

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд і технологій
(назва факультету)

Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Удосконалення технології санітарної обробки
молочного обладнання за виробництва
кисломолочних продуктів**

Виконав: студент _____ 6 курсу, групи МЛІмз-61
спеціальності _____

181- Харчові технології

(шифр і назва спеціальності)

_____ Гудь Н. М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

_____ Сторож Л. А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

_____ Покотило О. С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

_____ Покотило О. С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль
2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд і технологій
(повна назва факультету)
Кафедра Харчової біотехнології і хімії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Покотило О.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 2020 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр
(назва освітнього ступеня)
за спеціальністю 181 – Харчові технології
(шифр і назва спеціальності)
студенту Гудь Надія Миколаївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Удосконалення технології санітарної обробки молочного обладнання за виробництва кисломолочних продуктів

Керівник роботи Сторож Людмила Анатоліївна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 01 » 09 2020 року № 4/7 – 621.

2. Термін подання студентом завершеної роботи грудень 2020 року
3. Вихідні дані до роботи Спеціальна, періодична література та нормативна документація з питань досліджень. Методики та методи досліджень стандартні та уніфіковані
4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Провести літературний та патентний пошук щодо санітарної обробки молочного обладнання та засобів, які використовуються для миття і дезінфекції;
Обґрунтувати технологічні режими ефективності санітарної обробки технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів для отримання безпечної молочної продукції;
Дослідити активність мийних і дезінфікуючих засобів санообробки молочного обладнання щодо мезофільної мікрофлори;
Дослідити активність мийних і дезінфікуючих засобів молочного обладнання щодо споруутворюючих бактерій;
Дослідити плівкоутворюючі властивості у мікроорганізмів ідентифікованих з молочного обладнання за виробництва кисломолочних продуктів;
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) таблиці, графіки, схеми, діаграми

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці			
Безпека в надзвичайних			
Ситуаціях			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання роботи	Примітка
1.	Аналітичний огляд та патентний пошук інформації відповідно до теми магістерської роботи	14.05.20 р. – 29.05.20 р.	
2.	Складання схеми досліджень	01.06.20 р. – 10.06.20 р.	
3.	Опрацювання методики досліджень	11.06.20 р. – 26.06.20 р.	
4.	Виконання експериментальних досліджень (Частина I)	01.07.20 р. – 10.08.20 р.	
5.	Завершення експериментальних досліджень (Частина II)	01.09.20 р. – 15.10.20 р.	
6.	Збір інформації до виконання розділу та «Безпека в надзвичайних ситуаціях»	16.10.20 р. – 04.11.20 р.	
7.	Закінчення написання розділів	05.11.20 р – 30.11.20 р.	
8.	Подання магістерської роботи до захисту	07.12.20 р	

Студент

_____ (підпис)

Гудь Н. М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Сторож Л. А.

_____ (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

	Реферат	6
	Вступ	7
1	Огляд літератури	11
1.1	Санітарна обробка молочного обладнання у технології виробництва молочних продуктів – запорука безпечності харчової продукції	11
1.2	Обґрунтування вибору мийних та дезінфікуючих засобів для санобробки молочного обладнання та технологічних ліній при виробництві кисломолочних продуктів	12
1.2.1	Засоби для санобробки на основі хлору	16
1.2.2	Засоби з четвертинними амонієвими сполуками	17
1.2.3	Дезінфікуючі засоби, які містять активний йод	18
1.2.4	Засоби санобробки молочного обладнання з над оцтовою кислотою та перекису водню	19
1.3	Модельна схема стратегії санобробки (очищення, дезінфекція) молочного обладнання технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів	21
1.4	Мікробна екологія харчового продукту	23
1.5	Біоплівки, як джерело забруднення харчових продуктів	24
1.5.1	Механізми утворення біоплівки у харчових продуктах	24
1.5.2	Формування екзополісахаридного матриксу	27
1.6	Парадигма стійкості до дезінфекції мікробних біоплівок	27
1.6.1	Фенотипові пристосування клітин біоплівки до сублетальних концентрацій дезінфікуючих засобів	28
1.6.2	Інтервал між забрудненням та миттям	29
1.7	Використання природних антимікробних стратегій у боротьбі з	30

	мікробними біоплівками у харчовій промисловості	
1.7.1	Поєднання різних стратегій для оптимізації контролю біоплівки	31
	Підсумки огляду літературних джерел	32
2	Матеріали і методи досліджень	34
2.1	Відбирання проб	34
2.2	Визначення кількості спороутворюючої мікрофлори у змивах з технологічного устаткування	36
3	Результати дослідження та їх обговорення	37
3.1	Обґрунтування технологічних режимів ефективності санітарної обробки молочного обладнання для отримання безпечної молочної продукції	37
3.2	Дослідження активності мийних і дезінфікуючих засобів санобробки молочного обладнання щодо мезофільної мікрофлори	40
3.3	Активність мийних і дезінфікуючих засобів молочного обладнання щодо спороутворюючих бактерій	44
3.4	Дослідження плівкоутворюючих властивостей у мікроорганізмів виділених з молочного обладнання за виробництва кисломолочних продуктів	47
	Висновки і пропозиції виробництву	62
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	64
4.1	Охорона праці на підприємствах молочної промисловості	64
4.2	Захист харчових продуктів від різних видів забруднення	66
	Список літератури	69
	Додатки	78

РЕФЕРАТ

Магістерська робота: 81 с., 7 рис., 7 табл., 87 джерел.

МОЛОЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, САНІТАРНА ОБРОБКА, МИЙНІ ЗАСОБИ, ДЕЗІНФІКУЮЧІ ПРЕПАРАТИ, МІКРОБНІ БІОПЛІВКИ

Об'єкт дослідження: мийні і дезінфікуючі засоби, змиви з технологічних ліній молочного обладнання, ефективність санобробки.

Метою роботи було дослідити ефективність і активність сучасних дезінфікуючих засобів знезаражувати лінії з виробництва кисломолочних продуктів для удосконалення санітарної обробки.

Методи дослідження: мікробіологічні, бактеріоскопічні статистичні.

Проведено дослідження з визначення впливу ефективності дезінфікуючих засобів для удосконалення санітарної обробки технологічних ліній за виробництва кисломолочних устаткування.

Встановлено, що найбільш ефективним засобами санітарної обробки технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів виявився засіб РЗ-оксонія 150 у склад якого входить над оцтова кислота в перекис водню. Ефективність даного засобу мезофільної мікрофлори становила більше 99,99 %, відносно споротвірних бактерій – 100 %. При обробці хлорвмісними засобами найбільш дієвим був французький засіб Жавель, який складається з натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти. Ефективність даних засобів щодо мезофільних мікроорганізмів становила 99,67 %, а щодо спороутворюючої 100 %. Встановлено, що основні роди, які ідентифіковані з технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів, формують мікробні біоплівки високої щільності у 80 % випадків, з оптичною густиною від 1,51 до 2,51 од. 4. Дезінфікуючі засоби санітарної обробки технологічного устаткування проявляли бактерицидну дію протягом 20 хв на тест-культури мікроорганізмів, які перебували у планктонній формі, але не діяли на бактерії, які сформовані у біоплівках.

Вступ

Споживання населенням якісної і безпечної продукції є запорукою здорового функціонування організму людини. Однак, за даними ВООЗ, продукти харчування є частотою причиною виникнення харчових інфекцій та токсикозів, завдяки наявності умовно-патогенних і хвороботворних мікроорганізмів. Основна мікробіота харчових продуктів у технологічному ланцюгу виготовлення зазвичай потрапляє з погано вимитих поверхонь технологічних ліній молочного та допоміжного обладнання. Враховуючи цей чинник, головною стратегією досягнення оптимального мікробіологічного складу (за кількістю і родовим співвідношенням) харчових продуктів є забезпечення належної санобробка технологічного обладнання та дотримання вимог гігієни в процесі технологічної обробки сировини та зберігання готової продукції [1, 2]. Завдання ефективної санітарної обробки всього комплексу молочного обладнання і технологічних ліній на молокопідприємствах – це максимально видалити з робочих внутрішніх поверхонь устаткування органічні залишки та різні форми мікроорганізмів. Для цього застосовують мийні, дезінфікуючі або мийно-дезінфікуючі синтетичні препарати.

У міжнародній практиці для дезінфекції технологічного устаткування використовують наступні дезінфектанти: хлорактивні засоби; засоби з четвертинними амонієвими сполуками (ЧАС); дезінфікуючі засоби, які містять активний йод; засоби на основі надоцтової кислоти та перексиду водню; засоби з амфолітними ПАВ.

Актуальність теми. Основними характеристиками засобів, які використовують для доброї санітарнообробки технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів є їх ефективність, безпечність, значний антимікробний спектр дії, добра мийна здатність, низька піноутворювальна здатність, слабка корозійна дія і дія на різні деталі обладнання. Не зважаючи на те, що нині ринок наповнений великою

кількістю мийними і дезінфікуючими засобами проблема надійної і ефективної дезінфекції технологічного молочного устаткування все-таки є актуальною. Так як, проблемність ситуації в тому, що миття і дезінфекцію на підприємствах молочної промисловості проводять постійно після кожного виробничого циклу для недопущення активного розмноження мікрофлори на поверхнях. Проте, навіть за використання частого і постійного миття і дезінфекції устаткування на ньому залишаються мікроорганізми, які витримали дані процедурні режими санобробки. Однак, у технології виробництва кисломолочних продуктів використовується автоматичне миття і дезінфекція, а спеціалістам-технологам необхідно підбирати такі режими санобробки, які б максимально видаляли органічні рештки продуктів і знешкоджували наявну мікрофлору.

Отже, враховуючи вище наведено постійно актуальною проблемою в технолог виробництва кисломолочних продуктів є забезпечення ефективного процесу миття і дезінфекції з метою та отримання безпечної молочної продукції.

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – дослідити ефективність і активність сучасних дезінфікуючих засобів знезаражувати лінії з виробництва кисломолочних продуктів для удосконалення санітарної обробки.

Для виконання поставленої мети були визначені наступні завдання:

- провести літературний та патентний пошук щодо санітарної обробки технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів та засобів, які використовуються для миття і дезінфекції;
- обґрунтувати технологічні режими ефективності санітарної обробки технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів для отримання безпечної молочної продукції;
- дослідити активність мийних і дезінфікуючих засобів санобробки молочного обладнання щодо мезофільної мікрофлори;

– дослідити активність мийних і дезінфікуючих засобів молочного обладнання щодо споруутворюючих бактерій;

– дослідити плівкоутворюючі властивості у мікроорганізмів ідентифікованих з молочного обладнання за виробництва кисломолочних продуктів;

Об’єкт дослідження – мийні і дезінфікуючі засоби, змиви з технологічних ліній молочного обладнання, ефективність санобробки.

Предмет дослідження – ефективність санобробки різними засобами для миття та дезінфекції.

Методи досліджень – мікробіологічні, бактеріоскопічні статистичні.

Наукова новизна одержаних результатів. Встановлено, що основні роди мікроорганізмів, які виділені з технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів, формують мікробні біоплівки високої щільності у 80 % випадків, з оптичною густиною від 1,51 до 2,51 од. Дезінфікуючі засоби санобробки ліній молочного обладнання проявляли бактерицидну дію протягом 20 хв на тест-культури мікроорганізмів, які перебували у планктонній формі, але не діяли на плівкоутворюючі бактерії. Виявлено, що підвищена концентрація дезінфікуючих засобів на мікроорганізми, які перебувають у сформованих біоплівках, сприяла руйнуванню позаклітинного матриксу біоплівки, проте повністю не знищувала мікробні клітини, які були у біоплівках. Так, засіб РЗ-оксонія 150 та Жавель діяли бактерицидно уже через 10 хв контакту із біоплівкою, а інші взяті у дослід засоби через 20 хв.

Практичне значення одержаних результатів. Запропоновано для ефективної санітарної обробки технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів визначати робочу концентрацію дезінфікуючих засобів на мікроорганізмах, які сформовані у біоплівках.

Особистий внесок здобувача. Полягає в проведенні літературно-патентного огляду з обраної теми, підбір методик, проведенні експериментальних біохімічних досліджень та органолептичних змін у маслі, формуванні висновків та написанні роботи.

Апробація результатів. Виступ на міжнародній науковій конференції: “Food chemistry. Modern methods for production of food, food additives and packaging materials-2020”, Lviv, Ukraine, October 7-9, 2020.

Публікації. За матеріалами магістерської роботи опубліковано 1 наукову працю у тезах: Кухтин М. Д., Гудь Н. М., Кравченко Х. Ю. Вплив біоплівкових форм бактерій на мікробіологічну якість молочної продукції. Збірник тез конференції, Lviv Polytechnic National University, 2020, October 7-9, С. 11. (Додаток А).

Структура і обсяг роботи. Робота складається із вступу, основної частини, розділу охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях, висновків та пропозицій виробництву, переліку літературних посилань та додатків. Основний зміст роботи викладено на 81 сторінці і містить 7 таблиці, 7 рисунків. Перелік посилань містить 87 найменувань.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Санітарна обробка молочного обладнання у технології виробництва молочних продуктів – запорука безпечності харчової продукції

Санобробка молочного обладнання у технології виробництва молочних продуктів – запорука безпечності харчової продукції. Невід'ємні технологічні етапи будь-якого, а особливо харчового, виробництва дезінфекція та миття. Ці два процеси тісно пов'язані. Дезінфікуючі засоби застосовують для знезараження різних поверхонь та попередження інфікування мікробами продуктів харчування. Миючі засоби використовують для видалення забруднень різної етіології. При правильній якості мийки видаляється практично до 100 % забруднень і бактерій. Подальша дезінфекція доводить цей відсоток до 100 %. Ефективні дезінфікуючі препарати за своєю суттю повинні володіти малою токсичністю, широким спектром антимікробної активності, зручністю у застосуванні, багатофункціональністю і тривалим терміном зберігання концентратів і робочих розчинів [1, 2].

Існує кілька основних правил і критеріїв до відбору дезінфікуючих засобів для молочної промисловості:

1. Дезінфікуючі засоби мають бути не корозійними (або слабо-корозійними), малотоксичними. Сучасний дезінфікуючий засіб не повинен викликати корозії металів і пошкоджувати інші матеріали, що входять до складу устаткування, зберігати сильну активність за вмісту органічних речовин, не чинити токсичного і алергічного впливу.

2. Дезінфікуючі засоби по суті мають бути високоякісними, різноманітними і цілеспрямованими. Головна мета для дезінфікуючих засобів

це створення ефективного, надійного захисту від інфекцій, які поширюються через харчові продукти у разі їх споживання.

3. Дезінфікуючі засоби мають бути технологічними. У сформованих економічних умовах скорочення обсягів витрат на промислових підприємствах, що виробляють продукти харчування, м'ясні та молочні продукти, напої тощо, гостро постає питання про економічність та якість використовуваних дезінфікуючих засобів для очищення і дезінфекції обладнання. Як правило, найбільш оптимальним рішенням і виходом є використання універсальних мийних і дезінфікуючих препаратів. Тому необхідно підібрати швидкий, надійний і ефективний засіб проти дріжджів, бактерій та вірусів [3, 4].

Мийні властивості мийно-дезінфікуючих засобів полягають у видаленні розчинених харчових забруднень із всіх брудних поверхонь. Мийна дія – це складний хімічний процес взаємодії різних забруднень рослинних і тваринних залишків з мийною субстанцією. При цьому проявляються такі фізико-хімічні процеси, як адсорбція мийного препарату з забруднюючою субстанцією, змочування, піноутворення, емульгування жирів та стабілізація [5, 6]. Для отримання необхідного ефекту дезінфекції необхідно чітко дотримуватися інструкції для підготовки і подальшого застосування дезінфікуючих препаратів [7, 8].

1.2. Обґрунтування вибору мийних та дезінфікуючих засобів для санобробки молочного обладнання та технологічних ліній при виробництві кисломолочних продуктів

Збій в роботі хоч одного із цих чинників вимагатиме корекції інших, проте вона не завжди буде компенсована. Так, наприклад, для видалення харчових відкладень з устаткування найбільш ефективною є механічна дія. У той же час дія хімічних засобів знешкоджує мікроорганізми. Крім вище

згаданих чинників, наступні не менш важливі фактори, які впливають на санітарну обробку технологічного устаткування є:

- 1) твердість використаної води;
- 2) ступінь (міра) забруднення поверхні;
- 3) мікроструктура поверхні;
- 4) діаметр труб;
- 5) сукупність хімічних засобів із робочою поверхнею;
- 6) метод використання засобів;
- 7) швидкість руху засобів та здатність діяти на мікроорганізми сформовані в біоплівці [31].

Основний зміст дезінфекції технологічного устаткування у технології виробництва кисломолочних продуктів – це зменшити вміст мікроорганізмів до такої кількості, за якої вони б не створювали небезпеки та не впливали на показники якості готової продукції. Так як забезпечити повну стерилізацію складного технологічного устаткування і допоміжного обладнання у виробничих умовах практично не можливо. Тому для оцінки чистоти технологічного устаткування та ефективність проведеної санітарної обробки розроблені санітарно-гігієнічні нормативи кількісного вмісту бактерій в 1 см змиву з робочої поверхні обладнання [32].

Відмінний санітарний стан технологічного устаткування вказує на дотримання режимів при проведенні миття і дезінфекції та ефективність мийно-дезінфікуючих засобів. За такого санітарного стану змиті з сировиною і виробленою продукцією мікроорганізми суттєво не впливають на рівень його мікробного обсіменіння і якість готового продукту [33].

Для санітарної обробки устаткування використовують розчини мийно-дезінфікуючих засобів, які за хімічними властивостями поділяються на лужні та кислотні. Найчастіше використовують засоби в склад яких входять лужні речовини, інгібітори корозії, комплексопи та дезінфікуючі речовини. Застосування багатоконпонентних засобів має переваги, оскільки кожний із компонентів, виконує певну функцію і в результаті сумарної синергічної дії

підвищується ефективність їх застосування. Лужні речовини (гідроксиди та карбонати натрію або калію) під час миття омилюють жири та гідролізують білки [34]. Проте вони проявляють підвищену корозійну дію щодо металів. Тому, для зниження агресивності щодо металевих деталей молочного устаткування у склад засобів вводять інгібітори корозії, зокрема натрій кремнієвокислий для миття устаткування, яке виготовлене з алюмінію або натрію сульфат – для устаткування з оцинкованої сталі [35].

