

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ, ІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри
_____ М.М. Барановський
«__» _____ 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»
СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 162 «БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА БІОІНЖЕНЕРІЯ»
ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНА ПРОГРАМА «ФАРМАЦЕВТИЧНА БІОТЕХНОЛОГІЯ»

**Тема: «Оцінка УФ опромінювання мікроорганізмів на стадії переробки
молока»**

Виконавець: студентка ФБ-402Б

Вернигора А.В.

Керівник: доцент кафедри біотехнології

Корнієнко І.М.

Нормоконтролер:

Дражнікова А.В.

КИЇВ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет екологічної безпеки, інженерії та технологій

Кафедра біотехнології

Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Фармацевтична біотехнологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач випускової кафедри

_____ М.М. Барановський

« ____ » _____ 2021р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи

Вернигора Альони Віталіївни

1. Тема дипломної роботи: «Оцінка УФ опромінювання мікроорганізмів на стадії переробки молока» затверджена наказом ректора від «11» травня 2021 р. № 715/ст.

2. Термін виконання роботи: з 10 травня по 20 червня 2021 р.

3. Вихідні дані роботи: об'єктом дослідження є технологія проведення опромінення ультрафіолетом мікроорганізмів, які містяться в молоці.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Літературний огляд. Матеріали та методи дослідження. Результати дослідження та їх обговорення. Висновки. Список бібліографічних посилань використаних джерел.

5. Перелік обов'язкового графічного (ілюстративного) матеріалу: таблиць 8, рисунків 9.

6. Календарний план-графік

№	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1	Узгодження змісту дипломної роботи з дипломним керівником.	10.05.21	
2	Збір інформації за темою дипломної роботи: «Оцінка УФ опромінювання мікроорганізмів на стадії переробки молока».	10.05.21- 14.05.21	
3	Складання плану виконання бакалаврської дипломної роботи.	14.05.21- 15.05.21	
4	Ознайомлення з методиками дослідження	15.05.21- 20.05.21	
5	Аналіз та обробка отриманих даних.	20.05.21- 24.05.21	
6	Оформлення практичної частини дипломної роботи на основі отриманих результатів.	24.05.21- 29.05.21	
7	Формулювання висновків та рекомендацій.	29.05.21- 30.05.21	
8	Перевірка дипломної роботи керівником.	30.05.21- 31.05.21	
9	Попередній захист дипломної роботи.	01.06.21	
10	Захист дипломної роботи.	15.06.21	

7. Дата видачі завдання: «10» травня 2021 р.

Керівник дипломної роботи _____ Корнієнко І.М.

Завдання прийняла до виконання _____ Вернигора А.В.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Оцінка УФ опромінювання мікроорганізмів на стадії переробки молока»: 88 сторінок, 9 рисунків, 8 таблиць, 69 використаних джерел.

Мета роботи: оцінка ультрафіолетового опромінювання мікроорганізмів різних таксономічних груп.

Об'єкт дослідження: технологія ультрафіолетового опромінення молока на стадії переробки.

Предмет дослідження: науково-практичні засади адаптаційних властивостей різних таксономічних груп.

Методи дослідження: мікробіологічні, аналітичні, статистичні.

Досліджено, що молочнокислі бактерії (*Lactobacillus helveticum* (Швейцарська паличка), *Lactobacillus acidophilum* (Ацидофільна паличка), *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Болгарська паличка), *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* (Молочна паличка), *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium infantis*) стійкі до ультрафіолетового опромінення, проявляючи високу стійкість, навіть при 60 хвилинному опроміненні ультрафіолетом. В той час коли гриби гинуть при 30-40 хвилинах опромінення. Встановлено, що критичний час опромінення на бактеріальні культури (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*) та дріжджові (*Candida tropicalis*, *Saccharomyces cerevisiae*) становить 30 хвилин.

Експериментально було доведено, що МКБ успішно долають ауто-кризи і виробляють адаптацію до зовнішніх та внутрішніх стрес-факторів. Дані МКБ під впливом УФ переходять у стан гіпербіозу (надживаємість), як більш високий структурний рівень надійності, який зумовлений генетичним та багаторівневим потенціалами, а сухість колоній, зменшення їх розміру попов'язаний із відповіддю даних таксономічних груп на стресовий фактор (адаптивна відповідь).

УЛЬТРАФІОЛЕТОВЕ ОПРОМІНЕННЯ, МОЛОЧНОКИСЛІ БАКТЕРІЇ, МОЛОКО, АДАПТИВНІ ВЛАСТИВОСТІ, ТЕМНОВА РЕПАРАЦІЯ.

ЗМІСТ

У

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД.....	10
1.1. Адаптивні властивості мікроорганізмів молока.....	11
1.2. Фізичні фактори впливу на мікроорганізми молока.....	12
1.3. Патентний огляд винаходів в області ультрафіолетового випромінювання.....	18
1.3.1. Патентний огляд використання УФ для стерилізації молока.....	18
1.3.2. Патентний огляд використання УФ для виведення мутантних мікроорганізмів.....	20
1.4. Обґрунтування напрямку дослідження впливу УФ на мікроорганізми.....	20
1.5. Характеристика ультрафіолетового випромінювання.....	21
1.6. Мутагенний вплив ультрафіолетового випромінювання.....	23
1.7. Наукові положення в області репарації ДНК мікроорганізмів.....	26
1.7.1. Фотореактивації.....	26
1.7.2. Темнова ексцизійна репарація ДНК.....	27
1.7.3. SOS-Репарація.....	28
1.8. Висновки до розділу.....	29
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	29
2.1. Предмет дослідження ультрафіолетового опромінювання.....	30
2.2. Методи проведення дослідів.....	36
2.2.1. Метод визначення чутливості мікроорганізмів до УФ опромінювання.....	36
2.2.2. Метод визначення чутливості МКБ в експоненційній фазі росту до УФ опромінювання.....	37

2.3. Висновки до розділу.....	38
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ.....	38
3.1. Технічні характеристики установки для ультрафіолетового опромінювання молока.....	39
3.1.1. УФ пастеризатори проточного типу серії ОБПЗ1.....	39
3.1.2. Опромінювач бактерицидний побутовий типу ОББ-92У.....	43
3.2. Результати досліджень.....	45
3.2.1. Результат дослідження чутливості мікроорганізмів до УФ-опромінення.....	45
3.2.2. Результати методу визначення чутливості МКБ в експоненційній фазі росту до УФ опромінення.....	75
3.3. Висновки до розділу.....	79
ВИСНОВКИ.....	81
СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	83

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

УФ – ультрафіолет;

МКБ – молочнокислі бактерії;

КУО – колонієутворюючі одиниці.

ВСТУП

Актуальність роботи. Стратегічно важливою соціальною проблемою нині є, вимоги до якості сирого молока, які виходять далеко за рамки професійного аналізу. Молоко і молочні продукти в харчуванні людини займають значну частину в його раціоні. Висока харчова цінність молока і молочних продуктів полягає в тому, що вони містять речовини необхідні організму людини в оптимально збалансованих співвідношеннях і в легкозасвоюваній формі. При такій високій біологічній цінності молоко є гарним живильним середовищем для більшості мікроорганізмів, як внесених з заквасками, так і які потрапляють ззовні.

В даний час для виробництва якісних і безпечних продуктів використовують безліч різних методів обробки сировини: пастеризація, стерилізація, ультрапастеризація, електромагнітне опромінення і т.д., серед яких вирішальну роль відіграє зменшення бактеріальної забруднення і збереження біологічної повноцінності продукту. Найбільш поширеним методом обробки молока-сировини є пастеризація і стерилізація, які забезпечують безпеку споживання молока. Однак, ці способи обробки молока є енергоємними, вимагають певного апаратного оформлення і відповідних площ.

Як альтернатива вище названим способам використання ультрафіолетового опромінення. Запропонований спосіб обробки дозволяє підвищити клас молока, оскільки кількість бактерій в готовому продукті зменшується і рівень якості молока відповідно підвищується.

Даний спосіб можна здійснити як у безперервному, так і в періодичному варіантах. Процес пастеризації молока проводиться без його нагрівання і підвищеного тиску. Застосування для пастеризації молока бактерицидного УФ випромінювання і спеціальної конструкції знезаражувальних секцій дозволяють забезпечити високу ефективність знезараження.

УФ пастеризатор характеризується низькими витратами електроенергії. Питома витрата електроенергії, що витрачається в процесі знезараження напоїв, що

не перевищує 3,75 кВт·год/м³, що в кілька разів менше, ніж при застосуванні інших видів пастеризації. У процесі проведення пастеризації відпадає необхідність у застосуванні нагрівачів або парогенераторів, що забезпечує його високу надійність і простоту в експлуатації. Процес пастеризації не робить шкідливого впливу на обслуговуючий персонал і навколишнє природне середовище.

Мета роботи: оцінка ультрафіолетового опромінювання мікроорганізмів на стадії переробки молока.

Для досягнення поставленої мети вирішено наступні завдання:

1. Обґрунтувати механізми адаптації мікроорганізмів;
2. Висвітлити особливості дії УФ, та охарактеризувати його мутагенний вплив на мікроорганізми;
3. Визначити основні методики досліджень ефективності використання УФ опромінення у якості стерилізуючого фактору;
4. Рекомендувати до використання промислової установки УФ пастеризації молока (проточного типу);
5. Дослідити вплив ультрафіолету на різні таксономічні групи мікроорганізмів, знайти критичні параметри його впливу.

Об'єкт дослідження: технологія ультрафіолетового опромінення молока на стадії переробки.

Предмет дослідження: науково-практичні засади адаптаційних властивостей різних таксономічних груп.

Методи дослідження: мікробіологічні, аналітичні, статистичні.

Наукова новизна отриманих результатів. Проведено експеримент впливу ультрафіолетового опромінення на різні таксономічні групи мікроорганізмів. Було визначено, що молочнокислі бактерії стійкі до ультрафіолетового опромінення, проявляючи високу стійкість (адаптивну відповідь), навіть при 60 хвилинному опроміненні ультрафіолетом. В той час коли грибові мікроорганізми гинуть при 30-40 хвилинах опромінення. Та критичним часом опромінення на бактеріальні культури та дріжджові становить 30 хвилин.

Практичне значення отриманих результатів. Для обробки молока на стадії переробки пропонується використання УФ пастеризатора проточного типу, завдяки якому відбувається знезараження, але молоко суттєво не змінює органолептичні і фізико-хімічні показники, не знижує і технологічних якостей при подальшому використанні у виробництві.

Матеріали дипломної роботи можна використовувати у технологічному циклі переробки молока, базуючись на отримані результати опромінення різних таксономічних груп мікроорганізмів.

Особистий внесок випускника. Весь обсяг експериментальних досліджень за темою дипломної роботи, аналіз літературних даних, обробка результатів, їх опис, аналіз виконані випускником особисто під керівництвом доцента Корнієнко І.М. на базі наукової лабораторії кафедри біотехнології ФЕБІТ.

Апробація отриманих результатів. Матеріали дипломної роботи були представлені на XV Міжнародній науково-технічній конференції «ABIA – 2021».

РОЗДІЛ 1

ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД

1.1. Адаптивні властивості мікроорганізмів молока

Адаптація – (від лат. *adaptatio* – пристосування) процес пристосування мікроорганізмів до умов існування, які підлягають змінам [CITATION Mix12 \l 1058].

В залежності від умов існування розділяють мікроорганізми на такі групи:

- Аероби та анаероби;
- Термофіли та мезофіли;
- Галофіли та галофоби тощо [CITATION Пор75 \l 1058].

Такий розподіл мікроорганізмів пов'язаний з можливістю штамів пристосовуватися (адаптуватися) до умов зовнішнього середовища. Кожен вид бактерій по різному адаптується. Одні штами пристосовуються швидше, інші – повільніше [CITATION Пор75 \l 1049].

Мікроорганізми сирого молока умовно можна розділити на три групи:

- корисні для здоров'я людини і тварин (молочнокислі);
- шкідливі для здоров'я людини і тварин (збудники захворювань);
- погіршують гігієнічні властивості молока (маслянокислі і гнильні).

Більшість бактерій добре розвивається в нейтральному середовищі, а цвілі і дріжджі – в кислому. Життєдіяльність мікроорганізмів можна регулювати температурою – пастеризувати або охолоджувати.

Залежно від температури, оптимальної для розвитку бактерій, їх ділять на три групи:

- термофільні (температура 45 - 60 °C) – болгарська, сирна, ацидофільна палички;

- мезофільні (25 - 40 °C) – молочнокислі стрептококи і палички, кишкова паличка, молочнокислі і пропіоновокислі бактерії;
- психрофільні (5 - 10 °C) – цвілеві, гнильні спорові палички [CITATION ТВС14 \l 1058].

Адаптація мікроорганізмів виражається двома типами:

- Онтогенетичний тип – прояв потенційних можливостей мікроорганізму при зміні умов існування. Тобто передбачається активація механізмів, що дозволяють мікроорганізмам варіювати обмін речовин без змін генетичної інформації;
- Генетичний тип – пристосування мікроорганізму в результаті стійкої зміни генетичної інформації [CITATION Кар75 \l 1049].

Причиною появи модифікаційної, або онтогенетичної адаптації є відповідь клітини на стресові навантаження (зміна рН, низькі чи високі температури тощо.) Під дією стресового фактору в клітині пригнічується синтез звичайних білків, та активується синтез спеціальних білків, функція яких, захист найважливіших клітинних структур, таких як нуклеотид та мембрани. Отже, модифікаційна адаптація не змінює конструкцію генетичного матеріалу та не є спадковою, але має вагомий внесок до еволюції клітини, який розширює можливості мікроорганізму до розмноження та виживання [CITATION МВГ03 \l 1058].

Спадкова адаптація, або генотипова виникає в результаті мутацій та рекомбінацій генетичного матеріалу. Виникнення мутацій в клітині можуть викликати хімічні, фізичні, біологічні фактори, які діють безпосередньо на генетичний матеріал. До фізичних факторів відносять іонізуюче, радіоактивне, інфрачервоне, ультрафіолетове випромінювання. Хімічні фактори – похідні акридину, алкілюючий та дезамінуючий агенти. Біологічні – транспозони та IS-елементи [CITATION МВГ03 \l 1058].

1.2. Фізичні фактори впливу на мікроорганізми молока

Здатність мікроорганізмів до розмноження та виживання цілком залежить від умов існування, чим більш оптимальні вони тим кращий розвиток бактерії. І навпаки, якщо занадто низька або висока температура, дія різних видів випромінювання, можуть пригнічувати життєдіяльність мікроорганізму. Тому прокаріоти схильні до адаптивності, наприклад, деякі штами мікроорганізмів добре розвиваються в середовищах з високим вмістом солі. Фактори зовнішнього середовища, які безпосередньо впливають на життєдіяльність мікроорганізму розділяють на три групи: фізичні, хімічні, біологічні. Фізичні фактори – волога, температура, осмотичний тиск, дія випромінювань, радіохвилі, ультразвук[CITATION BBB12 \l 1058].

Волога – це фізичний фактор впливу на клітину, який обумовлює надходження поживних речовин у клітину та виділення продуктів обміну. Кількість води при якій ще можливий розвиток мікроорганізмів становить 20-30%. Але більшість прокаріотів здатні зберігати життєздатність після висушування, наприклад, молочнокислі бактерії можна зберігати в висушеному вигляді кілька років, з метою використання при виготовленні молочнокислих продуктів, сухих заквасок[CITATION BBB12 \l 1058].

Температура – фізичний фактор впливу який повністю залежить від зовнішнього середовища. Для прокаріот існують три температурні зони: мінімум – найменша температура при якій можуть розвиватися мікроорганізми, оптимум – температура при якій клітини розвиваються найкраще, максимум – температура при якій мікроби ще можуть існувати. По відношенню до температури мікроорганізми розділяють на групи: психрофіли, мезофіли, термофіли. Психрофли – мікроорганізми які існують в холодних морях та океанах, льодах. Мінімум -10-0 °С, оптимум 10-15 °С, максимум до 30 °С. Мезофіли – прокаріоти в яких температурний мінімум 0-10 °С, оптимум 25-35 °С, максимум 40-50 °С[CITATION BBB12 \l 1058].

Охолодження – процес теплового впливу на молоко, з доведенням температури не вище 8 °С. Затримує розвиток більшості груп мікроорганізмів і збільшує природний бактерицидний період, забезпечуючи більш тривале зберігання. Цей спосіб є обов'язковим.

Заморожування – процес теплового впливу на молоко, з доведенням до температури $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Це дає можливість повністю затримати розвиток мікроорганізмів, на тривалий час, але при цьому в молоці можуть розвиватися гнильні бактерії. Смак такого молока з часом стає гірким.

Кип'ятіння – процес теплового впливу на молоко, застосовується в побуті. Воно не може бути рекомендовано в масштабах виробництва, так як призводить до значних змін якісних властивостей молока.

Пастеризація – найпоширеніший процес теплового впливу на молоко. Пастеризація полягає в нагріванні молока до певної температури і витримці певного часу [CITATION Кас04 \l 1058]. Застосування даного способу засноване на працях мікробіолога Луї Пастера, який довів на прикладі пастеризації вина, що сквашування і інші небажані види бродіння можна нейтралізувати нагріванням протягом деякого часу, від декількох хвилин до години. При пастеризації молока, завдяки тепловому впливу, знищується майже повністю звичайна мікрофлора і вся патогенна мікрофлора [CITATION Кра79 \l 1058].

На зміну мікрофлори молока, його структури і складу впливає не тільки температура нагріву, а також умови, в яких здійснюється процес пастеризації. При наявності кисню в процесі нагрівання молока виділяються гази, що руйнують вітаміни містяться в продукті. Без доступу повітря, збереження вітамінного складу зростає [CITATION Ков87 \l 1058].

Пастеризацію умовно ділять на три види: на тривалу, при температурі $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ і часу витримки протягом 30 хвилин; короткочасну, при температурі $75\text{ }^{\circ}\text{C}$ і часу витримки 15 – 40 секунд; миттєву, при температурі $85 - 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ і часу витримки 3 – 5 секунд [CITATION Тве91 \m Тве06 \l 1058].

Стерилізація – процес теплового впливу на молоко, застосовується при виробництві питного молока, зі збільшеним терміном зберігання. Температура нагріву обрана таким чином, що гарантує знищення як вегетативних, так і спорових форм бактерії [CITATION Бар72 \l 1058]. Стерилізують молоко при температурі від $120-130$ до $130-150\text{ }^{\circ}\text{C}$ в Протягом 30 хвилин. При такому впливі гинуть всі

мікроорганізми, в тому числі і молочнокислі, тому таке молоко зберігається до 1 року і не прокисає, а стає гірким.

Ультрапастеризація – процес теплового впливу на молоко, з метою продовжити термін придатності продукту харчування. Молоко при такому способі нагрівають до температури 135-150 °C на 2-3 секунди, а потім повільно охолоджують до 4-5 °C і розливають в стерильну упаковку. При цьому патогенні і мікроорганізми знищуються повністю. Молоко після такої обробки зберігається 6 тижнів і довше при кімнатній температурі [CITATION Sch89 \l 1058].

Ультразвук – фізичний фактор впливу на мікроорганізм, який виявляє згубну дію, руйнуючи високомолекулярні сполуки, спричиняє розрив клітинної стінки [CITATION BBB12 \l 1058]. Ультразвукова обробка – процес не теплового впливу на молоко. Без підвищення температури продукту. При обробці молока таким способом, зберігаються вітаміни, органолептичні показники продукту, збільшується термін зберігання. Ефективність знезараження залежить від режимів роботи, температури оброблюваного продукту і тривалості впливу ультразвуком. Кращі показники якості досягаються в апаратах з проточною системою, де не відбувається змішування обробленого молока, з необробленим [CITATION Pog74 \l 1058]. Практичне застосування в промисловості цей спосіб не знайшов, за рахунок високої вартості і складності експлуатації апаратури.

Осмотичний тиск – фізичний фактор впливу, який виражається концентрацією розчинених речовин в розчині. Осмотичний тиск відіграє важливу роль у здатності клітиною поглинати та виводити воду. Нормальний осмотичний тиск для бактеріальної клітини 3-7 атм [CITATION BBB12 \l 1058].

Прокаріоти, які добре розвиваються при високих концентраціях солей мають назву галофіли. Ці мікроорганізми потребують концентрацію солі в середовищі в межах 20-30%. Галофіли потребують концентрацію солей, які містять іони Na^+ [CITATION BBB12 \l 1058].

Випромінювання – фізичний фактор, який має згубну дію на більшість мікроорганізмів, окрім фототрофних бактерій. Під дією променевих випромінювань в клітині бактерії відбуваються фізичні та хімічні зміни. Випромінювання існує

декількох видів: сонячне, інфрачервоне, іонізуюче, рентгеновське, ультрафіолетове та радіохвилі[CITATION ИБЛ18 \l 1058].

Пастеризація випромінюванням - процес перенесення теплової енергії до молока за допомогою електромагнітних хвиль[CITATION Tha96 \l 1058].

