

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет хімічних та біофармацевтичних технологій  
Кафедра біотехнології, шкіри та хутра

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему**

«Отримання функціонального продукту на основі ферментованого  
*Lactobacillus acidophilus* яблучного соку та дослідження його властивостей»

Рівень вищої освіти другий (магістерський)

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

Освітня програма Біотехнологія високомолекулярних сполук

Виконала: студентка групи МгБТ-22

Койба А.І.

Науковий керівник: к.б.н., доц. Шидловська О.А.

Рецензент: к.б.н., доц. Юнгін О.С.

Київ 2023

## КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

## ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет	<u>хімічних та біофармацевтичних технологій</u>
Кафедра	<u>біотехнології, шкіри та хутра</u>
Рівень вищої освіти	<u>другий (магістерський)</u>
Спеціальність	<u>162 Біотехнології та біоінженерія</u>
Освітня програма	<u>Біотехнологія високомолекулярних сполук</u>

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри БШХ

\_\_\_\_\_ Олена МОКРОУСОВА

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ**

**Койбі Анастасії Ігорівні**

1. Тема кваліфікаційної роботи: **Отримання функціонального продукту на основі ферментованого *Lactobacillus acidophilus* яблучного соку та дослідження його властивостей**

Науковий керівник роботи Шидловська Ольга Андріївна, к.б.н., доц.  
затверджені наказом КНУТД від «12» вересня 2023 року №210-уч.

2. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: завдання на кваліфікаційну роботу; наукова література щодо властивостей ферментованих соків та безлактозних продуктів, результати досліджень ферментації яблучного соку за допомогою молочно-кислої бактерії *Lactobacillus acidophilus*; матеріали науково-дослідної та переддипломної практик.

3. Зміст кваліфікаційної роботи: вступ, огляд літератури, матеріали і методи дослідження, результати дослідження та їх обговорення, висновки, список використаних джерел, додатки.

4. Дата видачі завдання 12.09.2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапу кваліфікаційної роботи	Орієнтовний терміни виконання	Примітка про виконання
1	Вступ		
2	Розділ 1 Огляд літератури		
3	Розділ 2 Матеріали і методи дослідження		
4	Розділ 3 Результати дослідження та їх обговорення		
5	Висновки		
6	Оформлення кваліфікаційної роботи (чистовий варіант)		
7	Подача кваліфікаційної роботи науковому керівнику для відгуку		
8	Подача кваліфікаційної роботи для рецензування (за 14 днів дозахисту)		
9	Перевірка кваліфікаційної роботи на наявність ознак плагіату та текстових співпадінь (за 10 днів до захисту)		
	Подання кваліфікаційної роботи на підпис завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту)		

З завданням ознайомлений:

Студентка \_\_\_\_\_ Анастасія КОЙБА

Науковий керівник роботи \_\_\_\_\_ Ольга ШИДЛОВСЬКА

## АНОТАЦІЯ

**Койба А. І. Отримання функціонального продукту на основі ферментованого *Lactobacillus acidophilus* яблучного соку та дослідження його властивостей. – Рукопис.**

Кваліфікаційна робота за спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерії.  
– Кивський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2023 рік.

В кваліфікаційній роботі проведено дослідження можливості ферментації яблучного соку за допомогою *Lactobacillus acidophilus*. Ферментація з *L. acidophilus* може впливати на ароматичні сполуки у яблучному соку, збільшуючи загальну насиченість ферментованого продукту, що покращує його сприйняття. Ферментація яблучного соку з використанням *L. acidophilus* призводить до підвищення концентрації магнію та загальної кислотності без попереднього додавання глюкози на 42,7%, а з додаванням глюкози на початку ферментації підвищується концентрація вітаміну С. Отримані в роботі результати вказують на можливість регулювання складу та якості яблучних напоїв в харчовій промисловості при використанні ферментації за допомогою *L. acidophilus*. Цей дослідження служить важливим кроком у розумінні процесів ферментації яблучного соку з метою покращення якості та корисних властивостей кінцевого продукту

*Ключові слова: Lactobacillus acidophilus, ферментований сік, біотехнологія, молочнокислі бактерії, пробіотичні властивості.*

## ABSTRACT

**Koiba A. I. Preparation of a functional product based on apple juice fermented with *Lactobacillus acidophilus* and study of its properties. – Manuscript.**

Qualification work on specialty 162 Biotechnology and bioengineering. – Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2023.

In the qualification work, the possibility of fermenting apple juice with *Lactobacillus acidophilus* was investigated. Fermentation with *L. acidophilus* can affect the flavor compounds in apple juice, increasing the overall saturation of the fermented product, which improves its perception. Fermentation of apple juice using *L. acidophilus* leads to an increase in the concentration of magnesium and total acidity without the preliminary addition of glucose by 42.7%, and with the addition of glucose at the beginning of fermentation, the concentration of vitamin C increases. The results obtained in this work indicate the possibility of regulating the composition and quality of apple beverages in the food industry using fermentation with *L. acidophilus*. This study serves as an important step in understanding the fermentation processes of apple juice in order to improve the quality and health benefits of the final product.

*Key words: Lactobacillus acidophilus, fermented juice, biotechnology, lactic acid bacteria, probiotic properties.*

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ .....	11
1.1 Огляд захворювання на непереносимість лактози та видів безлактозних продуктів .....	11
1.2 Характеристика молочнокислих бактерій та їх бродіння.....	20
1.3 Характеристика біологічного агента.....	31
1.4. Пробіотичні властивості молочнокислих бактерій .....	35
1.5 Ферментовані напої .....	42
Висновок до розділу 1 .....	50
РОЗДІЛ 2 МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ .....	51
2.1 Вирощування культури <i>Lactobacillus acidophilus</i> .....	51
2.2 Приготування яблучного соку .....	52
2.3 Визначення магнію .....	53
2.4 Визначення глюкози .....	54
2.5 Визначення калію.....	55
2.6 Визначення вітаміну С .....	56
2.7 Визначення загальної кислотності та концентрації яблучної кислоти .....	58
2.8 Методика визначення органолептичних показників.....	59
2.9 Методика порівняння даних .....	60
Висновок до розділу 2 .....	60
РОЗДІЛ 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ .....	62
3.1 Результати органолептичних досліджень.....	62
3.2 Дослідження концентрації магнію .....	64
3.3 Дослідження концентрації калію .....	65
3.4 Визначення концентрації вітаміну С .....	66
3.5 Дослідження вмісту глюкози .....	67
3.6 Дослідження показника загальної кислотності .....	68

	7
Висновок до розділу 3 .....	69
ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	72
ДОДАТКИ.....	75

## ВСТУП

**Актуальність теми.** На сьогоднішній день дослідження функціональних продуктів, зокрема на основі ферментованого яблучного соку, є актуальною та перспективною галуззю наукових досліджень і харчової промисловості. Однією з ключових складових цієї актуальності є використання молочнокислих бактерій, зокрема *Lactobacillus acidophilus*, для ферментації яблучного соку та створення продукту з покращеними характеристиками. Зростає інтерес споживачів до продуктів, які мають корисні властивості для здоров'я. Функціональні продукти, збагачені пробіотиками, такі як *Lactobacillus acidophilus*, можуть мати позитивний вплив на шлунково-кишковий тракт і загальний стан організму.

**Мета дослідження.** Метою дослідження було отримання функціонального продукту на основі ферментованого яблучного соку з використанням молочнокислих бактерій *Lactobacillus acidophilus* та дослідження його властивостей.

**Завдання дослідження.** Завданнями дослідження було:

- здійснити підготовку яблучного соку як сировини для ферментації;
- провести процес ферментації яблучного соку за допомогою *Lactobacillus acidophilus*;
- провести оцінку органолептичних характеристик продукту;
- зробити фізико-хімічний аналіз отриманого продукту, зокрема визначити вміст магнію, калію, глюкози, вітаміну С та загальну кислотність;
- проаналізувати отримані дані із застосуванням методів статистики;
- зробити висновки щодо корисних властивостей ферментованого яблучного соку.

**Об'єкт дослідження.** Об'єктом дослідження є отримання функціонального продукту на основі ферментованого *Lactobacillus acidophilus* яблучного соку.



**Предмет дослідження.** Предметом дослідження є характеристики та властивості функціонального продукту, отриманого на основі ферментації яблучного соку молочнокислими бактеріями *Lactobacillus acidophilus*.

**Методи дослідження.** В роботі використовували загальноприйняті методи: біологічні та мікробіологічні для проведення підготовки молочно-кислої бактерії *L. acidophilus* та ферментації яблучного соку *L. acidophilus*; фізико-хімічні для визначення концентрації магнію, калію, глюкози, вітаміну С та загальної кислотності, аналітичні та статистичні для обробки отриманих даних та формування загальних висновків.

**Наукова новизна.** Наукова новизна роботи полягає у використанні *L. acidophilus* для ферментації свіжевичавленого пастеризованого яблучного соку з яблук сорту Голден. Дана робота демонструє можливість регулювання кінцевих характеристик ферментованого яблучного соку зміною параметрів ферментації, зокрема внесенням глюкози перед початком процесу.

**Практичне значення.** Результати дослідження можуть мати важливе практичне значення для харчової промисловості, оскільки функціональні продукти, збагачені пробіотиками, такі як *Lactobacillus acidophilus*, можуть стати популярними серед споживачів із захворюванням на непереносимість лактози. Функціональний продукт на основі ферментованого *L. acidophilus* яблучного соку можуть мати корисний вплив на здоров'я людини, сприяти покращенню шлунково-кишкового тракту та загального стану організму.

**Апробація.** Отримані результати дослідження були представлені на III Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції "Проблеми та досягнення сучасної біотехнології", м. Харків, 24 березня 2023р (додатки А та Б).

**Публікації.** Результати дослідження були опубліковані у науковому журналі та збірнику наукової конференції:

1. "Аналіз властивостей ферментованого *L. acidophilus* соку" – опублікована у збірці III Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції "Проблеми та досягнення сучасної біотехнології" (2023 рік, додатки А та Б).

2. "Отримання функціонального продукту на основі ферментованого *Lactobacillus acidophilus* яблучного соку та дослідження його властивостей" – опублікована у науковому журналі "Біологічні системи: теорія та інновації" (2023 рік, додатки В та Д).

**Структура і обсяг.** Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел (35 найменувань) та додатків. Загальний обсяг магістерської роботи складає 66 сторінок комп'ютерного тексту.

## РОЗДІЛ 1

### ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

#### 1.1 Огляд захворювання на непереносимість лактози та видів безлактозних продуктів

Безлактозні продукти – це продукти, вироблені без використання лактози, цукру, який міститься в молоці та молочних продуктах. Лактоза – дисахарид, що складається з частинок галактози та глюкози [1]. Непереносимість лактози (LI) виникає, коли тонкий кишечник не виробляє достатньо ферментів лактази для перетравлення лактози, цукру, який міститься в молоці [2].

Непереносимість лактози поширена в усьому світі, хоча її частота різна в різних країнах. За даними ВООЗ, в Європі непереносимість лактози має 12-17% населення, в Україні – 15-35% дорослих. Непереносимість лактози має високу поширеність у всьому світі, коливаючись від 57% до 65% [3].

Цей стан виникає з однієї з двох причин: генетично детермінована неперсистенція лактази або наявність іншого шлунково-кишкового розладу [2]. Для цієї групи людей необхідно розробити спеціальні, безлактозні та низьколактозні молочні продукти. Перспективним напрямком розвитку молочної промисловості є цільове виробництво напоїв і продуктів, спеціально розроблених для людей з непереносимістю лактози.

Залежно від того, наскільки добре всмоктується лактоза в тонкій кишці, порушення всмоктування поділяють на: мальабсорбцію – часткова несприйнятливість до лактози, яка характеризується неповним її всмоктуванням стінками кишківника, та інтолерантність до лактози – повна несприйнятливість до неї організму. Симптоми непереносимості лактози зазвичай не виникають, якщо активність лактази перевищує 50%. Цей стан характерний для пацієнтів із порушенням всмоктування, які можуть безпечно споживати до 12 г лактози на день, що еквівалентно 250 мл молока, не порушуючи роботу шлунково-кишкового тракту [4].

Молочні продукти є невід'ємною частиною щоденного раціону. Але головною причиною відмови від молока є непереносимість молочного цукру (лактози). Тому актуальною є проблема виведення лактози з молока та молочних продуктів. Оскільки молоко та молочні продукти є цінними джерелами незамінних поживних речовин, їх виключення з раціону призведе до недостатнього надходження багатьох корисних речовин, що призведе до зниження фізичної працездатності та рівня стійкості до захворювань та інших несприятливих факторів зовнішнього середовища [5]. Тому перспективним вирішенням цієї проблеми є технологія створення молочних продуктів, вільних від лактози або зі зниженим її вмістом.