Іони лужних солей при взаємодії з солями твердості води утворюють нерозчинні сполуки унаслідок погіршується якість миття. Тому, для покращення мийної дії в склад засобу доцільно додавати комплексони. Найбільш поширеними комплексонами є фосфати (моно-, ди-, трифосфати, гексаметафосфат і натрію триполіфосфат), трилон Б та кальцинована сода. В розчинах вони зв'язують і переводять в розчинні сполуки катіони важких металів, які є в твердій воді. Окрім того, вони сприяють розчиненню білкових залишків за рахунок видалення з них солей кальцію, а також диспергують механічні забруднення і цим покращують мийну здатність [11, 36].

Мийна дія лужних сумішей в значній мірі посилюється при додаванні у їх склад деяких поверхнево-активних речовин, що значно підвищує змочувальну здатність розчину і сприяють відмиванню забруднень за рахунок емульгування жиру, розщеплення та диспергування білків. Композиція на основі мийних речовин, інгібіторів корозії та комплексонів проявляє добру мийну здатність, але не має бактерицидної дії. З метою забезпечення бактерицидної дії засобу в його склад вводять дезінфікуючі речовини [37, 38].

Сучасні мийно-дезінфікуючі засоби – складні суміші мийних та дезінфікуючих речовин, які збалансовані за мийною здатністю і дезінфікуючою дією із розрахунку, щоб вони були ефективними за різних умов санітарної обробки технологічного устаткування та допоміжного обладнання. За зовнішнім виглядом ці препарати можуть бути в формі порошків або рідин. Сировиною для виготовлення більшості цих засобів є

мийні речовини та дезінфікуючі сполуки, застосування яких для санітарної обробки технологічного устаткування дозволено відповідними органами Міністерством охорони здоров'я [39, 40].

На даний час на молокопереробних підприємствах спостерігається тенденція до використання рідких мийно-дезінфікуючих засобів. Це зумовлено зручністю застосування рідких засобів в циркуляційних системах миття з дозуючими пристроями, що забезпечує постійне підтримування концентрації робочих розчинів на необхідному рівні, а головне, що концентрати повністю розчиняються у воді. Важливим фактором є транспортування і зберігання засобів. Для концентратів використовують полімерну тару від 1 до 60 л або бочки 60-250 л, що є зручнішим для зберігання на виробництві у мийних кімнатах з підвищеною вологістю повітря у порівнянні з паперовими мішками з порошками [41].

Комплексні мийно-дезінфікуючі препарати володіють великою кількістю суттєвих переваг над окремими мийними та дезінфікуючими засобами. Вони проявляють одночасно високу мийну і дезінфікуючу дію в присутності органічних речовин і солей твердості води та не руйнують матеріалів із яких виготовлено устаткування. Одночасна мийна та дезінфікуюча дія розширює можливість їх застосування, наприклад, для проведення загальних санітарних заходів на підприємстві: миття стін і підлоги в приміщеннях; холодильних камер та ін. Подвійна дія даних засобів дає можливість поєднати в одному робочому процесі миття і дезінфекцію – це в двічі полегшує роботу та економить воду, електроенергію та час [42, 43].

Також, переваги комбінованих мийно-дезінфікуючих засобів, полягають у тому, що ці засоби мають здатність розчиняти харчові забруднення різної природи та емульгувати жири, це дозволяє використовувати їх при обробці поверхней технологічного устаткування без попереднього очищення [44].

1.2.1. Засоби для санобробки на основі хлору

Нині в міжнародній практиці для дезінфекції технологічного устаткування та допоміжного молочного обладнання використовують наступні дезінфектанти: хлорактивні засоби; препарати у складі яких наявні четвертинні амонієві сполуки; також дезінфікуючі засоби з вмістом активного йоду; засоби на основі надоцтової кислоти та пероксиду водню; засоби з амфолітними ПАВ [45, 46, 47].

У світі для дезінфекції технологічного устаткування в основному застосовують хлоровмісні засоби, які поділяються на хлорорганічні та хлорнеорганічні сполуки. До першої групи належать: хлорамін; трихлорізоціанурова кислота та її солі та похідні 1,3-дихлор-5,5-диметилгідантоїн. До другої відносять: хлорне вапно, гіпохлорити кальцію і натрію; хлорований тринатрійфосфат [48].

Для дезінфекції технологічного обладнання на підприємствах молочної галузі із хлоровмісних засобів широко використовують хлорне вапно, синтетичні препарати такі гіпохлорити кальцію та натрію, із яких спочатку готують основні розчини, які містять 2,5 % хлору в активному стані, а перед дезінфекцією – робочі з 0,025 % концентрацією активного хлору [49, 50]. Хлорамін на відміну від гіпохлоритів більш стійкий до дії світла, тепла, менш чутливий до впливу органічних речовин, в меншій мірі піддається гідролізу в присутності вологи та лужному середовищі. У звичайних умовах не втрачає активності протягом тривалого часу [51]. Високу антимікробну дію і мийну здатність має дезінфікуюча речовина – хлорований тринатрійфосфат, який в концентрації 0,5 % викликає загибель через 30 с таких мікроорганізмів, як кишкова паличка, стафілокок та стрептокок [37, 51]. Таким чином, хлоровмісні речовини дешеві і проявляють дуже значний спектр антимікробної дії. Водночас, до їх недоліків відносяться різкий неприємний запах та нестабільність при зберіганні. У той же час у всіх засобах, які містять хлор, спостерігається закономірність: чим сильніша дія засобу і

ширший спектр його антимікробної активності, тим більшу корозійну дію він викликає щодо металевих предметів.

1.2.2. Засоби з четвертинними амонієвими сполуками

Дезінфікуючі засоби на основі ЧАС активно використовуються у різних харчових промисловостях. Вони характеризуються доброю розчинністю у воді, відмінним мийним ефектом, не сильно антикорозійні й мають чудові антисептичні властивості. З поміж четвертинних амонійних сполук у всьому світі широке практичне значення мають алкілдиметилбензиламоній хлорид, диоктилдиметиламоній хлорид, дидецилметиламоній хлорид. Дані хімічні субстанції являються основою складу великої кількості сучасних освоєних дезінфікуючих та антисептичних засобів [51]. Антимікробний вплив четвертинних амонійних сполук полягає у проникненні вуглеводного радикалу дезінфікуючого засобу в мембранну оболонку мікроорганізмів, внаслідок чого змінюються властивості і біологічна структура нейтральних і кислих ліпідів. Проте четвертинні амонійні сполуки стабільні при зберіганні, мають антистатичний (антиприлипаючий) ефект, що сприяє попиту за виробництва молочних продуктів, особливо для дезінфекції технологічних ліній. Їх бактерицидна активність достатньо висока відносно вегетативних форм мікроорганізмів [52, 53]. Із групи четвертинних амонійних сполук для дезінфекції устаткування і поверхонь виробничих у харчовій промисловості застосовують "Катамін АБ", в якому активною речовиною є 50+1 % алкілдиметилбензиламонію хлорид (рис. 1.1).

Крім нього в його склад входять не більше 1,7 % третинних амінів та вода. Даний засіб є високоефективним антимікробним дезінфектантом стосовно бактерій групи кишкових паличок, стафілококів, сальмонел, пліснявих грибків та дріжджів [54].

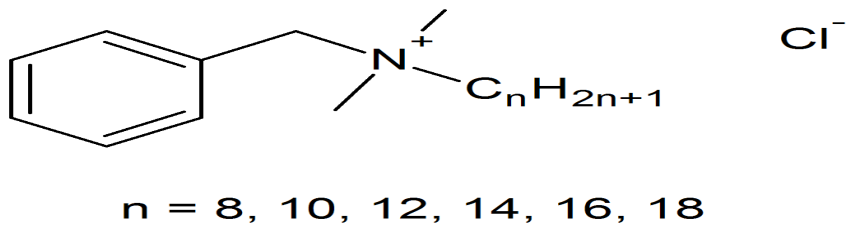


Рис. 1.1. Структурна формула алкілдиметилбензиламонію хлориду

Дезінфікуючий засіб "Катамін АБ" за результатами гострої токсичності відповідно ГОСТ 12.1.007 відноситься до 3 класу (помірно небезпечних речовин). За матеріалами фірми BASF, алкілдиметилбензиламонію хлорид більше ніж на 90 % біологічно розкладається (метод OECD). При експозиції 28 днів ступінь розкладу досягає за CAS test 83 % DOC, що дозволяє вважати його здатним до біорозкладу [55].

1.2.3. Дезінфікуючі засоби, які містять активний йод

Із засобів йоду застосовують йодофори – це комплексні засоби, які містять йод та поверхнево-активні речовини (полівінілпіролідон, спирт полівініловий, ефір поліфеніловий, поліетиленгліколь) або з розчинними у воді полімерами (натрію алкіл(аріл)сульфонати). Протимікробна активність йодофорів пов'язана з наявністю в цих комплексах іонізованого (), а не молекулярного йоду. Також бактерицидна дія посилюється завдяки властивостям поверхнево-активних речовин пошкоджувати мембрану мікроорганізмів. При розчиненні у воді йодофори утворюють прозорі з жовтим відтінком розчини. Їх піноутворююча здатність залежить від поверхнево-активної речовини, яка входить в склад йодофору і може бути значною або відсутньою.

Для йодофорів характерна висока бактерицидна дія та добра мийна здатність [56]. На бактерицидну дію йодофорів в меншій мірі, порівняно з іншими дезінфектантами, впливає рН розчинів. Максимальна активність у йодофорів проявляється за рН від 3,00 до 5,00 од, але при його підвищенні

бактерицидність розчинів знижується. Дане явище необхідно враховувати при використанні твердої води для приготування розчинів. Проте інколи буває, що вода може підвищити рН розчинів, які містять 12,5 мг/л активного йоду вище 7,1. У зв'язку з цим пропонується використовувати розчини з вмістом 25 мг/л активного йоду і 230 мг/л фосфорної кислоти. Вміст у засобах 25 мг/л активного йоду за бактерицидною дією відносно *E. coli*, *Staph. aureus*, *Salmonella typhosa* і *P. aeruginosa* відповідає 100 мг/л активного хлору при однакових умовах застосування [57]. Використання розчинів йодофорів для санітарної обробки технологічного устаткування та допоміжного молочного обладнання ефективно навіть за температури 30–40 °С [58].

Таким чином препарати санобробки молочного обладнання, які в своєму складі містять йод, дорожчі, порівняно з хлорвмісними. Проте, концентрація їх для отримання бактерицидної дії, аналогічної дії активного хлору, значно менша (12–25 мг/л). До недоліків йодофорів відносять значну корозійну їх дію на метали, особливо алюміній і оцинковану сталь [59].

1.2.4. Засоби санобробки молочного обладнання з над оцтовою кислотою та перекису водню

Ефективні дезінфікуючі засоби, які в своєму складі містять надоцтову кислоту відмінну антимікробну активність, відсутність піноутворення, вони добре змиваються з устаткування та екологічно безпечні [60]. Ці препарати при розпаді утворюють кисень і оцтову кислоту. У результаті реакції утворюється проміжний продукт – атомарний кисень – сильний окиснювач. Завдяки цьому надоцтову кислоту успішно застосовують проти всіх груп мікроорганізмів, в тому числі і проти спороутворюючих бактерій і вірусів. Надоцтова кислота проникає в клітини мікроорганізмів, руйнує плазматичну мембрану і при цьому окиснює ензими та інші клітинні структури [61]. Для дезінфекції на підприємствах харчової промисловості рекомендується

застосовувати засіб "Лерасепт форте", який виробляється Німецьким концерном "STOCKMEIER GRUPPE". Даний засіб має високу антимікробну дію, зумовлену властивостями надоцтової кислоти. "Лерасепт форте" являє собою рідкий, безбарвний засіб в склад якого входять: надоцтова кислота (15 %) оцтова кислота, пероксид водню і вода. Даний засіб в 0,08–0,15 % концентраціях протягом 1-5 хв. за температури 10-20 °С інактивує кокові і паличкові бактерії (стафілококи, ентеробактерії) а спороутворюючі бактерії *Bacillus subtilis* і *Clostridium perfringens* знешкоджує за 0,25 % концентрації розчину протягом 10 хв [62]. Виробляється для дезінфекції молочних технологічних ліній та допоміжного обладнання засіб "Сандим. Даний засіб за зовнішнім виглядом – прозора, безбарвна рідина з характерним запахом оцтової кислоти. В склад засобу "Сандим-Д" входять пероксид водню, оцтова, 2-фосфорно-1,2,4-бутантрикарбонова, надоцтова кислоти і аніонні поверхнево-активні речовини. Миття технологічного устаткування 0,25 % розчином мийного засобу "Сандим-СЦ" з подальшою дезінфекцією 0,3 % розчином "Сандиму-Д" забезпечує зменшення мікробної контамінації до 200 КУО/см². Однак, дезінфікуючі засоби з надоцтовою кислотою дорогі, мають різкий запах оцтової кислоти та викликають корозію металів [63].

Нині широко в Україні застосовують для дезінфекції молочного устаткування засіб "Оксон", який містить в своєму складі пероксид водню. 0,5 % розчин даного засобу протягом 5 хв. знешкоджує кишкову паличку та стафілокок, а в 1,0 % концентрації інактивує *Bacillus subtilis* (протягом 15 хв.). "Оксон" не має алергічних та подразнюючих властивостей. Санітарна обробка при застосуванні даного засобу забезпечує добрий санітарний стан технологічного устаткування і допоміжного молочного обладнання [64].

Таким чином, бачимо, що санітарні засоби для режимів миття і дезінфекції молочного обладнання на молокопереробних підприємствах на основі пероксиду водню мають такі ефективні позитивні властивості, як дуже широкий спектр антимікробної активності, майже відсутність запаху, повністю і швидко розкладаються в навколишньому середовищі на

нетоксичні продукти та практично відсутність алергічної дії на організм людей. Однак, пероксид водню відноситься до малостабільних засобів при зберіганні і тому він не має масового використання на практиці.

1.3. Модельна схема стратегії санобробки (очищення, дезінфекція) молочного обладнання технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів

Застосування ефективної санобробки молочного обладнання є важливою умовою в технології виробництва високоякісних і безпечних молочних продуктів різної категорії. Санобробку обов'язково проводять відразу після кожного технологічного процесу з виробництва кисломолочних продуктів і використовуювння допоміжного обладнання для запобігання висихання органічних молочних залишків [39, 65]. Для миття необхідно застосовувати тільки теплу воду 35–45 °С, так як холодна вода (нижче 35 °С) спричиняє затвердіння жиру і осідання розчинних солей і органічних речовин на поверхнях обладнання, особливо у важко доступних місцях.

Класична схема санітарної обробки технологічних ліній з виробництва молочних продуктів здійснюється методом послідовного виконання наступних технологічних операцій:

- ополіскування водою для видалення залишків харчових продуктів за температури +35–40 °С;
- миття розчином мийного засобу за температури +65–70 °С;
- обполіскування водою температури 35–40 °С;
- застосування дезінфікуючих розчинів за температури +50–60 °С;
- заключне ополіскування водою за температури +35–40 °С для видалення залишків дезінфікуючих розчинів.

У випадку, коли використовують комбіновані мийно-дезінфікуючі засоби, операції з миття і дезінфекції поєднують [60, 67].

Ополіскування змиває з поверхонь молочного устаткування до 80–90 % харчових залишків. Важливою умовою є те, щоб температура води була в межах від 36 °С до 51 °С. Якщо вона нижче +35 °С, то молочний жир не змиваються з поверхонь технологічного устаткування, оскільки ця температура є нижчою температури плавлення молочного жиру. Якщо температура води для ополіскування буде вище +50 °С, то це може спричинити денатурацію молочних білків і вони відкладуться на поверхнях технологічної лінії [68]. Миття проводиться для повного видалення молочних рештків з технологічних ліній. Під час миття відбуваються різні фізичні і хімічні процеси: розчинення осаду, пептизація білкових складових, емульгування і омилення жиру. Ефективність миття залежить від рівня забруднення устаткування, змочуваності та структури матеріалу очищувальної поверхні, температури і концентрації мийного розчину, тривалості миття і твердості води. Поверхневий натяг розчинів мийних засобів впливає на їх властивість змочувати поверхні молочного устаткування. Якщо поверхня погано змочується, то для кращого проникнення мийного розчину в найдрібніші пори жирових залишків необхідно знижувати його поверхневий натяг [69]. Мийні засоби повинні відмінно розчинятися у воді, особливо при циркуляційному митті за допомогою СІР-установок, щоб уникнути осадів. Розчинення жирових відкладень досягається за рахунок здатності мийних засобів до емульгування [70]. Після кожного застосування мийних чи дезінфікуючих засобів необхідно проводити ополіскування устаткування водою + 35-45 °С для змивання залишків хімічних речовин. Вода для ополіскування молочного устаткування повинна відповідати вимогам ДСТУ 7525-2014 [13]. Дезінфекція – це антимікробна обробка всіх поверхонь устаткування, яка зменшує кількість мікроорганізмів до безпечного рівня. Дезінфекція технологічного устаткування та допоміжного обладнання повинна зменшувати мікробну контамінацію на 99,999 %. Ефективність дезінфекції суттєво знижується, якщо не проведено миття робочих поверхонь. Білково-

жирові залишки харчових продуктів здатні знижувати дезінфікуючу дію, оскільки створюється фізичний бар'єр, який захищає мікроорганізми, що знаходяться в білково-жировому шарі, від дії бактерицидних речовин або дезактивувати механізм бактерицидної дії, вступаючи в хімічну реакцію.