Альфа-випромінювання - один з видів іонізуючих випромінювань з порівняно малою проникаючою здатністю. Використання α -випромінювання, для процесу знезараження молока, не отримало поширення[CITATION НИХ04 \l 1058].

Бета-випромінювання - являє собою потік електронів, що випускається атомними ядрами при їх бета розпаді, може поширюватися в Залежно від енергії випромінювання зі швидкістю світла. β -випромінювання має більшу проникаючу здатність. Використання β -випромінювання для процесу знезараження молока більш ефективно. Однак, також не доцільно[CITATION НИХ04 \l 1058].

Гамма-випромінювання - короткохвильове електромагнітне випромінювання з довгою хвилі менше $2 \cdot 10^{-10}$ м. У процесі впливу на молоко, показало згубну дію на кишкову паличку, спори антракоїдів [CITATION НИХ04 \l 1058], гнильні, в тому числі і газоутворюючі бактерії. Використання гамма-випромінювання для знезараження молока має великі перспективи. При роботі з γ -випромінюванням необхідно захищати обслуговуючий персонал від шкідливого впливу на людину[CITATION Міс87 \l 1058]. Через відсутність на практиці обґрунтування доз та параметрів установок, в даний час цей вид обробки не є прийнятним для практичних цілей.

Нейтронне випромінювання – основний вид радіоактивного випромінювання володіє високою проникаючою здатністю. У харчовій промисловості не прийнятний, так як може викликати штучну радіоактивність.

Рентгеновське випромінювання - електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі від 10^{-12} до 10^{-8} м. Чи здатне проникати глибоко в продукт і надавати бактерицидну дію. Знезараження, таким випромінювання не викликає утворення радіоактивності і цілком безпечно. При використанні рентгеновського випромінювання необхідно захищати обслуговуючий персонал від шкідливого

впливу на людину [CITATION Лур67 \l 1058]. Вимагає великої кількості енергії для отримання даного виду випромінювання.

Сонячне випромінювання згубно діє на бактерії. Тривалий вплив сонячного світла на мікроорганізм проявляє дезінфікуючу дію [CITATION ИБЛ18 \l 1049].

Інфрачервоні промені енергія яких у бактеріальній клітині перетворюється на тепло, діючи згубно на мікроорганізм [CITATION ИБЛ18 \l 1058]. Інфрачервоне випромінювання – електромагнітне випромінювання, що займає найбільшу частину оптичної області спектра (750 ÷ 107нм), знайшло практичне застосування для обробки молока завдяки щадливому впливу на продукт [CITATION Бре03 \m Гиз76 \m Гин73 \m Гот72 \l 1058].

Інфрачервоні випромінювання мають однакову природу з УФ випромінюванням, і відрізняється від нього по фізичних, хімічних і фізіологічних впливів на продукт, що піддається обробці. Внаслідок малої енергії своїх квантів інфрачервоного випромінювання не викликає фото-хімічних реакцій, що дуже важливо для технологічного процесу пастеризації молока [CITATION Гиз75 \m Исаб1 \m Рог88 \l 1058].

Основні переваги використання інфрачервоного випромінювання, полягають в тривалості часу обробки молока (3-5 секунд) і низькою девітамінізації. Проведені дослідження впливу інфрачервоного випромінювання на молоко показало, що процес пастеризації супроводжується зниженням кількості мікроорганізмів, без істотних змін у вмісті білків (альбумін, казеїн) і вітамінів: А, каротину (провітаміну А), В₁, В₂ і С [CITATION ГСе83 \l 1058].

Іонізуюче випромінювання, при тривалому впливі, згубно діє на мікроорганізм. Дуже малі дози опромінення діють, як активатори, а низькі дози викликають мутації. При радіоактивному випромінюванні в клітині відбуваються хімічні реакції, які не властиві мікроорганізму, викликаючи порушення обміну речовин, змінюється структура клітини [CITATION ИБЛ18 \l 1058].

Радіохвилі – це електромагнітні хвилі, які мають широкий діапазон довжин. Під дією цих хвиль відбувається виділення термічної енергії, в результаті чого мікроорганізми гинуть [CITATION ИБЛ18 \l 1058].

Ультрафіолетове випромінювання – це хвилі довжиною 10-400 нм, які мають бактерицидну дію. Під впливом ультрафіолету відбувається руйнування найбільш важливих структур клітини, в основному нуклеотиду та ДНК [CITATION ИБЛ18 \l 1058]. Области випромінювання С і В становлять значний інтерес для практики. Область С - забезпечує знезараження молока. Область В - підвищує вміст вітаміну D₃ в молоці. Проникаюча здатність УФ випромінювання в молоко надзвичайно мала[CITATION Ash77 \l 1058]. Якість опроміненого молока підданого УФ-випромінювання залежить від температури молока, кількості жиру і розмірів жирових кульок[CITATION НПЛ66 \l 1058].

Молоко пастеризоване УФ випромінюванням суттєво не змінює органолептичні і фізико-хімічні показники, не знижує і технологічних якостей при подальшому використанні у виробництві[CITATION НПЛ66 \l 1058].

Проведені дослідження В. Ганіна, І.Д. Мурашов, В.В. Морозова про вплив ультраструйної і лазерної обробки молока встановили, що після ультраструйної обробки підвищується його щільність. Відбувається дроблення великих жирових кульок молока, що сприятливо позначається на консистенції отриманих кисломолочних продуктів [CITATION Ган16 \l 1058].

Обробка молока УФ випромінюванням здійснюється без значного підвищення температури продукту, в залежності від використання визначених УФ ламп[CITATION АЧу76 \l 1058].

З явних недоліків, можливе часткове руйнування вітамінів В₁, В₂, С і денатурація білка. Значні дози УФ випромінювання можуть викликати структурні зміни компонентів молока, замість вітаміну D₃ утворюються речовини не володіють вітамінним дією, в кращому випадку - нешкідливі для організму людини, а іноді можуть бути токсичними. При УФ-випромінюванні спостерігається зміна смаку молока; воно набуває слабкий присмак пастеризованого молока [CITATION Пол03 \l 1058].

1.3. Патентний огляд винаходів в області ультрафіолетового випромінювання

Дія ультрафіолетового випромінювання базується на руйнуванні найбільш важливих структур клітини, в основному нуклеотиду та ДНК. Що може викликати летальні реакції, які призводить до гибелі мікроорганізмів, та мутаційні, що викликають заміну чи випадіння основ у ДНК, відбувається утворення фотопродуктів – димерів [CITATION Кон79 \m ВАР11 \l 1058].

1.3.1. Патентний огляд використання УФ для стерилізації молока

Винахідником [CITATION Кар10 \l 1058] представлена модель пристрою УФ обробки – «Пристрій для обробки рідин УФ-випромінюванням, що містить принаймні в єдиному екземплярі джерело УФ-випромінювання з клемми живлення, розміщений співвісно одному з фокусів корпусу, виконаного у вигляді еліптичного циліндра з відображає в УФ-діапазоні внутрішньою поверхнею, співвісно другого фокусу якого розташована пропускає УФ-випромінювання труба, по якій рухається підлягає опроміненню рідина, що відрізняється тим, що джерело ультрафіолетового випромінювання виконаний у вигляді згорнутого в циліндр УФ світлодіодного килимка з розташуванням світлодіодів на зовнішній стороні циліндра, встановленого в іншому фокусі еліптичного корпусу.»

У винаході [CITATION БЕР07 \l 1058] на корисну модель УФ опромінення відображено – «Пристрій для обробки текучого середовища, що включає в себе:

а. реактор для обробки потоку текучого середовища, в якому є вхідний отвір для текучого середовища, вихідний отвір для текучого середовища і, по меншій міру, одна камера між ними;

б. першу і другу пари джерел УФ випромінювання, розміщених у зазначеній камері, при цьому кожна пара джерел УФ випромінювання включає в себе верхній і нижній джерело УФ випромінювання, де зазначені верхній і нижній джерела УФ

випромінювання зазначеної першої пари зазначених джерел УФ випромінювання розташовані з кроком, що перевищує крок між зазначеними верхнім і нижнім джерелами УФ випромінювання зазначеної другої пари джерел УФ випромінювання, причому друга пара джерел УФ випромінювання розміщена поруч з вказаною першою парою джерел УФ випромінювання вище або нижче по ходу потоку текучого середовища, а зазначені перша і друга пари джерел УФ випромінювання розташовані, по суті, перпендикулярно напрямку потоку текучого середовища.»

Автор винаходу [CITATION Зел06 \l 1058] описав спосіб обробки УФ опроміненням – «Спосіб бактерицидної нетеплової обробки рідкого середовища в потоці, що складається у впливі ультрафіолетовим випромінюванням на середовище, що пропускається через кільцевий зазор між зовнішнім і внутрішнім циліндричними елементами, щонайменше один з яких рухливий, що відрізняється тим, що товщину кільцевого зазору періодично асиметрично змінюють взаємним переміщенням циліндричних елементів в площині, перпендикулярній їх поздовжньої осі.

Пристрій бактерицидної нетеплової обробки рідкого середовища в потоці, що містить вхідний і вихідний патрубки, протяжний джерело ультрафіолетового випромінювання, зовнішній і внутрішній циліндричні елементи, встановлені з кільцевим зазором для пропускання середовища в осьовому напрямку, по меншій один з яких виконаний по довжині прозорим для ультрафіолетового випромінювання і пов'язаний з приводом обертання, що відрізняється тим, що циліндричні елементи виконані з можливістю періодичного асиметричного зміни товщини кільцевого зазору шляхом взаємного переміщення, або коливань, або обертання в площині, перпендикулярній поздовжній осі, при цьому привід виконаний з можливістю створення взаємного переміщення або коливань циліндричних елементів.»

Винахідником [CITATION СН010 \l 1058] представлено модель УФ опромінення – «Пристрій для обробки текучого середовища, що містить подовжений трубчастий канал, що має вхід для текучого середовища і вихід для

текучого середовища на його протилежних кінцях, подовжений джерело УФ-випромінювання, що триває поздовжньо вказаною подовженому трубчастого каналу, а також переміщуючий пристрій, розташоване між суміжними поздовжніми ділянками каналу, відводить всю текучу середу, що надходить уздовж першого вказаної ділянки каналу, через змішувач текучого середовища в зазначеному пристроями та повертає перемішану текучу середу на другий зазначену ділянку каналу.»

1.3.2. Патентний огляд використання УФ для виведення мутантних мікроорганізмів

Винахідник [CITATION Min13 \l 1058] представив метод використання УФ опромінення для виведення мутантних штамів – «Заявлений винахід: метод розведення мутацією сполук високопродуктивного етанолу десатурази. Суспензію для розведення бактерій поміщають в стерильну чашку Петрі радіоіндукцією 1-3 хв під ультрафіолетову лампу потужністю 30 Вт; Суспензія бактерій за ультрафіолетовим мутагенезом покрита індукованим хлоридом літію середовищем, що містить 0,01-0,02%; Виберіть більший мутантний штам із прозорим діаметром кола та співвідношенням діаметра одиночної колонії (Н / С) на індукованому хлоридом літію середовищі через похилу культуру, після культивування середовища для ферментації, збір, розмиття клітин приймають активність ферменту алкогольдегідрогенази у супернатанті спектрофотометрією.

1.4. Обґрунтування напрямку дослідження впливу УФ на мікроорганізми

В останні роки розроблено ряд, як малої, так і великої продуктивності економічних пастеризаторів молока, пива, вина, соків, вершків, меланжу та інших рідких і в'язких харчових продуктів, застосування яких гарантує споживачеві велику

економічну вигоду. Одним з яскравих напрямків розвитку пастеризації є ультрафіолетове опромінення.

Застосування установок з УФ нагріванням дозволяє відмовитися від енергоємного обладнання, яке споживає воду, пар, які використовуються в парових пастеризаційних установках і тим самим адаптувати їх до використання на малих переробних підприємствах.

Запропонований спосіб обробки дозволяє підвищити клас молока, оскільки кількість бактерій в готовому продукті зменшується і рівень якості молока відповідно підвищується. Даний спосіб можна здійснити як у безперервному, так і в періодичному варіантах [CITATION Pac05 \l 1058].

1.5. Характеристика ультрафіолетового випромінювання

Ультрафіолетове випромінювання – це електромагнітне випромінювання світлового діапазону хвиль [CITATION Mar19 \l 1058]. Довжина хвиль ультрафіолетового випромінювання знаходиться в діапазоні від 100 нм до 400 нм. Ці довжини хвиль можна умовно розділити на три зони:

- УФ – А (315 – 400 нм);
- УФ – В (280 – 315 нм);
- УФ – С (100 – 280 нм) [CITATION Vse95 \l 1058].

Спектр ультрафіолетового випромінювання визначає біологічну дію на організм. Зона випромінювання «А» – довгохвильове ультрафіолетове випромінювання, «В» – середньохвильове ультрафіолетове випромінювання, «С» – короткохвильове ультрафіолетове випромінювання [CITATION Vse95 \l 1058].

Джерела ультрафіолетового випромінювання можуть бути двох видів: природні та штучні. Сонце – природне джерело ультрафіолету, ця зірка випромінює великий заряд хвиль, який досягає поверхні землі з довжиною хвилі 400 – 285 нм [CITATION Dyt20 \l 1058].

За допомогою штучних випромінювачів ультрафіолету, можна отримати потрібний спектр світла з відповідними довжинами хвиль. Джерелами штучного випромінювання можуть бути[CITATION Дуг20 \l 1058]:

- Джерела випромінювання з ниткою розжарення (вольфрамові лампи);
- Газові розряди (ртутні, ксенонові, водневі, імпульсні лампи);
- Електричні розряди (зварювальні дуги);
- Люмінесцентні лампи;
- Лазери[CITATION Все95 \l 1058].

Джерело з ниткою розжарення – випромінювання, яке виникає за рахунок нагріву металу, в результаті чого відбувається енергетичний перехід та виділення фотонів оптичного спектру[CITATION Все95 \l 1049].

Газорозрядні джерела – через іонізований газ пропускають електричну напругу, в результаті чого в атомах речовини відбувається перехід енергетичного рівня з низького на високий, тобто збудження, потім випромінюється світло при переході з вищого стану на нижчий[CITATION Все95 \l 1058].

Люмінесцентні лампи – джерело випромінювання ультрафіолету, яке виникає за рахунок пропускання при низькому тиску суміші парів ртуті з інертним газом, зазвичай аргоном, через два електроди[CITATION Все95 \l 1058].

Лазери – джерело ультрафіолетового випромінювання, яке відбувається за рахунок вимушеного електромагнітного випромінення, яке виникає за рахунок збудження атомів електромагнітною енергією[CITATION Жид04 \l 1058].

Завдяки різним типам джерел ультрафіолетове випромінювання широко застосовується в медицині (лікування запальних процесів, рахіту, туберкульозу, трофічної виразки шлунку), спектрометричних аналізах (визначення речовини за її здатністю поглинати певної довжини хвилі ультрафіолетове світло), знищення бактерій, вірусів, комах[CITATION Дуг20 \l 1058].

Ультрафіолетові випромінювання викликає деструктивно-модифікуючі реакції, тобто промені пошкоджують готові молекули, чим викликаючи хімічні перебудови. Ці реакції поділяють на летальні, патофізіологічні та мутаційні[CITATION Кон79 \l 1058].

Летальна дія ультрафіолетового випромінювання призводить до гибелі мікроорганізмів. Так відбувається через дію світла на біологічно важливі структури клітини, ДНК. Летальний ефект існує бактеріостатичний, коли клітини живуть, але не розмножуються, та бактерицидний, коли клітини гинуть. Летальна доза для бактерій 200-400 Дж/м², для дріжджів 700-1200 Дж/м² [CITATION Кон79 \m ВАР11 \l 1058].

Патофізіологічні реакції викликають в клітині тимчасові порушення метаболізму мікроорганізмів. Під час цієї реакції не відбуваються пошкодження життєво важливих структур [CITATION Кон79 \l 1058].

Мутаційні реакції викликають заміну чи випадіння основ у ДНК, відбувається утворення фотопродуктів – димерів [CITATION Кон79 \l 1058].

1.6. Мутагенний вплив ультрафіолетового випромінювання

Під час дії короткохвильового ультрафіолетового випромінювання – С (100 – 280 нм), відбуваються фотохімічні реакції, які пошкоджують структуру ДНК та призводять до утворення димерів, зазвичай піримідинових основ (тимін, урацил, цитозин), пуринові більш стійкі. Мутації виникають після SOS-репарації або SOS-реплікації. Вони викликають транзиції, трансверсії, мутації зсуву рамки зчитування, складні мутації [CITATION АГр02 \m Гре01 \l 1049].

Димеризація – зшивання сусідніх піримідинових основ з утворенням димера. Сенса реакції фотодимеризації полягає розриві 5,6-подвійного зв'язку в обох молекул і утворенню циклобутанового кільця. Коли квант ультрафіолетового випромінювання (фотон) потрапляє в ДНК, то він передає свою енергію азотистій основі. Основа переходить в збуджений стан. Далі події можуть повернутися по-різному. Якщо фотон поглинений аденіном, гуаніном, то нічого особливого не відбудеться – поглинена енергія швидко перетвориться в тепло, а ДНК залишиться такою ж, якою була. Інша справа, якщо фотон поглинеться тиміном (урацилом, цитозином), причому не будь-яким, а тим, що є сусідами в ланцюзі з іншим тиміном

(урацилом,цитозином). В цьому випадку поглинена енергія не встигає ще претворитися в тепло, як дві сусідні основи вступають в хімічну реакцію. Результат – нова хімічна сполука, звана фотодимером тиміну, урацилу, цитозину[СІТАТІОН Фра83 \ 1058]. Димеризація тиміну відбувається під дією УФ за таким рівнянням реакції (Рис.1.1):

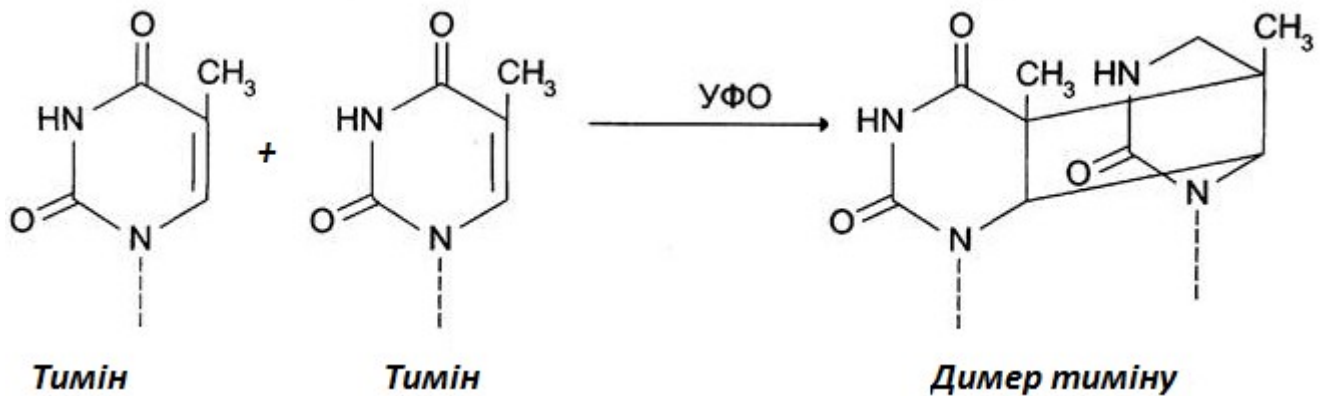


Рис.1.1. Рівняння реакції утворення димеру тиміну

Дві сусідні тимінові основи утворюють між собою ковалентний зв'язок. Втручаються в реплікацію ДНК і транскрипцію РНК. Як пряма, так і зворотна реакції мають чисто фотохімічну (сітлову) природу і не вимагають термічної активації[СІТАТІОН Коч70 \ 1049].