За вмістом лактози молочні продукти в країнах ЄС поділяються на [4]:

1) низьколактозні – вміст лактози в яких не більше ніж 1 г на 100 г готового продукту; вони можуть бути призначені для споживання особам з мальабсорбцією лактози;

2) безлактозні – вміст лактози в яких не більше ніж 0.1 г на 100 г готового продукту; такі продукти призначені для споживання особам, які мають інтолерантність до лактози.

Типи безлактозних продуктів:

1. Молоко без лактози: виробляється шляхом обробки звичайного молока ферментом лактазою, який розщеплює лактозу на глюкозу та галактозу.

2. Сир без лактози: можна знайти безлактозні версії різних видів сирів, таких як чеддер, моцарела, пармезан, котедж чиз та ін.

3. Йогурт без лактози.

4. Масло без лактози: традиційне це звичайне масло, в яке додають ензим лактазу для розкладання лактози.

5. Інші молочні продукти без лактози: це можуть бути крем, сметана, заміник молочної сироватки, морозів та інші.

Типи безлактозних напоїв:

1. Рослинне молоко без лактози: ці напої виготовлені з таких рослин, як соя, рис, кокос, гречка та інші. Вони містять рослинний білок замість білка молока та не містять лактозу.

2. Соєве молоко.

3. Мигдальне молоко: це напій, виготовлений з мигдалів, має солодкий смак та високий вміст вітаміну Е.

4. Вівсяне молоко:

Глобальний ринок безлактозних і низьколактозних молочних продуктів сегментований за типом продукту та географією. Відповідно до першої ознаки сегментовані молочні продукти, як показано на рис. 1 [6].



Рис. 1.1. Сегментація світового ринку безлактозної та низьколактозної молочної продукції за видом [6]

Молоко. У багатьох країнах доступні різні форми молока без лактози. В даний час існує два основні методи виробництва цього спеціального молока для людей з непереносимістю (серійний і асептичний), і обидва з них використовують розчинні ферменти лактази.

Перший – це періодичний процес, який включає попередню гідролізу обробку, під час якої до сирого молока додають нейтральну лактазу та інкубують із помірним перемішуванням для запобігання емульгування, зазвичай протягом приблизно 24 годин. Крім того, оскільки молоко ще не пастеризоване, процес

проводять при 4–8 °С, щоб придушити ріст мікробів. Після виведення молоко пастеризують, гомогенізують і фасують. Оскільки фермент інактивується на етапі стерилізації/пастеризації, у кінцевому продукті не залишається залишкової активності ферменту. Ферменти, які використовуються в цьому процесі, є високоактивними при низькому й нейтральному рН і низьких температурах, тому їх використовують у відносно великих кількостях.

Для зменшення подвоєння солодощі та відновлення нормальних смакових якостей після гідролізу лактози застосовують ультрафільтрацію та нанофільтрацію або хроматографічні методи (поряд з гідролізом залишкової лактози)

Другий метод — це асептичний постгідролізний процес, під час якого молоко стерилізують за допомогою процедури надвисокої температури (УНТ). Потім перед пакуванням у молоко додають стерильний препарат лактази. Перетворення лактози відбувається безпосередньо в упаковці молока, і оскільки УНТ молоко зазвичай перебуває на карантині близько 3 днів, є достатньо часу для гідролізу, перш ніж продукт відправляється в роздрібну торгівлю. Завдяки високій температурі та часу інкубації цього методу використання ферменту може бути значно меншим порівняно з періодичним процесом [7].

**Сир.** На ринку є багато безлактозних видів сиру. Ці сири виробляють шляхом інкубації сирного молока з лактазою перед сичужуванням. Ця методика в основному використовується для молодих свіжих сирів, які містять багато лактози.

Під час виробництва сиру молоко згущується, а сирна маса (тверда частина) відділяється від сироватки (рідкої частини, яка містить більшу частину лактози). Сироватку зливають перед виготовленням сиру, тому вилучається досить багато лактози. Сирна маса, яка використовується для виготовлення твердих сирів, містить менше вологи (сироватки), ніж ті, що використовуються для виготовлення м'яких сирів, тому м'які сири містять більше лактози, ніж тверді [7].

Додаткова волога втрачається під час процесу старіння сиру. Крім того, інкубація з лактазою не потрібна, оскільки молочнокислі бактерії споживають всю лактозу в сирі під час процесу старіння твердих і зрілих сирів. Чим довше дозріває сир, тим менше лактози залишається в кінцевому продукті, тому концентрація лактози в твердих (довгостиглих) сирах зазвичай низька .

Parmigiano Reggiano PDO є прикладом різновиду твердого сиру; він природним чином виготовляється з до 30% води та до 70% поживних речовин, особливо білка, кальцію та фосфору.

**Йогурт.** Йогурт - це ферментована їжа, виготовлена з ферментованого молока, яке містить живі бактерії. Він багатий такими поживними речовинами, як кальцій, рибофлавін, вітаміни B6, B12, білок і пробіотики (живі мікроорганізми, які покращують здоров'я господаря завдяки сприятливому впливу на шлунково-кишковий тракт. Деякі йогуртові культури мікроорганізмів, таких як *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* і *S. thermophilus* можуть виробляти  $\beta$ -галактозидазу як частину свого шляху утилізації лактози та можуть полегшувати перетравлення лактози *in vivo* [8].

Незважаючи на це, вміст лактози лише частково знижується під час первісного бродіння йогурту, і більша частина лактози зберігається в готовому продукті . Коли йогурт їдять, живі організми, які містять внутрішньоклітинну  $\beta$ -галактозидазу, ймовірно, виживають у кислому середовищі шлунка та досягають тонкої кишки, де вони проникають жовчними кислотами та вивільняють  $\beta$ -галактозидазу в просвіт. Таким чином, будь-яка лактоза гідролізується бактеріальною  $\beta$ -галактозидазою, а глюкоза і галактоза поглинаються епітелієм кишечника. Тим не менш, у багатьох систематичних оглядах описано, що ці пробіотичні бактерії можуть відрізнитися за своєю здатністю покращувати травлення лактози та зменшувати симптоми неправильного травлення.

Останнім часом на ринку стали популярні так звані безлактозні рослинні продукти, на основі білків зернових культур і горіхів (овеса, рису, гречки, сої, кокоса, мигдалю та ін.) з нульовим вмістом лактози [9].

Сьогодні в молочних продуктах використовуються технологічні прийоми зниження вмісту лактози при її розщепленні в процесі виробництва продукту. Найпоширенішим у світі способом зниження вмісту лактози в молоці є додавання в продукт лактази. Цей фермент розщеплює 98% лактози в молоці. Отже, якщо літр звичайного молока містить близько 50 г лактози (4,8 г на 100 г), після додавання ферментів залишиться не більше 1% лактози. У результаті більша частина лактози розщеплюється на простіші цукру - глюкозу і галактозу. Це молоко називається низьколактозним (Нула). Початковий склад молока збережений, завдяки чому продукт максимально наближений за характеристиками до звичайного молока, але завдяки глюкозі молоко має виразну солодкість [10].

Ринок безлактозних або низьколактозних молочних продуктів переживає динамічний вибух. Це збільшення виробництва було пов'язане з поширенням непереносимості лактози серед населення, збільшенням медичних показань, поширенням інформації для споживачів та загальними тенденціями до здорового харчування [6]. Тому виробництво безлактозної молочної продукції є перспективним напрямком виробництва.

Шкода безлактозних продуктів не доведена. Натомість науково доведено, що безлактозна продукція зберігає більшість корисних властивостей звичайного молока, необхідних для нормального функціонування організму, а саме: фосфор, калій, кальцій та вітаміни.

Шкода безлактозних продуктів може бути в тому, що вони можуть бути приготовані з більшої кількості цукру та інших додаткових компонентів, які можуть бути шкідливими для здоров'я, якщо вони знаходяться в перевищенні. Також може бути небезпечним, якщо в людини є алергія на компонент, що входить до безлактозної продукції, це може бути соя, горіхи, глютен або консерванти.

Спостерігається збільшення попиту на продукти рослинного походження, оскільки відомо, що може існувати взаємозв'язок між овочевою дієтою та зниженням ризику таких патологій, як рак і серцево-судинні



захворювання. Соєве, мигдальне та кокосове молоко є одними з найбільш споживаних рослинних молока. Соєве молоко без лактози та холестерину, багате білком та іншими важливими сполуками, може бути корисним для профілактики серцево-судинних захворювань; коагуляції соєвого білка можна сприяти додаванням заквасок, що дозволяє отримати йогуртоподібний продукт. Крім того, продукти, отримані з кокосового молока, такі: воно не містить лактози, холестерину та містить низьку кількість насичених жирних кислот; крім того, кокосове молоко показало більші антиоксидантні властивості порівняно з козячим і коров'ячим молоком [11].

Споживання молока, у тому числі безлактозного, відіграє важливу роль у процесах зростання та розвитку дитячого організму. Регулярне вживання молока знижує ризик розвитку рахіту. Це захворювання, при якому через дефіцит вітаміну D і кальцію відбувається порушення формування кісткової тканини – кістки розм'якшуються, можуть деформуватися та ламатися.

Умовні причини шкоди від безлактозних продуктів:

Такі напої не можуть повністю замінити коров'яче молоко, тому що в них немає тваринного білка, який містить розчинні форми кальцію, який легко засвоюється організмом.

Деякі види рослинного молока мають у кілька разів більше жиру, ніж звичайне молоко. Кокосовий напій має жирність 24%, тоді як пастеризоване коров'яче молоко найчастіше 2,5 або 3,6%.

Горіхи – один з найсильніших алергенів. Тому споживання напоїв з горіхів може призвести до харчової непереносимості.

У рослинне молоко можуть додавати різні рослинні олії, які не завжди корисні.

Містить харчові добавки: консерванти, стабілізатори та емульгатори. Але найголовніше, що виробники часто додають цукор, і на його шкоду вказують вітчизняні та зарубіжні експерти.

**Кокосове молоко.** Через надмірне споживання кокосового молока можуть виникнути різні проблеми зі здоров'ям:

Гіпертонія. Перша проблема, яка виникне – це високий кров'яний тиск (гіпертонія). Це тому, що занадто багато кокосового молока може призвести до збільшення тригліцеридів, типу жиру, який організм може використовувати як резерв енергії. Це впливає на закупорку артерій і кровоносних судин.

Порушення роботи серця. Ще одна небезпека - підвищений ризик серцевих захворювань. Це пояснюється тим, що кокосове молоко постійно готується при високих температурах, що може спричинити накопичення шкідливих жирів у кокосовому молоці.

Підвищення кислотності шлунка. Порушення голодування кокосовим молоком може підвищити кислотність шлунка, особливо якщо ви їсте його на голодний шлунок. В результаті ця рідина може ускладнити перетравлення шлунком іншої їжі, тому біль у шлунку неминуча.

Підвищення холестерину. Цей стан виникає через накопичення в організмі насичених жирів. Тому не рекомендується споживати велику кількість кокосового молока та багаторазово нагрівати кокосове молоко.

**Соєве молоко.** Соєве молоко - це продукт рослинного походження, який є багатим джерелом поживних речовин. Однак соєві боби містять різноманітні шкідливі сполуки, включаючи алергени, антипоживні фактори та біогенні аміни (БА), які можуть переходити в соєве молоко.

Поширеність алергії, спричиненої сої, становить близько 1–6% у дітей молодше трьох років і близько 3–4% в дорослі. Ця алергія посилюється збільшення норми споживання сої і, як наслідок вищий вплив його білка на людину [12].

Соєвий білок (SP) виділяють із соєвих бобів, горох, конюшина. Хоча SP має певний терапевтичний ефект, велике споживання або тривале споживання SP або сирих соєвих бобів є шкідливим для здоров'я. У цьому огляді це було помічено що соєвий білок негативно впливає на залози внутрішньої секреції; канцерогенний вплив на підшлункову, молочну і щитовидну залози; токсичний вплив на нирки і печінку; і алергічні реакції.