Роздільне проведення миття і дезінфекції, якщо правильно вибрані концентрації, температура розчинів і тривалість обробки, дозволяє отримати позитивні результати санітарної обробки. Окрім вищенаведених вимог на якість обробки можуть впливати і суб'єктивні фактори: добросовісність, втомлюваність, настрій персоналу, який виконує миття [70]. Загальним недоліком більшості дезінфікуючих засобів є те, що вони втрачають свою активність в присутності органічних речовин та спричиняють корозію металів, що псує предмети, які знезаражуються [55]. Миття і дезінфекція є взаємодоповнюючими процесами. Тому що застосування мийних засобів в робочих концентраціях не забезпечує нормативної мікробіологічної чистоти устаткування. При використанні дезінфікуючих засобів проявляється недостатня мийна здатність.

1.4. Мікробна екологія харчового продукту

Загалом, продукти мають високий вміст вуглеводів і багаті на вміст води відносяться до благополучних для активного росту мікроорганізмів. Наявність, зростання та виживання мікроорганізмів на продуктах залежить від концентрації поживних речовин, характеристики мікрофлори та умов навколишнього середовища. Дослідники встановили, що продукція може бути заражена патогенними мікроорганізмами на різних етапах: на полях, під час збирання врожаю, транспортування, переробки, розподілу, збуту або навіть вдома.

Зараз добре задокументовано, що обладнання, що використовується для збирання, обробки, промивання та транспортування може бути

забруднене шкідливими збудниками, що викликають інфекційні харчові захворювання людини.

Різні джерела припускають, що найбільш поширені патогени на продуктах є віруси, патогенна кишкова паличка, *Salmonella spp.*, *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Shigella spp.* та *Campylobacter spp.* [14, 15].

Збільшення споживання продукції збільшило кількість захворювань, які мають харчовий шлях передачі у всьому світі [21]. Висвітлено кілька звітів про спалахи, спричинені продуктами [16, 21, 23, 24]. Світові найбільші спалахи були пов'язані з продуктами, які були заражені кишковою паличкою O157: H7, яка вразила 11 000 людей у Японії в 1996 році [25].

Більшість спалахів пов'язані із вживанням свіжих та мінімально оброблених продуктів харчування, оскільки забруднення може відбуватися в різні етапи технологічної обробки.

1.5. Біоплівки, як джерело забруднення харчових продуктів

Мікробні біоплівки важко описати коротко, оскільки вони мають багато форм і механізмів, екології, фізіологічні та генетичні неоднорідності та стійкість до дезінфікуючих, дезінфікуючих та протимікробних засобів [75].

Біоплівки – це архітектурно складні конструкції мікроорганізмів на або в біотичних або абіотичних поверхнях, які розміщені в інтерфейсах, що характеризуються взаємодією між популяціями [75].

Вони мають екзополімерні речовини і виживають як самоорганізовані тривимірні структури, які демонструють зміну фенотипових та генотипових ознак.

1.5.1. Механізми утворення біоплівки у харчових продуктах

Бактеріальна колонізація продукції – це поетапний, динамічний процес у якому приймають участь різні фізичні, хімічні, генетичні та біологічні

процеси, які сприяють остаточному дозріванні біоплівки. Загалом дослідники визначають більш-менш п'ять кроків у формуванні біоплівки. Зокрема, дані етапи наступні:

- перший – незворотне кріплення на виробничій поверхні;
- другий – незворотне кріплення шляхом створення кворуму та продукування екзополісахаридної субстанції;
- третій – формування мікроколоній;
- четвертій – колонізація або дозрівання біоплівки;
- п'ятий – розривання біоплівки і вихід вільноплаваючих клітин бактерій для захоплення інших поверхонь.

Багато досліджень свідчать про те, що мікроорганізми мають на поверхні клітини поверхневий заряд, під час прикріплення впливають сили Ван-дер-Ваальса, а також має значення поверхня, тобто чи вона гідрофобна, чи гідрофільна, електростатична сила. Всі ці чинники одночасно взаємодіють і впливають на процес прилипання клітин бактерій до поверхні [73]. Можна припустити, що в різних умовах навколишнього середовища бактерії застосовують різні шляхи для формування біоплівки на продуктах [73].

Прикріплення залежать від властивостей патогеннів та харчових продуктів, значення також має взаємодія бактерій з бактеріями [73]. Неабияку роль відіграють джгутики, фімбрії та пілі у процесі прикріплення і продукування екзополісахаридної субстанції [75]. Наприклад, *agfA*, субодиниці *curlI*, *agfB* гени, синтез бактеріальної целюлози (*bcsA*) та *O*-антиген участь капсули в зборі та транслокації (*yihO*) прикріплення *Salmonella enterica serovar enteritidis* до рослинних продуктів [75, 73]. Також повідомлялося, що дикий штам кишкової палички (який мав агрегативні фімбрії) краще прикріплюється, ніж мутантні штами на до поверхні овочів [75]. Хоча інші дослідники не погоджуються з тим, що поверхня має значення для прикріплення і формування біоплівки на нержавіючій сталі [73].

У дослідженнях [78] зазначається, що восковий матеріал сприяє доброму прикріпленню кишкових паличок O157: H7 до поверхні. Проте в

іншому дослідженні [79] припускається, що *S. typhimurium* більш клейкою до поверхні рослинних продуктів, ніж *L. monocytogenes*. Автори зазначили що прихильність бактерій залежала від кількості посівного матеріалу, видів бактерій, концентрації та час контакту. Загалом дослідники погоджуються, що поверхня з подряпинами та заглибинами вважається кращою для прикріплення хвороботворних мікроорганізмів, ніж ціла поверхня, незалежно від використовуваного штаму.

В іншому дослідженні було виявлено сильну кореляцію між поверхневим зарядом та гідрофобність кишкової палички (обидва O157: H7 – патогенний та непатогенний), *Salmonella spp.* та *L. monocytogenes* [34]. Зовсім недавно дослідники [79] припустили, що зовнішні екологічні ознаки пов'язані з продуктивністю матриксу для прикріплення *S. enterica*.

Аналізуючи усі літературні джерела з даних досліджень, ми можемо припустити, що плівкоутворення до харчових продуктів залежать від генетичних взаємодій бактерій, гідрофобності, і властивостей поверхні.

Сигнали, що визначають кворум (QS): коли бактерії агрегуються і прикріплюються до поверхні, вони згодом продукують деякі конкретні види молекул для зв'язку або координації між собою (так зване кворум-зондування) для регулювання генів [80]. Мікробіологічні дослідження, які пов'язані із вивченням, так званого «спілкування» між бактеріями, називають соціомікробіологією [80]. Як повідомлялося, бактерії прикріплюються до біотичних або абіотичних поверхонь і експресують певні молекули, які визначають кворум. На даний момент було створено чотири види систем якості, які контролюють формування біоплівки. З них грамнегативні бактерії мають автоіндуктор-1 (AI-1), який виділяє N-ацилгомосеринові лактони (AHL) та автоіндуктор-3 (AI-3) [80], у той час як грампозитивні бактерії мають типи аутоіндукуючих пептидів – сигнальні шляхи для внутрішньовидового спілкування. Поте обидва типи мікроорганізмів експресують аутоіндуктор-2 (AI-2) QS-молекули фуранозил-борат-дифір для зв'язку з міжвидовими популяціями.

1.5.2. Формування екзополісахаридного матриксу

Екзополісахаридна субстанція біоплівки складається з полісахаридів, білків, S-шарів глікопротеїнів та гліколіпідів, а також позаклітинних ДНК, іонів металів, двовалентних катіонів та інших поверхнево-активних компонентів [73].

Коли мікроорганізми виділяють критичну концентрацію молекул автоіндукторів, вони утворюють екзополісахаридний матрикс на поверхні бактеріальних агрегатів, який захищає клітини, а також зв'язує клітин бактерій до поверхонь [81]. На відміну від абіотичних поверхонь, епіфітні бактерії виробляють біо-поверхнево-активні речовини та сириноміцин, індол-3-оцтова кислота, ауксин та цитокінін, щоб спочатку сприяти розвитку бактерій та колонізувати рослинну продукцію. Полісахариди, джгутики, рілі, або фімбрії бактерій, мають велике значення для прикріплення до поверхні продукту.

Бактеріальні агрегати утворюють екзополісахаридний матрикс, захищаючи таким чином мікроорганізми всередині від дії антибіотиків, дезінфікуючих засобів та ультрафіолетового опромінення [81]. Хоча роль екзополісахаридного матриксу для біоплівки має суперечливе значення та є специфічні для кожного окремого виду, автори повідомили, що матрикс сприяє прикріпленню клітин до біотичних або абіотичних поверхонь, формуванню мікроколонії та надає біоплівці тривимірної структури і бере участь у дозріванні біоплівки [69].

1.6. Парадигма стійкості до дезінфекції мікробних біоплівок

Для харчової промисловості це найвищий пріоритет - застосовувати ефективні санітарні програми для зменшення ризику забруднення біоплівками [68]. В даний час оцінка дезінфікуючих засобів, що використовуються для виробництва харчових продуктів необхідно проводити

на біоплівкових формах патогенів, оскільки клітин у матриксі в 100-1000 разів більше стійкі, ніж їх планктонні популяції [69, 73].

Проте, сучасні стандартні методи базуються на використанні планктонних популяцій клітин патогенів для визначення концентрації засобу для стратегії санобробки [69]. Хоча повідомляється про наявність одного стандартного методу для перевірки ефективності дезінфікуючих засобів на біоплівкоутворюючих клітинах патогенів [70].

Хоча хлор є найбільш широко використовуваним дезінфікуючим засобом для виробництва, проте, хлор може виробляти канцерогенні сполуки під час використання для знезараження на виробництві. Хлор у бажаних концентраціях може зменшити бактеріальне навантаження у матриксі біоплівки 5,0 КУО/мл. Інші дослідники [62] повідомили про неефективність сформуваніх біоплівки *E. coli* на рослинних продуктах через промивання хлором у концентрації 300 і 600 мг/кг. Також було продемонстровано, що промивання хлорним розчином у концентрації 1000 мг/кг або 5 % перекису водню для знезараження сальмонели.

1.6.1. Фенотипові пристосування клітин біоплівки до сублетальних концентрацій дезінфікуючих засобів

У процесі дезінфекції відбувається реакція-дифузія обмежене проникнення біоцидів у біоплівку це може призводити до лише низького рівня впливу антимікробної речовини на клітини у глибших регіонах біоплівки. Клітини біоплівки розвиватимуть адаптивні реакції на сублетальні концентрації дезінфікуючого засобу. Збільшення виживання після застосування «дезінфікуючого стресу» було повідомлено, що адаптована синьогнійна паличка поряд із супутніми планктонними формами патогенів. Адаптація у бактерій залежить від впливу дезінфікуючого засобу на матрикс біоплівки.

Вперше було повідомлено про сальмонелу клітини, якої у біоплівках демонстрували кращу адаптацію до бензалконію хлориду, ніж їх планктонні аналоги після постійного впливу. У такому випадку регулювання специфічних білків, що беруть участь в енергії метаболізму, біосинтез білка адаптації (CspA) та детоксикація, разом зі зміною складу жирних кислот забезпечила краще виживання популяцій у біоплівці та наступну адаптацію [82].

Більше того, умови, що складаються під час початкового етапу адгезії до субстрату можуть відігравати ключову роль у забезпеченні стійкості біоплівки до дезінфікуючого засобу, оскільки ця умова є початковим кроком у побудові архітектури біоплівки. Клітинна морфологія, просторовий розподіл та відносна кількість екзополімерного матриксу в *Pseudomonas* також відіграють роль у адаптації до деззасобів [83].

Показано, що біоплівки відрізняються за наявністю сублетальних доз хлоргексидину, бензалконію хлориду або триклозану. Діоксид хлору в сублетальних дозах може стимулювати процес формування біоплівки у (*Bacillus subtilis*). Ці автори продемонстрували, що транскрипція основних генів, які відповідають за виробництво матриці біоплівки були посилені у присутності хлору протягом активації мембранно-зв'язаної кінази KinC. Можливість хлору до руйнування мембранного потенціалу запропоновано спровокувати активацію цієї кінази [84].

1.6.2. Інтервал між забрудненням та миттям

Загалом, чим раніше відбуваються забруднення, тим більше важко дезінфікувати обладнання. Існують наслідки збільшення ймовірності того, що, довший час перебування бактерій на забруднюючій поверхні можуть щільно прикріпитися у недоступних місцях, і сформуватися у біоплівки. Через 24 години *E. coli* на поверхнях обладнання міцно утворює екзополісахаридну субстанцію у якій інтегровані мікроорганізми, які не

усуваються навіть при митті 1 % перекисом водню, а миття і дезінфекція іншими деззасобами з корегування часу і температури мали незначний вплив або взагалі не впливали на клітини у біоплівці [83].

1.7. Використання природних антимікробних стратегій у боротьбі з мікробними біоплівками у харчовій промисловості

Літературні джерела вказують, що необхідно досліджувати і розробляти нові антимікробні препарати та застосовувати стратегії, які зосередженні на процесах, що демонструють високу летальну активність проти патогенних мікроорганізмів, ефективно проникати у структуру біоплівки і легко видалятися в навколишнє середовище. В останні роки спостерігаються дослідження щодо використання природних протимікробних препаратів як протибіоплівкових сполук. Рослини є багатим джерелом активних речовин молекули, яких володіють антимікробними властивостями. Деякі сполуки, які були витягнуті з ароматичних рослин, які є природними та ‘загалом визнані безпечними’, продемонстрували свою протимікробну дію і активність на планктонні бактерії. Деякі зараз оцінюється на предмет їхнього потенціалу у викоріненні проти біоплівки. Прикладами є карвакрол, природний терпен витягується з чебрецю або материнки, касбановий дитерпен, виділений з етанолу екстракт місцевої рослини в Бразилії *Croton nepetaefolius* тимохінон, який виділений з насіння аравійської *Nigella sativa*, і похідні нафталіну, виділене з *Trachyspermum ammi* насіння, які обмежують утворення біоплівки різних видів бактерій [85]. Цікавіше, що деякі з цих сполук були перевірені на їх бактерицидну активність на утворені зрілі біоплівки. Співвідношення між концентрацією необхідною для досягнення такого ж зменшення популяції планктонних форм або біоплівки *Staphylococcus epidermidis* становила приблизно 4 % для ореганової олії, тимолу або карвакролу, що добре порівнюється з

результатами більшості хімічні агентів, які використовуються для санації обладнання [86].

Олія евкалипта, олія чайного дерева або α -терпінеол також продемонстрував значну ефективність у викоріненні біоплівки. Перспективний метод для застосування ефірних масел проти біоплівки полягає у випаровуванні цих летких сполук з метою покращення їх доступу до біологічних цілей. Наприклад, випаровування алілізотіоціанату, циннамальдегіду та карвакролу було показано, що помітно інактивує кишкову паличку O157: H7 [86].

Також відновлюється інтерес до контролювання біоплівки завдяки використанню бактеріофагів. Фаги є вірусами, які інфікують і лізують бактерії. Фаги легко дифундують через матрикс і є активними на встановлених біоплівках [84]. Наприклад, було показано, що фаг jIBB-PF7A був високоефективним у видаленні біоплівки *P. Aeruginosa* протягом короткого періоду часу [86]. Більше того, багато фагів продукують такі деполімерази, які гідролізують позаклітинні полімери в біоплівці та спровокувати його порушення. Недоліки фагів є їх вузький діапазон господаря, але фагові суміші або розроблені фаги можуть запропонувати цікаві рішення.

Наприклад, фаг, що вражає біоплівку, що руйнує фермент був розроблений однією командою та продемонстрували ефективність на біоплівках кишкової палички, зменшення кількості клітин біоплівки на 99,997% [87].

1.7.1. Поєднання різних стратегій для оптимізації контролю біоплівки

Одна стратегія запобігання індукції бактерій адаптація до дезінфікуючого засобу в структурах біоплівки може бути істотним збільшенням концентрації протимікробних засобів. Однак такий підхід міг

би не гарантувати знищення біоплівки, і це було б дорого і не екологічно. Більше того, мікробні спільноти можуть складатися з декількох мікроорганізмів з чіткими механізмами стійкості.

Таким чином, викорінення біоплівки може бути досягнуто за рахунок комбінованого використання процедур з різним спектром та способом дії. У цьому відношенні, про синергетичні дії повідомлялось у багатьох випадках документи між двома або більше процесами, коли ефект спостерігається сильніше, ніж можна було передбачити додаючи ефекти, що надаються кожним процесом окремо [87]. Один із методів оцінки синергетичного ефекту у бактерицидній дії полягає в обчисленні фракційної бактерицидної концентрації. Таким чином відбуваються багато численні дослідження з вивчення процесів застосування хімічних, природних або фізичних процедур з чищення і дезінфекції обладнання. Наприклад, комбінації гіпохлориту натрію та перекис водню, мідних іонів та сполук четвертинного амонію, евкаліптової олії та хлоргексидину, срібла та поверхнево активних речовин, або бактеріофаги та лужні очищувачі можуть діяти синергетично для викорінення усталеної біоплівки [85, 86, 87].

Фізичний методи знищення біоплівки на молочному обладнанні також можна застосовувати у поєднанні з хімічними дезінфікуючими засобами; ультразвук низької інтенсивності або звукове збудження посилює дію хлоргексидину проти біоплівкових бактерій та поєднання ультрафіолету з діоксином хлору було виявлено більш ефективним у викоріненні водних біоплівок, ніж дві застосовані процедури окремо [84].

Підсумки огляду літературних джерел

Підсумовуючи в загальному можна відзначити таке. На сьогоднішній час існує велика кількість засобів санітарної обробки молочного обладнання. Проте необхідно підбирати ефективні засоби для належного миття і отримання безпечної молочної продукції. Адже, безпечність молочної

продукції вважається основним моментом в технологічному процесі їх виробництва.