Димеризація урацилу, як і в випадку тиміну, димеризація урацилу фото оборотна. Квантові виходи прямої і зворотної реакцій залежать від довжини хвилі світла. Їх максимальні значення складають 285 нм і 245 нм. Димеризація урацилу відбувається під дією УФ за таким рівнянням реакції (Рис.1.2.)[СІТАТІОН Кон79 \ 1049]:

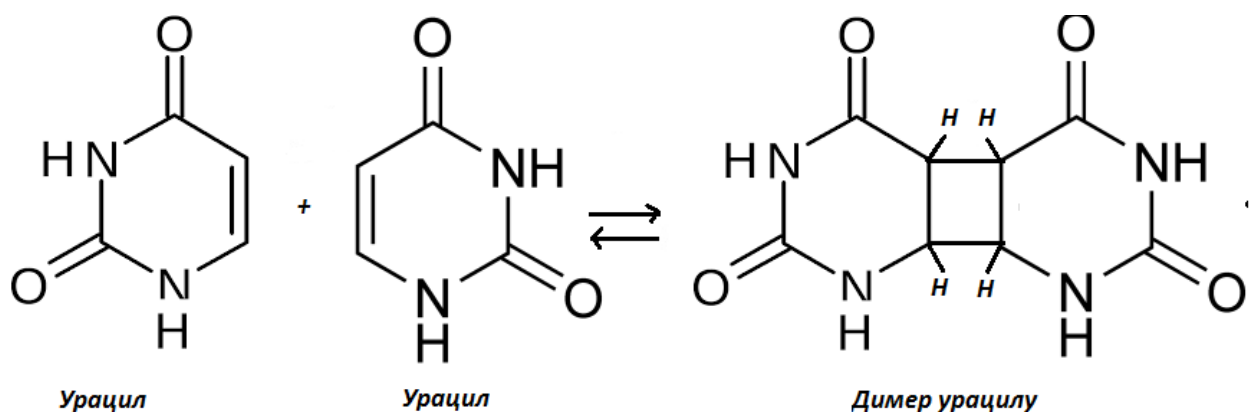


Рис.1.2. Рівняння реакції утворення димеру урацилу

Димеризація цитозину фото оборотна. Квантові виходи прямий і зворотної реакцій залежать від довжини хвилі світла. Їх максимальні значення складають 275 нм і 240 нм. Димеризація цитозину відбувається під дією УФ випромінювання за таким рівнянням реакції (Рис.1.3.):

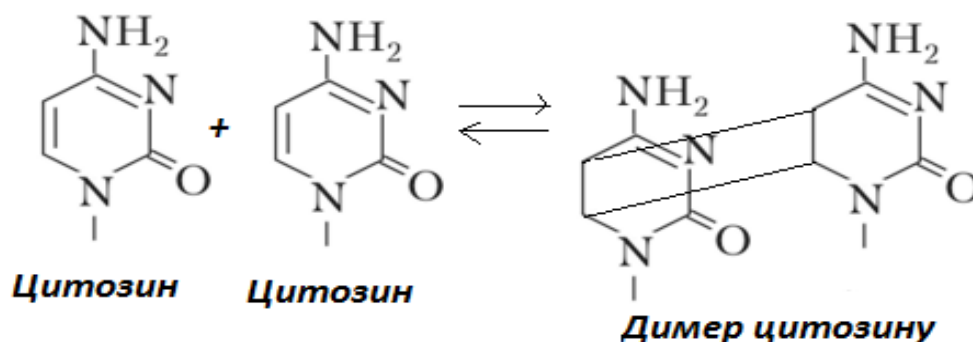


Рис.1.3. Рівняння реакції утворення димеру цитозину

Димери цитозину нестійкі і в темряві можуть мономеризуватися або дезамінуватися, перетворюючись в урацилові димери (Рис.1.4.) [CITATION Кон79 \1 1049]:

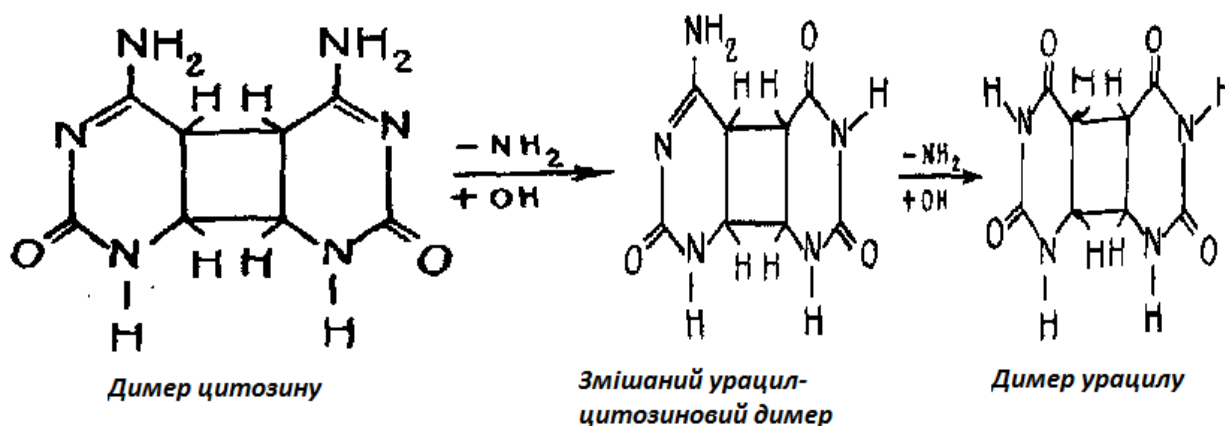


Рис.1.4. Рівняння реакції утворення димеру урацилу з димеру цитозину [CITATION Кон79 \1 1049]

Мутації виникають після SOS-репарації або SOS-реплікації. Вони викликають транзичії, трансверсії, мутації зсуву рамки зчитування, складні мутації [CITATION

АГр02 \m Грe01 \l 1058]. Зазвичай мутації з'являються навпроти димерів, такий мутагенез називається мішеневим [CITATION Грe01 \l 1058], однак іноді вони виникають в невеликій околиці від димера і тоді він називається немішеним [CITATION Hut85 \m Law82 \m Law87 \m Грe011 \l 1058]. Загальноприйнята теорія УФ-мутагенезу спирається на гіпотезу Бреслера. Вона передбачає, що єдиною причиною є помилки ДНК-полімерази, яка іноді помиляється, вставляючи навпроти димерів довільні основи[CITATION Пол98 \l 1049].

1.7. Наукові положення в області репарації ДНК мікроорганізмів

Мутація проходить дві фази: фазу ушкодження і фазу відновлення (репарації). Частота виникаючих мутацій визначається глибиною ушкодження клітини, здатністю її до адаптації та репарації ушкодження, швидкістю відновних процесів після припинення дії агента [CITATION Грe01 \l 1058].

Класифікація репарації ДНК:

- По відношенню до процесу реплікації розрізняють:
 - Дореплікативну репарацію - протікає в G1 періоді клітинного циклу (приклад - фотореактиваційна репарація, темнова ексцизійна репарація)
 - постреплікативну репарацію (здійснюється за допомогою механізмів, що беруть участь в процесах рекомбінації і реплікації ДНК)[CITATION АГр02 \l 1058].
- За характером процесів, що протікають

1.7.1. Фотореактивації

Життєздатність актиноміцетів і бактерій, підданих УФ опроміненню в летальних дозах, відновлюється, якщо потім впливати на них видимим світлом. Явище було названо фотореактивація.

Відновлювальний ефект при фотореактивації пов'язаний з дією ферменту – дезоксирибозидпіримідинфотоліази, що представляє собою поліпептид, асоційований для його активності з невеликою молекулою РНК (10-15 нуклеотидів).

Цей фермент розщеплює димери двох сусідніх піримідинів циклобутанового типу в одному ланцюзі ДНК, що утворюються під впливом УФ-променів. Фермент приєднується до них і в темряві, і на світлі, але реакція розщеплення зв'язків, які об'єднують дві молекули піримідинів, енергетично залежить від дії видимого світла з більшою довжиною хвилі. На світлі піримідинові димери розщеплюються за рахунок розриву ковалентних зв'язків, відбувається мономеризація і, таким чином, відновлюється нативна структура ДНК. До ефективного діапазону (365-490 нм) відносяться найбільш довгохвильові УФ-промені (365-390 нм) і що примикають до них видимі сині промені (435-495 нм). Найбільша ефективність фотореактивації відзначена для блакитної частини видимого спектру.

Ця майже поки єдина відома ферментна реакція, в якій фактором активації служить не хімічна енергія, а енергія видимого світла. Дезоксирибозидпіримідинфотоліаза широко поширена у різних органічних формах і представлена навіть у таких примітивних мікроорганізмів, як мікоплазми. Вона є у всіх вивчених бактерій, крім *Micrococcus radiodurans*, які надзвичайно стійкі до дії УФ-променів і витримують дози в 1000 разів вищі, ніж ті, летальні для *E. coli*[CITATION Бре80 \l 1058].

1.7.2. Темнова ексцизійна репарація ДНК

Існують системи генетичної репарації, при дії яких пошкоджені ділянки вирізають з ланцюга ДНК, звідси відбувається і термін «Ексцизійна репарація»[CITATION Кру98 \l 1058]. Механізм темної репарації опромінених УФ-світлом бактеріальних клітин був передбачений А. П. Говард-Фландерс і експериментально підтверджено в 1964 році Ф. Ханавальтом і Д. Петіджоном (США). Було показано, що у бактерій після опромінення відбувається вирізування

пошкоджених ділянок ДНК зі зміненими нуклеотидами і ресинтез ДНК з утворенням прогалин. Специфічні ферменти визначають пошкоджену ділянку ДНК і вирізують її.

Загальна схема ексцизійної репарації, включає кілька етапів:

- Розпізнавання ушкодження УФ-ендонуклеази;
- Інцизії (надрізання) ланцюга ДНК цим ферментом по обидва боки від пошкодження;
- Ексцизія (вирізування і видалення) фрагмента ДНК, що містить пошкодження, відбувається за участю гелікази - ферменту, розплітає молекулу ДНК для вивільнення кінців після первинних надрізів;
- Ресинтез, в ході якого ДНК-полімераза заповнює утворений дефект в ДНК завдяки своїй 5-3-полімеразної активності. Іншими словами - ДНК-полімераза проводить синтез відсутньої ділянки ДНК відповідно до принципу комплементарності.
- ДНК-лігаза ковалентно приєднує знову синтезований ділянку ДНК до раніше синтезованої ДНК [CITATION Кру98 \l 1058].

1.7.3. SOS-Репарація

Існують системи генетичної репарації, при яких точність синтезу невисока. Вони є індукібельними, і, очевидно, обумовлені необхідністю синтезу ДНК навіть на матриці, що містить пошкодження. При цьому синтез ДНК на матриці, що залишилася неушкодженою, супроводжуватиметься великою кількістю помилок. Хоча така ДНК і містить значну кількість помилок, пошкоджені клітини дійсно «рятуються» на якомусь етапі, якщо тільки життєво важливі функції не виявилися безнадійно порушеними. У зв'язку з рятувальними функціями цієї системи репарації ДНК вона була названа SOS-репарацією [CITATION Бух05 \l 1049].

Таким чином, важлива особливість прокаріотичних і еукаріотів складається в їх здатності збільшувати ефективність генетичної репарації при високій дозі

пошкоджень. Це можливо в результаті індукції нової або модифікації однієї з існуючої ДНК-полімерази за рахунок білкових продуктів генів, активізується пошкоджуючими агентами. Наприклад, поява таких ферментів в разі УФ опромінення забезпечує трансдимерний синтез ДНК, в результаті якого навпроти тимінового димера буде знаходитися не пролом, а будь-який нуклеотид. Зрозуміло, така довільна підстановка нуклеотиду у знову утворюється ланцюг ДНК часто призводить до помилок реплікації. Мабуть, безпосереднім стимулом до запуску механізмів SOS-репарації служить накопичення одноланцюгових розривів ДНК[CITATION Муш03 \l 1058].

1.8. Висновки до розділу

Отже, було проведено літературний огляд та визначено такі положення:

1. Мікроорганізми мають властивість пристосовуватися (адаптуватися) до умов зовнішнього середовища. Кожен вид бактерій по різному адаптується. Саме тому всі штами мікроорганізмів розподілено на групи. У молоці присутні штами саме таких груп: термофільні (температура 45 - 60 °C); мезофільні (25 - 40 °C); психрофільні (5 - 10 °C).

2. Фактори зовнішнього середовища, які безпосередньо впливають на життєдіяльність мікроорганізму розділяють на три групи: фізичні, хімічні, біологічні. Фізичні фактори – волога, температура, осмотичний тиск, дія випромінювань, радіохвилі, ультразвук.

3. В результаті патентного пошуку було знайдено безліч варіантів конструкції УФ пастеризаторів, з різними випромінювачами, способів пастеризації, а також конструкцій УФ випромінювачів. Серед них хотілося б відзначити УФ випромінювачі проточного типу, так як вони є найбільш поширеними.

4. Було визначено, що ультрафіолетове випромінювання – це електромагнітне випромінювання світлового діапазону хвиль. Під час дії короткохвильового УФ випромінювання, відбуваються фотохімічні реакції, які пошкоджують структуру

ДНК та призводять до утворення димерів. Мутації виникають після SOS-репарації або SOS-реплікації. Вони викликають транзиції, трансверсії, мутації зсуву рамки зчитування, складні мутації.

6. Мутація проходить дві фази: фазу ушкодження і фазу відновлення (репарації). Частота виникаючих мутацій визначається глибиною ушкодження клітини, здатністю її до адаптації та репарації ушкодження, швидкістю відновних процесів після припинення дії агенту.

РОЗДІЛ 2

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Предмет дослідження ультрафіолетового опромінювання

В якості предмету дослідження було обрано: молочнокислі бактерії. Субстрат молока містить комплекс харчових нутрієнтів і служить прекрасним ростовим фактором для бактерій різних груп. Молочна мікрофлора характеризується такими властивостями, як швидкість росту, профілі конституційних ферментів, чутливість до рН середовища, температури, активності води, консервантів. На підставі цього доцільно представити класифікацію бактерій, що зустрічаються в молочній продукції, засновану на класифікації Н.Р. Єфімочкиной (Таблиця 2.1) [CITATION Ефи16 \l 1058], яка є оптимальною, комплексною та найповнішою, оскільки відображає спектр властивостей і основні функціональні, фізіолого-біохімічні і таксономічні характеристики мікроорганізмів.

2.1.1. Характеристика основних груп мікроорганізмів, які містяться в молочній продукції

Таблиця 2.1

Характеристика основних груп мікроорганізмів, які містяться в молочній продукції

Група	Роди, види	Фізіолого-біохімічні та функціональні властивості	Відношення до температури		
			Псіхрофіли (Здатність рости при $t \leq 5^{\circ} \text{C}$)	Мезофіли (оптимум $20-40^{\circ} \text{C}$)	Термофіли (Здатність рости при $t \geq 50^{\circ} \text{C}$)

Продовження таблиці 2.1

Молочнокислі бактерії	<i>Lactococcus</i>	Зброджують вуглеводи, утворюють молочну кислоту в процесі молочнокислого бродіння, кислотостійкі. Деякі здатні рости при високому осмотичному тиску, утворювати газу і слиз, ароматичні з'єднання, бактеріоцини	+	+	+
	<i>Streptococcus thermophilus</i>		-	+	+
	<i>Pediococcus</i>		+	+	+
	<i>Lactobacillus</i>		-	+	+
	<i>Leuconostoc</i>		+	+	-
	<i>Carnobacterium</i>		+	+	-
Пропіоновокислі бактерії	<i>Propionibacterium freudenreichii</i>	Продукують пропіонову кислоту, пролін, здатні до газоутворення, синтезу вітаміну B_{12}	-	+	-
Оцтовокислі бактерії	<i>Acetobacter aceti</i>	Зброджують етанол до оцтової кислоти, входять в склад кефірної закваски	-	+	-
Збудники псування продуктів	<i>Pseudomonas</i>	Деякі сахаролітичні, протеолітичні, ліполітичні	+	+	-
	<i>Bacillus</i>	Протеолітичні, окремі види сахаролітичні, термостійкі,	+	+	+

		галотолерантні			
	<i>Enterococcus</i>	Вживають при пастеризації, стійкі до рН <4,0, характеризують фекальне забруднення сировини і санітарний стан середовища	-	+	+

Продовження таблиці 2.1

	<i>Flavobacterium</i>	Протеолітичні, ліполітичні, викликає псування білкових продуктів	+	+	-
	<i>Brochothrix</i>	Протеолітичні, ліполітичні	-	+	-
	<i>Micrococcus</i>	Гідролізують тригліцериди позаклітинними ліпазами, протеолітичні, солестійкі(≥10%)	-	+	+
Патогенні та збудники опортуністичних інфекцій	<i>Clostridium butyricum</i> , <i>Clostridium tyrobutyricum</i>	Викликають маслянокисле бродіння, утворюють газу (CO ₂ , H ₂ , H ₂ S), деякі види сахаролітичні, Гідролізують білки, термостійкі. характеризують санітарний стан середовища	+	+	+
	<i>Staphylococcus</i>	Протеолітичні, ліполітичні, виживають при концентраціях солі ≥10%, осмофільні	-	+	-

	<i>Mycobacterium</i>	Викликають хворобу Крона і Інші зооантропонози	-	+	-
	<i>Alcaligenes</i>	Протеолітичні, здатні продукувати слиз	+	+	-
	<i>Vibrio i Corynebacterium</i>	Галотолерантні (концентрації солі $\geq 10\%$)	-	+	-
	<i>Proteus</i>	Протеолітичні, Ферментують глюкозу, здатні до газоутворення	-	+	-

Закінчення таблиці 2.1

	<i>Brevibacterium</i>	Ароматоутворюючі, протеолітичні	-	+	-
	<i>Enterobacter</i>	Сахаролітичні, здатні утворювати гази (CO ₂ , H ₂ , H ₂ S), слизеутворюючі	-	+	-
	<i>Listeria</i>	Емерджентний патоген	+	+	-
	<i>Salmonella</i>	Паратифозні бактерії	+	+	-
	<i>Serratia</i>	Викликають псування продуктів	+	+	-
	<i>Aeromonas</i>	сахаролітичні, виробляють ентеротоксин, цитотоксин	+	+	-
	<i>Yersinia</i>	Чутливі до окисників	+	+	+
Індикатори санітарного стану	<i>Escherichia coli</i>	Газоутворюючі (CO ₂ , H ₂ , H ₂ S), продукують шигатоксин	-	+	-

Більшість з бактерій беруть участь в процесах виробництва і зберігання харчових продуктів, деякі мікроорганізми цілеспрямовано використовуються для біоферментації, дозрівання або консервації [CITATION Ефи16 \l 1058].

Молочнокислі бактерії - це грампозитивні, не спороутворюючі, нерухомі, каталазоонегативні, анаеробні (факультативні анаероби), гетеротрофні мікроорганізми, вибагливі до живильного субстрату, енергетичний метаболізм бродильного типу, ферментують вуглеводи, утворюючи молочну кислоту [CITATION Пол14 \l 1058]. За морфології це кокові і паличкоподібні форми; по відношенню до температури - мезофіли і термофіли; по сбраживанню цукрів - гомоферментативне і гетероферментативні види [CITATION Сор13 \l 1058].

Лактококи представлені, як правило, гомоферментативними молочнокислими стрептококами, що включають підвиди молочного, вершкового і ароматоутворюючих лактококків: *Lactococcus lactis subsp. lactis*, *Lactococcus lactis subsp. cremoris*, *Lactococcus lactis subsp. diacetylactis*.

Найбільш важливим представником роду *Streptococcus* в кисломолочній продукції є культура *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus*. Це грампозитивний штам, клітини якого кулястої або овальної форми, діаметр 0,7 - 1,0 мкм [CITATION СИА10 \l 1058]. Зустрічається, як правило, парами або у вигляді довгих S-образних ланцюжків. На щільних поживних середовищах утворює дуже дрібні колонії округлої форми, структура зерниста [CITATION Сте99 \l 1058]. Термофільний стрептокок добре росте в цілісному або знежиреному молоці, в молоці з антибіотиками або іншими інгібуючими речовинами клітини подовжуються і набувають форму короткої товстої палички [CITATION Бан87 \l 1058]. Оптимальною температурою для *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* є 40-45 °С, нижче 10 °С не росте. При 63 °С проявляє терморезистентність протягом 30 хвилин, а при 75 °С протягом 15 хвилин, внаслідок цього культура здатна витримувати режими пастеризації молока і клітини зберігають життєздатність [CITATION Кор66 \l 1058].

Представники роду *Leuconostoc* є гетероферментативними факультативно анаеробними мікроорганізмами, що входять до складу заквасок для сиру, кислотовершкового масла, деяких сирів з низькою температурою другого нагрівання. Гетеролакти в процесі ферментації утворюють D(-) молочну кислоту, етанол, CO₂, оцтову кислоту. Вони грають величезну роль в формуванні смако-ароматичного букета продукту, утворюючи такі сполуки як ацетальдегід і діацетил [CITATION Cop13 \l 1058]. Два з дев'яти видів *Leuconostoc* широко використовуються в молочній галузі. Це *Leuconostoc lactis* і *Leuconostoc mesenteroides*, що включає підвиди *cremoris*, *dextranicum* і *mesenteroides*.

Лейконостоки характеризуються низькою швидкістю розвитку в молоці, титруюча кислотність їх становить 40 - 80 °Т. Оптимум температури для росту бактерій роду *Leuconostoc* 25-30 °С, не ростуть нижче 8 °С і вище 40 °С.

Морфологічні особливості клітин лейконостоків, головним чином, залежать від умов культивування. Так на молоці або молочних середовищах клітини більшості представників сферичної або подовженої форми 0,5-1,0 мкм, розташовані по дві клітини (диплококки) або у вигляді коротких ланцюжків. На бульйоні з гідролізованого молока *Leuconostoc* має більш подовжені клітини у вигляді коротких паличок.

Мезофільні гомоферментативні лактобактерії *Lactobacillus casei* і *Lactobacillus plantarum* мають велике значення у виробництві кисломолочних продуктів, гранична титруюча кислотність їх знаходиться на рівні 80-180 °Т, а температурний оптимум від 15 до 45 °С.