**Побічні ефекти соєвого білка.** Хоча вважається, що SP має різні позитивні ефекти на здоров'я людини, звіти показали, що споживання більших доз SP, ніж рекомендовано, може бути шкідливим. SP містить велику кількість біоактивних речовин сполуки з токсичними та/або шкідливими ефектами. В експериментальному дослідженні порушення роботи оболонки кишкової щіткової облямівки, атрофія мікроворсинок і зниження життєздатності епітеліальних клітин спостерігався при вживанні сирої сої. Дослідники виявили, що інгібітори трипсину та лектин є інгібіторами трипсину основні білки. Лектин зв'язується з кишечником епітелію і викликають шлунково-кишкові розлади зміна корпусного механізму.

**Дослідження токсичності соєвого білка.** Дослідники повідомили, що ін'єкції водного екстракту SP у кроликів і собак було визнано смертельним. сирий екстракт містить високу уреазну активність, токсичну речовину, які викликають смерть тварин. Загалом SP виробляє два ізоферменти уреаз. Специфічною для ембріона є уреаз синтезується лише в ембріоні, що розвивається, тоді як всюдисуша уреаз виявляється у всіх тканинах, а саме культивовані клітини, листя, ембріони, коріння та оболонки насіння. Показано підвищення рівня уреаз в SP антихарчовий ефект у щурів. Ін'єкція альбуміноподібна фракція, отримана із сирих соєвих бобів, була токсичною у морських свинок.

**Вплив соєвого білка на ендокринні залози.** Велика кількість SP містить низку фітоестрогенів такі як зеністеїн, біохалін А та дайдзеїн. Більшість з фітоестрогени є потенційно ендокринними руйнівними речовинами які порушують нормальну роботу гормонів, а також репродуктивна система. Це показали різні дослідження фітоестрогени мають значний вплив на статевий розвиток з точки зору зміни часу статевого дозрівання, естрогенного циклу порушення функцій яєчників і гіпофіза а також дисфункції гіпоталамуса . Крім того, це було зазначено, що збільшення споживання SP виробляється шкідлива естрогенна та гойтрогенна діяльність [13].

**Небезпека мигдального молока для здоров'я.** Мигдаль вважається другим за популярністю горіхом у світі (після арахісу). Але він шкідливий при надлишку в раціоні. Так, регулярне вживання мигдалю може викликати проблеми з шлунково-кишковим трактом, якщо ви не п'єте достатньо води. Всім відомо, що клітковина зв'язує і виводить токсини з організму. Але надмірна кількість може позбавити організм запасів кальцію, магнію, цинку та заліза.

Шкідливий вплив мигдального молока на шлунок можливо тільки при використанні магазинних аналогів. Багато виробників додають в свою продукцію спеціальний загусник. Карагенан або карраген сприяє розвитку пухлинних захворювань, а також може перешкоджати нормальній роботі шлунково-кишкового тракту. В результаті можуть виникнути здуття живота, харчова алергія, запальні захворювання кишечника, виразка і навіть рак шлунка.

Калорійність мигдалю становить 645 ккал на 100 г: занадто висока, щоб зробити горіх регулярним перекусом. Якщо ви вживаєте їх регулярно, ви можете легко набрати вагу завдяки високому вмісту жирів у вашому раціоні.

Людам з алергією на горіхи та людям зі зниженою роботою щитовидної залози не можна пити цей напій.

## **1.2 Характеристика молочнокислих бактерій та їх бродіння**

Молочнокислі бактерії – це особлива група мікроорганізмів, які викликають молочнокисле бродіння, тобто розщеплення вуглеводів до молочної кислоти. В залежності від того, як бактерії здійснюють процес бродіння (гліколітичний чи пентозофосфатний), утворюється різна кількість молочної кислоти, тож мікроорганізми поділяють на гомоферментативні та гетероферментативні. Крім основних продуктів обміну, молочнокислі бактерії також можуть утворювати побічні продукти: CO<sub>2</sub>, оцтову кислоту, етанол, ароматичні речовини.

Молочнокислі бактерії являються основною мікробною спільнотою, яка використовується у виробництві молока. У природі молочнокислі мікроорганізми представлені кулястою і паличкоподібною формами. Відповідно

до останньої класифікації, наведеної у визначнику Берджі, молочнокислі бактерії поділяють на два окремих сімейства - *Streptococcus* і *Lactobacillus*.

З огляду на те, що ці мікроорганізми не утворюють спор, деякі вчені все ж відносять молочнокислі бактерії до *Lactobacteriaceae*. Всі молочнокислі бактерії, незалежно від класифікації, мають спільні властивості - грампозитивні (Gr+), нерухомі, не утворюють спор факультативні анаероби, не викликають видимого розпаду білків [14].

**Лактококи** - молочнокислі стрептококи поширені в навколишньому середовищі і можуть розмножуватися на багатьох субстратах: квітах, листках і плодах рослин, у ґрунті, кормах, молочних і м'ясних продуктах, кишечнику людини і тварин.

Лактококи поділяють на гомоферментативні та гетероферментативні. До гомоферментативних лактококів належать *Lactococcus lactis* і *Lactococcus cremoris*. *Lactococcus lactis* відіграє важливу роль у виробництві сирів, таких як вершковий сир, камамбер, чеддер, брі, рокфор, а також молочнокислих продуктів, таких як сметана, кефір і масло. Його також використовують для квашення таких овочів, як мариновані огірки та квашена капуста. Бактерія використовується при ферментації одношарових культур і в змішаних культурах з іншими бактеріями родів *Lactobacillus* і *Streptococcus*.

*Lactococcus lactis* (молочний лактокок) був першим мікроорганізмом, виділеним у чистій культурі Лістером у 1873 році. *Lactococcus lactis* присутній на рослинах і потрапляє в доїльне обладнання та молоко разом із пилом і частинками рослин. Деякі види *Lactococcus lactis* виробляють антибіотик нізін.

*Lactococcus cremoris* у сирому молоці зустрічається рідше, ніж *Lactococcus lactis*. Деякі штами можуть виробляти антибіотик диплококцин.

*Lactococcus diacetolactis* є генератором слабкої кислоти, але виробляє велику кількість діацетил-ароматизатора. Через це має промислове значення і є частиною заквасок для кисломолочного сиру, йогурту, сметани, вершкового масла та сирів.

Лактококи — клітини овальної форми, розміром 0,5-1,2x0,5-1,5 мкм, розташовані короткими ланцюжками або попарно, нерухомі, не утворюють спор і капсул. Являються факультативними анаеробами, отже ростуть не тільки в аеробних умовах, а й за відсутності молекулярного кисню. Вони належать до мезофільних бактерій, оптимальна температура росту 30°C, розвивається при 10°C і не розвивається при 45°C.

Як і більшість молочнокислих бактерій, лактококи потребують вітамінів: тіаміну, рибофлавіну, ніацину, пантотенової кислоти, фолієвої кислоти, піридоксину (В6). Це зумовлює позитивний вплив на ріст бактерії на середовищах із додаванням картопляного та кукурудзяного борошна.

Лактококи ростуть при більш низьких значеннях рН - від 5,5 до 8,8, а деякі при рН 2,9 - 3,2. Для лактококів і бацил характерна висока толерантність до спиртів. Їх можна вирощувати на живильних середовищах, що містять 15-18% етанолу.

Лактококи мають різну ферментативну активність. Вони зброджують вуглеводи в молочну кислоту, але зазвичай не утворюють газів [14]

**Лейконостоки** - має кулясту, злегка видовжену форму, розміром 0,5-0,7 x 0,7-1,2 мкм. Розташовуються парами або ланцюжками. Грампозитивні, нерухомі і не утворюють спор. Клітини *Leu. cremoris* розміщуються у вигляді довгих подвійних ланцюжків.

У випадку лейконостоків на морфологію клітин впливають умови росту мікроорганізму. Більшість штамів утворюють короткі ланцюжки кокоподібних клітин при культивуванні на молоці або середовищах з додаванням молока. При культивуванні в бульйоні клітини лейконостоків подовжені і можуть набувати паличкоподібної форми, що морфологічно ближче до лактобактерій, ніж до стрептококів.

Лейконостоки відносяться до факультативних анаеробів. Ростуть на спеціальних поживних середовищах. Оптимальна температура вирощування 20-30°C, мінімальна 5°C. Порівняно з лактококами лейконостоки висуває більш високі вимоги до складу живильного середовища.

Лейконостоки утворюють на щільних середовищах колонії сірувато-білого кольору з дрібних (до 1 мм в діаметрі) гладких частинок; на середовищах із сахарозою, утворюють слизисті мікроколонії. Їх хороший ріст досягається протягом 24 годин інкубації при 30°C.

Лейконостоки зброджують глюкозу і утворюють кислоти і звичайно газу, основними продуктами бродіння є етанол D(-) - ізомер молочної кислоти і ароматизатори - діацетил, ацетоїн і 2,3-бутандіол.

Лейконостоки є слабкими кислотоутворювачами, не згортає молоко, не є протеолітично активним, не утворює індолу та аміаку, не відновлює нітрати Під час росту в рідкому середовищі, що містить глюкозу, досягається кінцевий рН 4,4-5,0.

Лейконостоки володіють ліполітичною активністю. Вони взмозі розщеплювати тригліцериди, але перш за все моно- і дигліцериди, що зустрічаються в молоці, сирі та маслі після дії молочних і бактерійних ліпаз. Ліполіз вивільняє жирні кислоти (масляну, капронову, каприлову, капринову, меристинову, олеїнову) і їх продукти розпаду, що може призвести до недоліків смаку.

Лейконосток має ліполітичну активність. Вони здатні розщеплювати тригліцериди, але переважно моно- та дигліцериди, які містяться в молоці, сирі та вершковому маслі, завдяки дії молока та бактеріальних ліпаз. Під час ліполізу виділяються жирні кислоти та продукти їх розпаду [14].

**Термофільний стрептокок** - рід *Streptococcus* включає лише один вид молочнокислих коків -*Streptococcus thermophilus*.

Штами *Streptococcus thermophilus* частіше виділяють із сирого молока і використовують у поєднанні з болгарською паличкою для виробництва йогурту, ряжанки, мечниківської закваски, кисломолочних напоїв, прискореного виробництва сиру.

*Streptococcus thermophilus* — грампозитивна бактерія, клітини сферичної або овальної форми, діаметром 0,7–0,9 мкм, розміщені довгими ланцюжками, не

утворює спор і капсул. Утворює невелику кількість ацетоїну, тому знаходиться посередині між гомо- і гетероферментативними стрептококами.

Молочнокисла бактерія характеризується широким температурним діапазоном зростання - від 20 до 50 °С. Оптимальна температура 37-40°С.

Сквашує молоко через 3,5 - 6 годин з максимальною кислотністю 110 - 115 °Т. Молоко бродить швидше, якщо в нього додати дріжджовий екстракт (0,3%) і сахарозу (3%). За цих умов спостерігалось 2-кратне збільшення розміру клітин порівняно зі зростанням у звичайному молоці.

Штами безперервно зброджують лактозу, глюкозу та сахарозу, іноді рафінозу, і зазвичай не зброджують маніт, інулін, гліцерин та сорбіт.

Штами термофільних стрептококів частіше виділяють із сирого молока, їх у комбінації з болгарською паличкою використовують у виробництві ряжанки, варенця, йогурту, мечніківської простокваші, а також кисломолочних напоїв, сирів прискореного вироблення і сирів з високою температурою другого нагрівання. При цьому *Streptococcus thermophilus* починає гліколіз і стимулює зростання *Lbm. bulgaricum*. Стимулюючим чинником є мурашина кислота, яка утворюється в достатній кількості в мікроаерофільних умовах [14].

Термофільний молочнокислий стрептокок є компонентом багатьох сучасних продуктів дитячого харчування.

**Лактобактерії** належать до сімейства *Lactobacteriaceae*, роду *Lactobacterium*, який включає три підроди: *Thermobacterium* (термобактерії), *Streptobacterium* (стрептобактерії) і *Betabacterium* (бетабактерії) [14].

Термо- і стрептобактерії є гомоферментативними, тоді як бета-бактерії - гетероферментативними молочнокислими бактеріями.

Лактобактерії - палички, розташовані одиночними, парними або короткими ланцюжками розміром 4—10 × 0,5—0,6 мкм. Нерухомі, спор і капсул не утворюють, позитивно забарвлюються за Грамом (Гр+). Клітини стрептобактерій менші за клітини термобактерій і зазвичай розташовані ланцюжками. Бета-бактерії мають найдрібніші і найтонші клітини.



Вони не можуть рости на звичайних культуральних середовищах, тому для культивування додають молоко. Утворює маленькі, гладкі, брудно-білі колонії на щільному середовищі для росту. Колонії різних видів молочнокислих бактерій майже не відрізняються, але є колонії R-типу (малі колонії з шорсткою поверхнею, що ростуть у матрикс) і S-типу (гладкі колонії з великою поверхнею).