Оскільки біоплівки становлять привілейований спосіб життя для бактерії, чітке розуміння процесів бере участь у їх значній стійкості до дезінфікуючих засобів вирішальне значення для їх контролю. Очевидно, що стійкість біоплівки до дезінфікуючого засобу є: по-перше тісною пов'язана з тривимірною структурою біоплівки;

по-друге неоднорідність екзополісахаридного матриксу у різних видів та родів патогенів в межах біоструктури;

по-третє, клітини у біоплівці менш біохімічно та метаболічно активні. З огляду на те, що спостерігається стійкість біоплівки до дезінфікуючих засобів, це зараз має вирішальне значення на використання нормативів, стандартів, які зосереджені на оцінці ефективності дезінфікуючих засобів на планктонних бактеріях, а не враховують існування бактерій у біоплівці.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводились в науково-дослідній лабораторії кафедри харчової біотехнології і хімії ТНТУ ім. Пулюя.

Комплексна робота включала дослідження, які були розділені на три етапи. Схема досліджень представлена на рисунку 2.1.

Дослідження першого етапу полягали у визначенні реального санітарного стану устаткування при використанні мийних і дезінфікуючих засобів на підприємствах молочної промисловості. Даними дослідженнями необхідно було з'ясувати ефективність засобів, які використовують на підприємстві.

Дослідження другого етапу полягали у вивченні здатності формувати мікробні біоплівки мікроорганізмами виділених з технологічного устаткування молочного підприємства.

На третьому етапі дослідження були направлені на визначення бактерицидної дії дезінфікуючих препаратів санітарної обробки деталей молочного обладнання на планктонних вільноплаваючих штамах мікроорганізмів та бактеріях, які інтегровані у біоплівки.

Мікробіологічні дослідження проводили згідно наукових методичних рекомендацій за загальноновизнаними методиками [70, 72].

2.1. Відбирання проб

Відбирання проб-змивів з поверхонь молочного обладнання, а у випадку дослідження технологічних ліній за автоматичного миття, відбирали рідину після завершальної процедури ополіскування, яка залишилася в кількості від 10 до 20 мл. Відібрані змиви ставили у сумку з льодом і

доставляли у наукову лабораторію кафедри для визначення мікробіологічних показників.

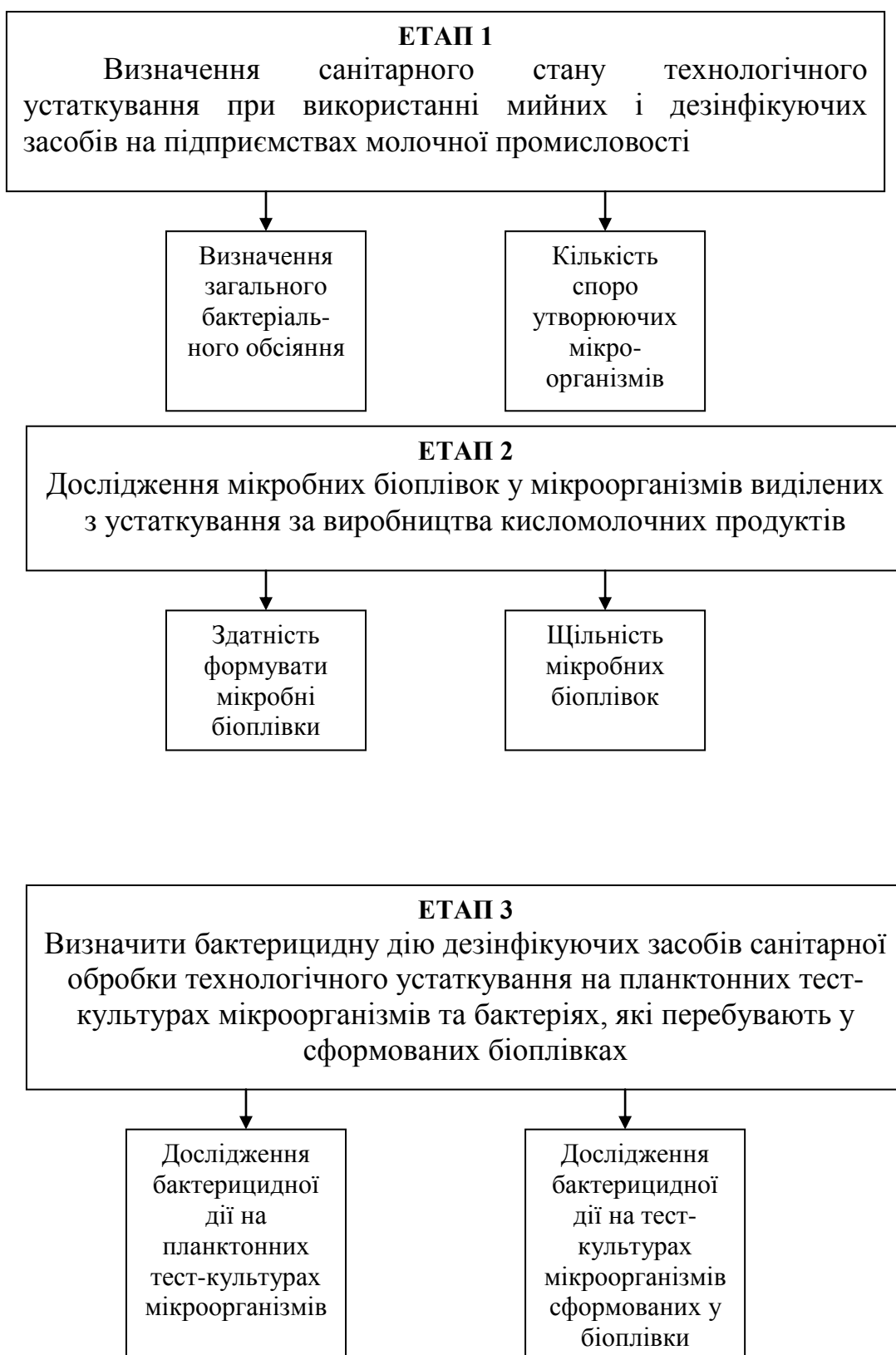


Рис. 2.1. Схема проведення досліджень

У лабораторії проводили підготовку відібраних проб до дослідження (підігрівання до температури 37 °, проведення десятикратних розведень та відсів на поживні середовища для визначення мезофільних мікроорганізмів та споротвірних) [72]. Після виділення утворених колоній фарбували їх за грамом та ділили на позитивні і негативні. Крім того проводили ізолювання утворених колоній та визначали їх видовий склад за допомогою автоматичних тест-систем.

2.2. Визначення кількості споруутворюючої мікрофлори у змивах з технологічного устаткування

При визначенні кількості спорутворюючої мікрофлори необхідно прогріти досліджуваний зразок на водяній бані протягом 10 – 15 хв. потім визначення присутності споро твірної мікрофлори проводиться, як у методиці з визначення мікробного числа мезофільних мікроорганізмів. Для цього роблять десятикратні розведення і висівають в чашки Петрі по 1 мл та заливають поживним середовищем (МПА). Термостатують за температури $37 \pm 0,5$ °C протягом 24 год. Після цього проводили підрахунок кількості колоній як у пункті 2.1. згідно [72].

Визначення процесу формування і плівко утворюючих властивостей у ідентифікованих бактерій проводили згідно методичних рекомендацій [70].

Дослідження чутливості ізолюваних бактерій з обладнання молокопереробних підприємств проводили за загальноприйнятими методиками [70, 73]. При цьому досліджували чутливість, як до бактерій у планктонній формі, так і у тих що були у біоплівка.

Обробку одержаних експериментальних даних було проведено згідно із загальноновизнаними методами статистики з використанням комп'ютерної програми Statistic 10. Відхилення між порівнювальними величинами отриманих результатів вважали достовірним за $p < 0,05$.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Обґрунтування технологічних режимів ефективності санітарної обробки молочного обладнання для отримання безпечної молочної продукції

Застосування ефективних і надійних засобів для санітарної обробки технологічних ліній у процесі виробництва молочних продуктів є невід'ємною запорукою забезпечення безпечності і високої якості виробленої кисломолочної продукції. Тому одним із важливих завдань санітарної обробки молочного обладнання під час виробництва молочних продуктів є розробка заходів і технологічних режимів для одержання продукції на кінцевому етапі фасування і реалізації з мінімальним кількісним умістом технічно шкідливої мікрофлори. Першочергово, це пов'язано із тим, що проблема мікробної контамінації молочних продуктів під час технологічного процесу їх виробництва сьогодні виходить на перший план через взаємозв'язок цього показника з якістю та безпечністю готової продукції. Кількісний вміст мікроорганізмів у молочних продуктах на кінцевому етапі їх виробництва свідчить про дотримання гігієнічних вимог під час отримання молочної сировини, технології її переробки, фасування, охолодження та подальшого забезпечення температурного режиму під час зберігання.

Проте, нині спеціалісти-технологи молочної галузі повинні знати і надавати належного значення чинникам, які сприяють забрудненню молочних продуктів починаючи від оцінки мікробіологічної якості молочної сировини, технологічних ліній та технологіям, які сприяють розвитку мікрофлори у готових молочних продуктах.

Наданий час вважається, що за умови отримання молока-сировини високої мікробіологічної якості, належної і надійної її температурної обробки, основним джерелом забруднення молочних продуктів є поверхня технологічних ліній молочного обладнання, яка не завжди ефективно миється і дезінфікується. Адже чим більша довжина технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів і наявності великої кількості згинів, клапанів та з'єднань, тим більш складніше воно піддається санітарній обробці і на поверхнях залишається залишкова мікрофлора після дезінфекції. Технологічну лінію з виробництва кисломолочних продуктів не можливо вимити і продезінфікувати до такої міри, щоб на ній не було жодної бактерії. Зазвичай, бактерії виживають на поверхнях молочного обладнання після дезінфекції у різних згинах, кранах, з'єднаннях (так звані мертві зони), де порушується швидкість циркуляції мийного чи дезінфікуючого розчину під час процесу автоматичного миття. Мікроорганізми з виживають у даних «мертвих зонах» молочного обладнання завдяки специфічній властивості – це здатності продукувати пептидно-полісахаридну біоплівку, яка виконує функцію захисту від чинників навколишнього середовища, зокрема і від впливу мийних і дезінфікуючих засобів під час санітарної обробки. Саме біоплівкові форми бактерій, які наявні на поверхнях молочних ліній вважаються джерелом забруднення готових молочних продуктів і зниження їх безпечності та термінів зберігання. Загально визнано, що на поверхнях молочного обладнання, де виявляють хоча б одну мікробну клітину у біоплівковій формі, наявні близько тисячі клітин бактерій у планктонній формі. Тому біоплівкові форми мікроорганізмів на молочному обладнанні розглядають, як форму колонізації інших поверхонь і частин технологічної лінії. Модельна схема розвитку мікробної біоплівки на абіогенних поверхнях молочного обладнання має наступний вигляд (рис. 1.1.) [75].

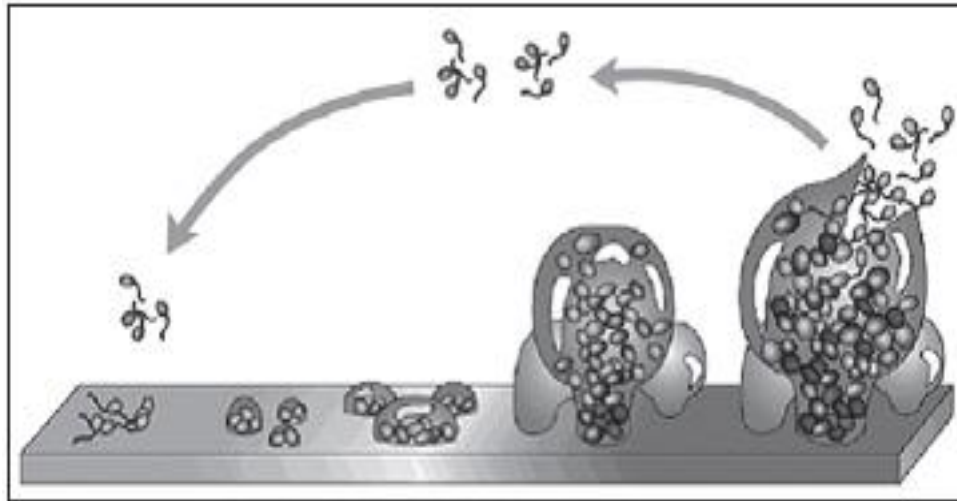


Рис. 3.1. Схема росту і розвитку біоплівки на поверхнях молочного обладнання

Початковий етап або стадія розвитку будь якої мікробної біоплівки – це адгезія вільно плаваючих, планктонних мікробних клітин до поверхні. На другому етапі відбувається колонізація поверхні та розмноження мікроорганізмів і продукування захисного матриксу. Подальшою стадією розвитку біоплівки є розвиток мікробних клітин і ріст біоплівки у цей період відбувається інтенсивний процес формування пептидно-полісахаридного матриксу. Але значне розмноження мікробних клітин у біоплівці не може бути постійним, це пов'язане із недостатню кількістю поживних речовин та накопиченням продуктів метаболізму. Тому верхні клітин у біоплівці продукують ензими, які її руйнують, старі клітини відриваються з біоплівки та захоплюють інші поверхні для формування нової біоплівки [75].

Отже, завдяки формуванню біоплівки мікроорганізми протистоять різним біоцидам та негативним факторам навколишнього середовища. Так, як на сучасному етапі виробництва кисломолочних продуктів застосовують автоматичне миття і дезінфекцію молочних ліній за допомогою СІР-установок (*Cleaning in Place*) – безрозбірне миття, тому

засоби санітарної обробки повинні бути відмінні щодо миття та ефективні відносно впливу на планктонні та біоплівкові форми мікроорганізмів.

3.2. Дослідження активності мийних і дезінфікуючих засобів санобробки молочного обладнання щодо мезофільної мікрофлори

Сьогодні для санобробки (очищення чи дезінфекції) молочного обладнання на молокопереробних підприємствах використовують різні синтетичні мийні і дезінфікуючі засоби: кальцинована сода, каустична сода, гіпохлорит натрію, біомол (діюча речовина четвертинна амонієва сполука (ЧАС), біолайт (ЧАС), чистопром (ЧАС і сульфамінова кислота), Р₃-оксонія-150 (перекис водню і надоцтова кислота), хлорантоїн (дихлорантин), жавель (натрієва сіль дихлорізоціанурової кислоти), медікарін (гіпохлорит натрію) та ін.

З метою перевірки ефективності санітарної обробки технологічної лінії з виробництва кисломолочних продуктів нами було досліджено обсіменіння мікрофлорою змивів з обладнання за використання різних мийних і дезінфікуючих засобів. При цьому дослідження було проведено за такою схемою. Змиви з технологічних ліній відбирали після закінчення технологічного процесу виробництва кисломолочних продуктів (тобто воно було до санітарної обробки) та після проведення санітарної обробки мийними і дезінфікуючими засобами, які описані вище. Результати досліджень змивів і змивної рідини з технологічної лінії при використанні різних засобів санітарної обробки наведено в табл. 3.1.

Як видно з результатів досліджень, які наведені у табл. 3.1, що після санітарної обробки молочного обладнання 1,0 % і 0,1 % розчинами кальцинованої і каустичної соди, кількість мезофільних мікроорганізмів у змивах з обладнання і змивній рідині з технологічної лінії становила від $26,3 \pm 1,37$ до $38,3 \pm 2,11$ тис. КУО/см³, тобто ефективність санітарної обробки становила в межах 70 – 75 % ($p < 0,05$).

Дещо кращий рівень мікробіологічної чистоти внутрішніх поверхонь молочного обладнання забезпечувала санітарна обробка при використанні мийних засобів Біомол, Біолайт та Чистопром у 1,5 – 2,5 % концентраціях. Після санобробки даними засобами осіменіння мезофільними мікроорганізмами становило від $9,9 \pm 0,87$ до $16,5 \pm 1,06$ тис. КУО/см³ змиву. За такої санітарної обробки ефективність миття і дезінфекції становила від 84,7 до 92,5 %, що не відповідає загальноновизнаним нормативам щодо проведення санобробки.

Таблиця 3.1

Дослідження ефективності процесу миття і дезінфекції молочного обладнання на молокопереробних підприємствах різними засобами санітарної обробки, $M \pm m$, $n=9$

Засоби, температура застосування, °C	Концен- трація робочого розчину, %	Кількість мезофільних мікроорганізмів, тис. КУО/см ³ змиву		Ефективність санітарної обробки, %
		до обробки	після обробки	
Кальцинована сода, $t+55 \pm 5$	1,0	$130,4 \pm 4,35$	$38,3 \pm 2,11^*$	70,6
Каустична сода, $t+55 \pm 5$ °C	0,1	$99,7 \pm 5,22$	$26,3 \pm 1,37^*$	73,6
Біомол, $t+55 \pm 5$ °C	2,5	$108,3 \pm 6,21$	$16,5 \pm 1,06^*$	84,7
Біолайт, $t+55 \pm 5$ °C	2,5	$152,1 \pm 12,0$	$11,4 \pm 1,18^*$	92,5
Чистопром, $t+55 \pm 5$ °C	1,5	$125,4 \pm 9,78$	$9,9 \pm 0,87^*$	92,1
P ₃ -оксонія 150, $t+17 \pm 1$ °C	0,3	$128,5 \pm 10,92$	$0,005 \pm 0,001^*$	99,99

Продовження табл. 3.1

Неохлор, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	123,5±11,41	1,8±0,15*	98,5
Жавель, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	97,7±5,56	0,313±0,013*	99,70
Медікарін, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	106,8±8,23	1,34±0,011*	98,7

Примітка. *– відхилення достовірно порівняно з пробами відібраних до санітарної обробки, $p < 0,05$.

За умови санітарної обробки хлорвмісними засобами (Неохлор, Жавель та Медікарін) спостерігали дещо неоднозначні результати, незважаючи на те, що кількісний вміст активного хлору у всіх трьох засобах був однаковий 0,02 %, тобто згідно інструкції по застосуванню. Так, після санобробки Неохлором і Медікаріном кількість мезофільних мікроорганізмів після санітарної обробки була в 6,0 та 4,3 рази більша, порівняно із санобробкою Жавелем. Така різнобічність отриманих даних, очевидно пояснюється зменшенням кількості активного хлору у даних засобах під час їх зберігання. Адже відомо, що засоби, які містять хлор як діючу речовину необхідно регулярно перевіряти на виробництві на вміст активного хлору.

