та їхній аналіз.

Небезпечні чинники, наведені для груп харчової продукції у державних санітарних правилах і нормах потрібно у першу чергу включати до переліків мікробіологічних, хімічних та фізичних чинників.

У статті проаналізовано потенційні мікробіологічні небезпечні чинники у процесі виробництва

молока пастеризованого, наведено приклади мікробіологічних небезпечних чинників, які можуть бути корисними для ідентифікації потенційних небезпек у харчових продуктах.

Визначення критичних точок контролю під час виробництва молочних продуктів, що дають можливість запобігти виникненню небезпечного чинника чи знизити його небезпечність до прийнятного рівня.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бурыкина И. М. Система НАССР на предприятиях промышленности: программа внутреннего контроля / М. В. Щемелева, Г. В. Хитрова // Молочная промышленность. — 2004. — № 5. — С. 16—17.
2. Бурыкина И. М. Система НАССР: анализ потенциальной опасности / Гомзикова И. Д., Бондаренко С. Ф. // Молочная промышленность. — 2003. — № 9. — С. 13.
3. Крижанівський Я. Й. Основні принципи побудови системи управління якістю та безпекою молока сирого / Кухтин М. Д. // Науковий вісник ЛНАВМ ім. С. З. Гжицького. — 2005. — Т. 7 (№ 4). — Ч. 1. — С. 76—79.
4. Parguel P., Gautier J.M. L'application du HACCP en élevage laitier: historique des essais d'application et points de vue des «acteurs» sur la generalisation de la démarche. — Paris: Institut de l'Élevage, 2009. — 30 p. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.inst-elevage.asso.fr/>.
5. Зойка С. Системи управління качеством в молочной промышленности / Тарчинска А. // Молочная промышленность. — 2004. — № 6. — С. 21—22.
6. Посібник для малих та середніх підприємств молокопереробної галузі з підготовки та впровадження системи управління безпекою харчових продуктів на основі концепцій НАССР / Міжнародний інститут безпеки та якості харчових продуктів (IIFSQ). — Київ, 2010. — 194 с.
7. Systèmes de qualité et de sécurité sanitaire des aliments. Département de l'agriculture, FAO, 2001. — 232 p. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.fao.org>.
8. Методичні рекомендації щодо впровадження системи НАССР на молокопереробних підприємствах / Якубчак О. М., Димань Р. М., Олійник Л. В. — Київ: «Біо-пром», 2005. — 40 с.
9. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.scribd.com/doc/57940036/HACCP—Учебник>.
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.fao.org/about/en/>. ■