Серед термобактерії, як заквасочних мікроорганізмів частіше застосовують *Lactobacillus helveticum* (швейцарська паличка), *Lactobacillus acidophilum* (ацидофільна паличка), *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Болгарська паличка), *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* (молочна паличка). Всі вони є активними кислотоутворювачами і зброджують молоко через 4-5 годин, гранична кислотність досягає 200-350 °Т.

Культура *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* гомоферментативні, грампозитивні і представлена паличкоподібними клітинами із закругленими

кінцями розміром 0,8-1,0 мкм [CITATION Пол14 \m Бог68 \l 1058]. В умовах, що відхиляються від оптимальних (при підвищенні t до 45 ± 1 °C, підвищенні рН, наявність інгібуючих речовин в молоці або при відсутності вітамінів, амінокислот і летючих жирних кислот) клітини болгарської палички подовжуються, стають тоншими і в них з'являються валютинні зерна [CITATION СИА10 \m Сте99 \l 1058]. Колонії на щільному живильному середовищі волокнисті з розгалуженим краєм, глибинні - у вигляді грудочок вати [CITATION СИА10 \l 1058]. Оптимальна температура розвитку болгарської палички 40-50 °C, мінімальна - 20 °C, при 65 °C гине протягом 30 хв. Здатна утворювати близько 2% D(-) молочної кислоти. Штами, як правило, не слизетуваючі, однак при температурі сквашування близько 30 °C, деякі представники можуть викликати утворення слизу [CITATION Бан87 \l 1058]. Крім того, болгарська паличка проявляє протеолітичну активність, в результаті якої в молочному продукті накопичуються різні розчинні азотисті речовини, до 15 мг% вільних амінокислот. Продукти протеолізу також беруть участь у формуванні кисломолочного смаку та аромату.

В останні десятиліття ряду дослідників вдалося виявити серед молочнокислих бактерій явища специфічного антагонізму, що не зводиться повністю до дії продукованих ними органічних кислот, і показати, що вони синтезують антибіотики, хоча і не володіють високою активністю. Так, *Streptococcus lactis*, наприклад, виділяє низин, *Str. cremoris* – діплококцин, *Lactobacillus acidophilus* - ацидофілін і лактоцидін, *L. plantarum* – лактолин, *L. brevis* - бревін [CITATION Ква75 \l 1058].

2.2. Методи проведення дослідів

2.2.1. Метод визначення чутливості мікроорганізмів до УФ-опромінення

0,1 мл 18-годинний бактеріальної культури, вирощеної в рідкому живильному середовищі, засівають за допомогою шпателя на поверхню повноцінного

агаризованого середовища в чашці Петрі. Після цього на поверхню середовища поміщають диск щільного паперу в якості екрану, що захищає клітини бактерій від впливу УФ-променів. Опромінення проводять у відкритих чашках Петрі за допомогою бактерицидної лампи протягом 3 хв на відстані 40 см. Після закінчення опромінення стерильним пінцетом знімають диск паперу, чашки Петрі закривають і поміщають в термостат для інкубації при оптимальній температурі. При обліку результатів відзначають, що культура чутлива до УФ-світла, якщо суцільний ріст спостерігається тільки в зоні поміщеного диска, на решті поверхні середовища в чашці - поодинокі колонії або повна відсутність зростання [CITATION Лыс02 \l 1058].

При кількісній оцінці, визначенні залежності виживання бактерій від дози УФ-опромінення, враховують вплив ряду чинників.

- При оцінці велике значення має щільність (концентрація) досліджуваної бактеріальної суспензії. УФ-промені інтенсивно поглинаються бактеріальною клітиною, а при високій концентрації клітини можуть екранувати один одного. Остання обставина не відіграє суттєвої ролі при концентраціях суспензії, що не перевищують 10^8 кл / мл. При необхідності використання густої суспензії під час опромінення її постійно необхідно перемішувати. Бактеріальну суспензію слід розподіляти тонким шаром, оскільки УФ-промені характеризуються низькою проникаючою здатністю, в силу чого клітини, розташовані більш глибоко, що не піддаються їх впливу [CITATION Лыс02 \l 1058].
- Виживання клітин залежить від складу середовища, використовуваної для їх суспендування. Краще проводити опромінення в буферних розчинах. Рідка повноцінна живильне середовище поглинає УФ промені інтенсивніше, ніж буферні розчини, тому що отримується клітинами доза опромінення зменшується. У той же час при опроміненні в рідкої повноцінної живильному середовищі можуть утворюватися токсичні продукти, що збільшують летальний ефект УФ-променів, що ускладнює інтерпретацію результатів.

- Летальний ефект УФ-променів залежить також від фізіологічного стану клітин, перш за все від віку культури. Клітини більш чутливі до дії УФ променів в експоненційній стадії зростання.

2.2.2. Метод визначення чутливості МКБ в експоненційній фазі росту до УФ опромінення

Для експерименту необхідна культура бактерій, що знаходяться в експоненційній стадії росту. Для її отримання бактеріальні клітини напередодні заняття засівають в рідку повноцінну живильне середовище і інкубують протягом 18 годин при 28 ° С. Вирослу культуру розводять в 10 разів рідкої повноцінної живильним середовищем і інкубують ще 2 години при аеруванні на спеціальній гойдалці. Потім бактеріальні клітини відмивають від живильного середовища шляхом центрифугування і ресуспензують в вихідному обсязі фосфатного буфера або фізіологічного розчину. Для постановки експерименту необхідно 30 мл такої суспензії[CITATION Лыс02 \l 1058].

Опромінення культури здійснюють у відкритих чашках Петрі протягом заданого часу (30, 60, 90, 120 і 240 с) на відстані від джерела 40 см. Для кожної дози використовують окрему чашку, в яку наливають по 5 мл суспензії, неопромінені суспензії служать контролем. Під час опромінення вміст чашок перемішують шляхом легкого похитування.

Для визначення кількості життєздатних клітин відбирають проби по 0,5 мл з контрольної і 5-ти опромінених суспензій і після серії десятикратних розведень в фізіологічному розчині з останніх розведень проводять висіву на поверхню агаризованого живильного середовища в двох чашках Петрі. Чашки поміщають в термостат при оптимальній для зростання температурі до появи колоній. Кількість колоній підраховують, визначають титр клітин і виживання опромінених УФ-світлом клітин у відсотках від контролю[CITATION Лыс02 \l 1058].

2.3. Висновки до розділу

Отже, було визначено предмети та методи проведення дослідження впливу УФ випромінювання на мікроорганізми, та визначено такі положення: 1.У молочній продукції присутні молочнокислі бактерії - це грампозитивні, не спороутворюючі, нерухомі, каталазоонегативні, анаеробні (факультативні анаероби), гетеротрофні мікроорганізми, вибагливі до живильного субстрату, енергетичний метаболізм бродильного типу, ферментують вуглеводи, утворюючи молочну кислоту. За морфологією це кокові і паличкоподібні; по відношенню до температури - мезофіли і термофіли; по зброджуванню цукрів - гомоферментативні і гетероферментативні види.

2.Визначено основні методи проведення УФ опромінення, метод посіву 18 годинної мікробної суспензії по 0,1мл. Та метод посіву 18 годинної суспензії з попереднім центригуванням та відмиванням.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Технічні характеристики установки для ультрафіолетового опромінювання молока

Ультрафіолетове бактерицидне опромінення - це метод стерилізації (зnezараження), в якому використовується УФ випромінювання при досить короткій довжині хвилі, щоб зруйнувати різні види мікроорганізмів. Установки існують в різних виглядах, бактерицидні лампи встановлюють в секції, для зnezараження речовин, чи використовують безпосередню лампи відкритого типу для зnezараження повітря в лабораторіях, медичних приміщеннях, тощо[CITATION Кра79 \l 1058].

3.1.1. УФ пастеризатори проточного типу серії ОБПЗ1

Існує цілий ряд методів фізичного і хімічного впливів, не пов'язаних з нагріванням, які забезпечують не менше ефективне бактерицидну дію. Одним з таких методів є обробка продукції за допомогою бактерицидного ультрафіолетового випромінювання. Природно, як і будь-який інший метод фізичного впливу метод УФ знезараження має цілий ряд особливостей, які обмежують його застосування. Так, наприклад, дуже доцільно застосування УФ випромінювання для знезараження сухих сипучих продуктів, або для поверхневої обробки упакованих в поліетиленову плівку продуктів. Також ефективним є застосування УФ випромінювання для стерилізації води, повітря, приміщень, технологічного обладнання та ін[CITATION OOO \l 1049].

Однак останнім часом велика увага стала приділятися застосуванню УФ випромінювання для пастеризації рідких продуктів, таких як різні соки, вина, пиво і інші напої. Застосовують УФ випромінювання для знезараження молока.

Найменування: УФ пастеризатори проточного типу серії ОБПЗ1

Призначення: Холодна пастеризація соків, вин, пива та інших напоїв за допомогою бактерицидного УФ випромінювання.

Область застосування: Підприємства харчової і переробної промисловості.

Конструкція: УФ пастеризатори серії ОБПЗ1 складаються з накопичувальної ємності, блоку УФ обробки, насоса, блоку промивання, фільтра, несучої рами і блоку управління.

Всі елементи УФ пастеризатора, які контактують з оброблюваним продуктом, виконані з нержавіючої сталі марки AISI 304 стійких до корозії елементів[CITATION OOO \l 1049].

Принцип дії (Рис.3.1.): продукт, який підлягає пастеризації, з накопичувальної ємності (1) за допомогою насоса (3) подається в блок УФ обробки (4-13), де проводиться його знезараження (пастеризація).

Конструкція блоку УФ обробки і величина знезаражувальною дози УФ випромінювання обрана таким чином, щоб забезпечувалася ефективна пастеризація рідини.

УФ пастеризатор оснащений сучасними енергозберігаючими УФ лампами з підвищеним ресурсом експлуатації.

Управління роботою пастеризатора здійснюється в автоматичному режимі за допомогою блоку управління, який забезпечує включення і виключення джерел ультрафіолетового випромінювання, регулювання продуктивності, індикацію режимів роботи УФ пастеризатора, контроль роботи УФ ламп, сигналізацію про початок і закінчення роботи пастеризатора, включення і виключення насосного агрегату. Індикація про режими роботи пастеризатора виводиться на лицьову панель шафи управління. Гідравлічна система УФ пастеризатора виконана з використанням швидко-розбірних з'єднань, що значно спрощує процес миття і чищення сполучних трубопроводів [CITATION OOO \l 1049]. Основні технічні параметри представлені в Таблиця 3.1.

Таблиця 3.1

Основні технічні параметри УФ опромінювача

Технічний параметр	Одиниц і виміру	Значення	
--------------------	-----------------	----------	--

Закінчення таблиці 3.1

		Мод.1080	Мод.2080
Продуктивність	дм ³ /год	250 – 400	500 – 1000
Довжина хвилі УФ випромінювача	нм	253,7	253,7
Ресурс УФ ламп	год	13 000	13 000
Споживана потужність	кВт	1,5	2,7
Напруга живлення	В	380,50 Гц	380,50 Гц
Габаритні розміри	мм	1650 x 1200 x 1500	1650 x 1200 x 1500

Основні переваги застосування УФ пастеризатора ОБПЗ1:

- Процес пастеризації молока проводиться без його нагрівання і підвищеного тиску.
- Застосування для пастеризації молока бактерицидного УФ випромінювання і спеціальної конструкції знезаражувальних секцій дозволяють забезпечити високу ефективність знезараження.
- УФ пастеризатор характеризується низькими витратами електроенергії. Питома витрата електроенергії, що витрачається в процесі знезараження напоїв, що не перевищує $3,75 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^3$, що в кілька разів менше, ніж при застосуванні інших видів пастеризації.
- Застосування високоефективних бактерицидних УФ ламп компанії LightTech (Угорщина), дозволили в 1,5 рази збільшити тривалість роботи УФ пастеризатора (До заміни УФ ламп) [CITATION OOO \1 1049].
- У процесі проведення пастеризації відпадає необхідність у застосуванні нагрівачів або парогенераторів, що забезпечує його високу надійність і простоту в експлуатації. Процес пастеризації не робить шкідливого впливу на обслуговуючий персонал і навколишнє природне середовище.

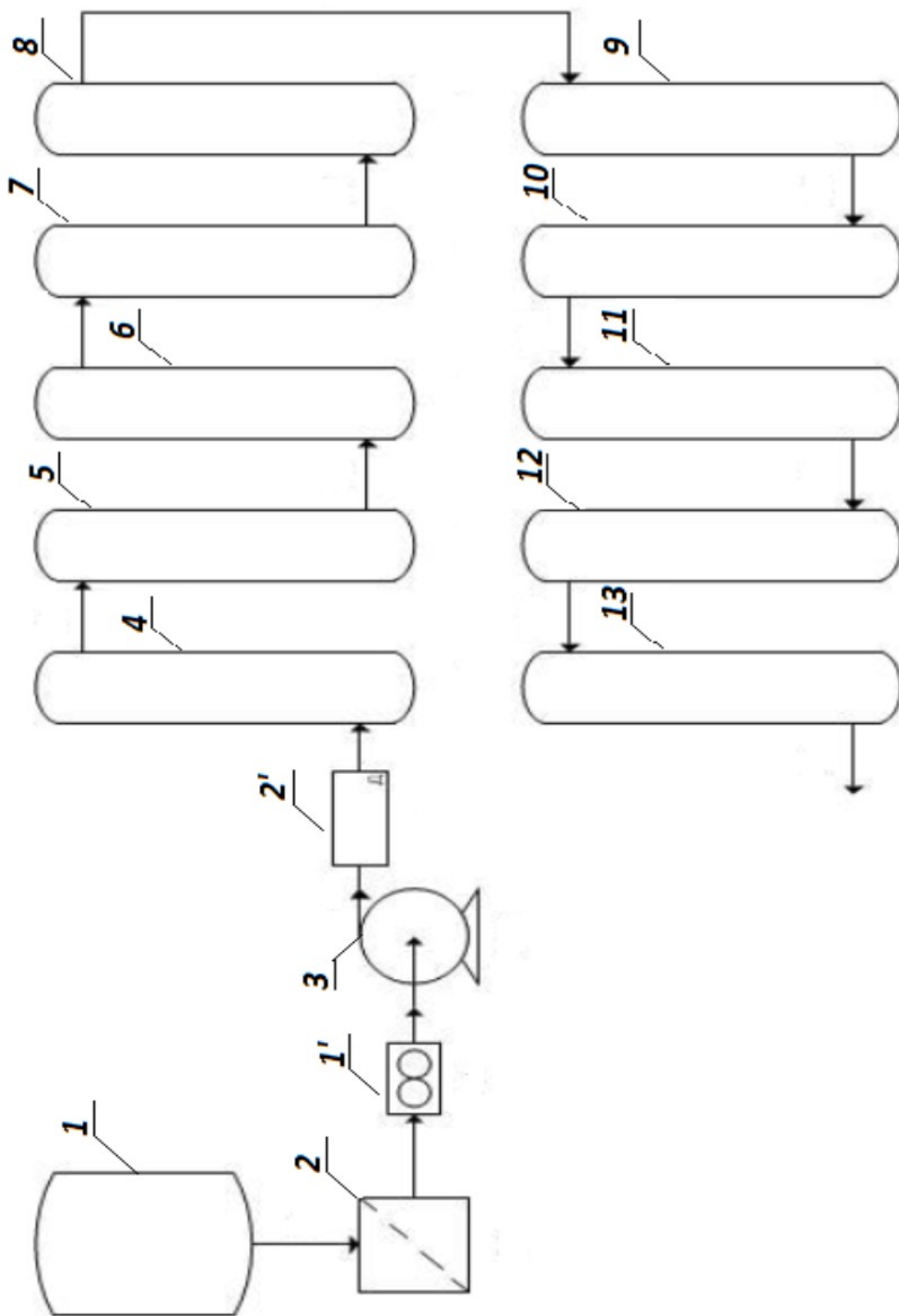


Рис.3.1. Технологічна схема УФ пастеризатора ОБП31.1080

1 - накопичувальна ємність, 2 - фільтр, 3 - насос, 4 – 13 - знезаражувальні секції, 1' - вимірювач витрати, 2'- датчик контролю тиску.

3.1.2. Опромінювач бактерицидний побутовий типу ОББ-92У

Побутовий бактерицидний опромінювач призначений для дезінфекції повітря в лабораторіях, лікувальних установах, побутових приміщеннях, а також в місцях громадського користування і є ефективним засобом профілактики і боротьби з інфекціями, що передаються повітряним шляхом. Може працювати в приміщенні в присутності людей.

Умови експлуатації: при використанні опромінювача в побутових приміщеннях дезінфекцію повітря можна проводити періодично 3-4 рази на добу, включаючи опромінювач на 1,5-2 годин з подальшим провітрюванням на 30-60 хв.

Вибір режиму використання опромінювача в медичних, лабораторних установах повинен проводитися з урахуванням категорії приміщення, його обсягу, виду мікроорганізмів і ін [CITATION Кно92 \l 1049]. Основні технічні характеристики опромінювача наведені в Таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Основні технічні параметри опромінювача бактерицидного побутового

Технічний параметр	Одиниці виміру	Значення	
		Джерело випромінювання	
Тип	–	ДБ15	TUV15
Номинальна потужність	Вт	15	15
Довжина хвилі випромінювання	нм	253,7	253,7
Бактерицидний потік	Вт	2,5	4
Середня тривалість горіння	год	3000	8000
Продуктивність	м ³ /год	21,5	21,5
Тип стартера		80С-220	80С-220
Спосіб кріплення		Настінний	Настінний
Габаритні розміри	мм	510x100x60	510x100x60
Середній термін служби	роки	5	5

Конструкція і принцип дії: джерелом випромінювання є бактерицидна лампа низького тиску, що випускає ультрафіолетові промені з довжиною хвилі 253,7 нм, близькою до максимуму бактерицидної дії променевої енергії, згубної для різних бактерій, вірусів і мікроорганізмів, що знаходяться в повітрі приміщень. Більш чутливі до впливу ультрафіолетового випромінювання віруси і бактерії в вегетативної формі (палички, коки).

За конструкцією опромінювач відноситься до розряду відкритих: при опроміненні шарів повітря не може працювати в приміщеннях у присутності людей.

Опрямінювач складається з корпусу, в якому розміщуються бактерицидна лампа, пускорегулюючі апарати, стартер (Рис.3.2.). На стінці корпусу є два отвори для кріплення опромінювача на стіні(Рис.3.3.).

Опрямінювач підключається до мережі за допомогою кабелю живлення, що має вилку з заземлюючим контактом[CITATION Кно92 \l 1049].

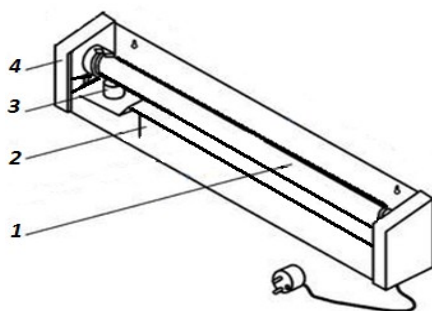


Рис.3.2. Опрямінювач бактерицидний побутовий типу ОББ-92У
1 - лампа; 2 - пускорегулюючі апарати; 3 - стартер; 4 - корпус.



Рис.3.3. Опрямінювач бактерицидний побутовий в дії

3.2. Результати досліджень

3.2.1. Результат дослідження чутливості мікроорганізмів до УФ-опромінення

При проведенні експерименту було використано такі таксономічні групи мікроорганізмів: молочнокислі бактерії, *Ramularia*, *Sept.chelidomia*, *Aspergillus niger*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*, *Candida tropicalis*, *Saccharomyces cerevisiae*, Актиноміцети.

При дослідженні впливу УФ випромінювання на МКБ було використано культуральну суспензію вирощену на поживних середовищах – біфідоагар та МПБ, котру було досліджено на предмет встановлення щільності суспензії за допомогою денситометра (Таблиця 3.3):

Таблиця 3.3

Денситометрія досліджуваних зразків

Зразок	Мак-Фарланда	клітин/мл
Біфідоагар	13	$39 \cdot 10^7$
МПБ	13	$39 \cdot 10^7$

Дослідження впливу УФ опромінення зразків проводили на відстані 40 сантиметрів від джерела опромінення (Рис.3.4). З витримкою 30, 60, 90, 120, 240 секунд.