Лактобактеріям характерна стійкість до кислого середовища і здатністю рости в аеробних і анаеробних умовах, при температурах від 15 до 50 °С.

Лактобактерії дуже поширені в природі. Вони є основними мікроорганізмами ротової порожнини та шлунково-кишкового тракту людини та тварин. Вони містяться в рослинах, ґрунті, молочних і м'ясних продуктах. Також їх можна виділити з квашеної капусти. Молочна кислота, яку вони виробляють, пригнічує ріст і розмноження бактерій псування.

Лактобактерії вводять до складу різних лікувально-профілактичних препаратів, біологічних добавок для підвищення діяльності шлунково-кишкового тракту людини і тварин. Більшість видів молочнокислих паличок використовують у молочній промисловості для приготування молочнокислих напоїв, сметани, сиру та в розсолі для маринування овочів і фруктів, у пивоварінні та виноробстві [15].

До *Thermobacterium* (термобактерії) увійшли 15 видів гомоферментативних молочнокислих паличок, які ферментують вуглеводи тільки до молочної кислоти. Існує також 11 факультативних гетероферментативних лактобактерій, які зброджують вуглеводи в молочну або молочну кислоту, оцтову і мурашину кислоти, етанол та інші продукти [14].

*Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus lactis* оптимальна температура для їх росту становить 40-45°С.

Термофільні молочнокислі палички нерухливі, не утворюють спор і капсул, позитивно забарвлюються за Грамом (Гр+). Їх клітини мають великі палички з гранулами, розташованими поодинокі або попарно (дибактерії), рідше ланцюжками [15].

*Streptobacterium* (стрептобактерії) - це мезофіли, які не ростуть при 15 °С і розвиваються при 45 °С [14].

Стрептобактерії відносять до групи мезофільних гомоферментативних лактобацил, включаючи *Lactobacillus plantarum* і *Lactobacillus rhamnosus*. На цьому добу сквашування молока кислотність досягає 180°С. Утворюється молочна маса однорідна і щільна, з приємно кислуватим смаком.

Клітини цих бактерій менші за клітини термобактерій і часто розташовані ланцюжками. Оптимальна температура росту становить близько 30°С, однак температурні межі коливаються від 15°С до 38°С. *Streptobacterium* мають чудові цукролітичні властивості. Глюкоза зброджується без газоутворення [15].

*Betabacterium* - третя група лактобактерій об'єднує 18 видів облігатних гетероферментативних лактобактерій, які ферментують вуглеводи до молочної і оцтової кислот, етанолу і CO<sub>2</sub>. Відносяться до мезофілів, які ростуть при 45°С і не можуть рости при 15°С. До цієї групи належать усі облігатні гетероферментативні лактобактерії, що належать до підроду *Betabacterium*.

Лактобактерії є ауксотрофними організмами і тому висувають надзвичайно високі вимоги до поживного середовища. Вони пристосувалися до складних органічних субстратів і, крім вуглеводів, для свого розвитку потребують також нуклеотиди, амінокислоти та вітаміни. Рибофлавін в основному необхідний для росту, фолієва кислота, піридоксальфосфат і р-амінобензойна кислота необхідні. Лише деякі види потребують біотину та вітаміну B<sub>12</sub>.

Гетероферментативні лактобактерії мають фосфокетолазу, тоді як гомоферментативні види мають альдолазу.

Молочнокислі бактерії не відновлюють нітрат до нітриту, не утворюють пігменту, а деякі види виробляють каталазу, яка розщеплює перекис водню (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) [14].

**Пропіоновокислі бактерії** належать до сімейства *Propionibacteriaceae*, роду *Propionibacterium*, що включає дві основні групи мікроорганізмів, виділених із різних природних середовищ.

До першої групи належать види, виділені з сиру і молочних продуктів, віднесені до «класичних пропіонобактерій», або «молочнопропіонобактерій». Вони були знайдені, наприклад, в силосі та маслинах.

До другої групи належать види, які зустрічаються на шкірі людини або в інших місцях, наприклад у кишечнику. Вони також виділені з вугрів, тому їх називають «групою акнес (вугрів)», або «шкірними пропіонобактеріями».

Бактерії пропіоновокислого бродіння являють собою нерухомі грампозитивні палички, розміром 0,5-0,8 x 1-5 мкм. Не утворюють спор і капсул. Клітини можуть бути сферичними, рухливими, роздвоєними або розгалуженими. Бувають поодинокі, парні, коротколанцюгові, V, U-подібні або групи, що мають вигляд китайських ієрогліфів [14].

Пропіоновокислі бактерії краще розвиваються без впливу повітря (анаероби). Оптимальна температура росту коливається в межах 30-35°C. Для росту їм необхідна наявність білків, амінокислот і вітамінів у навколишньому середовищі [15].

Оптимальний рН близько 7. Деякі штами ростуть при 25 і 45 °С. Класичні пропіоновокислі бактерії краще ростуть при 30 - 32 °С, а штами шкірних видів – при 36 – 37 °С. Максимальний ріст досягається через 48 год [14].

На щільному середовищі пропіоновокислі бактерії утворюють дрібні колонії, які можуть виглядати білими, сірими, рожевими, червоними, жовтими або жовтувато-гарячими [15].

У молоці пропіоновокислі бактерії ростуть повільно і згущують його через 5-7 днів. Хоча енергія кислотоутворення цих бактерій у процесі розвитку слабка, максимальна кислотність молока може досягати 160-170°Т [14].

Пропіоновокислі бактерії використовуються при виробництві сирів тривалого дозрівання, так як при розщепленні лактози утворюються пропіонова кислота і оцтова кислота, які збагачують смак і запах сиру, і призводять до повільного накопичення газів і утворення правильно округленої форми.

У процесі розмноження пропіоновокислі бактерії здатні синтезувати вітамін В12 [15].

**Біфідобактерії** є незамінною частиною мікрофлори кишечника здорових людей і теплокровних тварин. Виявляє антагоністичну активність по відношенню до патогенних, умовно-патогенних і небажаних мікроорганізмів у кишечнику.

На сьогодні виявлено 24 види біфідобактерій (від лат. *bifidus* — роздвоєний), об'єднаних у рід *Bifidobacterium* і належать до родини *Actinomycetaceae*. Найкраще вивчені біфідобактерії: *B. bifidum*, *B. adolescentis*, *B. breve*, *B. longum*, *B. infantis*, *B. pseudolongum*, *B. thermophilum* та ін [14].

Вперше біфідобактерії були виділені в 1988 році в Інституті Пастера у Франції. Типовим представником є *Bifidobacterium bifidum* [15].

Біфідобактерії є дуже різноманітними за формою - прямими, вигнутими, вилчастими, роздвоєними Y- або V-формами, стрижневими, лопатковими. Клітини поодинокі, парами, іноді ланцюжками, палисадом або розетками, розмір клітин 0,5-1,3 x 1,5-8 мкм. Грампозитивні, неспорують.

Паличкоподібні та булавоподібні форми переважали у штамів, виділених із кишечника дорослих, а у немовлят частіше зустрічалися палички, що розгалужуються. На ранніх стадіях розвитку переважають біфідобактерії в паличкоподібній формі, а при подальшому культивуванні розгалужені нитки з численними перегородками в основному стовбурі та відгалуженнях.

Всі види біфідобактерій є суворо анаеробними при первинному виділенні. У присутності вуглекислого газу вони можуть бути толерантними до кисню. Під час лабораторного культивування мікроорганізми набувають здатності рости в певній кількості кисню та в багатому поживними речовинами середовищі – вони могли рости в повністю аеробних умовах. Багато штамів біфідобактерій різняться за своєю чутливістю до кисню через відмінності в механізмах ферментації.

Оптимальна температура росту при 37 - 41 °С. Оптимальний рН 6-7, а при рН нижче 4,5 і вище 8,5 мікроорганізми припиняють ріст.

Розмноження біфідобактерій базується на різноманітних факторах росту. Багатьом видам потрібні біотин, цистеїн, пантотенова кислота, рибофлавін, пуринові та піримідинові основи, аміноцукри, пептиди, коензим А, олігосахариди, деякі ненасичені жирні кислоти. Деякі штами вимагають вуглекислого газу, аміаку та гістидину.

Створюючи анаеробні умови або знижуючи окислювально-відновний потенціал середовища, можна культивувати біфідобактерії в молоці, гідролізаті молока і гідролізаті казеїну. На щільних поживних середовищах біфідобактерії утворюють різноманітні колонії: плоскі, напівсферичні, блискучі, шорсткі, більш темні в центрі та ін. Колір колоній різний: від білого і сірого до темно-коричневого. За формою колонії зазвичай нагадують зерна гречки або зрізані піраміди. Колонії розміром від 0,5 до 5 мм.

Для культивування біфідобактерій найбільш поширеним вважається печінково-цистеїнове середовище (середовище Блаурока).

Біфідобактерії — це хемоорганотрофні бактерії, які активно зброджують сахарозу, галактозу, мальтозу, фруктозу, рафінозу, мелібіозу, лактозу та ін., виробляючи головним чином оцтову кислоту та молочну кислоту в молярному співвідношенні 3:2. Крім того, утворюються мурашина і бурштинова кислота, домішки етанолу. Масляна кислота, пропіонова кислота і вуглекислий газ не утворюються.

Біфідобактерії не виробляють каталазу, не утворюють індол і сірководень, не відновлюють нітрати, не розріджують желатин. Вони не виробляють фенол і не утворюють аміак з аргініну. Розвиваючись у лакмусовому молоці, біфідобактерії викликають їх часткове або повне відновлення [14].

Біфідобактерії відіграють ряд позитивних функцій в організмі людини:

- 1) позитивно впливає на функціонування кишечника і створює в ньому кисле середовище;
- 2) синтез незамінних вітамінів групи В, аскорбінової кислоти та вітаміну К;
- 3) Сприяє кращому засвоєнню солей кальцію, вітаміну D і заліза;

4) Чинить антагоністичну дію на патогенні мікроорганізми - збудники кишкових інфекцій.

Тому біфідобактерії широко використовують у виробництві лікувально-профілактичних кисломолочних продуктів для людей і дітей раннього віку із захворюваннями шлунково-кишкового тракту та ознаками дисбактеріозу. Біфідобактерії також використовуються як пробіотики для тварин, оскільки вони сприяють нормалізації кишкової флори [15].

**Молочнокисле бродіння** викликають молочнокислі бактерії, які зброджують лактозу і глюкозу в молочну кислоту.

Цей спосіб бродіння відомий давно. Сквашування молока, приготування простокваші, квашених овочів — це результат молочнокислого зброджування вуглеводів молока та овочів.

Існує дві форми молочнокислого бродіння - гомоферментативне та гетероферментативне.

При гомоферментативному бродінні молочної кислоти кінцевим продуктом розпаду є тільки молочна кислота.

До збудників гомоферментативного молочнокислого бродіння відносять такі молочнокислі бактерії: *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus lactis*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus helveticus*, *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus lactis*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus plantarum*.

При гетероферментативному молочнокислому бродінні, крім молочної кислоти, також утворюється етиловий спирт, оцтова кислоти, вуглекислий газ, діацетил, ацетоїн та інші ароматичні речовини.

Збудниками гетероферментативного молочнокислого бродіння: *Lactobacillus brevis*, *Lactococcus diacetylactis*, *Lactobacillus fermentum*.

До найбільш активних збудників молочнокислого бродіння, тобто продукуючих велику кількість молочної кислоти, відносяться: *Lactobacillus acidophilus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus helveticus*. Молочнокисле бродіння широко використовують у виробництві молочних

продуктів: простокваші, кисломолочного сиру, сметани; на першому етапі виготовлення твердих сирів.

Молочнокисле бродіння широко використовується в плодоовочевих консервах, силосуванні на корм тваринам. Чисте молочнокисле бродіння використовується промислово для отримання молочної кислоти для використання в кондитерському виробництві та виробництві безалкогольних напоїв [15].

### 1.3 Характеристика біологічного агента

*Lactobacillus acidophilus* — вид кишкових мікроорганізмів, які можна виділити з вмісту травного тракту людини і різних тварин. Після інкубації в молоці ацидофільні бактерії можуть відновлюватися в кишечнику людини і пригнічувати там ріст патогенних і небажаних мікроорганізмів (сальмонел, шигел, стафілококів) [14].