Найкращі показники мікробіологічної чистоти молочного обладнання було отримано за санітарної обробки 0,3 % розчином Р₃-оксонія 150. Кількість мезофільних мікроорганізмів у змивах у середньому становила 5 ± 1 КУО/см³ змиву, а ефективність санітарної обробки 99,99 %, що відповідає загальновизнаним нормативам щодо дезінфекції технологічного устаткування.

Отже, отримані результати досліджень вказують на те, що санітарна обробка технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів мийними і дезінфікуючими засобами не завжди забезпечує їх повне звільнення від наявності мікроорганізмів. Найбільш ефективним виявився засіб Р₃-оксонія 150 на основі перекису водню і надоцтової кислоти. Із хлорвмісних дезінфікуючих засобів найбільш дієвим виявився французький засіб Жавель (діюча речовина натрієва сіль дихлорізоціанурової кислоти) фірми «Клейд» та Неохлор (діюча речовина дихлорантин).

Не всі мікроорганізми, які наявні на молочному обладнанні в однаковій мірі чутливі до дії дезінфікуючих засобів. З метою встановлення, які роди і види бактерій залишаються на молочному обладнанні за проведення санітарної обробки було досліджено склад виділеної мікрофлори.

На рис. 3.2. наведено родовий склад мікроорганізмів, які ідентифіковані у змивах з молочного обладнання після проведення санітарної обробки.

Як видно з даних наведених на рис. 3.2, що залишкова мікрофлора, тобто склад бактерій, які витримали дію мийних і дезінфікуючих засобів представлена в найбільшій кількості грампозитивною мікрофлорою, зокрема лактобактеріями, на частку яких припадає $42,5 \pm 0,3$ % від усіх ідентифікованих мікроорганізмів. Практично в 1,5 раза менше, ніж лактобактрій було ідентифіковано спороутворюючих бактерій, на їх частку припадало $27,6 \pm 0,2$ %. На дані мікроорганізми (лактобактерії і спороутворюючі) припадало $70,1 \pm 0,3$ % усієї ідентифікованої з молочного обладнання мікрофлори. Інші виділені та ідентифіковані мікроорганізми виділялися в значно меншій кількості, зокрема на такі роди бактерій, як стафілококи і мікрококи становили $7,8 \pm 0,2$ та $9,1 \pm 0,3$ % від загальної кількості усіх ідентифікованих.

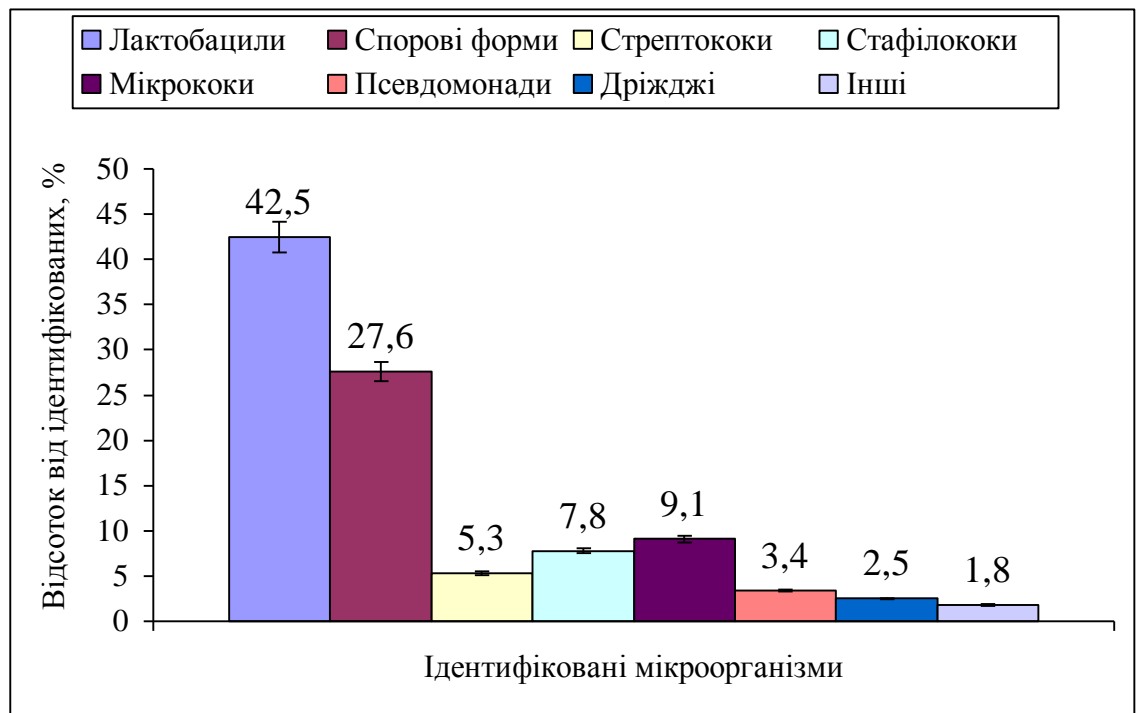


Рис. 3.2. Мікробний склад популяції залишкової мікрофлори виділеної з молочного обладнання після його миття і дезінфекції, %, $M \pm m$, $n=7$

Таким чином, з отриманих даних можемо зробити висновок, що лактобактерії і спорові види бактерій становлять найбільшу групу залишкової мікрофлори молочного обладнання після санітарної обробки хлорвмісними засобами. Ймовірно джерелом забруднення молочної лінії даними мікроорганізмами є пастеризоване молоко, так як лактобактерії і спори відносяться до основної мікрофлори даного біотопу.

3.3. Активність мийних і дезінфікуючих засобів молочного обладнання щодо спороутворюючих бактерій

Наступним етапом роботи було дослідити стійкість спороутворюючої мікрофлори виділеної із молочного обладнання до мийних і дезінфікуючих засобів санітарної обробки, у концентраціях, які рекомендуються інструкцією щодо їх застосування.

У табл. 3.2 наведено результати дослідження впливу мийних і дезінфікуючих засобів на спороутворюючу мікрофлору. Адже важливо є те що засоби, які використовуються для санобробки денатурували спори мікроорганізмів. Тобто проявляли спороцидну дію, так як в молочній справі дана мікрофлора є небажана, спори можуть переходити у вегетативну форму під час зберігання продукції, тим самим спричиняти пептонізацію готових молочних продуктів.

Таблиця 3.2

Дослідження впливу процесу миття і дезінфекції молочного обладнання на кількісний вміст спороутворюючих бактерій, $M \pm m$, $n=9$

Засоби, температура застосування, °C	Концен- трація робочого розчину, %	Кількість споротвірних бактерій, тис. КУО/см ³ змиву		Ефективність санітарної обробки, %
		до обробки	після обробки	
Кальцинована сода, t+55±5	1,0	5,7±0,56	2,1±0,21	63,1
Каустична сода, t+55±5 °C	0,1	3,8±0,80	1,2±0,09	68,4
Біомол, t+55±5 °C	2,5	4,3±0,32	0,57±0,03*	86,7
Біолайт, t+55±5 °C	2,5	5,2±0,31	0,31±0,02*	94,0
Чистопром, t+55±5 °C	1,5	3,9±0,20	0,20±0,02*	94,8
P ₃ -оксонія 150, t+17±1 °C	0,3	4,35±0,3	Не виявлено	100
Неохлор, t+17±1 °C	0,02 за активним хлором	5,52±0,27	0,22±0,02*	96,0

Жавель, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	4,71±0,12	Не виявлено	100
Медікарін, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	4,2±0,32	0,14±0,004*	96,7

Примітка. * – відхилення достовірно порівняно з пробами відібраних до санітарної обробки, $p < 0,05$.

Як видно з даних досліджень наведених у табл. 3.2 найгірше впливали на спороутворюючу мікрофлору – це мийні засоби кальцинована сода та каустична сода, ефективність санобробки складала від 63,1 % до 68,4 %. При цьому у змивах після миття виділяли від $2,1 \pm 0,21$ до $1,2 \pm 0,09$ тис. КУО/см³ змиву, відповідно.

Практично, однакову мийну і дезінфікуючу дію проявляли засоби Біолайт та Чистопром. Так після санітарної обробки молочного обладнання даними засобами кількість спороутворюючої мікрофлори становила від $0,31 \pm 0,02$ до $0,20 \pm 0,02$ тис. КУО/см³ змиву, а ефективність санобробки коливалася в межах 94,0 – 94,8 %. Це вказує на те, що застосування даних засобів повинно базуватися на ретельному науковому обґрунтуванні режимів санітарної обробки з особливою увагою на концентрацію засобу, температури застосування та часу експозиції.

Використання для санітарної обробки мийного засобу з дезінфікуючими властивостями Біомолу забезпечувало кращий ефект, ніж за використання кальцинованої і каустичної соди, проте він проявляв гіршу ефективність, ніж засоби Біолайт та Чистопром. Зокрема за використання засобу Біомол кількість спороутворюючих бактерій після санітарної обробки становила $0,57 \pm 0,03$ тис. КУО/см³ змиву, а ефективність не перевищувала 87 %.

Найефективніше на спороутворюючу мікрофлору діяли засоби на основі над оцтової кислоти Р₃ – оксонія 150 та хлорвмісний – Жавель, після застосування даних засобів ефективність санобробки складала 100 %, що можна вважати їх дуже добрими препаратами щодо впливу на цю мікрофлору. Ефективність інших хлорвмісних дезінфікуючих засобів – Неохлору та Медікаріну на спороутворюючу мікрофлору становила 96,0 та 96,7 %, відповідно.

Таким чином, з отриманих даних видно, що найкращу санітарну обробку технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів доцільно проводити такими дезінфікуючими засобами, як Р₃ – оксонія 150 та Жавель.

3.4. Дослідження плівкоутворюючих властивостей у мікроорганізмів виділених з молочного обладнання за виробництва кисломолочних продуктів

Однією з специфічною властивістю мікроорганізмів, що контамінують молочне устаткування є їх можливість продукувати закисний матрикс – біологічну біоплівку, яка виконує захисну функцію та дає змогу вижити в складних умовах проведення санітарної обробки. Крім того бактерії у біоплівка в декілька разів (навіть десятків) стійкіші до впливу антимікробних засобів, порівняно, з їх планктонними формами, які використовують з метою миття і дезінфекції. Загалом, можливість бактерій до плівкоутворення на поверхні технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів є унікальною особливістю їх виживання і головним джерелом контамінації готових продуктів харчування. Згідно вимог міжнародного законодавства до харчових продуктів, виробники сировини та готових харчопродуктів повинні використовувати такі засоби санітарної обробки технологічного устаткування при застосуванні яких утворення біоплівки було б мінімальним

[25, 29]. Це дозволить зменшити забруднення молочних продуктів різними видами мікроорганізмів, які спричиняють псування молочних продуктів.

Отже, вивчення закономірностей формування біоплівки на абіогенних поверхнях бактеріями, які ідентифіковані з технологічних ліній та визначення впливу на них сучасної технології санобробки технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів є актуальною проблемою.

Нами було проведено дослідження, які полягали у вивчення плівкоутворюючих властивостей у бактерій, які виділені з технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів, результати яких наведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3

Характеристика мікроорганізмів виділених з технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів за щільністю утворених біоплівки, $M \pm m$, $n=24$

Ідентифіковані мікроорганізми	Щільність мікробних біоплівки за оптичною густиною, од	
	Min	Max
<i>Lactobacillus spp.</i>	0,83	1,85
<i>Bacillus spp.</i>	1,11	2,33
<i>Streptococcus spp.</i>	0,63	1,46
<i>Micrococcus spp.</i>	0,87	1,87
<i>Enterococcus spp.</i>	1,12	2,05
<i>Staphylococcus spp.</i>	0,85	1,83
<i>Pseudomonas spp.</i>	0,91	2,13
<i>Enterobacter spp.</i>	0,77	1,67
Контроль	0,08	0,11

З аналізу отриманих результатів досліджень наведених в табл. 3.3 видно, що основні представники мікрофлори технологічних ліній молочного обладнання – це види *Lactobacillus spp.* і *Bacillus spp.* формують біоплівки з

щільністю 0,83 – 1,11 од мінімальні та максимальна 1,85 – 2,23 од, відповідно.

Серед виділених і досліджених кокових мікроорганізмів *Streptococcus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Enterococcus spp.* і *Staphylococcus spp.* мінімальні за щільністю біоплівки від 0,63 до 0,87 од формували бактерії видів *Streptococcus spp.*, *Micrococcus spp.* і *Staphylococcus spp.* Водночас бактерії виду *Enterococcus spp.* формували мінімальні за щільністю біоплівки вище 1,00 од. Серед даних бактерій максимальні за щільністю біоплівки також формували ентерококи – 2,05 од. Інші представники кокової грампозитивної мікрофлори формували максимальні біоплівки а щільністю від 1,46 до 1,87 од.

Грамнегативні представники мікрофлори молочного обладнання – *Pseudomonas spp.* і *Enterobacter spp.* формували мінімальні біоплівки з щільністю 0,91 і 0,77 од, відповідно та максимальні - 2,13 та 1,67 од, відповідно.

Для більш повної характеристики плівкоутворюючих властивостей у виділеної мікрофлори з технологічних ліній молочного обладнання, було поділено бактерії за щільністю біоплівок на низької щільності з оптичною густиною промивного розчину до 1,00 од; середньої щільності – від 1,01 до 1,50 од; та високої щільності – від 1,51 до 2,51 од [30]. Результати отриманих даних наведено в табл. 3.4.

Таблиця 3.4

Відсоток сформованих біоплівок різної щільності у мікроорганізмів виділених з технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів, $M \pm m$, $n=24$

Ідентифіковані мікроорганізми	Кількість бактерій (%), які формували біоплівки зі щільністю, од		
	низька (0,51 – 1,00)	середня (1,01 – 1,50)	висока (1,51 – 2,51)
<i>Lactobacillus spp.</i>	7,3±0,2 %	15,5±0,2 %	77,2±0,4 %

Продовження табл. 3.4

<i>Bacillus spp.</i>	0	27,3±0,3 %	72,7±0,4 %
<i>Streptococcus spp.</i>	24,7±0,2 %	61,1±0,3 %	14,2±0,2 %
<i>Micrococcus spp.</i>	15,6±0,2	14,1	70,3±0,4 %
<i>Enterococcus spp.</i>	0	29,8±0,3 %	70,2±0,3 %
<i>Staphylococcus spp.</i>	16,3±0,2 %	16,9±0,2 %	66,8±0,3 %
<i>Pseudomonas spp.</i>	7,2±0,2 %	13,7±0,2 %	79,1±0,3 %
<i>Enterobacter spp.</i>	21,7±0,3	34,1±0,3	44,2±0,3 %

З даних досліджень наведених у табл. 3.4 видно, що основні роди мікроорганізмів, які виділені з технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів формують, в основному, мікробні біоплівки середньої та високої щільності протягом 24 годин. При цьому виявлено, що такі найбільш представлені на молочному обладнанні після його санітарної обробки види, як *Bacillus spp.*, *Lactobacillus spp.* і *Enterococcus spp.* біоплівки низької щільності не формували. В основному ці види бактерій більше, як у 70 % випадків, формували біоплівки високої щільності з оптичною густиною від 1,51 до 2,51 од.

Серед досліджених грампозитивних бактерій стафілококи і мікрококи, практично в 70 % випадків формували біоплівку високої щільності. Водночас виявлено, що найнижчої щільності біоплівки формували бактерії роду *Streptococcus*, у яких в 61,1±0,3 % плівкоутворення було середньої щільності, а в 14,2±0,2 % високої щільності.

Серед грамнегативних мікроорганізмів біоплівки високої щільності найбільше формували культури *Pseudomonas spp.* – 79,1±0,3 %, бактерії роду *Enterobacter* 44,2±0,3 %. Мікроорганізми виду *Enterobacter spp.*, в основному формують біоплівки середньої і низької щільності (34,1±0,3 – 21,7±0,3 %). Тож, бактерій групи кишкових паличок – які є санітарно-показові чистоти технологічного устаткування, в основному проявляють

середню здатність до плівкоутворення і добри змиваються та знешкоджуються під час санітарної обробки.

Загалом виявлено, що спорові мікроорганізми, які є дуже небезпечні при виробництві кисломолочних продуктів через здатність формувати термостійкі спори дуже небажанні на технологічному устаткуванні. Тому санітарна обробка, яка застосовується повинна впливати на них. Як видно із досліджень, що спорові форми бактерій (*Bacillus*) біля 70 % формували біоплівку високої щільності, в $27,3 \pm 0,3$ % середньої щільності, а біоплівки низької щільності взагалі не формували. Дане дослідження підтверджує особливу стійкість цих мікроорганізмів до факторів навколишнього середовища.

Таким чином проведені дослідження дають змогу зробити такі підсумки. При проведенні належної санітарної обробки технологічного устаткування мийними і дезінфікуючими засобами, які не достатньо впливають бактерицидно на бактерії, то на технологічних молочних лініях залишаються тільки стійкі відселекційовані мікроорганізми, які проявляють плівкоутворюючі властивості з утворенням плівки високої щільності.

Очевидно, біоплівка захищає бактерій під час проведення санітарної обробки і допомагає їм вижити на технологічному устаткуванні. Потім мікроорганізми з цієї біоплівки можуть потрапляти у продукти харчування.

Отже, як показали наведені вище дослідження, що мікроорганізми на технологічному устаткуванні формують мікробні біоплівки різної щільності і чим щільніша біоплівка, тим очевидніше мікроби більш захищені від впливу чинників зовнішнього середовища – тобто дії мийних і дезінфікуючих засобів, які використовуються при санітарній обробці технологічного устаткування.

На рисунку 3.3 наведено фотозображення сформованих біоплівок різної щільності у мікроорганізмів ідентифікованих з технологічних ліній за

виробництва кисломолочних продуктів у пластикових чашках Петрі і зафарбовані розчином метиловим червоним.