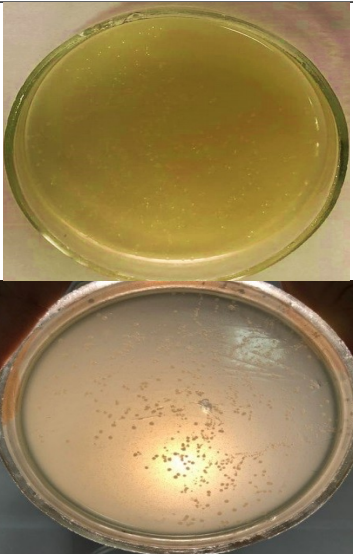
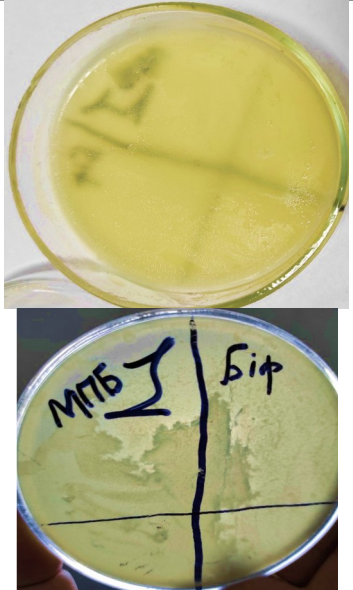
Рис.3.4. Опромінення зразків МКБ на відстані 40 см від бактерицидної ламп

Отримані результати (Таблиця 3.3) свідчать про те, що молочнокислі бактерії проявляють стійкість до ультрафіолетового опромінення, повне подавлення росту відсутнє. Спостерігалось підвищення інтенсивності росту МКБ в зразку, який підлягав опроміненню протягом 60 секунд. Це показує зданість МКБ до адаптації та мутації.


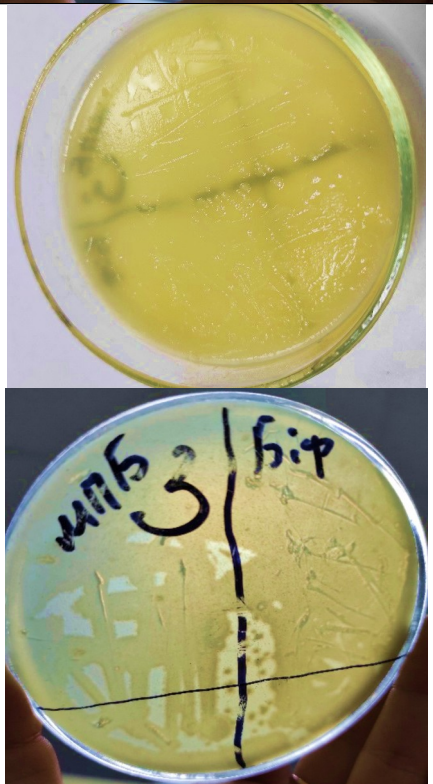
Контрольний зразок титру лактобактерій та біфідобактерій (без ультрафіолетовго опромінення) становив $90 \cdot 10^7$ КУО/см³.

Таблиця 3.3

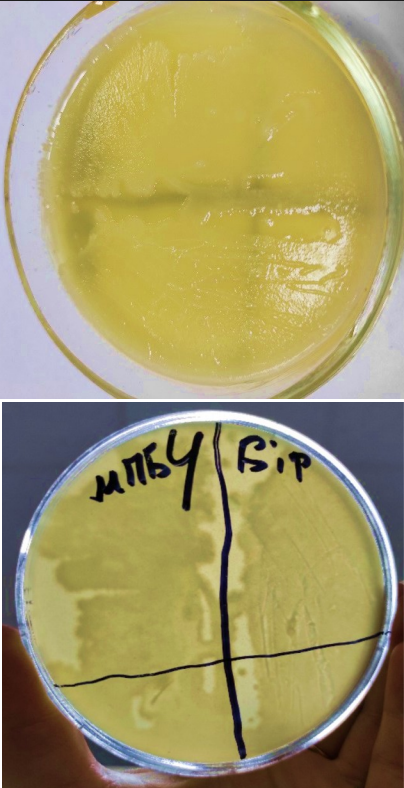
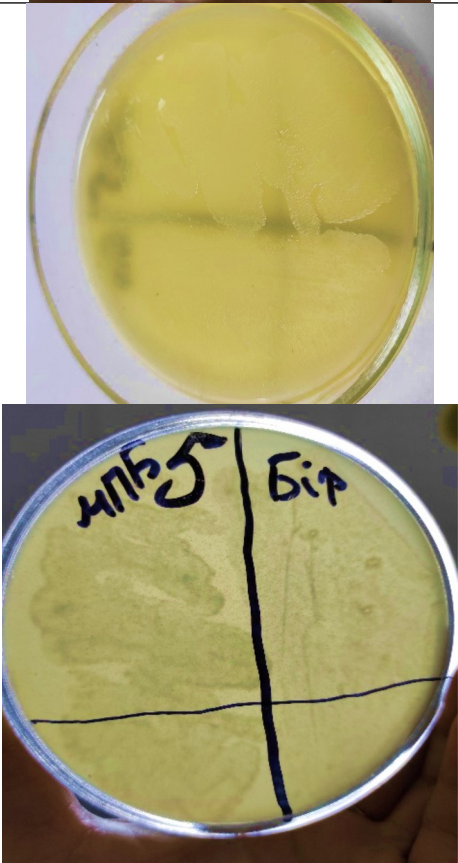
Результати дослідження впливу УФ на МКБ

Час опромінення, секунди	Кількість колоній МПБ	Кількість колоній Біфідо	Фото
Контрольний зразок	$90 \cdot 10^7$	$90 \cdot 10^7$	
30	$92 \cdot 10^7$	$92 \cdot 10^7$	

Продовження таблиці 3.3

60	$100 \cdot 10^7$	$100 \cdot 10^7$	
90	$85 \cdot 10^7$	$85 \cdot 10^7$	

Закінчення таблиці 3.3

<p>120</p>	<p>$80 \cdot 10^7$</p>	<p>$80 \cdot 10^7$</p>	
<p>240</p>	<p>$75 \cdot 10^7$</p>	<p>$75 \cdot 10^7$</p>	

За науковими напрацюваннями, які було оглянуто в даній роботі, було визначено, що УФ опромінювання діє на пуринові та піримідинові основи, утворюючи фотодимери, які за темної ексцизійної та SOS-репарації викликають мутації мікроорганізмів, які підвищують стійкість до УФ опромінення. Базуючись на ці твердження можна дійти висновку, що дані результати були отримані, через підвищену стійкість мікроорганізмів.


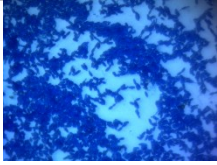
Цей факт можливо пояснити біологічною адаптацією, яка є прикладом модифікації мікроорганізмів відносно інгібуючої або летальної дії УФ опромінення. Даний стан, в якому перебувають біологічно стійкі групи мікроорганізмів (МКБ) адаптації філогенезу до дії екзогенних або ендогенних стрес-факторів, тобто факторів, рівень дози яких перевищує порогове значення стійкості, або чутливості даного об'єкту.


Задля підтвердження даних висновків було проведено додатковий дослід визначення граничної дози для різних таксономічних груп мікроорганізмів, а саме: бактеріальні культури (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*) та дріжджові (*Candida tropicalis*, *Saccharomyces cerevisiae*), та МКБ. Час опромінення УФ від 30,60,90,120,240 секунд було збільшено до 1, 4, 10, 20, 30 хвилин.

Результат контролю $38 \cdot 10^7$ КУО/см³ (Таблиця 3.4):


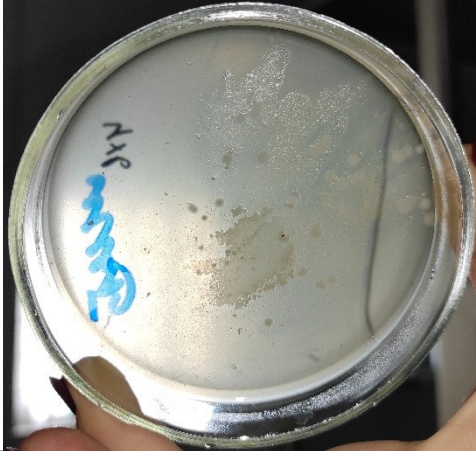


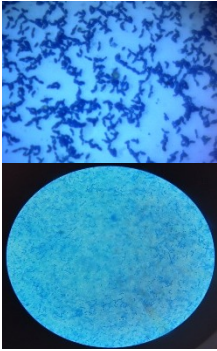
Таблиця 3.4


Результати досліджень впливу УФ на різні таксономічні групи мікроорганізмів

Назва тест-штаму	Час опромінення, хвилин	КУО/см ³	Фото результатів	Морфологія клітин x1000
МКБ	1	Ріст газоном з ізолюваними колоніями $52 \cdot 10^7$		



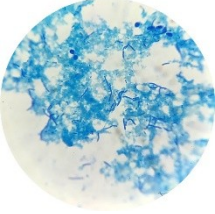
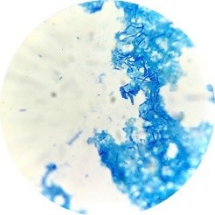
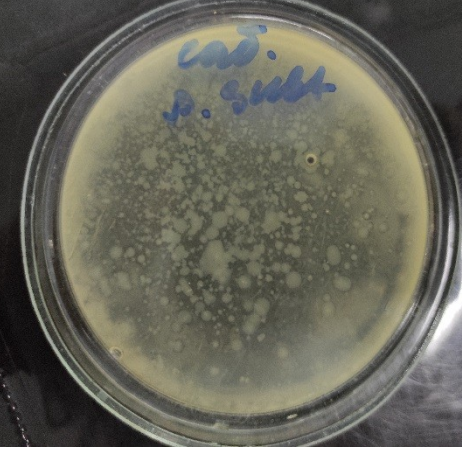
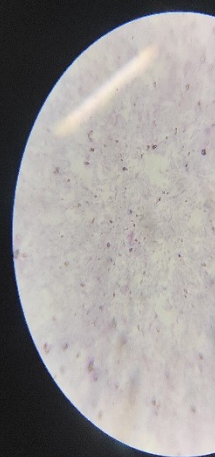
				
--	--	--	--	--

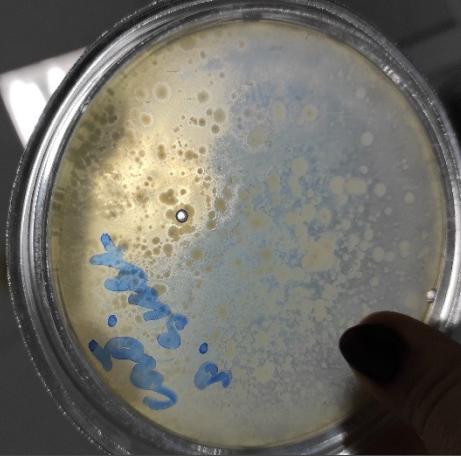
Продовження таблиці 3.4

	4	Ріст газоном з окремими колоніями $48 \cdot 10^7$	 	
	10	Діаметр колоній більший, добре розвинені, більш щільні $25 \cdot 10^7$		

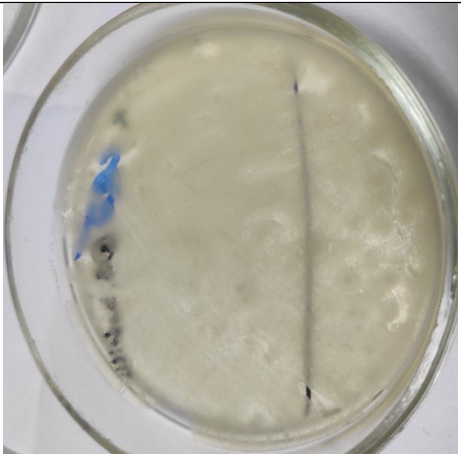
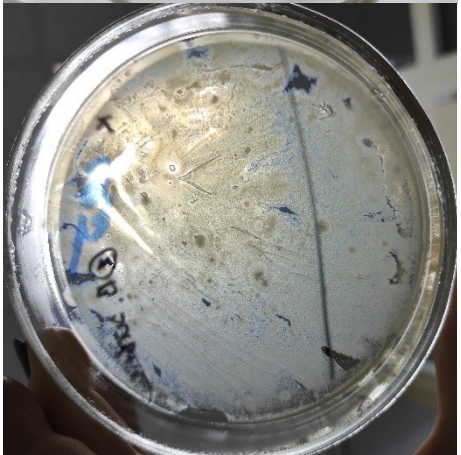
				
--	--	--	--	--

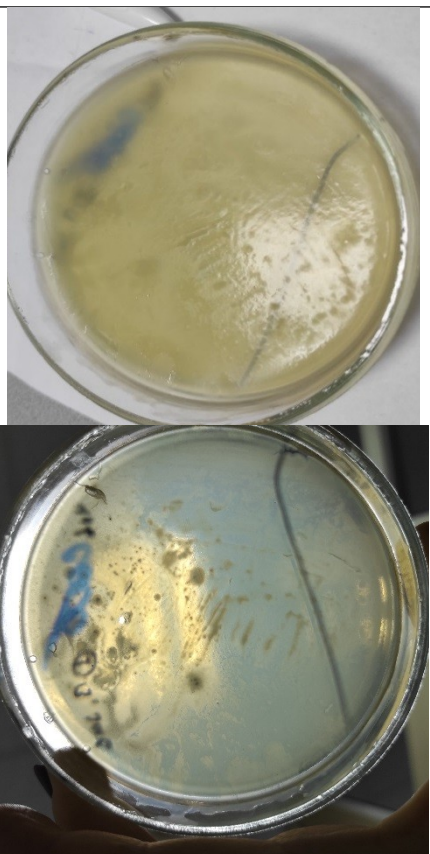
Продовження таблиці 3.4

	20	Колонії більш сухі, зменшені в діаметрі у 2 рази Правильної округлої форми $15 \cdot 10^7$	 	 
<i>Bacillus subtilis</i>	Контрольний зразок	Ріст газоном, з окремих і вкрапленнями щільності		


				
--	--	--	--	--

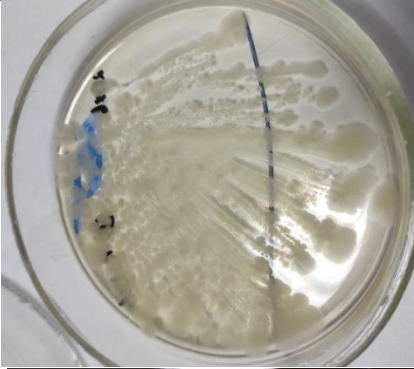

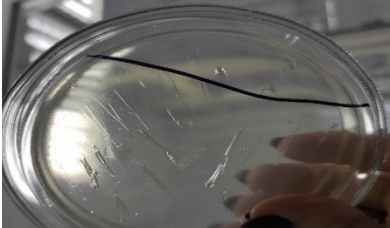
Продовження таблиці 3.4

	1	Ріст газоном, що унеможливає підрахунок	 	
--	---	---	---	--



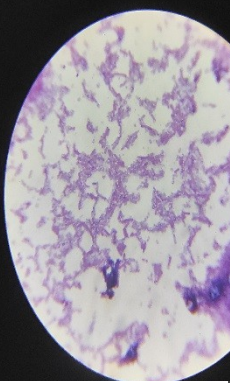
	4	Суцільний ріст		
--	---	----------------	--	--

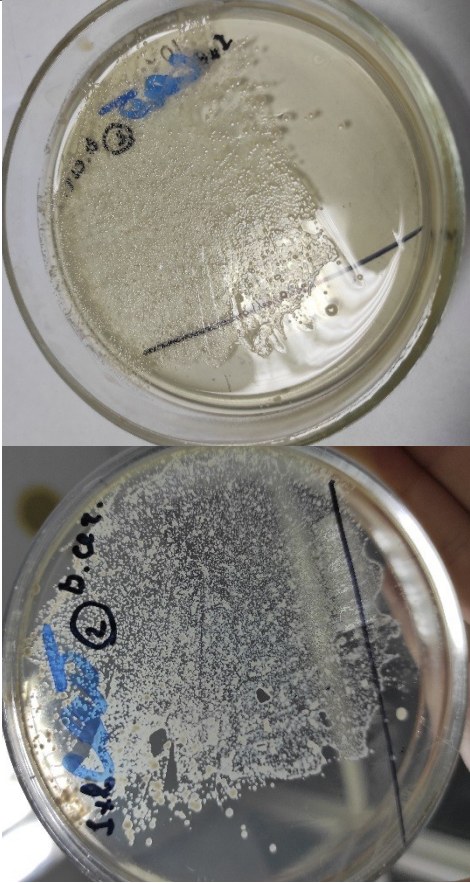
Продовження таблиці 3.4

	10	Ріст газоном, що унеможливає підрахунок		
--	----	---	--	--

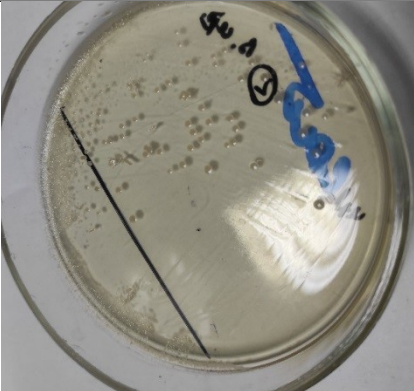
	20	Суцільний ріст Щільність росту зменшена	 	
	30	Ріст не виявлено		

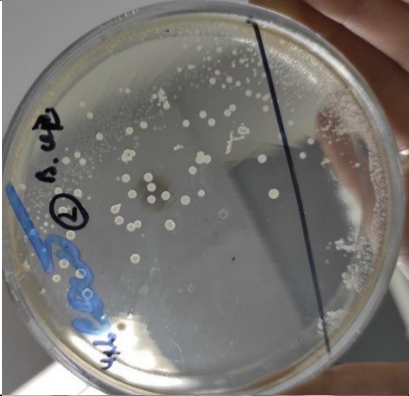


Продовження таблиці 3.4

<i>Bacillus cereus</i>	Контрольний зразок	Ріст газоном, колонії добре розвинені	 	
------------------------	--------------------	---------------------------------------	---	---

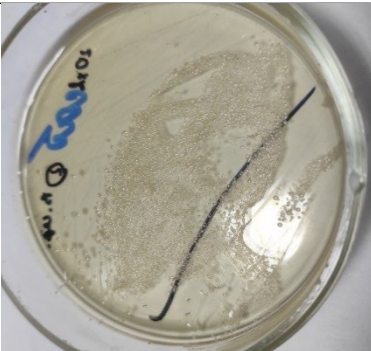
	1	Ріст газоном		
--	---	-----------------	---	--



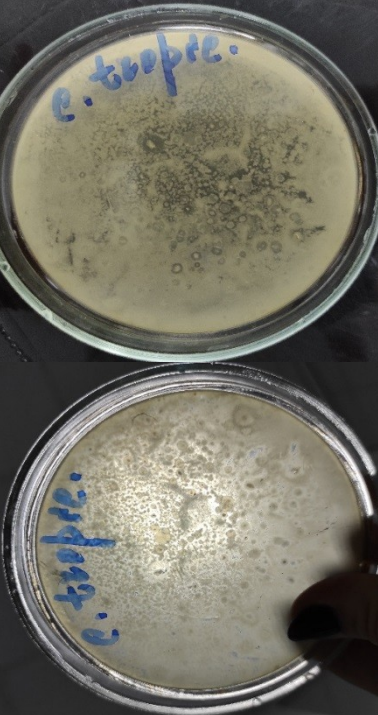
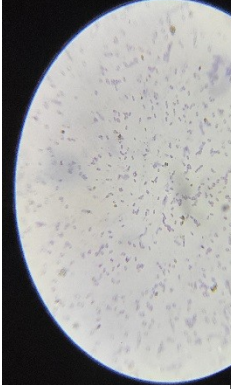
Продовження таблиці 3.4

	4	Суттєве зменшен ня колоній $48 \cdot 10^1$		
--	---	--	--	--

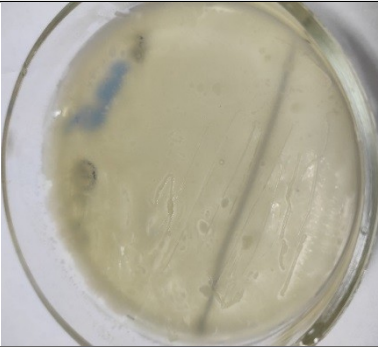
					
	10	Ріст газоном під екраном, поза межами $2 \cdot 10^1$		 	




Продовження таблиці 3.4

	20	Збереження активності під екраном			
--	----	-----------------------------------	--	--	--