*Lactobacillus acidophilus* використовують у виробництві ацидофільних молочнокислих продуктів (йогурту ацидофільного, молока ацидофільного, молока ацидофільного дріжджового, сметани ацидофільної, йогурту ацидофільного, дитячих ацидофільних і ацидофільних напоїв і паст) [15].

Для виробництва ферментованого соку обрано штам *Lactobacillus acidophilus* в якості продуцента. Систематичне положення за сучасною класифікацією мікроорганізма:

- царство *Bacteria*;
- тип *Firmicutes*;
- клас *Bacilli*;
- порядок *Lactobacillales*;
- родина *Lactobacillaceae*;
- рід *Lactobacillus*;
- вид *Lactobacillus acidophilus*.

*Lactobacillus acidophilus* входить до групи «Засоби, які нормалізують мікрофлору кишечника». За АТС. а) до групи «Мікроорганізми, які продукують

молочну кислоту», код A07FA01 і б) до групи «Лактобацили», код G01AX14. Відносяться до гомоферментативних термобактерій – термофіли.

**Морфологічні властивості.** Ацидофільна паличка поліморфна (палички різної довжини, розташовані поодинокі або ланцюжками), грампозитивна, нерухлива [15].

Ні джгутики, ні спори не утворюються. Структура клітин незерниста. Культура росте на поверхні агару, доповненого гідролізованим молоком і агаризованим середовищем MRS, створюючи пасмовидні колонії, глибинні колонії мають форму шматочків вати. У рідкій культурі *Lactobacillus acidophilus* росте у вигляді рівномірної каламуті та дрібнодисперсного осаду на дні [16].

Розміри зазвичай становлять  $0,6-0,9 \times 1,5-6$  мкм. Клітини розташовуються поодинокі, парами або короткими ланцюжками від 2- 4 або більше клітин.. Клітини, культивовані в молоці протягом 18 год, мали розмір 10-20 мкм [17].

**Культуральні властивості.** Оптимальна температура – 37°C. Молоко згортається за 10- 12 годин при максимальній кислотності 200-250°C [15].

Для будь-яких поживних середовищ колонії зазвичай шорсткі (R-форма). Мікроскопічне дослідження зазвичай показує звивисті або пухнасті волокнисті виступи з темною волокнистою масою в центрі колонії. Глибокі колонії мають неправильну форму з радіальними або розгалуженими опуклостями. Вони не мають характерного забарвлення. Вони краще росли в анаеробних умовах при додаванні в живильне середовище тіогліколят і цистеїн. Має однорідну, в'язку, дуже в'язку консистенцію як в рідких, так і в щільних поживних середовищах [17].

**Фізіолого-біохімічні ознаки.** Ацидофільні бактерії стійкі до лужних реакцій (рН 8,3), а також до присутності в середовищі фенолу (0,25 - 0,4%), жовчі (20%) і NaCl (2%). Гранична кислотність *Lactobacillus acidophilus* досягає 200 - 250 °Т [14].

Тип бродіння - гомоферментативний з утворенням DL-молочної кислоти. Гідролізує ескулін. Деякі штами ферментують глікоген. Зазвичай на долю інших кінцевих продуктів ферментації вуглеводів припадає менше 10% [17].



*Lactobacillus acidophilus* ферментує амігдалин, целлобіозу, глюкозу, лактозу, галактозу, фруктозу, сахарозу, рафінозу, декстрин, саліцин, трегалозу, мальтозу, манозу, не ферментує ксилозу, рамнозу, мелібіозу, маніт, арабінозу, рафінозу, гліцерин [16].

Біологічний агент являється факультативним анаеробом. Температура росту від +12°C до +48°C, оптимальна (36±1)°C. Коагулює білки молока за цієї температури і посівної дози 3% упродовж 4-5 годин. Росте при початковому рН 5,0-7,0, з оптимумом в діапазоні рН 5,5-6,0 [16]. Добре росте в гідролізованому молоці при рН 5,8 [17].

Накопичення клітин у молоці становить  $(4,0-5,0) \cdot 10^8$  КУО/см<sup>3</sup>.

Для росту необхідні ацетат або мевалонат, рибофлавін, фолієва кислота і ніацин [16].

**Органолептичні властивості** кисломолочних продуктів в основному залежать від якості молочної сировини, а також якості харчових добавок, типу та якості закваски, типу використовуваного обладнання та параметрів процесу, типу та якості пакувальних матеріалів, умов зберігання.

При короткочасному зберіганні (3 доби при кімнатній температурі 2-8°C) структура і консистенція кисломолочного напою не змінюється. Невеликий термін зберігання кисломолочних напоїв пояснюється продовженням розвитком закваскової мікрофлори та сторонньої мікрофлори, стійкої до кислого середовища. Використання стабілізатора збереже структуру і консистенцію продукту протягом 7-10 днів.

Запах, смак та аромат кисломолочних напоїв залежать від теплової обробки, інтенсивності молочнокислого та спиртового бродіння, розвитку ароматоутворюючих молочнокислих бактерій.

При порушенні умов зберігання у кисломолочних напоях відбувається погіршення органолептичних властивостей у зв'язку з інтенсивністю дії нативних ферментів та ферментів закваскової та сторонньої мікрофлори.

Наприклад, ацидофільне молоко повинно мати такі показники: смак чистий, кисломолочний; щільний згусток; консистенція однорідна, в'язка чи

нев'язка; допускається слизованість. Ацидофільнодріжджове молоко - смак чистий, кисломолочний дріжджовим присмаком; згусток щільний із слідами газоутворення; консистенція однорідна, піняться.

Закваска повинна мати рідку консистенцію з незначною кількістю крупинок, рідше – сметаноподібну. Допускається відділення сироватки. Смак і запах закваски кисломолочні, характерні для відповідного виду, без сторонніх присмаків і запахів. Колір білий із кремовим відтінком. Допускається буруватий відтінок. Кислотність 80-100 °Т

Знежирене молоко. Знежирене молоко – частина молока, яку одержують після відокремлення вершків. За органолептичними показниками знежирене молоко – це однорідна рідина без сторонніх механічних домішок, білого кольору з дещо блакитним відтінком, чистим смаком і запахом, без сторонніх присмаків, з кислотністю не більше ніж 19 °Т. Проте склад і якість знежиреного молока, визначаються складом вихідного молока.

За органолептичними показниками молочна сироватка – це рідина зеленуватого кольору, без сторонніх домішок, допускається наявність 148 білкового осаду. Смак і запах чисті, властиві молочній сироватці; для казеїнової та сироватки кисломолочного сиру – смак злегка кислуватий, для підсирної – від солонуватого до солоного. Молочну сироватку використовують у виробництві різноманітних продуктів: білкових концентратів, молочного цукру, згущених і сухих молочних продуктів, морозива, сирів та ін. Крім того, її також використовують у виробництві хлібобулочних, кондитерських, ковбасних виробів, продуктів дитячого харчування, унаслідок чого зазначені продукти збагачуються повноцінними білками тваринного походження, покращуються їх споживчі якості. У сільському господарстві молочна сироватка є сировиною для отримання альбуміну для корму тварин і птиці, при виробництві бактеріальних заквасок – для силосування кормів тощо. Молочний цукор, який отримують із сироватки, використовують для отримання антибіотиків, а також продуктів дитячого та дієтичного харчування.

#### **1.4. Пробиотичні властивості молочнокислих бактерій**

На цей час, згідно з визначенням ВООЗ (WHO, 2009 р.), пробиотики – апатогенні для людини бактерії, які мають антагоністичну активність щодо патогенних і умовно патогенних бактерій та забезпечують відновлення нормальної мікрофлори. [18]

Створення лікувально-профілактичних препаратів на основі мікробних пробиотичних штамів є одним із актуальних завдань сучасної біотехнології. Більшість пробиотичних препаратів засновані на біфідобактеріях і лактобактеріях, оскільки ці бактерії є частиною нормальної мікробіоти травного тракту і відіграють важливу фізіологічну роль у функціонуванні мікросистеми здорових людей. Враховуючи накопичені дані, вважається доцільним і перспективним розробити комплексні рецептури кількох штамів різних видів пробиотичних мікробів [19].

Лактобактерії та біфідобактерії після потрапляння в шлунково-кишковий тракт масово розмножуються, виробляючи багато біологічно активних речовин (органічні кислоти, ліпіди, провітаміни, антибіотики, імуномодулятори та ін.), Підвищуючи тим самим неспецифічну резистентність організму хазяїна. У процесі їх життєдіяльності утворюються вітаміни В1, В2 і К, а також молочна і оцтова кислоти. Кисле середовище краще поглинає жири, вітаміни, іони заліза та кальцію, затримує ріст патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів.

Сьогодні фармацевтична промисловість приділяє велику увагу розробці продуктів харчування з використанням живих мікробних культур як біологічних добавок. Стратегія їх створення насамперед спрямована на забезпечення фізіологічних потреб організму в певних біоактивних речовинах. Одним із способів вирішення цієї проблеми є створення різноманітних молочних продуктів. Додавання спеціально відібраних штамів молочнокислих бактерій і біфідобактерій до інгредієнтів кисломолочних продуктів може забезпечити людям різного віку краще засвоєність кальцію, зниження рівня холестерину в крові, активізацію утворення мікробної лактази та задоволення потреби

організму людини у вітамінах. , амінокислоти, Фізіологічна потреба в антиоксидантах.

Нижче узагальнено дані з літератури (критерії відбору для пробіотичних культур), що в основному оцінюють потенціал пробіотичних штамів *in vitro*:

1. Активне вибіркоче пригнічення росту патогенних культур мікроорганізмів. Штами в складі комплексних біопрепаратів повинні випробуватись на симбіотичність з визначенням характеру бактеріоциноспосередкованих конкурентних взаємодій між ними *in vitro* та *in vivo* і характеризуватись взаємодоповнюючим спектром антагоністичної дії щодо широкого ряду патогенних мікроорганізмів.

2. Цитоадгезивні властивості та колонізуюча здатність.

3. Висока стійкість до несприятливих умов зовнішнього середовища. Вважається, що дані щодо стійкості штамів МКБ до жовчі, фенолу, шлункового соку, протеолітичних ферментів, лізоциму, хлориду натрію та спроможність розвиватись в умовах високих значень рН опосередковано свідчать про здатність штамів приживлюватись у кишечнику.

4. Висока синтетична активність, особливо у виробництві антибактеріальних засобів, холестеринемічна активність. Наявність ферментативної активності, пов'язаної зі здатністю пробіотичних мікроорганізмів активно засвоювати широкий спектр нутрієнтів (для оральних пробіотиків), які присутні в травному тракті внаслідок біохімічних процесів травлення їжі в організмі людини і тварин.

5. Відсутність шкоди для макроорганізмів і аутологічної мікробіоти в цілому. До нешкідливості потенційних продуцентів відносяться: генетична віддаленість від патогенних бактерій, відсутність будь-яких патогенних факторів (вірулентність, вірулентність, вірулентність), відсутність значного переходу з кишечника у внутрішні органи., неінвазивний.

6. Стимуляція (модуляція) специфічних та неспецифічних механізмів резистентності макроорганізму, антимутагенність, антиканцерогенність.

7. Антибіотикостійкість. Стійкість до вагінальних сперміцидів, мікробіцидів - для вагінальних форм пробіотиків.

8. Генетична стабільність .

9. Технологічність - висока швидкість росту, використання протягом усього життя недорогих нехарчових субстратів, стійкість до зараження сторонньою мікробною флорою, збереження властивостей при виробництві та в готовому продукті.

10. Походження продуценту пробіотику. Деякі автори наголошують на необхідності заселення біотопів людини виключно мікроорганізмами-представниками облигатної мікрофлори. Ще більш бажано, щоб продуцент був виділений з нормальної флори жителів тієї території, де буде застосовуватись препарат. Перспективною є також розробка методів корекції мікрофлори кишечника за допомогою аутоштамів індигенних мікроорганізмів [20].

Лактобактерії, які використовуються у виробництві пробіотичних препаратів, повинні відповідати таким вимогам: мати високу здатність до адгезії до клітин; попереджувати або послаблювати адгезію патогенів; зберігати життєздатність та розмножуватися; утворювати кислоти, перекис водню та бактеріоцини як антагоністів росту патогенних мікроорганізмів; бути безпечними і сприяти формуванню нормальної збалансованої мікрофлори організму господаря.

Лактобактерії мають широкий спектр біологічної активності: сприяють виробленню шлункового соку і ферментів, необхідних для підвищення ефективності процесів травлення, можуть зменшувати побічну дію антибіотиків, сприяють розщепленню солей жовчних кислот, нормалізують ліпідний обмін.