Примітка. У чашках Петрі *Pseudomonas fluoresces* – сформовані біоплівки низької щільності; у чашках *Pseudomonas aeruginosa*, *E. coli*, *S. aureus* – мікробні біоплівки високої щільності; у контролі – відсутні біоплівки.

Рис. 3.3. Фотографія сформованих біоплівок бактеріями, які виділені та ідентифіковані з молочного обладнання

Як видно з рис. 3.3. у чашках Петрі, у яких культивувалися *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli* і *Staphylococcus. aureus* наведено мікроорганізми, які формували мікробні біоплівки високої щільності, при спектрофотометрії спиртових розчинів з біоплівок оптична густина значно перевищувала 1,00 од.

У першій чашці Петрі наведено культуру *Pseudomonas fluoresces* з утворення мікробної біоплівками слабкої щільності у яких виявили оптичну густина промивних (змивних) розчинів з біоплівок при спектрофотометрії не перевищувала 1,001 од.

Чим більша густина (щільність) мікробних біоплівок, тим мікроорганізм вважається більш захищеним від різних біоцидних факторів, які наявні в навколишньому середовищі. При наявності таких

мікроорганізмів на молочному технологічному устаткуванні буде свідчити про незадовільну санітарну обробку його.

Для встановлення факту, як діють дезінфікуючі засоби на планктонні форми бактерій та ці ж самі бактерії але, які вже сформовані у біоплівках, ми вивчали дію цих засобів в умовах *in vitro*.

Результати досліджень активності сучасних дезінфікуючих засобів, які використовуються для санітарної обробки технологічних ліній з виробництва кисломолочних продуктів, на планктонні форми бактерій наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

Ефективність протимікробної дії засобів санобробки технологічного обладнання молокопереробних підприємств щодо планктонних форм бактерій, $M \pm m$, $n=9$

Засоби, температура застосування, °C	Концен- трація робочого розчину, %	Досліджені бактерії					
		<i>Lactobacillus</i> <i>spp.</i>		<i>Bacillus spp.</i>		<i>Micrococcus</i> <i>spp.</i>	
		10 хв	20 хв	10 хв	20 хв	10 хв	20 хв
		Час експозиції					
Кальцинована сода, $t+55 \pm 5$	1,0	10^3	10^1	10^2	10^1	10^4	10^1
Каустична сода, $t+55 \pm 5$ °C	0,1	10^3	—	10^2	10^1	10^2	—
Біомол, $t+55 \pm 5$ °C	2,5	10^1	—	—	—	10^1	—
Біолайт, $t+55 \pm 5$ °C	2,5	10^1	—	10^1	—	10^1	—
Чистопром, $t+55 \pm 5$ °C	1,5	10^1	—	—	—	10^1	—
Р ₃ -оксонія 150, $t+17 \pm 1$ °C	0,3	—	—	—	—	—	—

Неохлор, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	10 ¹	—	—	—	—	—
Жавель, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	—	—	—	—	—	—
Медікарін, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	—	—	—	—	—	—

Примітка: “—” відсутній ріст мікроорганізмів

Як видно з даних досліджень, які наведені у таблиці 3.5, що десятихвилинна дія таких засобів, як кальцинована і каустична сода не спричиняла повного бактерицидного впливу на тест культури лактобактерій, спороутворюючих бактерій роду *Bacillus* та видів *Micrococcus spp.*. Кількість живих мікробних клітин складала від 10 до 1000, в залежності від виду дезінфікуючого засобу.

Експозиція даних тест-культур в дезінфікуючих засобах протягом 20 хв знищувала усі планктонні форми тест-культур мікроорганізмів.

Засоби санітарної (мийні та дезінфікуючі) обробки, у склад яких входять четвертинні амонієві солі (Біомол, Біолайт та Чистопром) забезпечували знищення досліджених культур протягом 20 хвилинної їх дії. Водночас засоби у склад яких міститься активний хлор, як діюча речовина уже забезпечували бактерицидну дію на культури у планктонній формі лактобактерій, роду *Bacillus* та видів *Micrococcus spp.* упродовж десятихвилинної санітарної обробки. Винятком був тільки засіб Неохлор, який не знищував культури лактобактерій протягом 10 хв дії, водночас після 20 хв контакту із засобом усі планктонні бактерії були знищені.

Засіб Р₃-оксонія 150 у 0,3 % концентрації проявляв активну бактерицидну дію уже через 10 хв експозиції на всі дослідженні планктонні бактерії.

Таким чином дані дослідження вказують, що усі взяті у дослід дезінфікуючі засоби проявляли бактерицидну дію упродовж 20 хв експозиції. Винятком були засоби санітарної обробки, такі як кальцинована і каустична сода.

У таблиці 3.6 наведено отримані нами експериментальні дані досліджень щодо активності дезінфікуючих засобів відносно виділених тест-культур ідентифікованих бактерій, які перебувають у сформованих мікробних біоплівках. Тобто ми спочатку вирощували біоплівки у пластикових чашках Петрі, а потім діяли на них дезінфікуючими засобами у концентраціях, які передбаченні згідно до інструкції по застосуванню.

Таблиця 3.6

Ефективність протимікробної дії засобів санітарної обробки технологічного обладнання молокопереробних підприємств щодо плівкоутворюючих форм бактерій, M±m, n=9

Засоби, температура застосування, °C	Концен- трація робочого розчину, %	Досліджені бактерії					
		<i>Lactobacillus</i> <i>spp.</i>		<i>Bacillus spp.</i>		<i>Micrococcus</i> <i>spp.</i>	
		10 хв	20 хв	10 хв	20 хв	10 хв	20 хв
		Час експозиції					
Кальцинована сода, t+55±5	1,0	10 ³	10 ²	10 ³	10 ³	10 ⁴	10 ⁴
Каустична сода, t+55±5 °C	0,1	10 ³	10 ²	10 ³	10 ³	10 ³	10 ³
Біомол, t+55±5 °C	2,5	10 ³	10 ²	10 ³	10 ³	10 ³	10 ³

Продовження табл. 3.6

Біолайт, t+55±5 °С	2,5	10 ³	10 ²	10 ²	10 ³	10 ³	10 ²
Чистопром, t+55±5 °С	1,5	10 ³	10 ²	10 ³	10 ²	10 ³	10 ²
Р ₃ -оксонія 150, t+17±1 °С	0,3	–	–	–	–	–	–
Неохлор, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	10 ²	10 ¹	10 ³	10 ³	10 ²	10 ¹
Жавель, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	10 ²	–	10 ³	10 ¹	10 ²	–
Медікарін, t+17±1 °С	0,02 за активним хлором	10 ²	–	10 ³	10 ¹	10 ²	–

Примітка: “–” відсутній ріст мікроорганізмів

Під час вирощування у сформованих біоплівках кількість мікробних клітин була в межах від 1 до 10 млн. на 1 см² біоплівки.

З результатів досліджень, які наведено у сформованій нами табл. 3.6 видно, що протягом десятихвилинної дії дезінфектантів на мікроорганізми, які сформовані у біоплівках їх кількість зменшилася з 1 – 10 мільйонів (на 1 см² площі біоплівки) до 100 - 1000 КУО/см² біоплівки, тобто на чотири порядки менше, порівняно до початкової кількості і на 2-3 порядки більше, порівняно з дією на планктонні форми цих бактерій.

Наступна дія дезінфікуючих засобів протягом 20 хв, повністю не знищувала бактерії у біоплівках, але лише зменшувала їх кількість. У змивах з біоплівки відмічали від 10 до 1000 мікробних клітин в залежності від

використаного дезінфікуючого засобу. Крім того необхідно відмітити, що такі засоби, як кальцинована і каустична сода практично не були активними на плівкоутворюючі форми лактобактерій, спороутворюючих бактерій роду *Bacillus* та видів *Micrococcus spp.* навіть за 20 хв дії.

Якщо порівняти дезінфікуючі засоби щодо впливу на мікробні біоплівки, то можна відмітити наступне. Найефективніший відносно впливу на мікробні біоплівки виявився дезінфікуючих засіб Р₃-оксонія 150 та засоби, які містили хлор – Жавель і Медікарін. Після дії цими засобом мікроорганізми, такі як лактобактерії і мікрококи повністю були іннактивовані упродовж 20 хвилин, а клітини споровика – роду *Bacillus* виділялися не більше 10 мікробних тіл на 1 см² площі.

Також виявлено, що хлорвмісний засіб Неохлор виявився менш ефективний щодо мікроорганізмів у біоплівках. Лактобактерії, спорові форми і мікрококи після дії цими засобами протягом 20 хв виділялися у кількості до 100 клітин на 1 см² площі біоплівки.

Найменш активні були засоби: Біолай і Чистопром. Застосування цих засобів не впливало на бактерії у біоплівка як протягом 10, так і упродовж 20 хвилин. Кількість життєздатних мікробних клітин була в межах 1000 на 1 см² площі біоплівки.

Отже, результати даних досліджень, вказують на те, що сформована мікробна біоплівка на технологічних лініях молочного устаткування захищає бактерій від дії дезінфікуючих засобів, які використовуються для автоматичної санітарної обробки. Тому очевидно для її знищення необхідно підвищувати концентрацію мийних і дезінфікуючих засобів або тривалість контакту засобів санітарної обробки із робочою поверхнею технологічного устаткування.

Отримані нами результати дослідженнями, що резистентності бактерій у біоплівці узгоджуються з даними інших дослідників, які вказують, що плівкоутворюючі форми мікробів є стійкіші до дії антимікробних препаратів, мийних та дезінфікуючих засобів [62, 64].

На рисунку 3.4 і 3.5 наведена зроблена нами мікрофотографія мікроорганізмів, які сформовані у біоплівки на технологічних лініях молочного обладнання після виробничого процесу і до процесу санітарної обробки та після проведення її різними засобами з миття і дезінфекції.

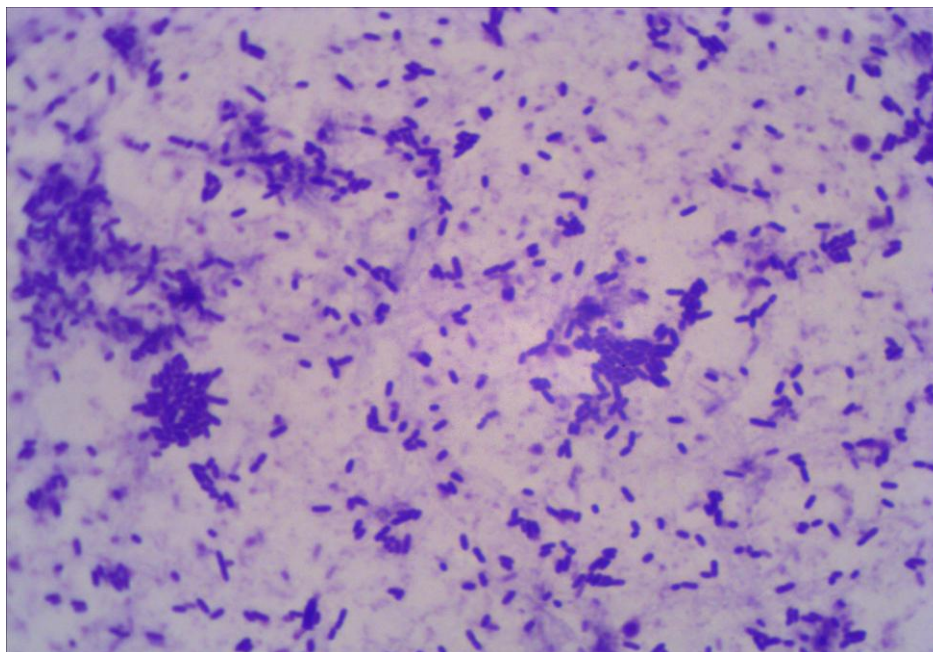


Рис. 3.4. Мікрофотографія мікроорганізмів, які сформовані біоплівка, що були ідентифіковані з технологічних ліній молочного обладнання до процесу миття

Як видно з даних наведених на рис. 3.4, що мікроорганізми у біоплівці проглядаються як суцільний конгломерат, який окутаний захисним полісахаридно-пептидним матриксом.

На рисунку 3.5. наведено мікрофотографію мікробних біоплівок за умови закінчення санітарної обробки.

Із результатів досліджень рис. 3.5, видно, що після закінчення процесу санітарної обробки з використанням мийних та дезінфікуючих засобів відбулося руйнування матриксу біоплівки, внаслідок чого мікробні клітини проглядаються як поодинокі скупчення невеликої кількості. Такі клітини значно чутливі до впливу різних факторів навколишнього середовища.

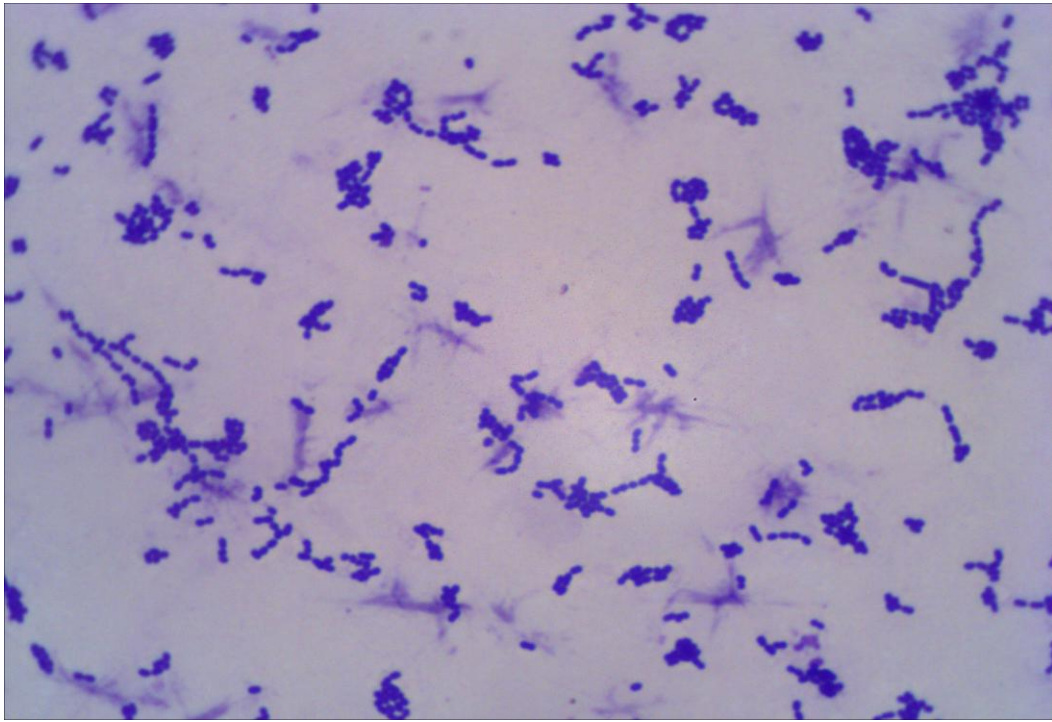


Рис. 3.5. Мікрофотографія. Руйнування мікробної біоплівки дезінфікуючими засобами на технологічному устаткуванні.

Для того щоб визначити як буде впливати підвищена концентрація мийних і дезінфікуючих засобів на бактерії сформовані у біоплівки ми провели такі дослідження. Результати наведені в табл. 3.7.

Таблиця 3.7

Ефективність протимікробної дії засобів санітарної обробки технологічного обладнання молокопереробних підприємств щодо плівкоутворюючих форм бактерій у високих концентраціях, $M \pm m$, $n=9$

Засоби, температура застосування, °C	Концен- трація робочого розчину, %	Досліджені бактерії					
		<i>Lactobacillus</i> <i>spp.</i>		<i>Bacillus spp.</i>		<i>Micrococcus</i> <i>spp.</i>	
		10 хв	20 хв	10 хв	20 хв	10 хв	20 хв
		Час експозиції					
Кальцинована сода, $t+55 \pm 5$	2,0	10^3	10^2	10^3	10^3	10^4	10^3
Каустична	0,3	10^3	10^1	10^3	10^2	10^2	10^1

сода, t+55±5 °С							
Біомол, t+55±5 °С	3,5	10 ²	10 ¹	10 ³	10 ²	10 ²	10 ¹
Біолайт, t+55±5 °С	3,5	10 ²	10 ¹	10 ²	10 ¹	10 ²	10 ¹
Чистопром, t+55±5 °С	2,5	10 ²	10 ¹	10 ²	10 ²	10 ²	10 ²
Р ₃ -оксонія 150, t+17±1 °С	0,4	–	–	–	–	–	–
Неохлор, t+17±1 °С	0,04 за активним хлором	10 ¹	10 ¹	10 ²	10 ¹	10 ²	10 ¹
Жавель, t+17±1 °С	0,04 за активним хлором	10 ²	–	10 ²	10 ¹	10 ¹	–
Медікарін, t+17±1 °С	0,04 за активним хлором	10 ¹	–	10 ¹	10 ¹	10 ¹	–

Примітка: “–” відсутній ріст мікроорганізмів

Як видно з досліджень наведених у табл. 3.7, що підвищена концентрація застосованих нами засобів (дезінфікуючих і мийних) на мікроорганізми, які були у сформованих біоплівках, сприяла руйнуванню позаклітинного матриксу біоплівки і бактерицидно діяла на мікробні клітини, які були у біоплівках. Так, засоби Р₃-оксонія 150 та Жавель діяли бактерицидно уже через 5 хв контакту із біоплівкою, а інші взяті у дослід засоби упродовж через 20 хв.