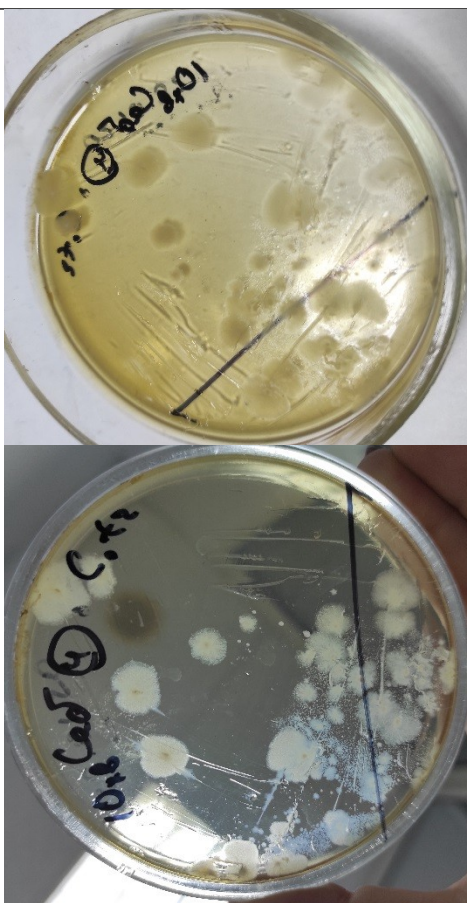
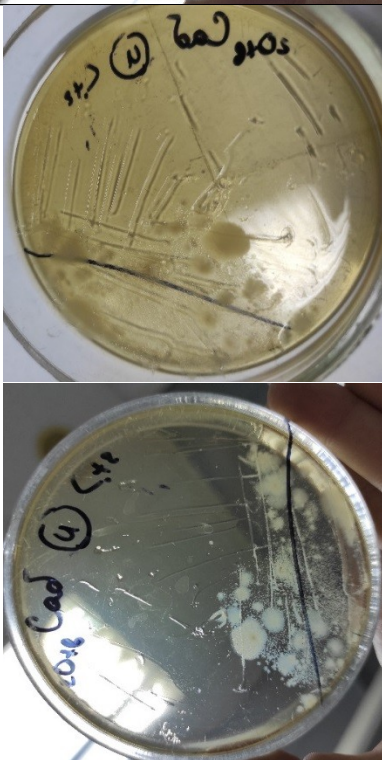
					
	30	Ріст не виявлено			
<i>Candida tropicalis</i>	Контрольний зразок	Ріст газоном з окремими колоніями $140 \cdot 10^1$			

Продовження таблиці 3.4




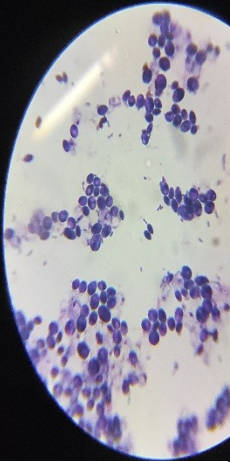
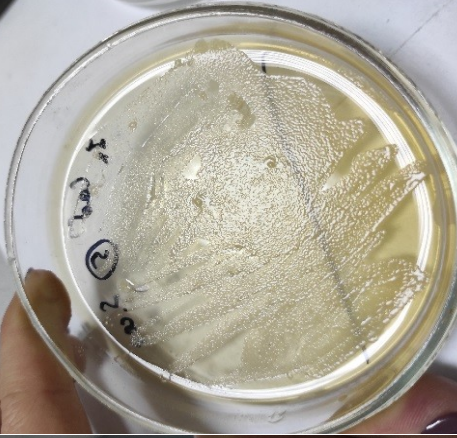

	1	Ріст газоном з окремими колоніями			
--	---	-----------------------------------	--	--	--

		25*10 ¹		
	4	Збереження активності під екраном, ріст газоном	 	


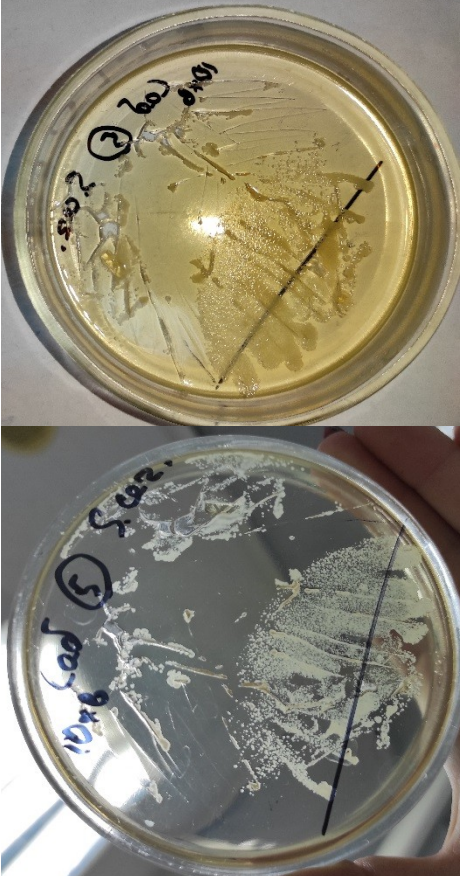
Продовження таблиці 3.4

	10	Немає суцільного росту Ізольовані колонії $60 \cdot 10^1$		
	20	Окремі ізольовані колонії не правильної форми, різного розміру, які сконцентровані в межах екрану $20 \cdot 10^1$		


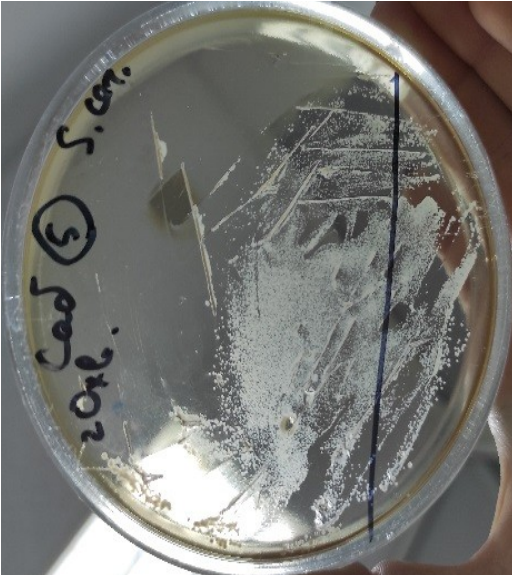

Продовження таблиці 3.4

	30	Ріст не виявлено		
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Контрольний зразок	Ріст газоном, колонії щільні рівномірно розташовані	 	
	1	Суцільний ріст з меншою щільністю	 	

Продовження таблиці 3.4

	4	Відсутність ізолюваних колоній без рівних країв, що унеможливає підрахунок		
	10	Ріст газоном з явною межею екрану		

Закінчення таблиці 3.4

	20	Ріст газоном під захисним екраном, колонії сухі, активність пригнічена	 	
	30	Ріст не виявлено		

Аналізуючи результати дослідження (Таблиця 3.4) можливо стверджувати що критичним часом опромінення на бактеріальні культури (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*) та дріжджові (*Candida tropicalis*, *Saccharomyces cerevisiae*) 30 хв для обох



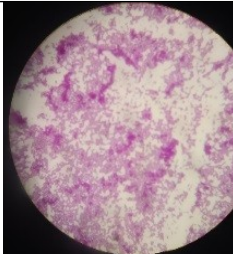
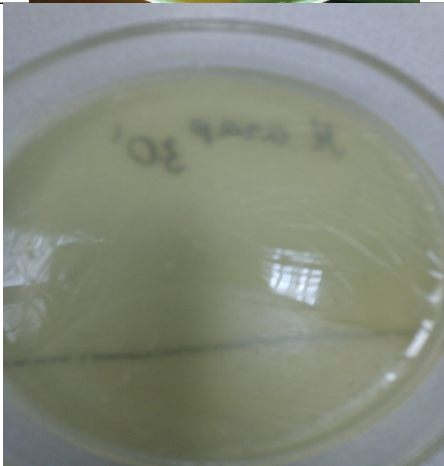
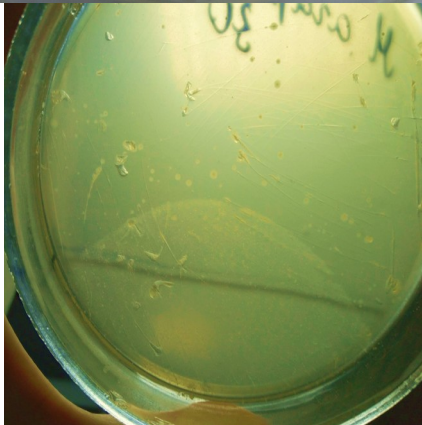
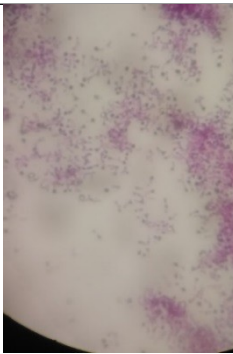
таксономічних груп. Критичної точки опромінення для молочнокислих бактерій не було виявлено.

Тобто в даному випадку об'єкт (МКБ) здатен протистояти інгібуючим, рушійним, летальним та дезінтегруючим факторам. Тому дану стійкість МКБ можна розглядати, як окремий випадок виявлення загальної чутливості, а саму адаптацію, як прилаштування до чутливості або стійкості. Оскільки реакція об'єкту на мінімальні дози факторів починається зі стимулюючого (гормезисного) ефекту при якому діапазон стимулюючих доз виявляється фактичною зоною чутливості об'єкта.


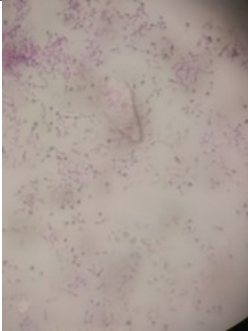
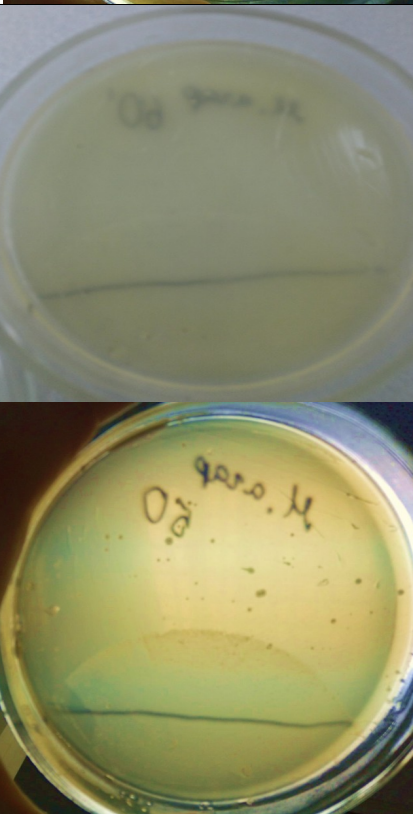
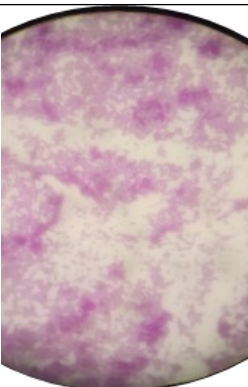
В даному випадку адаптованість до стійкості у МКБ знаходиться до тих пір поки зберігається його якісна індивідуальність на конструктивному поточному рівню адаптованості. Стан адаптованості МКБ зберігає на своєму або новому рівні можливості реагувати, сприймати чутливість відносно зовнішніх або внутрішніх факторів впливу. Хоча можуть відбуватися деякі структурні зміни деяких параметрів, а саме морфогенез. Тому наш об'єкт здатен виживати в таких умовах. Для деяких таксономічних груп які було досліджено відмічається присутність преривчатості об'єктів, зміна щільності колоній та характеру росту з одночасною безперервністю – відсутністю абсолютних меж.


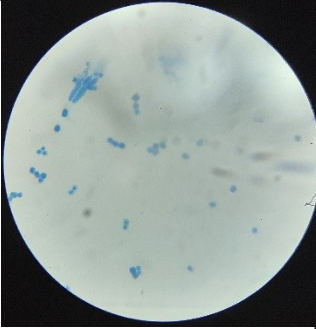
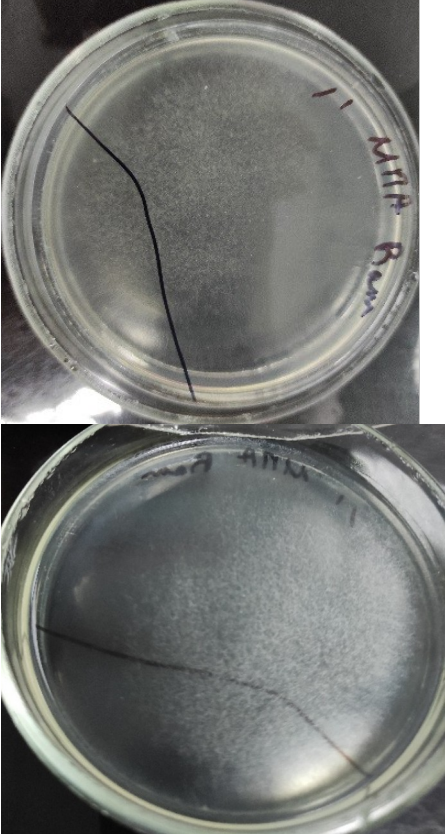
Так як критичної точки опромінення ультрафіолетом МКБ не було виявлено, було прийнято рішення провести дослід, збільшивши час опромінення до 25, 30, 40, 60 хвилин. Та провести дослід та грибах (Таблиця 3.5), з інтервалами опромінення 1, 10, 20, 30, 40 хвилин, адже вони більш стійкі ніж бактерії, особливо спори не підлягають інгібуванню УФ опроміненням.

Результати опромінення ультрафіолетом МКБ та грибів

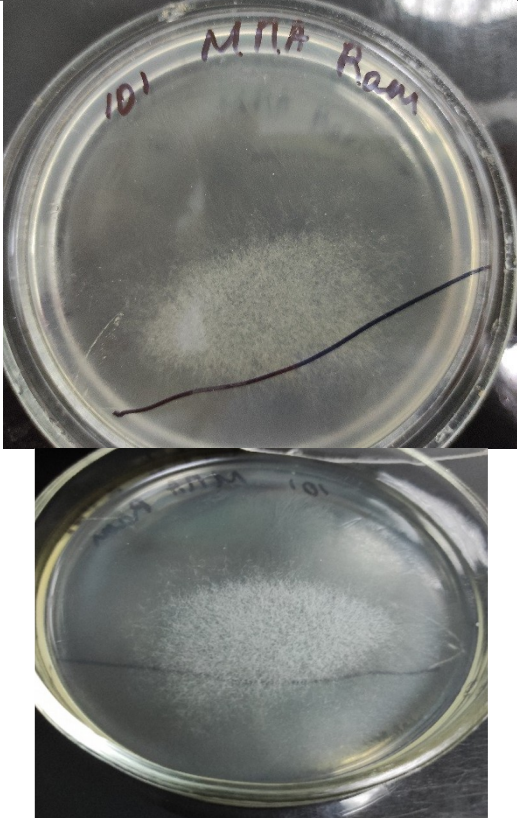
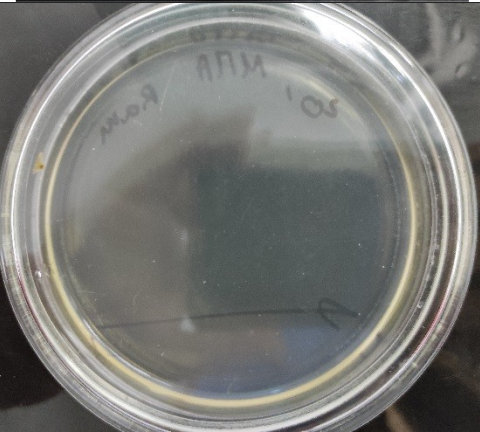
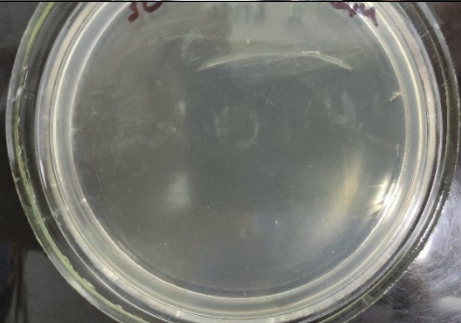
Назва тест-штаму	Час опромінення, хвилини	КУО/см ³	Фото	Морфологія клітин x1000
МКБ	25	Зберігається помірний ріст колоній в межах та поза екраном 14*10 ⁷	 	
	30	Колонії більш сухі дрібні Рівні краї але менші за розміром 13*10 ⁷	 	

Продовження таблиці 3.5

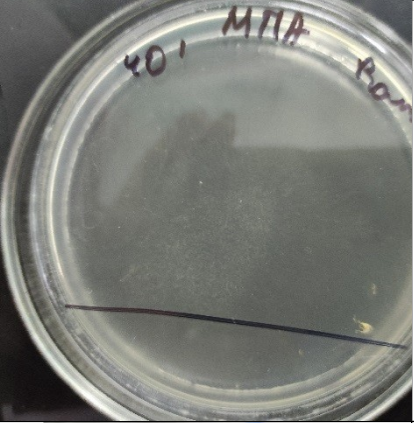
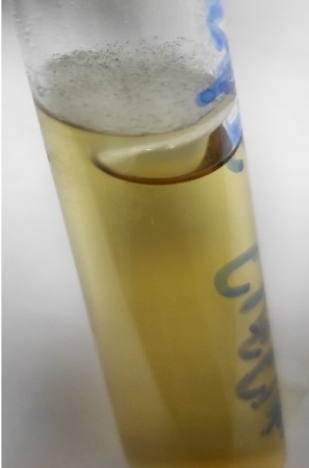

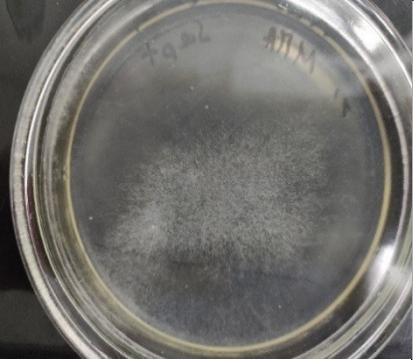

	40	<p>Колонії ще сухіші та дрібніші але мають рівні краї. Що відповідає їх належності до МКБ</p> <p>$11 \cdot 10^7$</p>		
	60	<p>Характер колоній аналогічний попереднім але кількість зменшена</p> <p>$7 \cdot 10^7$</p>		

<p><i>Ramularia</i> a</p>	<p>Контрольний зразок</p>	<p>Поверховий ріст, добре розвинені конідії</p>		
	<p>1</p>	<p>Ріст газоном</p>		

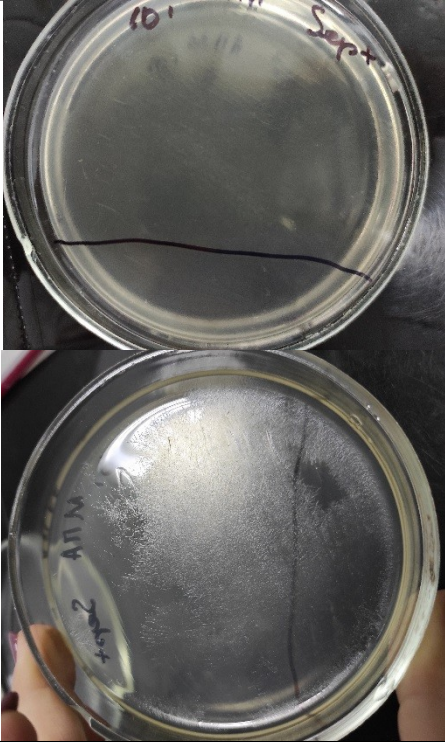
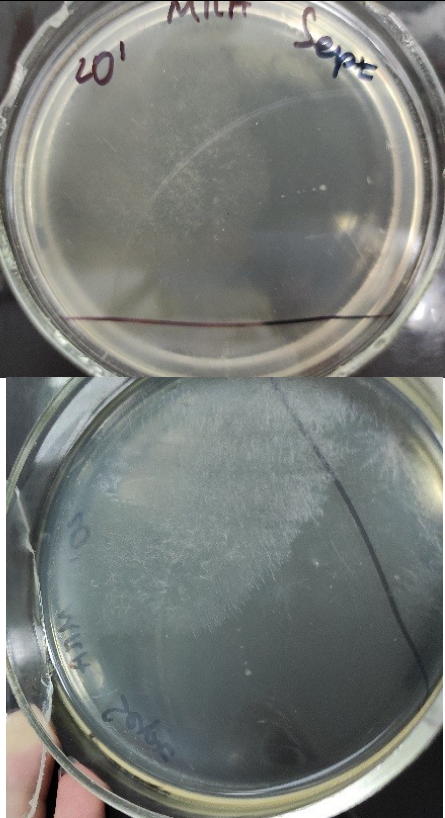
Продовження таблиці 3.5

	10	Ріст газоном під екраном, за екраном не відбувається зростання		
	20	Ріст відсутній		
	30	Ріст відсутній		

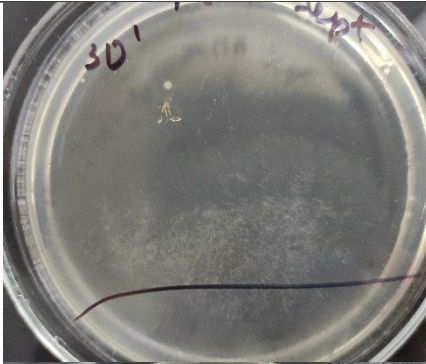
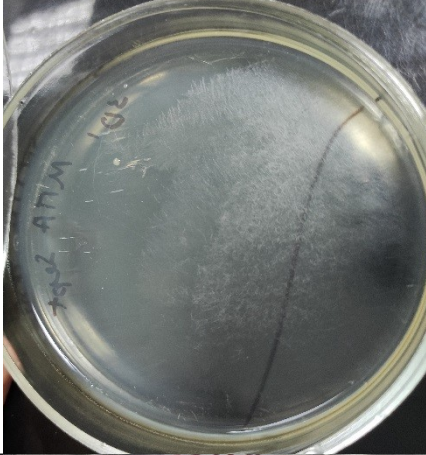
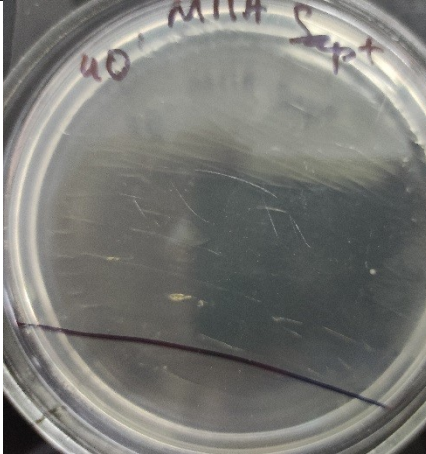