*Lactobacillus rhamnosus*, *Lactobacillus reuteri*, *Bifidobacterium* і деякі штами *L. casei* і *L. acidophilus* є найбільш часто використовуваними лактобактеріями у виробництві пробіотиків. Біотехнологія виробництва пробіотичних препаратів передбачає роздільне культивування різних штамів і змішування їх у певних пропорціях [21].

Опрацьовуючі дані з дослідної статті, в якій розглядалось субстанції лактобацил і біфідобактерій, роду - *Lactobacillus* – *L. acidophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* і *L. paracasei* та роду *Bifidobacterium* – *B. animalis B*, *L.*

Наявність адгезивних властивостей у пробіотичних культур є одним із критеріїв їх ефективності у складі біопрепаратів. У результаті проведених досліджень виявилось, що всі штами здатні адгезувати до букального епітелію людини. Штами *L. acidophilus* та *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* були віднесені до середньоадгезивних, оскільки показники адгезії (СПА) дорівнювали  $2,26 \pm 0,15$  і  $2,07 \pm 0,57$ , відповідно. СПА біфідобактерій виявилися високими (*B. animalis B*  $4,76 \pm 1,45$  та *B. animalis L* -  $4,11 \pm 0,99$ ). Найвищий СПА серед досліджуваних штамів був у *L. paracasei* -  $6,74 \pm 1,94$ . У *L. paracasei* та *B. animalis B* коефіцієнт участі епітеліоцитів у адгезії виявився найбільшим і складав  $91,3 \pm 5,24$  % та  $91,33 \pm 6,17$  %, відповідно.

При дослідженні антагоністичних властивостей біфідобактерій та лактобацил було встановлено, що досліджувані культури проявляли різний ступінь пригнічуючої дії стосовно різних штамів умовно патогенних мікроорганізмів. Так, штам *B. animalis B* проявив найбільшу активність щодо *P. aeruginosa*, меншу – до *K. pneumoniae*, *S. enterica var. Abony*, *E. coli*. У той же час стосовно *B. cereus*, *S. aureus*, *P. vulgaris* інгібуючої дії не спостерігалось. *B. animalis L* пригнічував лише ріст *B. cereus* та *S. enterica var. Abony*. Штам *L. acidophilus* проявив істотну пригнічуючу дію стосовно *P. vulgaris* та *B. cereus*. При дослідженні антагоністичних властивостей *L. paracasei* інгібуючий ефект був відмічений щодо *P. aeruginosa*, *P. vulgaris*, *B. cereus*, *S. epidermidis*, *S. enterica var. Abony* і не проявлявся щодо *S. aureus*, *E. coli* і *K. pneumoniae*. *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* гальмував ріст практично всіх тест-культур – *P. aeruginosa*, *E. coli*, *B. cereus* та *S. enterica var. Abony*, *S. aureus*, *P. vulgaris*, *S. epidermidis*. В той же час даний штам не пригнічував ріст *K. Pneumoniae*.

Отримані дані показали, що найбільшу антагоністичну активність щодо умовно патогенних мікроорганізмів проявив штам *L. delbrueckii subsp.*

*bulgaricus*, найменшу – штам *B. animalis* L, який пригнічував ріст лише *B. cereus* та *S. enterica* var. *Abony*.

Слід зазначити, що всі досліджувані штами лактобацил, на відміну від біфідобактерій, проявили доволі високий ступінь антагонізму щодо *P. vulgaris*.

Встановлено, що штами біфідобактерій чутливі до всіх інгібіторів синтезу клітинної стінки, окрім цефтибутену, до якого *B. animalis* L був стійким. Лактобацили також проявили чутливість до більшості антибіотиків даного ряду, але штам *L. paracasei* був стійким до ванкоміцину та цефтибутену, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* – до цефтазидиму. Окрім цього, всі штами лактобацил виявилися стійкими до цефепіму.

Антибіотики – інгібітори синтезу білка проявляли різну активність щодо досліджуваних культур. Штами біфідобактерій і два штами лактобацил були стійкими до аміноглікозидних антибіотиків, що зумовлено їх переважно анаеробним типом метаболізму. Лише *L. paracasei* був чутливим до нетілміцину.

Нітрофуранові препарати проявляли різну дію. Всі штами – *B. animalis* B, *L. paracasei*, *L. acidophilus* та *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* виявилися стійкими до фузидину.

Інгібітори транскрипції і синтезу нуклеїнових кислот також у різній мірі впливали на досліджувані штами. Вони були чутливі до дії рифампіцину та офлоксацину. *L. acidophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, *B. animalis* L були стійкі до ломефлоксацину та норфлоксацину. *L. paracasei* та *B. animalis* B виявили проміжну чутливість до ломефлоксацину.

Таким чином, досліджувані штами лактобацил і біфідобактерій виявляються чутливими до широкого спектру антимікробних препаратів. Найбільш стійкими до дії досліджуваних препаратів штам *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, який, на відміну від інших штамів, був резистентний до цефтазидиму, цефепіму та фурадоніну. Отже, чутливість досліджуваних штамів до антибіотиків мала штамоспецифічний характер і не залежала від роду і виду мікроорганізму, що підтверджує дані літератури.

Окремою частиною вивчення властивостей бактерій, перспективних для використання у складі пробіотиків, є дослідження їх здатності виживати в умовах шлунку, а саме за низьких значень рН та дії шлункових ферментів.

Після витримування у шлунковому соці *L. paracasei*, *L. acidophilus*, *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* життєздатні клітини цих штамів були відсутні. Лише штами біфідобактерій більшою чи меншою мірою залишалися життєздатними після витримування у шлунковому соці.

Не менш важливим питанням є вивчення здатності до виживання в присутності жовчі. Було показано, що з п'яти штамів лише один – *B. animalis B* був здатним слабо рости в середовищі із 0,3 % жовчі. У решти штамів росту не було виявлено.

Результати вивчення росту досліджуваних штамів на середовищах із меншими концентраціями жовчі показали, що *L. paracasei* виявив здатність рости в присутності 0,2 % жовчі, *L. acidophilus* – 0,15 %, *B. animalis B* – 0,25%. *L. delbrueckii subsp. bulgaricus* показав слабкий ріст при концентрації 0,1 % на агаризованому середовищі, але не виявив росту при тій же концентрації в MRS-бульйоні. *B. animalis L* був стійкий до 0,1 %, а також виявив слабкий ріст на агаризованому середовищі із концентраціями жовчі 0,15 % і 0,2 %. Одержані дані свідчать, що найбільш стійким до дії жовчі виявився штам *B. animalis B*, який ріс при концентрації жовчі 0,3 %. Найменш стійким був штам *L. delbrueckii subsp. bulgaricus*, що показав слабкий ріст лише при концентрації 0,1 % жовчі.

Згідно з літературними даними, стійкість до дії жовчних кислот спостерігається переважно у бактерій, виділених із ШКТ ссавців, і може не проявлятися у штамів, виділених із інших джерел, наприклад, кисломолочних продуктів. Це пояснюється тим, що наявність жовчних кислот у середовищі існування є природнім для штамів молочнокислих бактерій – представників шлунково-кишкового тракту ссавців [22].

Пробіотик LAB повинен бути здатний виживати в шлунку, який є кислим (рН 1,5–3), і кишечнику, який містить 0,03–3% мас./об. жовчних солей. Дані про зміну кількості життєздатних клітин після інкубації за рН 2,5 з 0,3% жовчними



солями протягом 3 год і в середовищі жовчних солей (0,3% жовчних солей, 3 год) становили 86,61% і 78,45%. Рівень виживання всіх штамів становив >80%, а щільність клітин підтримувалася на рівні  $10^7$  КУО/мл у кислому середовищі. Рівень виживання *L. plantarum* 21801 і *L. casei* 23185 був значно нижчим, ніж у LGG ( $P < 0,05$ ). Показники виживання восьми штамів LAB були вищими, ніж у LGG, тому ці штами показали хорошу толерантність до жовчних солей.

Характеристики адгезії LAB є важливими детермінантами їх пробіотичної активності. Дослідження на тваринах і клінічні дослідження показали, що слабо прикріплені LAB постійно виділяються з калом. Сильно прикріплені LAB утримуються в кишечнику, що дозволяє їм мати пробіотичний ефект. Гідрофобність клітинної поверхні та аутоагрегація LAB позитивно корелюють з адгезією. Гідрофобність і аутоагрегація комерційного штаму LAB LGG становила 14,35% і 20,35% відповідно, що подібно до іншого комерційного штаму LAB *L. rhamnosus* 12202BP у попередньому звіті. *L. fermentum* 21828 виявив найвищу гідрофобність, потім *L. plantarum* 21805; гідрофобність обох була значно вищою, ніж у LGG ( $P < 0,05$ ). Гідрофобність *L. fermentum* 21828 була вищою, ніж раніше зареєстрована для пробіотиків, таких як *Leuconostoc mesenteroides* MKSR (6,46%) і *L. mesenteroides* KACC 12312 (30,30%). Визначення аутоагрегації є непрямим методом аналізу адгезії (Kang et al., 2017). За винятком *L. casei* 23185, аутоагрегація штамів LAB суттєво не відрізнялася від агрегації LGG ( $P < 0,05$ ). *L. acidophilus* 20250 продемонстрував найвищу аутоагрегацію, яка була нижчою, ніж повідомлялося раніше для пробіотичних штамів, таких як *L. brevis* KU15006 (33,74%) і *L. mesenteroides* NRRL B-1149 (55,20%) [23].

В іншому досліді проводили дослідження на антибактеріальну та антиоксиданту властивість у соці плоду дракона ферментованого *L. plantarum* FBS05 за допомогою 96 мікротитрованих планшетів, DPPH та FRAP аналізів. В результаті дослідження антибактеріальна активність ферментованого соку плодів дракона становила  $95,52 \pm 0,002$ ,  $95,63 \pm 0,005$  по відношенню до *E. coli*, *Salmonella Typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa* та *Staphylococcus aureus*

відповідно. Результати антиоксидантної активності не продемонстрували значних відмінностей між ферментованим та неферментованим соком [24].

Антимікробна дія зброджених соків пов'язана в основному з наявністю в них молочних бактерій й продуктів їхнього метаболізму. Так наприклад ферментований гранатовий сік з використанням *L.plantarum* сприяв покращенню антибактеріальної активності проти *B.megaterium* та *E.coli* проти неферментованого соку. Також ферментований солодкий лимонний сік характеризувався більшою антимікробною активністю проти *E.coli* та *S.Typhimurium*, ніж ферментований [25].

Досліджено фітохімічні характеристики та антиоксидантну здатність ферментованого яблучного соку (FAJ) *Lactobacillus plantarum* 90 (Lp90) і *Lactobacillus acidophilus* 85 (La85) під час зберігання в холодильнику та моделювання шлунково-кишкового травлення (SGD). Життєздатні підрахунки Lp90 і La85 були знижені, тоді як фенольний вміст і антиоксидантна здатність були покращені під час зберігання в холодильнику, особливо для підвищеного вмісту хлорогенової кислоти. Вміст складних ефірів дещо знизився після охолодження, тоді як первинні складні ефіри, включаючи етилацетат, амілацетат і етил-2-метилбутират, значно збільшилися ( $p < 0,05$ ). Крім того, вміст кетону значно збільшувався після охолодження ( $p < 0,05$ ). Крім того, кількість життєздатних Lp90 і La85 залишалася вищою за  $6 \log$  КУО/мл після SGD. Наявність пробіотиків сповільнила зниження здатності 1,1-дифеніл-2-пікрилгідразилу (DPPH) поглинати радикали і підвищену антиоксидантну дію (FRAP) FAJ. Вміст галової кислоти, хлорогенової кислоти, епікатехіну, ферулової кислоти та флоризину знижувався, тоді як вміст еллагової кислоти та рутину у FAJ після СГД вірогідно збільшувався ( $p < 0,05$ ) [26].

## 1.5 Ферментовані напої

Безалкогольні напої в Україні класифікуються за кількома ознаками.