Отже, підсумовуючи проведенні дослідження цього розділу можна відмітити наступне. Засоби санітарної обробки технологічного, які є на ринку

не завжди забезпечують повноцінну санітарну обробку технологічного і чиних ліній до прийнятних нормативів, а саме вони повинні знешкоджувати 99,999 % мікроорганізмів, які існують на технологічному устаткуванні. Однією з причин не ефективної дії цих дезінфікуючих засобів є те, що розробники при підбиранні робочої концентрації досліджують ефективність бактерицидної дії на тест-культурах мікроорганізмів, які перебувають у планктонному стані. Наші дослідження виявили, що мікроорганізми на технологічному устаткуванні формують мікробні біоплівки, в основному високої і в меншій мірі середньої щільності, а як відомо мікробна біоплівка виконує функцію захисту для бактеріальної клітини. Отримані нами дані узгоджуються з дослідженнями [34, 74, 75], які підтверджують те, що за технології проведення санобробки сформована щільна біоплівка захищає клітини бактерій від дії несприятливих факторів, зокрема в даному випадку впливу процесу миття і дезінфекції. Таким чином для надійного процесу санобробки необхідно використовувати дезінфікуючі засоби, які впливають на бактерії у біоплівках, а не на планктонні їх форми.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Встановлено, що найбільш ефективним засобами санітарної обробки технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів виявився засіб РЗ-оксонія 150 у склад якого входить над оцтова кислота в перекис водню. Ефективність даного засобу мезофільної мікрофлори становила більше 99,99 %, відносно споротвірних бактерій – 100 %. При обробці хлорвмісними засобами найбільш дієвим був французький засіб Жавель, який складається з натрієвої солі дихлорізоціанурової кислоти. Ефективність даних засобів щодо мезофільних мікроорганізмів становила 99,67 %, а щодо спороутворюючої 100 %.

2. Склад бактерій, які витримали дію мийних і дезінфікуючих засобів представлений в найбільшій кількості грампозитивною мікрофлорою, зокрема лактобактеріями, на частку яких припадає $42,5 \pm 0,3$ % від усіх ідентифікованих мікроорганізмів. Практично в 1,5 раза менше, ніж лактобактрій було ідентифіковано спороутворюючих бактерій, на їх частку припадало $27,6 \pm 0,2$ %.

3. Встановлено, що основні роди, які ідентифіковані з технологічних ліній за виробництва кисломолочних продуктів, формують мікробні біоплівки високої щільності у 80 % випадків, з оптичною густиною від 1,51 до 2,51 од. При цьому виявлено, що такі найбільш представлені на молочному обладнанні після його санітарної обробки види, як *Bacillus spp.*, *Lactobacillus spp.* і *Enterococcus spp.* біоплівки низької щільності не формували.

4. Дезінфікуючі засоби санітарної обробки технологічного устаткування проявляли бактерицидну дію протягом 20 хв на тест-культури мікроорганізмів, які перебували у планктонній формі, але не діяли на бактерії, які сформовані у біоплівках.

5. Вплив підвищеної концентрації дезінфікуючих засобів на мікроорганізми, що були у біоплівках високої щільності, сприяло руйнуванню позаклітинного матриксу біоплівки, проте повністю не знищувала мікробні клітини, які були у біоплівках. Так, засіб РЗ-оксонія 150 та Жавель діяли бактерицидно уже через 10 хв контакту із біоплівкою, а інші взяті у дослід засоби через 20 хв.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Охорона праці на підприємствах молочної промисловості

Найголовнішим обов'язком працівника є неухильне дотримання вимог законодавчих та нормативних актів з охорони праці за своїм фахом, що є запорукою предметної діяльності без травм і аварій та будь-якого ушкодження здоров'я. Працівник має: дбати про особисту безпеку та здоров'я; знати й виконувати вимоги інструкцій за фахом та нормативно-правових актів з охорони праці; проходити у встановленому порядку навчання, попередні та періодичні медичні огляди; підтримувати вимоги трудової і технологічної дисципліни, які встановлюють правила виконання робіт і поведінки у виробничих приміщеннях та на території підприємства

Взаємовідносини між роботодавцем і працівниками підприємства визначено у КЗпП. Інтереси працівників на виробництві представляють професійні спілки у галузі виробничої діяльності, побуту і культури.

За порушення законодавчо-правових актів з охорони праці працівник несе відповідальність. Роботодавець може застосовувати дисциплінарне стягнення у вигляді догани або звільнення від займаної посади. За кожне порушення може застосовуватися лише одне стягнення, яке має оголошуватися у наказі і повідомлятися працівникові під розписку, або інші відповідні види впливу [76].

4.1.1 Принципи державної політики у сфері охорони праці

У Законі "Про охорону праці" визначаються такі основні принципи державної політики в галузі охорони праці [76]:

- пріоритет життя і здоров'я працівників, повна відповідальність роботодавця за створення належних, безпечних і здорових умов праці;
- підвищення рівня промислової безпеки шляхом забезпечення суцільного технічного контролю за станом виробництва, технологічних

процесів і продукції, а також сприяння підприємствам у створенні ними безпечних та нешкідливих умов праці;

- комплексне розв'язання завдань охорони праці на основі загальнодержавних галузевих, регіональних програм з охорони праці та з урахуванням інших напрямів економічної і соціальної політики, досягнень у галузі науки і техніки та охорони навколишнього середовища;

- соціальний захист працівників: повне відшкодування шкоди особам, які потерпіли від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань;

- установлення єдиних вимог з охорони праці для підприємств та суб'єктів підприємницької діяльності незалежно від форм власності та видів діяльності;

- адаптація трудових процесів до можливостей працівника з урахуванням рівня його здоров'я та психологічного стану; використання економічних методів управління охороною праці, участь держави у фінансуванні заходів щодо охорони праці, залучення добровільних внесків та інших надходжень на дані цілі, отримання яких не суперечить чинному законодавству;

- інформування населення, проведення навчання, професійної підготовки і підвищення кваліфікації працівників з питань охорони праці;

- забезпечення координації у діяльності органів державної виконавчої влади, установ, організацій, об'єднань громадян що розв'язують проблеми охорони здоров'я, гігієни та безпеки праці, співробітництво та проведення консультацій між роботодавцями та працівниками, між усіма соціальними групами під час прийняття рішень з охорони праці на місцевому та державному рівнях;

Для реалізації даних принципів в Україні створено Національну раду з питань безпечної життєдіяльності при Кабміні, Державний комітет України з промислової безпеки та гірничого нагляду (Держгірпромнагляд), Національний науково-дослідний інститут промислової безпеки та охорони

праці (ННДШПБОП). Крім цього в обласних, районних та міських органах виконавчої влади функціонують служби охорони праці.

4.2. Захист харчових продуктів від різних видів забруднення

У разі виникнення надзвичайних ситуацій у мирний час здійснюють заходи, які спрямовані на забезпечення захисту запасів харчової сировини, напівфабрикатів та готової харчової продукції від зараження їх радіоактивними, сильнодіючими та отруйними речовинами і бактеріальними засобами [77]:

- будівництво складських і виробничих приміщень з повною герметизацією;
- розробка планів підготовки до здійснення простої герметизації тих складських та інших приміщень, де немає повної герметизації;
- випуск продуктів та напівфабрикатів у герметичній тарі;
- утримання в справному стані герметизованих транспортних засобів для транспортування продуктів і товарів [78, 79].

Радіоактивному забрудненню під час радіаційної аварії можуть піддатись об'єкти харчової промисловості, на яких переробляються чи зберігаються різні харчові продукти. Зараження харчових підприємств може призвести до радіаційного ураження великої кількості людей. Ця обставина вимагає від штабу і служб цивільного захисту підприємства організації надійного захисту продуктів харчування, сировини і води на всіх етапах їх технологічного перероблення і реалізації.

Забруднення харчових продуктів може бути поверхневе (пряме) і структурне (біологічне). Поверхневе забруднення може бути аерозольним і контактним. Поверхневе забруднення відбувається у перший період після аварії. Воно виникає в результаті осідання радіонуклідів на поверхню продуктів харчування, харчової сировини, обладнання та інші предмети, якщо вони не мають герметичної упаковки або укриття [78, 79].

Зараження отруйними і сильнодіючими отруйними речовинами довкілля, харчової сировини, готової продукції та води буде залежати від виду застосованої отрути, що потрапила в довкілля після аварії; її агрегатного стану (газ, пари, аерозоль); виду продуктів і умов їх зберігання. Небезпечним є зараження отруйними речовинами, які мають значну стійкість (зберігають тривалий час уражуючу дію і можуть проникати на певну глибину у різні предмети і продукти) [77].

Захист харчової сировини, напівфабрикатів, готової продукції, води на об'єктах харчової промисловості є одним з основних завдань цивільного захисту для переробних підприємств. Не зважаючи на існуючі розбіжності між уражаючою дією радіоактивних, хімічних речовин, бактеріальних засобів способи захисту продуктів харчування мають багато спільного. Вибір способу захисту визначається видом продукції, її кількістю і умовами зберігання. Для підготовки підприємства до захисту від радіоактивних, хімічних речовин, бактеріальних засобів на кожному із них розробляється план захисту, в якому передбачається проведення організаційних та інженерно-технічних заходів [77].

Заходи щодо захисту продуктів харчування можна об'єднати в такі групи: організаційні; інженерно-технічні; заходи захисту сировини харчової продукції за допомогою тари, пакування, захисних покриттів та санітарно-профілактичні.

Організаційні заходи є загальними для харчових підприємств всіх галузей. Основними із них є: заміна обладнання більш досконалим, герметичним; підготовка до роботи лабораторій для аналізу продуктів харчування на забрудненість радіоактивними і хімічними отруйними речовинами; навчання формувань, виробничого персоналу заходам та засобам захисту харчових продуктів та сировини [77].

Інженерно-технічні заходи включають в себе: герметизацію виробничих і складських приміщень, встановлення фільтропоглиначів на вентиляційних системах; встановлення протипилевих фільтрів,

кондиціонерів у виробничих приміщеннях; герметизацію технологічного обладнання.

Отже, у разі виникнення надзвичайних ситуацій у мирний час необхідно здійснювати заходи, які спрямовані на забезпечення захисту запасів харчової сировини, напівфабрикатів та готової харчової продукції від зараження їх радіоактивними, сильнодіючими та отруйними речовинами і бактеріальними засобами.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Еремин В. Н. Современные системы циркуляционной мойки оборудования и трубопроводов / В. Н. Еремин, Л. П. Брусиловский // Молочная промышленность. – 1995. – № 4. – С. 26–28.
2. Інструкція про порядок санітарно-технічного контролю консервів на виробничих підприємствах, оптових базах, в роздрібній торгівлі та на підприємствах громадського харчування. – Київ .- 2001 – 45 с.
3. Григорьева Л.В. Санитарная бактериология и вирусология синтетических моющих средств / Л.В. Григорьева. – К.: Здоров'я, 1988. – 160 с.
4. Золотын Ю.П. Циркуляционная мойка молочного оборудования / Ю.П. Золотын. М.: Пищепромиздат, 1993. – 90 с.
5. Кухтин М.Д., Перкій Ю.Б., Семанюк В.І., Мурська С.Д. Сучасні погляди на санітарну обробку технологічного устаткування у харчовій промисловості. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – Львів. – 2012. – Т. 14, № 3-3 (53). – С. . 302–307.
6. Родюнин А. А. На рынке жидких моющих средств / А. А. Родюнин // Химия и рынок. – 2000. – № 3. – С. 43–44.
7. Augustin M. Assessment of enzymatic cleaning agents and disinfectants against bacterial biofilms / M. Augustin, T Ali – Vehmas, F. Atroshi // S. Pharmacol Sci. – 2004. – №7. – P. 55–64.
8. Branda S.S. A major pritein component of the Bacillus subtilis biofilm matrix / S.S. Branda, F. Chu, D.B. Kearns et al // Mol. Microbiol. – 2006. – №59. – P. 1229–1238.
9. Флауменбаум Б.Л. Основы консервирования пищевых продуктов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982, – 267 с

10. Григорьева Л.В. Санитарно-микробиологическая оценка новых моющих средств / Л.В. Григорьева // Гигиена и санитария. – 1997. - №1. – С.58. – 60.
11. Китмейер Д. Поверхностно-активные вещества в моющих средствах на водной основе / ДжоАнн Китмейер // Мир Гальваники. – 2007. – № 4. – С. 16–18.
12. Маневич Б. В. О регламентации и применении дезинфекционных средств, в том числе с моющим действием / Б. В. Маневич, Т. В. Косьяненко // Молочная промышленность. – 2009. – № 11. – С. 6–8.
13. ДСТУ 7525-2014 «Вода питна. Вимоги та методи контролювання якості»
14. Кухтин М. Д. Контамінація доїльного устаткування і молока сирого бактеріями роду *Pseudomonas* в залежності від ефективності санітарної обробки / М. Д. Кухтин, В. В. Касянчук // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2010. – Вип. 8. – С. 56–59.
15. Мікробіологія молока і молочних продуктів : практикум / [Бергілевич О. М., Касянчук В. В., Власенко І. Г. та ін.]; за ред. В. В. Касянчук. – Суми: Університетська книга, 2010. – 205 с.
16. Кухтин М. Д. Концепція розробки та застосування нормативів для виробництва сирого молока гатунку „екстра” за вмістом мікроорганізмів / М. Д. Кухтин // Ветеринарна медицина України. – 2010. – № 10. – С. 42–43.
17. Дмитриев С.А. Мыла и новые моющие средства / С.А. Дмитриев. – М.: Издательство АН СССР, 1993. – 152 с.
18. Зарицький А. М. Особливості спеціалізованої оцінки експертизи дезінфекційних засобів в Україні / А. М. Зарицький // Вестник Ассоциации. – 2001. – № 1. – С. 22–24.
19. <https://uabooks.top/503-zmochuvannya-kaplyarn-yavischa.html>
20. Фізико-хімічні і біологічні основи консервного виробництва / Б.Л. Флауменбаум, А.Т. Безусов, В.М. Сторожук, Г.П. Хомич. – Одеса: Друк, 2006. – 400 с.

21. Глазова Н. В. Дезинфектант, проверенный временем / Н. В. Глазова // Переработка молока. – 2007. – № 5. – С. 63.
22. Волошин Н. А. Организация безразборной мойки на предприятии / Н. А. Волошин // Переработка молока. – 2007. – № 5. – С. 39–41.
23. Бухштаб З. И. Технология синтетических моющих средств / Бухштаб З. И., Мельник А. П., Ковалев В. М. – М.: Легпромбытиздат, 1988. – 320.
24. Технологія консервування плодів, овочів, м'яса і риби: Підручник / Б.Л. Флауменбаум, Є.Г. Кротов, О.Ф. Загібалов та ін.; За ред.. Б.Л. Флауменбаума. – К.: Вища школа, 1995. – 302 с.
25. Food poisoning incidents in France in 1998 / S. Naeghebaert, F. Le Querrec, V. Vaillant and other // Bull Epidemiol Hebdomad. – 2001. – P. 65–70.
26. Кухтин М.Д. Мікробіологічні нормативи ефективності технологій одержання молока незбираного екстра-гатунку. Ветеринарна медицина України. – 2008. – № 2. – С. 45–46.
27. Using enzymes to remove biofilms of bacterial isolates sampled in the food-industry / Yannick Lequette, Gauthier Boels, Martine Clarisse, Christine Faille // Biofouling. – 2010. – Vol.26, №4. – P. 421–431.
28. Кухтин М. Д. Одержання якісного і безпечного молока / М. Д. Кухтин // Тваринництво України. – 2007. – № 7. – С. 7–8.
29. Understanding and modelling bacterial transfer to foods: a review / F. Pe´rez-Rodri´guez, A. Valero, E. Carrasco and other // Trends Food Sci. Technol. – 2008. – P. 131–144.
30. Кухтин М.Д. Теоретичне обґрунтування ветеринарно-санітарних нормативів і розроблення системи контролю виробництва молока коров'ячого незбираного охолодженого : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня докт. вет. наук : спец. 16.00.06 “Гігієна тварин та ветеринарна санітарія” / М.Д. Кухтин. – Львів, 2011. – 40, [1] с

31. Дегтерев Г. П. Многоуровневая система обеспечения безопасности и качества молока и молочных продуктов / Г. П. Дегтерев // Молочная промышленность. – 2009. – № 11. – С. 9–12.
32. Дегтерев Г. П. Механизм очистки загрязненных поверхностей молочного оборудования / Г. П. Дегтерев // Молочная промышленность. – 1999. – № 7. – С. 35–37.
33. Джміль О. М. Удосконалення технологічних процесів одержання молока з мінімальним бактеріальним обсіменінням : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. вет. наук : спец. 16.00.09 "Ветеринарно-санітарна експертиза" / О. М. Джміль. – К., 2006. – 18 с.
34. Кухтин М. Д. Контамінація доїльного устаткування і молока сирого бактеріями роду *Pseudomonas* в залежності від ефективності санітарної обробки / М. Д. Кухтин, В. В. Касянчук // Вісник Сумського національного аграрного університету. – 2010. – Вип. 8. – С. 56–59.
35. Кузина Ж. И. Инструкция по санитарной обработке оборудования, инвентаря и тары на предприятиях молочной промышленности / Ж. И. Кузина, Б. М. Маневич. – Торжок: АО «Формат», 1998. – 108 с.
36. Крученок Т. Б. Научные основы направленного поиска новых дезинфицирующих средств и изучения механизма их действия / Т. Б. Крученок // Проблемы дезинфекции и стерилизации : сб. н. тр. НИИ вакцин и сывороток. – М., 1985. – С. 7–12.
37. Пенішкевич Я. І. Регламент із застосування засобу „Хлорантоїн” з метою дезінфекції та передстерилізаційного очищення виробів медичного призначення / Я. І. Пенішкевич, О. В. Гудзь. – К.: ДП „Науково-експертний Центр з регламентації застосування та впровадження дезінфекційних засобів” МОЗ України, 2004. – 24 с.
38. Коопал Л. К. Физико-химические аспекты очистки твердых поверхностей. Часть 1. Механизм удаления загрязняющих веществ / Л. К. Коопал // Neth. Milk Dairy. – 1995. – № 3 – С. 127–154.

39. Кривохижа Є. М., Кухтин М.Д. Крижанівський Я.Й. Визначення режимів застосування лужного мийно-дезінфікуючого засобу "Сандез" при санітарній обробці переносних доїльних апаратів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – Львів. – 2010. – Т. 12, № 2 (44). – Ч. 4. – С. 216–220.