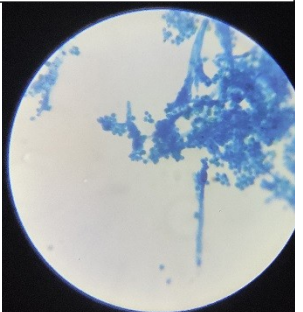
Продовження таблиці 3.5

	40	Ріст відсутній		
<i>Sept. chelidonia</i>	Контрольний зразок	Добре розвинений поверхневий ріст, з розвиненими конідіями		
	1	Ріст газоном по всій площі	 	

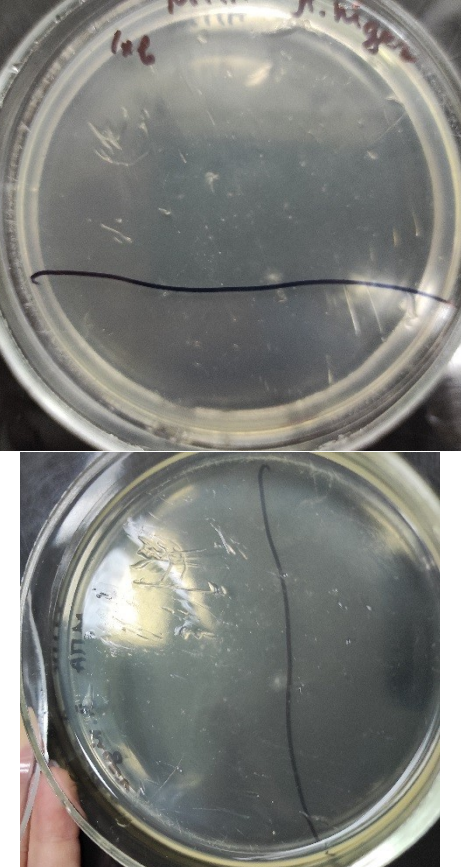

Продовження таблиці 3.5

	10	Змінився характер колонії, колонії менше розгалужені, сухі		
	20	Ріст під колонії під екраном із сухими колоніями		

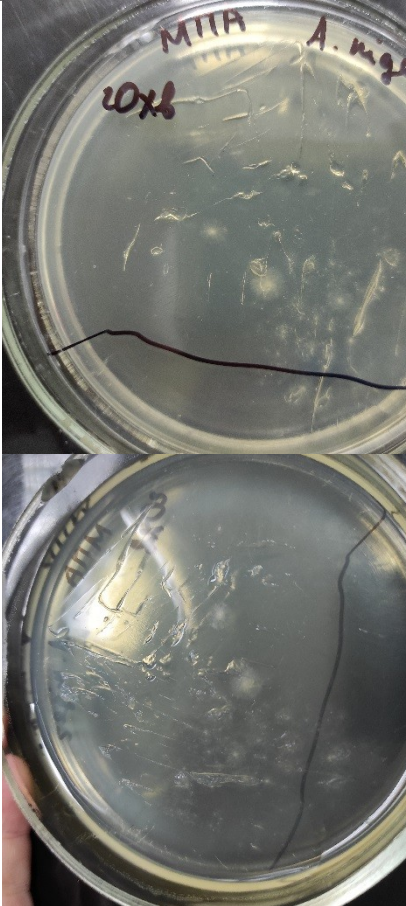
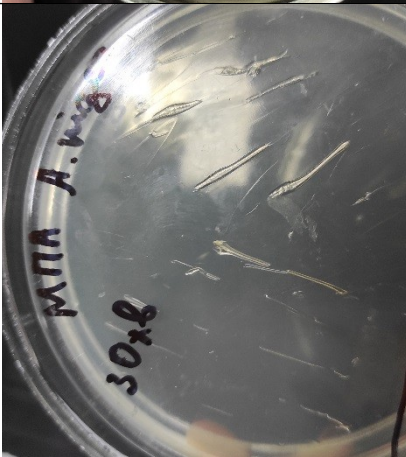
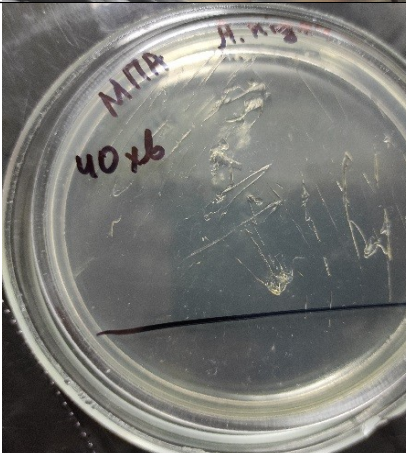
Продовження таблиці 3.5

	30	Сухі колонії під екраном	 	
	40	Ріст не виявлено		
<i>Aspergillus niger</i>	Контрольний зразок	Ріст поверхневий, конідіеносці добре розвинені на кінцях яких сформовані стеригми	 	

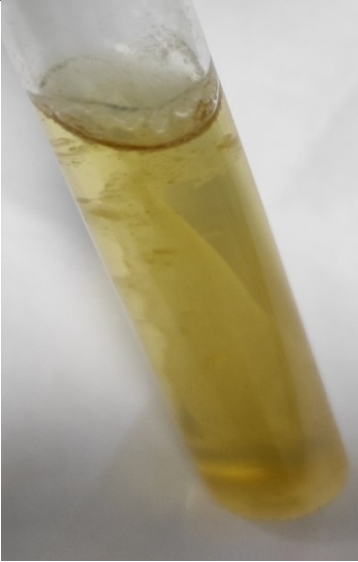
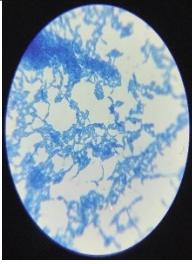
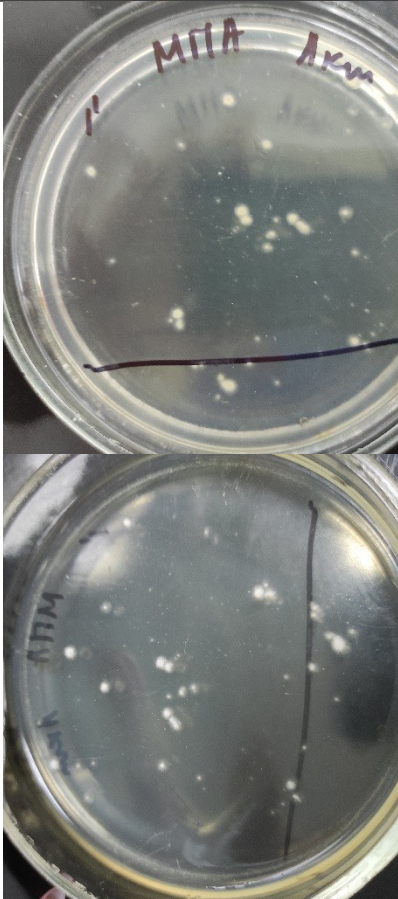
Продовження таблиці 3.5

	1	Слабкий ріст газоном, колонії пригнічені та слабо розвинені		
	10	Зменшення росту газоном, пригнічення активності колоній		

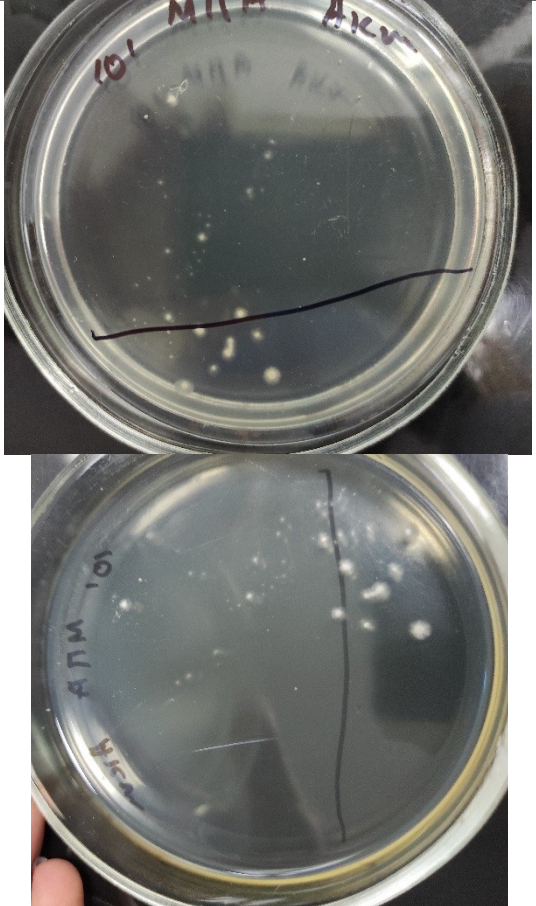
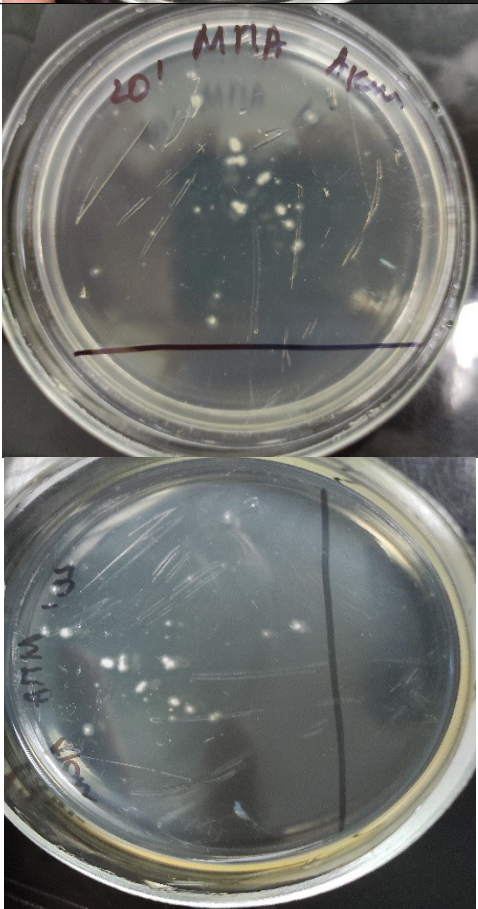
Продовження таблиці 3.5

	20	Слабкий ріст під екраном, яскраво виражена пригніченість росту	
	30	Ріст не виявлено	
	40	Ріст не виявлено	

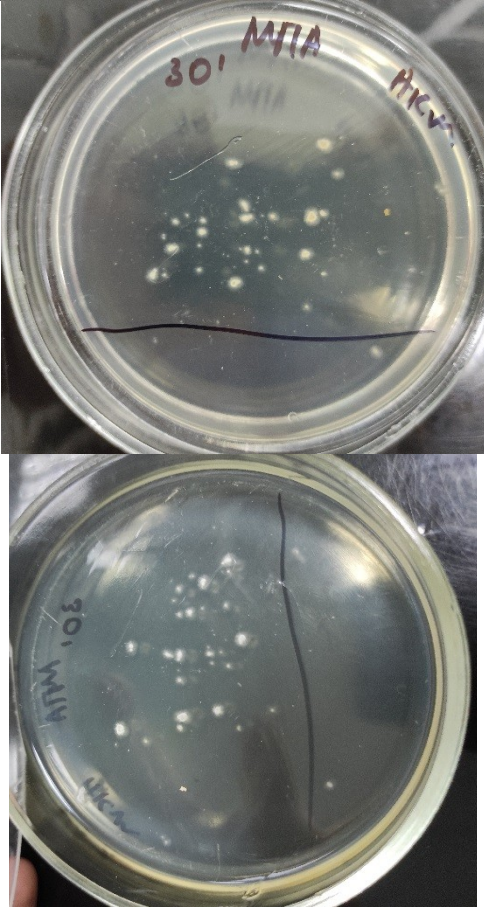
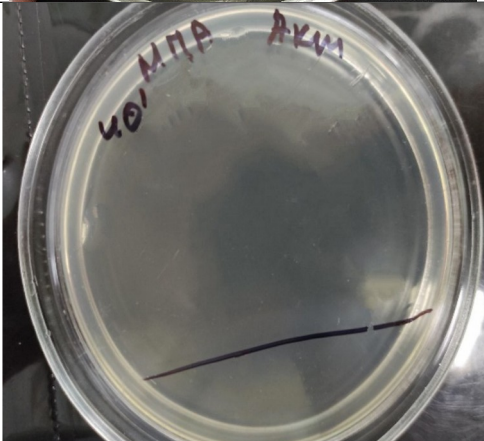
Продовження таблиці 3.5

Актиноміцети	Контрольний зразок	Ріст поверхневий з глибинними проростаннями, міцелій добре розвинений		
	1	Ріст ізольованими колоніями по всій чашці $40 \cdot 10^1$		

Продовження таблиці 3.5

	10	<p>Ріст ізольованими колоніями. Краще розвинені колонії під екраном, позаним пригнічений розвиток</p> <p>$35 \cdot 10^1$</p>		
	20	<p>Ріст ізольованими колоніями, які добре розвинені</p> <p>$29 \cdot 10^1$</p>		

Закінчення таблиці 3.5

	30	Ріст окремими колоніями, які добре розвинені $15 \cdot 10^1$		
	40	Ріст не виявлено		

За даним експериментом було доведено, що молочнокислі бактерії стійкі до ультрафіолетового опромінення, проявляючи високу стійкість, навіть при 60 хвилинному опроміненні ультрафіолетом. В той час коли грибкові мікроорганізми гинуть при 30-40 хвилинах опромінення.

Базуючись на наукові напрацювання Кваснікова Є.І [CITATION Квa75 M 1058], можна стверджувати, що під дією ультрафіолетового опромінення молочнокислі бактерії не інгібуються, а мутують та підвищують свою антагоністичну активність.

В умовах експерименту біологічні об'єкти підлягали впливу екстремальних факторів опромінення, в наслідок чого відбулися зміни стану даних об'єктів, які виникли в результаті взаємодії зі стрес-факторами і у нього виникає адаптованість, тобто прилаштування до поточних зовнішніх факторів. Специфічність біологічних систем та їх адаптації вивчає стрес біологія, яка дає відповідь за допомогою якого механізму змінюється початковий стан об'єкту. Дані МКБ під впливом УФ перешли у стан гіпербіозу (наджививаємість), як більш високий структурний рівень надійності, які зумовлені генетичним та багаторівневим потенціалами, а сухість колоній, зменшення їх розміру попов'язаний із відповіддю даних таксономічних груп на стресовий фактор (адаптивна відповідь) і на той випадок адаптуючої дії інших за своєю природою факторів – термоадаптивна та хемоадаптивна відповідь.

Адаптація молочнокислих бактерій визначає та розкриває механізми, які забезпечують їх ріст, розвиток, розмноження та філогенез. Дані МКБ здатні до самоорганізації, саморозвитку, самовідтворення. МКБ успішно подолали ауто-кризи і виробили адаптацію до зовнішніх та внутрішніх стрес-факторів. Незважаючи на стійкість біологічних об'єктів до дії екстремальних факторів екстремально низьких або високих температур, важких металів, іонізуючої радіації та випромінення, МКБ є одним з найбільш цікавим напрямком стрес біології.

3.2.2. Результати методу визначення чутливості МКБ в експоненційній фазі росту до УФ опромінення

Для реалізації експерименту було використано 18 годинна культуральна рідина, яку потім піддали центригуванню, з метою відділення клітин бактерій від культуральної рідини (Рис.3.4).

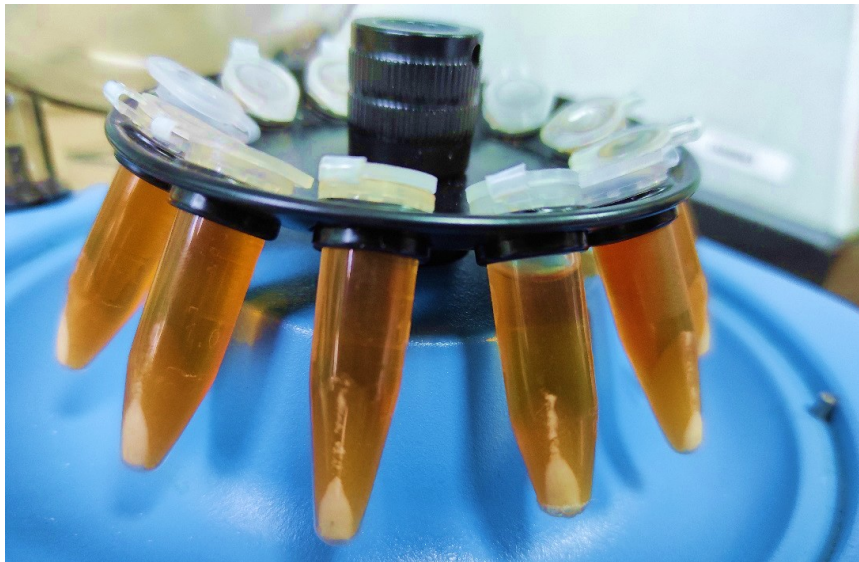


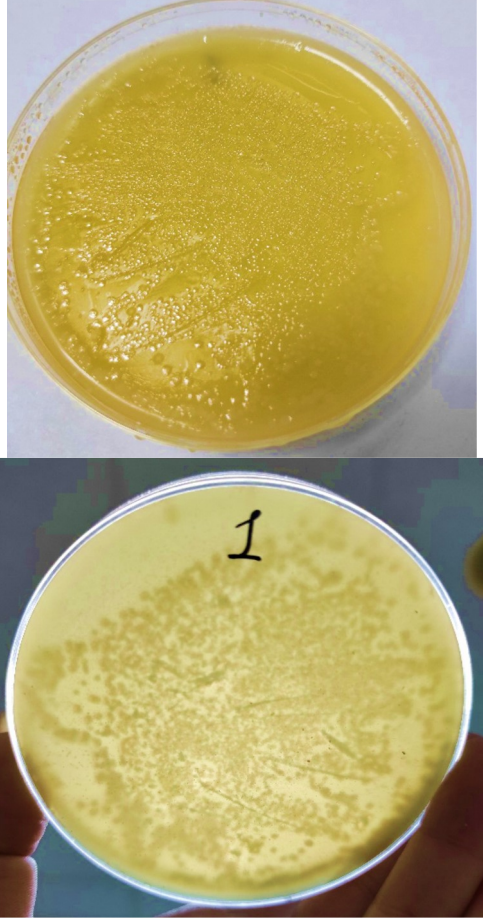
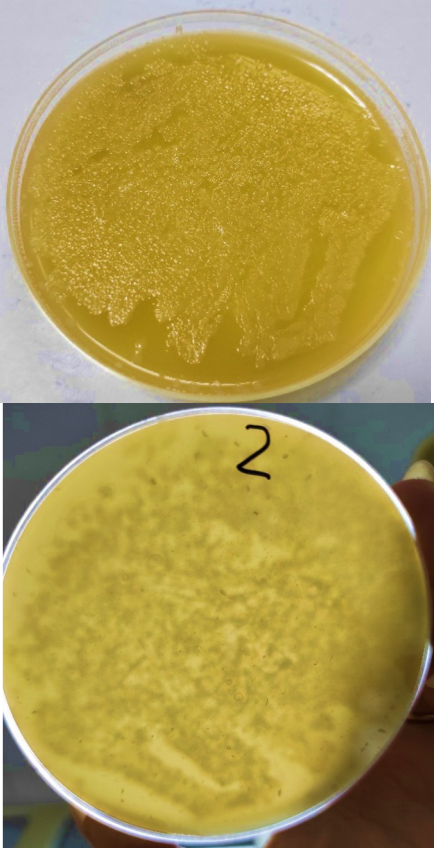
Рис.9. Осадження клітин за допомогою центрифуги