1. Залежно від способу виробництва:
  - а. Рідкі напої;

- b. Концентрати (порошки, пігулки, пастоподібна маса, гранули)
- 2. За прозорістю:
    - a. прозорі;
    - b. замутнені (осад або суспензія)
- 3. За сировиною:
    - a. соковмісні;
    - b. напої на зерновій основі (полісолодові) ;
    - c. на пряноароматичній основі (трави, прянощі: тархун, байкал);
    - d. на ароматизаторах і ароматичних спиртах;
    - e. мінеральні води.
- 4. За технологією
    - a. купажні;
    - b. напої бродіння (ферментовані)
- 5. За призначенням
    - a. діабетичні;
    - b. дієтичні;
    - c. лікувально-профілактичні;
    - d. спортивні;
    - e. Дитячі
- 6. За ступенем насичення CO<sub>2</sub>
    - a. сильногазовані;
    - b. середньогазовані;
    - c. слабогазовані;
    - d. негазовані.
- 7. За способом обробки
    - a. непастеризовані;
    - b. пастеризовані;
    - c. без консервантів;
    - d. з консервантами;
    - e. холодного або гарячого розливу.

Серед усіх безалкогольних напоїв особливу увагу привертають напої бродіння (ферментовані напої) завдяки натуральності свого складу. Загалом їх можна розділити на три основні категорії залежно від ступеня обробки та терміну зберігання.

Перша група: велика кількість залишкових мікроорганізмів. Гарантійний термін зберігання – 2 доби за температури 12 С. Розлив у термоізолювані цистерни.

Друга група: вносять освітлювачі, додатково фільтрують. Гарантійний термін зберігання – до 10 діб за 12 С. Розлив у кеги

Третя група: освітлені напої додатково фільтрують на наливних фільтрах та повністю знищують мікроорганізми за рахунок теплової обробки або обезпліднюючого фільтрування. Гарантійний термін придатності – не менше 30 діб. Розлив у пляшки.

Перспективними щодо лікувально-профілактичної дії на організм людини вважаються ферментовані напої. Позитивна дія цього напою зумовлена натуральністю сировини, використаної в технології його виробництва, а також використання корисних культур мікроорганізмів для бродіння, в результаті якого й формуються органолептичні та фізико-хімічні показники якості готового продукту. Під впливом мікроорганізмів сусло трансформується у готовий напій або його основу, в результаті чого склад напоїв збагачується біологічно активними речовинами сировини та тими речовинами, що утворюються під час бродіння. Важливими речовинами, що утворюються в напої під час ферментації є незамінні амінокислоти (треонін, ізолейцин, лейцин, триптофан, метіонін, лізин, валін, фенілаланін, гістидин), вітаміни групи В: В1 (тіамін), В2 (рибофлавін), В6 (піридоксин), В9 (фолієва кислота), В12 (ціанокобаламін). Всі перераховані речовини приймають участь у багатьох процесах обміну речовин, позитивно впливають на фізичний стан людини, забезпечують кровотворення.

Перспективними для приготування ферментованих напоїв є комбінація таких молочнокислих бактерій, як *Lactobacillus acidophilum*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus bulgaricum* та дріжджів *Candida*, *Torula lactis*; оцтовокислих

бактерій *Acetobacter lovaniensise*, пропіоновокислих бактерій *Propionibacterium shermanii* та молочнокислих бактерій *Lactobacillus acidophilum*; оцтовокислих бактерій роду *Gluconobacter oxydans* і дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*; молочнокислих бактерій *Lactobacillus delbrueckii* та цвілевих грибів *Aspergillus oryzae* [27].

Класифікація соків [27]:

1. Свіжовіджаті
2. Прямого віджиму
3. Відновлені
4. Сокова продукція:
  - Нектар
  - Морс
  - Коктейль
  - Напій соковий
5. Дифузійний (екстрагований водою)
6. Концентрований

**Результати світових досліджень ферментованих соків.** В процесі молочнокислого бродіння в овочевих соках та напоях, поряд з молочною кислотою, збільшується вміст амінокислот, вітаміну С, калію, заліза та знижується кількість важких металів. В зброженому капустиному соці вміст важких металів знижується в 2,4 рази, а нітратів у двічі. В буряковому соці зростає кількість аспарагінової кислоти, цистину, ізолейцину, лізину та заліза. Завдяки розвитку колоній корисних бактерій буряковий квас нормалізує мікрофлору кишечника, допомагає знизити ризик серцево-судинних захворювань, очищає організм. Натуральні пробіотики збільшують вироблення вітамінів групи В, травних ферментів, укріплюють імунну систему організму. Ферментовані напої рекомендовано вживати для профілактики виникнення шкірних захворювань, алергії, онкозахворювань [28].

Необхідність створення біотехнології виробництва овочевих та молочних соків та напоїв була обумовлена значними втратами біологічно-активних речовин, таких як вітаміни, білки та ін. в результаті “жорсткої” стерилізації цих напоїв та соків з метою забезпечення їх мікробіологічної стабільності. Ці втрати були особливо значними для тих продуктів, які мали низьку кислотність. Тому виникла необхідність створити технологію виробництва овочевих та інших видів соків, яка б забезпечила максимальне збереження нативних біологічно активних речовин, а також їх направлену біологічну трансформацію з отриманням речовин, необхідних для організму людини.

В дослідженні ферментованого напою *L.plantarum* значення на основі капустино-яблучного соку вміст загальних вільних цукрів був значно нижчим у соку після ферментації, ніж у соку до ферментації. Глюкоза у досліді з капустино-яблучного соку ферментованого *L.plantarum* мала такі значення до ферментації 3,22 г/100мл, а після ферментації зменшилась до 2,17 г/100мл ( $p < 0,001$ ). Зафіксовано, що вміст загальних органічних кислот був значно вищим у соку після ферментації, ніж у соку до ферментації. Вміст оцтової та молочної кислот був високим у соку після ферментації, тоді як вміст лимонної та фумарової кислот був вищим у соку до ферментації, ніж у соку після ферментації. Яблучна кислотність до ферментації 0,56 г/100мл, а після ферментації зменшилась до 0,26 г/100мл відповідно ( $p < 0,001$ ). Загальна кислотність капустино-яблучного соку ферментованого *L.plantarum* до ферментації становила 1,03 г/100мл та після ферментації збільшилась до 2,13 г/100мл відповідно ( $p < 0,001$ ) [29].

Існує безліч наукових досліджень щодо змін концентрацій вітаміну С у ферментованих яблучних соках молочними бактеріями. Так, наприклад, досліджено, що після 12 годин бродіння яблучного соку кешью *L. plantarum* і *L. casei* вміст вітаміну С зріс і згодом залишився на постійному рівні через 48 годин для *L. plantarum*. У той же час використання *L. acidophilus* і *L. casei* призвело до зниження вмісту вітаміну С на кілька відсотків після 48 годин бродіння [25].

Також є дослідження змін концентрацій вітаміну С, калію та магнію на прикладах інших фруктових соків, таких як ананасовий, апельсиновий, грушевий, томатний та кавунний. В статті наведено, що після ферментації соків *L. plantarum* вітаміну С у цих 5-ти фруктових соках зменшився під час ферментації з кінцевим діапазоном 0,1-9,9 мг/100 мл при 48-годинній ферментації. Але було зафіксовано, що кінцева концентрація вітаміну С в апельсиновому соку була в 5 разів вищою, ніж в інших фруктових соках після 48-годинного культивування. На основі цих двох досліджень можна зробити висновок, що зниження рівня аскорбінової кислоти після деякого часу бродіння може бути пов'язане з підвищеною активністю ферменту аскорбатоксидази, що виробляється ферментаційною мікробіотою або через зміну рН під час процесу ферментації.

Також у досліді проводили аналіз на зміну концентрацій магнію та калію до та після ферментації 5-ти соків *Lactobacillus plantarum*. Вміст калію в апельсиновому, ананасовому, грушевому, томатному та соку з кавуна капісля 48-годинної ферментації підвищився. Так, наприклад, до ферментації апельсиновий сік мав показник  $1010 \pm 48,2$  мг/100 мл, а після ферментації збільшився до  $1023 \pm 45,3$  мг/100 мл, значення грушевого соку збільшились з  $1260 \pm 32,7$  мг/100 мл до  $1320 \pm 46,7$  мг/100 мл, значення ананасового соку збільшились з  $1503 \pm 39,7$  мг/100 мл до  $1528 \pm 57,8$  мг/100 мл, значення томатного соку збільшились з  $1787 \pm 47,6$  мг/100 мл до  $2066 \pm 57,3$  мг/100 мл, кавуновий сік збільшив значення з  $2016 \pm 68,5$  мг/100 мл до  $2035 \pm 43,3$  мг/100 мл. Вміст магнію збільшився у всіх досліджених соках, окрім соку з кавуна його значення зменшились з  $90 \pm 7,3$  мг/100 мл до  $86 \pm 6,5$  мг/100 мл [30].

В іншому досліді ферментували яблучний сік 4 штами LAB, *L. acidophilus* NCFM, *L. rhamnosus* LGG, *L. plantarum* ST-III і *L. casei* LC2W проаналізували 4 найпоширеніші органічні кислоти у зразках: яблучну кислоту, молочну кислоту, піровиноградну кислоту та оцтову кислоту. Середні концентрації яблучної кислоти становили 3,35 мг/мл перед ферментацією. Концентрація яблучної кислоти у всіх зразках помітно знизилася з кінця бродіння протягом усього

періоду зберігання, і ця тенденція була особливо виражена для зразків, що містять *L. acidophilus*. Збільшення молочної кислоти у зразку, ферментованому *L. acidophilus*, було значним, і найвища концентрація 7,48 мг/мл була виявлена на 28 день зберігання. Загалом, виробництво молочної кислоти тісно відповідало зменшенню яблучної кислоти, що продемонструвало, що яблучно-молочне бродіння відбувалося під час бродіння яблучного соку за допомогою LAB. За весь період випробувань вміст піровиноградної та оцтової кислот у всіх зброджених зразках був значно вищим, ніж у незбродженому соку. Концентрації піровиноградної кислоти в усіх зразках знижувалися протягом усього терміну зберігання. Концентрація оцтової кислоти мала тенденцію до зростання для всіх зразків протягом усього періоду зберігання в холодильнику. Найвища концентрація 0,24 мг/мл була виявлена у зразках з *L. casei* після 28 днів зберігання.

Електронний ніс виявив різноманітні профілі смаку в яблучному соку, ферментованому різними LAB, *L. acidophilus* NCFM, *L. rhamnosus* LGG, *L. plantarum* ST-III і *L. casei* LC2W. Щоб порівняти ароматичні профілі цих зразків, летючий склад оцінювали за допомогою вільного простору (HS)-SPME/GC-MS. Всього 53 летючих сполуки були ідентифіковані.

Леткі сполуки зразків, що містять *L. rhamnosus* LGG, *L. plantarum* ST-III і *L. casei* LC2W не показали істотних відмінностей після ферментації та на ранній стадії зберігання. Очевидно, що *L. acidophilus* NCF мав більш виражений вплив на летючі характеристики ферментованого яблучного соку, ніж інші штами. Загальна концентрація спиртів у ферментованих зразках була принаймні в 10 разів більшою, ніж у неферментованому соку, що вказує на те, що більшість спиртів утворилася в результаті бродіння LAB. Цей висновок добре узгоджується з дослідженням соку бузини, яке виявило значне збільшення вмісту спирту після бродіння *L. plantarum*, *L. rhamnosus* і *L. casei*. Це відкриття вказує на те, що ці сполуки є ключовими факторами аромату яблучного соку. Сполука 2-етилгексанол, яку в основному отримують гідруванням альдегідів, має квіткові та фруктові властивості. Дві найвищі концентрації цієї сполуки спостерігалися в



яблучному соку, ферментованому *L. casei* (335,64 мкг/кг) і *L. rhamnosus* (330,43 мкг/кг)

Найзначнішими сполуками, які вплинули на смак ферментованого яблучного соку, були етилацетат і етилбутират. Концентрація етилацетату в усіх зразках зростає, починаючи з кінця ферментації до 14-го дня зберігання ( $p < 0,05$ ), а потім знизилася до кінця періоду зберігання. Зразки з *L. acidophilus* показали найвищу концентрацію (11,20 мкг/кг) на 14 день [31].

В іншому дослідженні ферментованого яблучного соку лактобацилами було зроблено висновок, що естери важливі для аромату. Основні ефіри в каламутному яблучному соці і каламутному яблучному соці, багатий на поліфеноли були гексилацетат, етилбутират і бутилацетат. Гексилацетат і етилбутират надають фруктовий і солодкий запах. Етилацетат, гексилацетат і етилбутират були основними ефірами ферментованого мутного яблучного соку, багатого на полі фенолами.. Ферментація *Lactobacillus* збільшила вміст етилацетату, що наділило ферментований мутний яблучний сік, багатого на полі фенолами ананасовим запахом, крім того, були присутні деякі нові ефіри, такі як етилгептилат, метилоктаноат і пропілпропаноат, які надали ферментованому соку фруктовий, апельсиновий та ананасовий запахів. Спирти були ще одним важливим класом летючих речовин, присутніх у трьох видах яблучного соку. Домінуючим алкоголем у каламутному яблучному соці був 1-гексанол, який сприяв відчуттю солодощі та квітів, а вміст 1-гексанолу збільшувався під час бродіння. Етанол, який кількісно був основним алкоголем, присутнім як у каламутному яблучному соці, багатий на поліфеноли, так і в каламутному яблучному соці, надавав сокам солодкий запах. 1-пентанол, який був присутній у всіх трьох видах яблучного соку, надавав запахи квітів і зелені. Вміст бензилового спирту та 2-гексен-1-оліну був вищим у ферментованому соці, ніж у каламутному яблучному соці, багатий на поліфеноли [32].