40. Королёв А. С. Определение временных и расходных характеристик процесса промывки молочной линии доильной установки / А. С. Королёв, А. А. Панин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2009. – № 3 (23). – С. 80–81.

41. Караваева Н. В. Дезинфицирующие средство „Lerasept forte” для предприятий молочной промышленности / Н. В. Караваева // Молочная промышленность. – 2005. – № 2. – С. 66–77.

42. Маневич Б. В. О регламентации и применении дезинфекционных средств, в том числе с моющим действием / Б. В. Маневич, Т. В. Косьяненко // Молочная промышленность. – 2009. – № 11. – С. 6–8.

43. Машкін М. І. Молоко і молочні продукти / Машкін М. І. – К.: Урожай, 2006. – 333 с.

44. Vergara-Irigaray M., Tomas M.-L., Merino N. et al. Wall teichoic acids are dispensable for anchoring the PNAG exopolysaccharide to the *Staphylococcus aureus* cell surface // *Microbiol.* 2008. N 154. P. 865–877.

45. Федорова Л. С. Антимикробная активность, дезинфицирующие свойства и токсичность алкил / C₁₂₋₁₄ / диметлбензиламмоний хлорида / Л. С. Федорова, Л. И. Арифьева, Г. П. Панкратова // Современные методы и средства дезинфекции и стерилизации : сб. н. тр. ЦНИИ вакцин и сывороток им. Мечникова. – М., 1989. – С. 17–20.

46. Морозова Н. С. Подход к обоснованию выбора средств для дезинфекции в лечебно-профилактических учреждениях и тактика их применения / Н. С. Морозова, Г. И. Карманова, С. В. Коржаневский // Вестник Ассоциации. – 2002. – № 2. С. 32–33.

47. Biofilm formation in food industries: A food safety concern
SokunrotanakSrey, IqbalKabirJahid, Sang-Do Ha* FoodControl 31 (2013) 572-585

48. <http://www.provisor.com.ua/archive/1998/N12/perelik.php> (Міністерство охорони здоров'я України Український центр державного санітарно-епідеміологічного нагляду “Про дезінфекційні засоби, дозволені до використання в Україні. Лист від 10 лютого 1998 р. № 04.2/131).

49. Дж. Хола Очистка и дезинфекция. Режим доступа: <http://baker-group.net/frozen-food/723-cleaning-and-disinfection.html>

50. Инструкция по применению средства промышленно-бытовой химии „Сандим-СЩ” производства ЗАО „БелАсептика”. Республика Беларусь. – Минск: НИЛ УП „БелАсептика”, 2003. – 4 с.

51. Караваева Н. В. Дезинфицирующие средство „Lerasept forte” для предприятий молочной промышленности / Н. В. Караваева // Молочная промышленность. – 2005. – № 2. – С. 66–77.

52. Федорова Л. С. Антимикробная активность, дезинфицирующие свойства и токсичность алкил / C₁₂₋₁₄ / диметлбензиламмоний хлорида / Л. С. Федорова, Л. И. Арифьева, Г. П. Панкратова // Современные методы и средства дезинфекции и стерилизации : сб. н. тр. ЦНИИ вакцин и сывороток им. Мечникова. – М., 1989. – С. 17–20.

53. Павлова И. Б. Влияние катамина АБ на ультраструктуру и проницаемость клеток эшерихий / И. Б. Павлова // Дезинфекция животноводческих помещений и ветеринарная санитария на транспорте : тр. ВНИИВС. – М., 1983. – С 91–96.

54. Симарев С. И. Моюще-дезинфицирующие средства для доильного оборудования / С. И. Симарев // Молоч. и мясное скотоводство. – 1999. – № 6. – С. 34–39.

55. Крижанівський Я. Й., Кухтин М.Д., Кривохижа Є. М. Сандез – новий засіб для санітарної обробки молочного устаткування. Ветеринарна медицина України. – 2011. – № 2. – С. 36–37.

56. Изыскание бактерицидных препаратов среди йодофоров / В. И. Вашков, Т. М. Яценко, Л. З. Скала [и др.] // Проблемы дезинфекции и стерилизации: сб. н. тр. НИИ вакцин и сывороток. – М., 1975. – Вып. 24. – С. 97–100.

57. Ханумян А. А. Современные методы решения санитарно-гигиенических проблем на предприятиях молочной промышленности / А. А. Ханумян // Молочная промышленность. – 2005. – № 2. – С. 62–63.

58. Худяков А. А. Эффективная дезинфекция и подбор дезинфектанта / А. А. Худяков // Ветеринария. – 2010 г. – № 2. – С. 18–22.

59. Кривохижа Є.М., Крижанівський Я.Й., Кухтин М.Д. Загальні вимоги до засобів, які використовують для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентаря Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. С. З. Гжицького. – Львів. – 2012. – Т. 14, № 2 (52). – Ч. 3. – С. 88–91.

60. <http://moika-cip.ru/химия/химия-для-cip-мойки/p3-оксония-актив-150-p3-oxonia-active-150/> P3-ОКСОНИЯ АКТИВ 150 (P3-OXONIA ACTIVE 150).

61. [HTTP://BESTPRAVO.RU/ROSSIJSKOJE/RX-STRUKCII/Z7N/PAGE-4.HTMI](http://BESTPRAVO.RU/ROSSIJSKOJE/RX-STRUKCII/Z7N/PAGE-4.HTMI) / инструкция по санитарной обработке оборудования, инвентаря и тары на предприятиях молочной промышленности.

62. Zotova E.A. Microbial biofilms in food processing industry – Should they a concern? / E.A. Zotova // International Journal of Food Microbiology. – 1994. – №23. – P. 125–148.

63. Высоцкий А. Э. Санитарная обработка доильного оборудования препаратами серии «Сандим» / А. Э. Высоцкий // Ветеринарна медицина. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – 2005. – Т.1, № 85. – С. 242–245.

64. Hussain H., Green I. R., Ahmed I. Journey Describing Applications of Oxone in Synthetic Chemistry : [англ.] // Chem. Rev.. — 2013. — Vol. 113, no. 5. — P. 3329–3371.

65. Berhilevych, O. M., Kasianchuk, V.V., Kukhtyn, M.D., Lotskin, I.M. Garkavenko, T.O., Shubin P.A. Characteristics of antibiotic sensitivity of *Staphylococcus aureus* isolated from dairy farms in Ukraine. Regul. Mech. Biosyst., 2017, 8(4), 559–563.

66. Худяков А. А. Эффективная дезинфекция и подбор дезинфектанта / А. А. Худяков // Ветеринария. – 2010 г. – № 2. – С. 18–22.

67. Kukhtyn M. Main Microbiological and Biological Properties of Microbial Associations of “*Lactomyces tibeticus*” / M. Kukhtyn, O. Vichko, O. Berhilevych, Y. Horyuk and V. Horyuk // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – November – December 2016. – №7(6). – P. 1266 – 1272.

68. Malek, F. Microflora of biofilm on Algerian dairy processing lines: An approach to improve microbial quality of pasteurized milk [Text] / F. Malek, B. Moussa-Boudjemâa, F. Khaouani-Yousfi, A. Kalai, M. Kihel // African Journal of Microbiology Research. – 2012. – Vol. 6, Issue 17. – P. 3836-3844.

69. The influence of disinfectants on microbial biofilms of dairy equipment / Kukhtyn M., Berhilevych O., Kravcheniuk K., Shynkaruk O., Horiuk Y., Semaniuk N. // EUREKA: Life Sciences. 2017. №5. P. 11–17.

70. Оцінка придатності та ефективності мийних, дезінфікуючих і мийно-дезінфікуючих засобів для санітарної обробки доїльного устаткування та молочного інвентаря. Науково-практичні методичні рекомендації. Затверджено науково-технічною радою Державної ветеринарної та фітосанітарної служби України, протокол №1 від 21 грудня 2012 р.). – Тернопіль, 2012. – 67 с.

71. Weigel L. M., Donlan M. R., Shin H. D. et al. High-level vancomycin-resistant *Staphylococcus aureus* isolates associated with a polymicrobial biofilm // Antimicrob. Agents Chemother. 2007. Vol. 51. N 1. P. 231–238.

72. Кухтин М.Д. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з курсу “Мікробіологія галузі” для студентів напрямку 6.0517 «Харчові технології та інженерія» / М.Д. Кухтин – Тернопіль, 2013. – 64 С.

73. Kukhtyn M., Kravcheniuk K., Beyko L., Horiuk Y., Skliar O., Kernychnyi S. (2019). Modeling the process of microbial biofilm formation on stainless steel with a different surface roughness. *Eastern-European journal of Enterprise Technologies*, 2/11, 98, 14–21.

74. Yu Horiuk, M Kukhtyn, V Kovalenko, L Kornienko, V Horiuk, N. Liniichuk (2019). Biofilm formation in bovine mastitis pathogens and the effect on them of antimicrobial drugs. *Independent journal of management and production (IJM&P)*, 7 (10), 897-910.

75. Costerton, J.W. Microbial biofilms / J.W. Costerton [et al.] // *Ann. Rev. Microbiol.* – 1995. – Vol. 49. –P. 711–745

76. Закон України Про охорону праці № 229-IV, від 21.11.2002 р.

77. Депутат О.П., Коваленко І.В., Мужик І.С. Цивільна оборона Навчальний посібник / За ред. полковника В.С. Франчука - 2 ге вид., доп - Львів, Афіша,-2001. – 336с.

78. Han Y, Sherman DM, Linton RH, Nielsen SS, Nelson PE. (2000). The effects of washing and chlorine dioxide gas on survival and attachment of *Escherichia coli* O157: H7 to green pepper surfaces. *Food Microbiol.* 17: 521-533

79. Reina LD, Fleming HP, Breidt JRF. (2002). Bacterial contamination of cucumber fruit through adhesion. *J. Food Protect.* 65: 1881-1887.

80. Sperandio V, Torres AG, Jarvis B, Nataro JP, Kaper JB. (2003). Bacteria-host communication: The language of hormones. *P. Natl. Acad. Sci. USA* 100: 8951-8956

81. Abee T, Kova'cs AT, Kuipers OP, Veen S. (2011). Biofilm formation and dispersal in Gram-positive bacteria. *Curr. Opin. Biotechnol.* 22: 172-179

82. Mangalappalli-Illathu AK, Vidovic S, Korber DR. (2008). Differential adaptive response and survival of *Salmonella enterica* serovar Enteritidis planktonic and biofilm cells exposed to benzalkonium chloride. *Antimicrob Agents Chemother* 52:3669–3680.

83. Dynes JJ, Lawrence JR, Korber DR, Swerhone GDW, Leppard GG, Hitchcock AP. (2009). Morphological and biochemical changes in *Pseudomonas*

fluorescens biofilms induced by sub-inhibitory exposure to antimicrobial agents. *Can J Microbiol* 55:163–178.

84. Shemesh M, Kolter R, Losick R. (2010). The biocide chlorine dioxide stimulates biofilm formation in *Bacillus subtilis* by activation of the histidine kinase KinC. *J Bacteriol* 192:6352–6356.

85. Carneiro VA, dos Santos HS, Arruda FVS, Bandeira PN, Albuquerque M, Pereira MO, Henriques M, Cavada BS, Teixeira EH. (2011). Casbane diterpene as a promising natural antimicrobial agent against biofilm-associated infections. *Molecules* 16:190–201.

86. Nostro A, Roccaro AS, Bisignano G, Marino A, Cannatelli MA, Pizzimenti FC, Cioni PL, Procopio F, Blanco AR. (2007). Effects of oregano, carvacrol and thymol on *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* biofilms. *J Med Microbiol* 56:519–523.

87. Lu TK, Collins JJ. (2007). Dispersing biofilms with engineered enzymatic bacteriophage. *Proc Natl Acad Sci USA* 104:11197–11202.

ДОДАТКИ

Додаток А

Ministry of Education and Science of Ukraine

Lviv Polytechnic National University



BOOK OF ABSTRACTS

FOOD CHEMISTRY. MODERN METHODS FOR PRODUCTION
OF FOOD, FOOD ADDITIVES AND PACKAGING MATERIALS

Lviv, October 7-9, 2020



Додаток Б

ВПЛИВ БІОПЛІВКОВИХ ФОРМ БАКТЕРІЙ НА МІКРОБІОЛОГІЧНУ ЯКІСТЬ МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

Кухтин М.Д., Гудь Н.М., Кравченко Х.Ю.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя,
м. Тернопіль, Україна

E-mail: kuchtynnic@gmail.com

Кількісний склад мікрофлори продуктів залежить від дотримання гігієнічних умов виробництва та ефективної санітарної обробки технологічного обладнання. Згідно даних ВООЗ, найбільш суттєвим джерелом мікробного забруднення харчових продуктів під час виробництва є технологічне обладнання. Близько 40 % харчових отруєнь людей у світі викликаються мікроорганізмами, які надходять у сировину та готові продукти з технологічного обладнання [1]. В основному мікрофлора виживає на поверхнях обладнання під час санобробки у так званих «мертвих зонах» (згини, з'єднання, прокладки, клапани, тріщини, подряпини) за рахунок формування біоплівки [2]. За даними [3], на обладнанні, де виявлено хоча б одну планктону бактерію, там є близько 1000 мікроорганізмів, сформованих у біоплівки. Мікробна біоплівка – це утворення, яке складається з одного або декількох видів чи родів бактерій, які прикріплені до біогенної чи абіогенної поверхні та оточені власно продукуючим матриксом [4]. Дослідження показують, що мікробні біоплівки, які утворюються на поверхнях молочного обладнання, негативно впливають на безпечність готової продукції і становлять небезпеку для здоров'я людей, оскільки в складі біоплівок крім сапрофітної мікрофлори можуть бути патогенні мікроорганізми [5]. Біоплівки сформовані *E. coli*, *Listeria spp.*, *Yersinia enterocolitica*, *S. aureus*, *Salmonella spp.*, *Pseudomonas spp.*, *Bacillus cereus* та ін. були виявлені на молочному обладнанні, а бактеріями родів *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Shigella*, *Escherichia*, *Enterobacter*, *Bacillus* – на поверхнях пастеризаторів молокопереробних підприємств.

Нами проведено дослідження щодо контамінації технологічного обладнання і готової продукції молокопереробних підприємств мікроорганізмами та визначено здатність виділеної мікрофлори до плівкоутворення. Встановлено, що технологічне обладнання найчастіше контаминують бактерії роду *Bacillus* і *Lactobacillus*, які виділялися з обладнання від 10 до 80 % випадків. Бактерії з родини *Enterobacteriaceae* контаминують молочне обладнання практично в 30 % випадків. З готових молочних продуктів виділяли аналогічні роди бактерій в 45–30 % випадків. Виявлено, що виділені мікроорганізми формують біоплівки, в основному високої щільності. При визначенні впливу на біоплівкові форми бактерій дезінфікуючих засобів встановлено, що найактивнішим був препарат Р3-охонія active - 150 на основі пероксиду водню і надоцтової кислоти. Хлорвмісні деззасоби (Р3-anseп СІР, Eco chlor, Medicarine) та на основі четвертинних амонієвих сполук (Maxidez) діяли на планктонні бактерії, але не впливали на біоплівкові форми.

Література:

1. Haeghebaert, S., Le Querrec, F., Vaillant, V. and other. (2001). Food poisoning incidents in France in 1998. Bull Epidemiol Hebdomad, 65-70.
2. Kukhtyn M., Kravcheniuk K., Beyko L., Horiuk Y., Skliar O., Kernychnyi S. (2019). Modeling the process of microbial biofilm formation on stainless steel with a different surface roughness. Eastern-European journal of Enterprise Technologies, 2/11, 98, 14–21.
3. Marchand, S., De Block, J., De Jonghe, V., Coorevits, A., Heyndrickx, M., Herman, L. (2012). Biofilm Formation in Milk Production and Processing Environments; Influence on Milk Quality and Safety. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 11 (2), 133-147.
4. Oliveira, N. M., Martinez-Garcia, E., Xavier, J., Durham, W. M., Kolter, R., et al. (2015). Correction: Biofilm Formation As a Response to Ecological Competition. PLOS Biology, 13 (8).
5. Malek, F., Moussa-Boudjemâa, B., Khaouani-Yousfi, F., Kalai, A., Kihel, M. (2012). Microflora of biofilm on Algerian dairy processing lines: An approach to improve microbial quality of pasteurized milk. African Journal of Microbiology Research, 6(17), 3836-3844

Tokareva M.	97	Веремейчик М-С.Є.	32
Voronov A.	13	Вітряк О. П.	67
Voronov Andriy	92, 95	Вічко О. І.	81, 82
Voronov S.	13, 84	Власюк О.	48
Voronov S. A.	10	Волошина А. Г.	79
Voronov Stanislav	92, 95	Воронов А.	101
Vostres V. B.	10	Воронов А. С.	33
Авдієнко Т. М.	18, 79	Воронов С. А.	33
Андрушків К. В.	82	Воронов. С.	101
Арлачова М. І.	54	Вуйда О. П.	31
Баран Д. І.	66	Гавенко С. Ф.	99
Безпалько В. А.	63	Галенко О. О.	63, 64, 65, 66
Блік О. А.	72	Гевусь І. О.	33
Білоус О. М.	50	Гевусь О. І.	99, 102
Божко Н. В.	28, 60	Гезь Я. В.	75
Божко С. Б.	28, 60	Гудь Н. М.	11
Болгова Н. В.	62	Гуцало І. В.	80
Бочарова О.В.	27	Давидович О. Я.	68
Бричка С. Я.	25	Далєвська Д. Я.	70
Бурій Д. О.	76	Демчук.З.	101
Буркот О. О.	42	Должиков С. С.	79
Вагула Д. О.	68	Дулька О. С.	67
Ваник М. В.	57	Єльчанінова К. О.	18
Василенко К. В.	16	Житнецький І. В.	52
Василишина О. В.	89	Зінченко Н. Ю.	59
Васильєв В. П.	48, 93, 94	Іванова В. Д.	77
Вашкевич О. Ю.	18	Іщенко В. М.	73