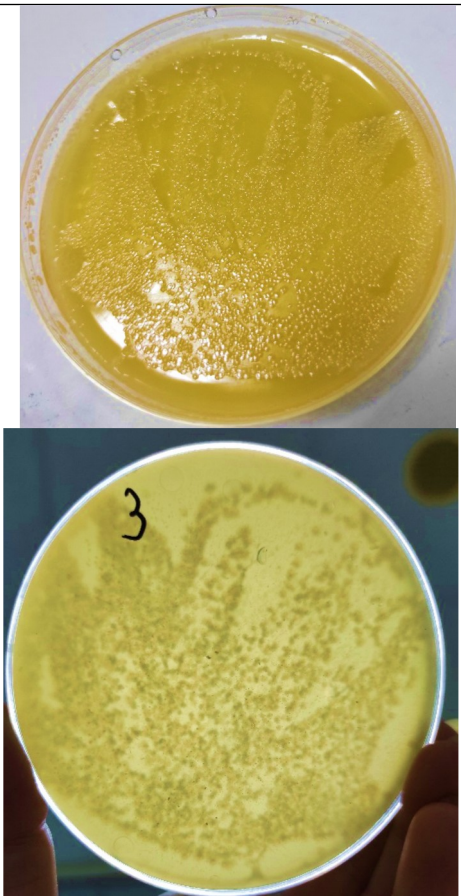
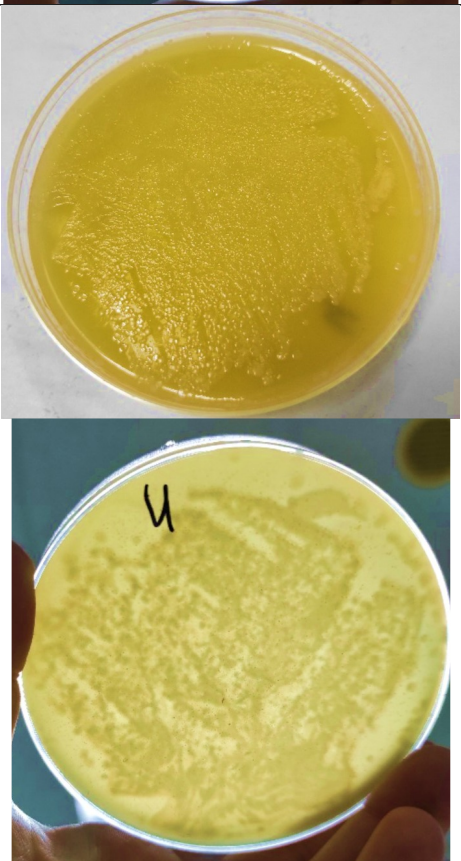
Даний осад було ресуспензовано та проведено посів на тверде середовище Лактоагар, та опромінено УФ з витримкою 30, 60, 90, 120, 240 секунд. Результати наведені в Таблиці 3.6

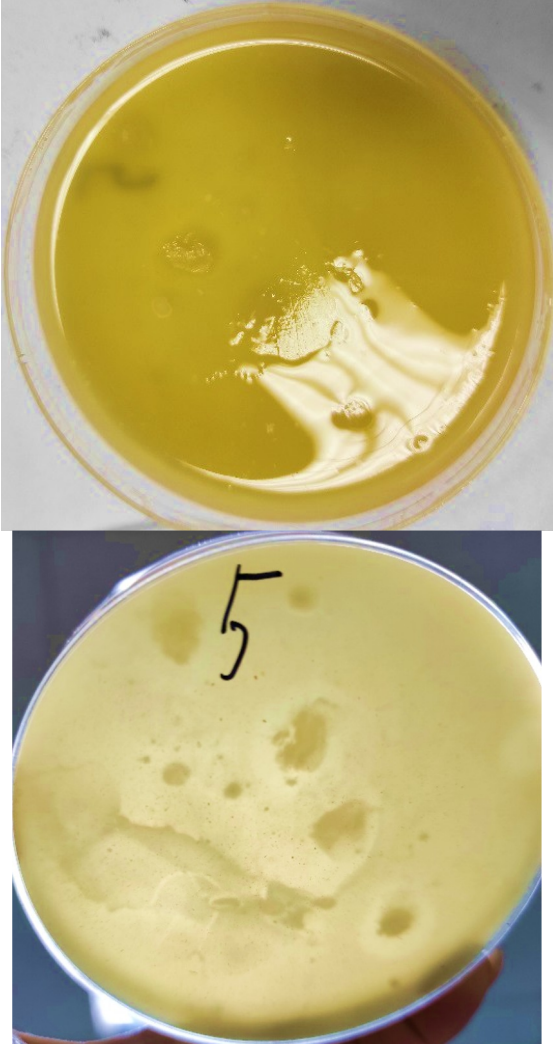
Таблиця 3.6

Результати методу визначення чутливості МКБ в експоненційній фазі росту до УФ опромінення

№	Час опромінення	КУО/см ³	Фото
	Контрольний зразок	$50 \cdot 10^7$	

1	30	$78 \cdot 10^7$	
2	60	$85 \cdot 10^7$	

3	90	$65 \cdot 10^7$	
4	120	$45 \cdot 10^7$	

5	240	$8 \cdot 10^7$	
---	-----	----------------	---

Контрольний зразок титру лактобактерій (без ультрафіолетового опромінення) становив $50 \cdot 10^7$ КУО/см³.

За результатами дослідження можна побачити, що повного подавлення мікроорганізмів УФ опроміненням не відбулося. При опроміненні УФ з витримкою 60 секунд, як і в попередньому досліді, відбулася інтенсифікація росту МКБ. Що свідчить про присутність адаптивних властивостей МКБ на генетичому рівні (темнова репарація)

3.3. Висновки до розділу

Отже, за результатами проведених досліджень, було виявлено:

1. Запропонований спосіб обробки дозволяє підвищити клас молока, оскільки кількість бактерій в готовому продукті зменшується і рівень якості молока відповідно підвищується. Даний спосіб можна здійснити як у безперервному, так і в періодичному варіантах.

2. Установки існують в різних виглядах, бактерицидні лампи встановлюють в секції, для знезараження речовин, чи використовують безпосередню лампи відкритого типу для знезараження повітря в лабораторіях, медичних приміщеннях, тощо.

3. Досліджено, що молочнокислі бактерії (*Lactobacillus helveticum* (Швейцарська паличка), *Lactobacillus acidophilum* (Ацидофільна паличка), *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Болгарська паличка), *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* (Молочна паличка), *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium infantis*) стійкі до ультрафіолетового опромінення, проявляючи високу стійкість, навіть при 60 хвилинному опроміненні ультрафіолетом. В той час коли гриби гинуть при 30-40 хвилинах опромінення. Встановлено, що критичний час опромінення на бактеріальні культури (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*) та дріжджові (*Candida tropicalis*, *Saccharomyces cerevisiae*) становить 30 хвилин.

ВИСНОВКИ

1. Мікроорганізми пристосовуватися (адаптуватися) до умов зовнішнього середовища. Кожен вид бактерій по різному адаптується. Саме тому всі штами мікроорганізмів розподілено на групи. У молоці присутні штами саме таких груп: термофільні (температура 45 - 60 °C); мезофільні (25 - 40 °C); психрофільні (5 - 10 °C). Механізми адаптації проявляються двома типами: онтогенетичний тип – прояв потенційних можливостей мікроорганізму при зміні умов існування; генетичний тип – пристосування мікроорганізму в результаті стійкої зміни генетичної інформації

2. Було визначено, що ультрафіолетове випромінювання – це електромагнітне випромінювання світлового діапазону хвиль. Під час дії короткохвильового УФ випромінювання відбуваються фотохімічні реакції, які пошкоджують структуру ДНК та призводять до утворення димерів, зазвичай піримідинових основ (тимін, урацил, цитозин), пуринові більш стійкі. Мутації виникають після SOS-репарації або SOS-реплікації. Вони викликають транзиції, трансверсії, мутації зсуву рамки зчитування, складні мутації.

3. Визначено основні методи проведення УФ опромінення, метод посіву 18 годинної мікробної суспензії по 0,1мл. Та метод посіву 18 годинної суспензії з попереднім центригуванням та відмиванням.

4. Запропонована установка проточного типу знезараження, в якій встановлено бактерицидні лампи у секції, для знезараження речовин, дозволяє підвищити клас молока, оскільки кількість бактерій в готовому продукті зменшується і рівень якості молока відповідно підвищується. Даний спосіб можна здійснити як у безперервному, так і в періодичному варіантах.

5. Досліджено, що молочнокислі бактерії (*Lactobacillus helveticum* (Швейцарська паличка), *Lactobacillus acidophilum* (Ацидофільна паличка), *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* (Болгарська паличка), *Lactobacillus delbrueckii subsp. lactis* (Молочна паличка), *Bifidobacterium lactis*, *Bifidobacterium infantis*) стійкі до ультрафіолетового опромінення, проявляючи високу стійкість,

навіть при 60 хвилинному опроміненні ультрафіолетом. В той час коли гриби гинуть при 30-40 хвилинах опромінення. Встановлено, що критичний час опромінення на бактеріальні культури (*Bacillus subtilis*, *Bacillus cereus*) та дріжджові (*Candida tropicalis*, *Saccharomyces cerevisiae*) становить 30 хвилин.

Експериментально було доведено, що МКБ успішно долають ауто-кризи і виробляють адаптацію до зовнішніх та внутрішніх стрес-факторів. Дані МКБ під впливом УФ переходять у стан гіпербіозу (надживаємість), як більш високий структурний рівень надійності, який зумовлений генетичним та багаторівневим потенціалами, а сухість колоній, зменшення їх розміру попов'язаний із відповіддю даних таксономічних груп на стресовий фактор (адаптивна відповідь).

СПИСОК БІБЛІОГРАФІЧНИХ ПОСИЛАНЬ ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. Принципи онтогенетичної радіоадаптації / О.М. Міхеєв, Ю.В. Шиліна, М.І. Гуца, Л.Г. Овсяннікова // Наукові праці. Техногенна безпека. – 2012. – т. 185, № 173. – С. 66–71
2. Поруцкий Г.В. Биохимическая очистка сточных вод органических производств / Г.В. Поруцкий. – Москва: Химия, 1975.– 256 с.
3. Микробиология. Микробиология молока и молочных продуктов / Т.В. Соляник, М.А. Гласкович. – Горки: УО "Белорусская государственная сельскохозяйственная академия", 2014. – 75 с.
4. Карасевич Н.Ю. Экстремальная адаптация микроорганизмов / Н.Ю. Карасевич. – Москва: Наука, 1975. – 175 с.
5. Микробиология / М.В. Гусев, Л.А. Минеева. – Москва: Академия, 2003. – 464 с.
6. Вембер В.В. Основи мікробіології / В.В. Вембер. – Київ: НТУУ «КПІ» , 2012. – 85 с.
7. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химических производств / А.Г. Касаткин. – Москва: Альянс, 2004. – 753 с.
8. Краснокутский Ю.В. Механизация первичной обработки молока / Ю.В. Краснокутский. – Москва: Колос, 1979. – 61 с.
9. Ковалев Ю. Н. Молочное оборудование животноводческих ферм / Ю.Н. Ковалев. – Москва: Россельхозиздат, 1987. – 367 с.
10. Твердохлеб Г.В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб. – Москва: Агропромиздат, 1991. – 463 с.
11. Твердохлеб Г.В. Технология молока и молочных продуктов / Г.В. Твердохлеб. – Москва: ДеЛи принт, 2006. – 616 с.
12. Бартон Г. Стерилизация молока / Г. Бартон. – Москва: Легкая пищевая промышленность, 1972. – 79 с.

13. Schneider S.A. Stability of Vitamin D in fluid milk / S.A.Schneider // J. Foods, 1989.– V.86, № 9. – P.12–18
14. Рогов И.А. Физические методы обработки пищевых продуктов / И.А. Рогов. – Москва: Пищевая промышленность, 1974. – 584 с.
15. Леонова И.Б. Основы микробиологии / И.Б.Леонова. – Москва: Юрайт, 2019. – 298 с.
16. Radiation pasteurization of food / D.W. Thayer, E.S. Josephson, A.Brynjolfsson, G.G. Giddings // J. Foods, 1996. – № 7. – P. 45–74
17. Хамнаева Н.И. Нетрадиционные методы обеззараживания / Н.И. Хамнаева // Современные наукоемкие технологии, 2004. – №5. – С. 96–97
18. Michaelson M. Biological effects and health / M.Michaelson // J. Plenum Press,1987. – № 3. – P. 1–14
19. Лурье Л.И. Применение мощных установок ионизирующего излучения в сельском хозяйстве / Л.И.Лурье. – Москва: Агропромиздат, 1967. – 236 с.
20. Бредихин С.А. Технология и техника переработки молока / С.А. Бредихин. – Москва: Колосс, 2003. – 400 с.
21. Гизатулин В.Г. Пастеризация молока инфракрасным излучением / В.Г. Гизатулин // Вестник сельскохозяйственной науки, 1976.–№10.– С. 89–96
22. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности / А.С. Гинзбург. – Москва: Пищевая промышленность, 1973. – 235 с.
23. Готлиб М. Активизация современный способ пастеризации / М. Готлиб. – Москва: Сельхозтехника-72, 1972. – 145 с.
24. Гизатулин В.Г. Исследование по обоснованию параметров и режимов установок для обработки молока инфракрасным излучением на животноводческих фермах: дис.канд.техн.наук: 05.20.02 / В.Г. Гизатулин. – Москва: ГНУ ВИЭСХ, 1975. – 284 с.
25. Исакова Э.Д. Применение инфракрасного излучения в пищевой промышленности / Э.Д. Исакова. – Москва: ЦИНТИпищепром, 1961. – 44 с.
26. Рогов И.А. Применение инфракрасного излучения / И.А. Рогов. – Москва: Агропромиздат, 1988. – 272 с.

27. Серветник-Чалая Г. Влияние пастеризации молока / Г. Серветник-Чалая // Молочное и мясное скотоводство, 1983. – №1. – С. 15–16
28. Ashton T.R. Ultra-high temperature treatment of milk and milk / T.R. Ashton // J. World animal, 1977. – №3. – P. 37–43
29. Племянникова Н.Н. Ультрафиолетовое излучение / Н.Н. Племянникова. – Москва: Медицина, 1966. – 381 с.
30. Чумаченко В.А. Содержание витамина D в молоке в зависимости от дозы УФИ / В.А. Чумаченко // Животноводство, 1976. – №1. – С. 75-76
31. Влияние ультраструйной обработки / В.И. Ганина, И.Д. Мурашов, В.В. Морозова // Молочная промышленность, 2016. – №9. – С. 22–23
32. Полянский К.К. Химия и физика молока и молочных продуктов / К.К. Полянский. – Воронеж: ВГТА, 2003. – 180 с.
33. Фотобиология / С.В. Конев, И.Д. Волоотовский. – Минск: БГУ им. В.И. Ленина, 1979. – 384 с.
34. Устойчивость антарктических микроорганизмов к УФ радиации / В.А. Романовская, В.В. Парфенова и др // Микробиология, 2011. – №3. – С.1–6
35. Устройство для обработки жидкостей уф-излучением: Патент RU 2 450 978 С2 / Ф.В. Кармазинов, А.К. Кинебас. – № 2010132397/05, заял. 02.08.2010, опубл. 20.05.2012, Бюл. №14. – 7 с.
36. УФ-реактор обработки: Патент RU 2 470 669 С2 / Кит Дж. Берчер. – №2009120717/15, заявл.02.11.2007, опубл.27.12.2012 Бюл. №36. – 27 с.
37. Способ бактерицидной нетепловой обработки жидкой среды в потоке и устройство для его осуществления: Патент RU 2 322 937 С1/ В.Л. Зелезецкий, Е.Н. Ларин. – № 2006145720/15, заявл. 22.12.2006, опубл. 27.04.2008, Бюл. №12. – 13 с.
38. УФ-стерилизатор жидкости: Патент RU 2535077С2 / М.Р. Сноуболл. – №2011148128/15, заявл.28.04.2010, опубл.10.12.2014, Бюл. № 34. – 21 с.
39. Compound induced mutation breeding method of high-producing ethanol dehydrogenase and bacillus aceticus: Patent CN103352035A / Ming Dynasty Wang, Tao Li Wen Li, Tongxiang Shan Yuwei . – №201310292859, stated 2013.07.12, publ. 2013.10.16, Bul. №3. – 5 p.

40. Пасхин Н.Н. Методы очистки молока / Н.Н. Пасхин. – Переработка молока, 2005. – №12. – С. 10–12
41. Применение ультрафиолетового излучения в современной медицине / П.С. Маркевич, А.В. Алехнович, А.М. Кисленко, А.А. Есипов // Военно-медицинский журнал, 2019. – №3. – С. 7–9
42. Ультрафиолетовое излучение / Всемирная организация здравоохранения. – Женева: Медицина, 1995. – 394 с.
43. Дугиева Д.А. Ультрафиолетовое излучение / Д.А. Дугиева // Молодой ученый, 2020. – т. 5, №295. – С. 1-2
44. Жидецкий В.Ц. Основи охорони праці / В.Ц. Жидецкий. – Львів: Афіша, 2004. – 319 с.
45. Гребнева Е.А. Природа и возможные механизмы образования потенциальных мутаций, возникающих при появлении тиминовых димеров после облучения двухцепочечной ДНК ультрафиолетовым светом / Е.А. Гребнева // Біополімери і клітина, 2002. – т.18, № 3. – С. 205–218
46. Гребнева Е.Г. Молекулярные механизмы образования мутаций замены оснований при пострепликативной SOS-репарации двухцепочечной ДНК, содержащей тиминовые / Е.Г. Гребнева // Біополімери і клітина, 2001. – т.17, № 3. – С. 487–500
47. Франк-Каменецкий М.Д. Самая главная молекула / М.Д. Франк-Каменецкий. – Москва: Наука, 1983. – 345 с.
48. Кочетков Н.К. Органическая химия нуклеиновых кислот / Н.К. Кочетков. – Москва: Химия, 1970. – 720 с.
49. Hutchinson F. Chemical changes induces in DNA by ionizing / F. Hutchinson // Progress in Nucleic Acid Research and Molecular Biology, 1985. – V.32. – P. 115—154
50. The mechanism of untargeted mutagenesis in UV-irradiated yeast / C.W. Lawrence, R.B. Christensen // National Library of Medicine, 1982. – №186. – P. 1–9
51. Lawrence C.W. Laci sequence changes / C.W. Lawrence. – J.Radiat.Res., 1987. – №2. – P. 538–543

52. Возможные молекулярные механизмы образования мутаций немишенного типа при SOS-решткании двухцепочечной ДНК / Е.А. Гребнева, М.О. Иванов // Біополімери і клітина, 2001. – т.17, №5. – С. 388–395
53. Молекулярные механизмы правильности биосинтеза нуклеиновых кислот. Сравнение результатов компьютерного моделирования с экспериментальными данными / В.И. Полтев, Н.В. Шулюпина, В.И. Брусков // Молекулярная биология, 1998. – т.32, №2. – С. 268–276
54. Бреслер С.Е. О решенных и нерешенных проблемах мутагенеза / С.Е. Бреслер // Повреждение и репарация, 1980. – №5. – С.16–26
55. Крутяков В.М. Рациональная регуляция ДНК-полимеразного мутагенеза и автономные-экзонуклеазы / В.М. Крутяков // Молекулярная биология, 1998. – т.32, №2. – С. 229–232
56. Бухарин О.В. Механизмы выживания микроорганизмов / О.В. Бухарин. – Москва: Медицина, 2005. – 367 с.
57. Молекулярная биология / Н.Н. Мушкамбаров, С.Н. Кузнецов. – Москва, 2003. – 534 с.
58. Ефимочкина Н.Р. Наиболее значимые виды микроорганизмов молока и молочной продукции / Н.Р. Ефимочкина // Молочная промышленность, 2016. – № 10. – С. 43–48
59. Полянская И.С. Как работают молочнокислые микроорганизмы / И.С. Полянская // Молочная промышленность, 2014. – №12. – С. 52–53
60. Сорокина Н.П. Производство ферментированных молочных продуктов и сыров: состав и свойства заквасочной микрофлоры / Н.П. Сорокина // Молочная промышленность, 2013. – № 6. – С. 38–40
61. Артюхова С.И. Использование пробиотиков и пребиотиков в биотехнологии производства биопродуктов / С.И. Артюхова. – Омск: ОмГТУ, 2010. – 112 с.
62. Степаненко П.П. Микробиология молока и молочных продуктов / П.П. Степаненко // ООО «Все для Вас –Подмосковье», 1999. – 415 с.

63. Банникова Л.А. Селекция молочнокислых бактерий и их применение в молочной промышленности / Л.А. Банникова.– Москва: Пищевая промышленность, 1987. – 256 с.
64. Королева Н.С. Техническая микробиология кисломолочных продуктов / Н.С. Королева. – Москва: Пищевая промышленность, 1966. – 250с.
65. Богданов В.М. Производство и применение заквасок в молочной промышленности / В.М. Богданов. – Москва: Пищевая промышленность, 1968. – 356 с.
66. Молочнокислые бактерии и пути их использования / Е.И. Квасников, О.А. Нестеренко. – Москва: Наука, 1975. – 359 с.
67. Микробиология / В.В. Лысак, Р.А. Желдакова. – Минск: БГУ, 2002. – 430с.
68. Холодная пастеризация соков, пива и других напитков // ООО "Харьковская инженерная компания"
69. Кнорринг Г.М. Справочник для проектирования электрического освещения / Г.М. Кнорринг. – Санкт-Петербург: Энергоатомиздат, 1992. – 449с.