## **Висновок до розділу 1**

Безлактозні продукти є основним варіантом харчування для осіб з непереносимістю лактози, яка може бути генетично обумовленою або пов'язаною з іншими шлунково-кишковими розладами. Вони залишаються популярними завдяки поширенню непереносимості лактози в нашому світі. Ринок таких продуктів зростає через збільшення відомостей споживачів про їх використання та сприяння здоровому способу життя.

Молочнокислі бактерії є важливою складовою мікробної спільноти, яка використовується у виробництві молочних продуктів. Вони грають ключову роль у формуванні смаку та консистенції таких продуктів, як йогурт, кефір, сир, і надають свої харчові властивості. За допомогою молочнокислих бактерій відбувається процес молочнокислого бродіння, при якому вуглеводи розщеплюються до молочної кислоти.

При аналізі літературних джерел встановлено, що ферментація соку штамами молочнокислих бактерій має значний вплив на хімічний склад та аромат напою. Бродіння призводить до підвищення пірвиноградної та оцтової кислот, а аналіз аромату показав, що ефіри є основними компонентами ророзвитку запаху. Молочнокислі бактерії можуть змінювати склад і аромат напою під час ферментації, відкриваючи перспективи для поліпшення органолептичних характеристик продукту.

## РОЗДІЛ 2

### МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В роботі буде використаний яблучний сік із яблук сорту Голден, культура *L. acidophilus*, тест-системи ТОВ НВП «ФілісітДіагностика» для визначення глюкози, калію та магнію, йодометричний реагент для визначення вітаміну С, гідроксид натрію і фенолфталеїн для визначення загальної кислотності. Дослідження, як планується виконати в роботі: провести ферментацію яблучного соку *L. acidophilus*, визначити концентрацію глюкози, калію, магнію, вітаміну С, загальну кислотність. Всі методи, які використовуються в роботі, перераховані та описані нижче. До них відносяться методи дослідження органолептичних властивостей, методи визначення глюкози, калію, магнію, вітаміну С, загальної кислотності, статистичні методи.

#### 2.1 Вирощування культури *Lactobacillus acidophilus*

Етапи вирощування культури *L. acidophilus* включали в себе:

1. Приготування поживного середовища:
  - Згідно рецепту зважили необхідну кількість порошку для приготування бульйону MRS (55,2 г на 1000 мл дистильованої води).
  - Розчинили усі необхідні компоненти в воді та проавтоклавували при 121°C протягом 20 хв для стерилізації.
  - Після автоклавування середовище охолодити приблизно до 37°C.
2. Підготовка інокуляту:
  - За допомогою стерильної петлі перенесли культуру з пробірки зі скошеним агаром у віалу з попередньо підготовленим рідким середовищем MRS.
3. Інкубація в статичних умовах:
  - Віалу з культурою закрили так, щоб уникнути доступу повітря.
  - Ємність з культурою у рідкому середовищі MRS помістили у термостат, попередньо налаштувавши температуру на 37°C.
4. Спостереження та збір проб:

– Інкубація тривала 48 годин. Кожні 12 годин були відібрані зразки культури для спостереження накопичення біомаси.

– Оцінювали накопичення біомаси за допомогою видимого огляду (помутніння та формування згустів в рідкому середовищі) та вимірювання оптичної щільності (ОД) при 600 нм.

#### 5. Завершення вирощування культури:

– Після 48 годин інкубації зупинили вирощування культури.

– Зібрану культуру використовували для подальших аналізів та експериментів.

Таким чином, накопичення культури *L. acidophilus* відбувалося в статичних анаеробних умовах на рідкому середовищі MRS (де Ман, Рогоза, Шарп) протягом 48 годин при 37°C.

## 2.2 Приготування яблучного соку

Оскільки, сировиною для функціонального продукту був обраний яблучний сік, то для його отримання були проведені такі етапи:

### 1. Підготовка:

– Вибір сорту яблука: Для соку найкраще підходять солодкі і кислі сорти, такі як Голден, Гренні Сміт, Харді, Янговнік та інші. Також, важливо було обрати сорт яблука, доступний весь рік. Саме тому обрали яблука сорту Голден (2 кг).

– Очищення яблук: Під проточною водою промили яблука для видалення бруду і залишків пилу.

### 2. Приготування соку:

– Очищення та нарізання: З яблук знімали шкірку та видаляли серцевину, після чого нарізали на невеликі шматочки. Варто зазначити, що допускається використання яблук без очищення, якщо необхідно отримати сік темніший за кольором.

– Подрібнення: Нарізані яблука подрібнювали в блендері або за допомогою інших подрібнювальних пристроїв для отримання пюре.

– Віджимання: Сік з пюре віджимали за допомогою соковижималки або марлі. Дану процедуру можна провести повторно, щоб забезпечити максимальний віджим. Таким чином, було отримано 0,5 літрів яблунового соку.

### 3. Пастеризація:

– Підготовка скляних колб: Скляні колби були попередньо вимиті, висушені та стерилізовані сухим жаром при 180°C протягом години.

– Наповнення колб: Отриманий сік наливали в колби, залишаючи невеликий простір між рідиною та ватно-марлевою пробкою (близько 5-7 см). Розлили сік у дві колби, по 250 мл в кожній. В один із зразків додали глюкозу в кінцевій концентрації 2%.

– Пастеризація: Підготували водяну баню, колби з соком помістили так, щоб рівень води у бані був вище, ніж рівень соку у колбах.

– Режим пастеризації: Повільно нагрівали воду до температури 90°C та інкубували протягом 15-20 хвилин. Після цього охолоджували до 20 °C і проводили пастеризацію повторно.

– Закінчення пастеризації: Колби вилучали з водяної бані та давали їм охолонути при кімнатній температурі.

### 4. Бродіння:

До пастеризованого соку стерильно вносили 2-добову культуру *L. acidophilus* в розрахунку 5 мл бульйонної культури (0,9-1 ОД) на 100 мл соку. Бродіння проводили протягом 48 годин при температурі 37°C [33].

### 5. Зберігання:

Ферментований сік зберігали у холодильнику при 4°C до моменту проведення досліджень.

## 2.3 Визначення магнію

Аналіз проводили за методикою вимірювання концентрації магнію (колориметричний метод) від ТОВ НВП «ФілісітДіагностика», Україна. Набір реактивів складався з ксилідилового реагенту та калібрувального розчину, а також аналізуючий матеріал (яблучний сік).

### 1. Підготовка холостої, калібрувальної та дослідної проби:

Приготували проби згідно з рекомендацій виробника. Аналіз проводили у напівмікро метод. Змішували реактиви і витримували 5 хв при кімнатній температурі.

### 2. Вимірювання:

– Вимірювали оптичну щільність дослідної проби і калібрувальної проби проти холостої проби.

– Заповнили кювети та вимірювали поглинання для кожної проби за допомогою спектрофотометра при відповідній довжині хвилі, 520нм.

### 3. Визначення концентрації магнію у зразках:

Розрахунок концентрацій знаходили за формулою:

$$C = \frac{E_{\text{досл}}}{E_{\text{кал}}} \times 0,823 \text{ [ммоль/л]} \quad (\text{формула 2.1})$$

Де: C - концентрація магнію в дослідній пробі, ммоль/л;

0,823 – концентрація магнію в калібрувальному розчині, ммоль/л;

$E_{\text{досл}}$  - оптична щільність дослідної проби, од. опт. щільності;

$E_{\text{кал}}$  - оптична щільність калібрувальної проби, од. опт. щільності.

### 4. Контроль якості:

Провели повторні вимірювання для перевірки повторюваності та точності.

## 2.4 Визначення глюкози

Аналіз проводили за методикою вимірювання концентрації глюкози від ТОВ НВП «ФілісітДіагностика», Україна. Набір реактивів складався з монореагенту, калібрувального розчину глюкози, антикоагулянт, а також аналізуючий матеріал (яблучний сік).

### 1. Підготовка холостої, калібрувальної та дослідної проби:

Приготували проби згідно з рекомендацій виробника. Аналіз проводили у напівмікро метод. Змішували реактиви і витримували 25 хв при кімнатній температурі.

### 2. Вимірювання:

– Вимірювали оптичну щільність дослідної проби і калібрувальної проби проти холостої проби.

– Заповнили кювети та вимірювали поглинання для кожної проби за допомогою спектрофотометра при відповідній довжині хвилі, 500 нм.

3. Визначення концентрації глюкози у зразках:

Розрахунок концентрацій знаходили за формулою:

$$C = \frac{E_{\text{досл}}}{E_{\text{кал}}} \times K \times 10 \text{ [ммоль/л]} \quad (\text{формула 2.2})$$

Де: C- концентрація глюкози в дослідній пробі, ммоль/л;

10 – концентрація глюкози в калібрувальному розчині, ммоль/л;

$E_{\text{досл}}$  - оптична щільність дослідної проби, од. опт. щільності;

$E_{\text{кал}}$  - оптична щільність калібрувальної проби, од. опт. щільності;

K – коефіцієнт розведення.

4. Контроль якості:

Провели повторні вимірювання для перевірки повторюваності та точності.

## 2.5 Визначення калію

Аналіз проводили за методикою вимірювання концентрації калію від ТОВ НВП «ФілісітДіагностика», Україна. Набір реактивів складався з осаджуючого реагенту, калібрувального розчину калію, бідистильованої води, а також аналізуючий матеріал (яблучний сік).

1. Підготовка холостої, калібрувальної та дослідної проби:

Приготували 3 пробірки згідно з рекомендацій виробника. Аналізуємий розчин повільно вводили в осаджуючий реагент без перемішування.

– Пробірки інкубували 2 хв при кімнатній температурі.

– Потім реакційну суміш інтенсивно перемішували.

– Подальша інкубація відбувалась 10 хв при кімнатній температурі.

2. Вимірювання:

– Вимірювали оптичну щільність дослідної проби і калібрувальної проби проти холостої проби.

–Заповнили кювети та вимірювали поглинання для кожної проби за допомогою спектрофотометра при відповідній довжині хвилі, 578 нм.

### 3. Визначення концентрації калію у зразках:

Розрахунок концентрацій знаходили за формулою:

$$C = \frac{E_{\text{досл}}}{E_{\text{кал}}} \times 5,0 \text{ [г/л]} \quad (\text{формула 2.3})$$

Де: C- концентрація калію в дослідній пробі, ммоль/л;

5,0 – концентрація калію в калібрувальному розчині, ммоль/л;

$E_{\text{досл}}$  - оптична щільність дослідної проби, од. опт. щільності;

$E_{\text{кал}}$  - оптична щільність калібрувальної проби, од. опт. щільності.

### 4. Контроль якості:

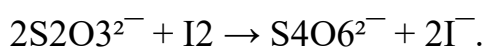
Провели повторні вимірювання для перевірки повторюваності та точності.

## 2.6 Визначення вітаміну С

Методика кількісного визначення вітаміну С в яблучному соку методом йодометричного титрування.

Метод йодометричного титрування - це аналітичний хімічний метод, який використовується для визначення концентрації окислювача в розчині, шляхом взаємодії цього окислювача з розчином йоду або йодиду в наявності стандартного редуکتора, такого як тіосульфат натрію. Цей метод базується на реакції окислювача з йодом, де важливою частиною є перетворення йоду на йодид у наявності окислювача.

Принцип дії полягає в тому, що йодометричний реагент (частіше всього, це розчин йоду або йодиду калію) додається до розчину з аналітом (окислювачем). Якщо окислювач присутній у зразку, він окислює йодид до йоду, і при цьому сам редукується. Далі використовується тіосульфат натрію як титруючий реагент, який реагує з йодом:



Коли кількість йоду, утвореного реакцією з окислювачем, вичерпана, з'являється екстра йод, який може бути визначений за допомогою тіосульфату



натрію. Вимірявши об'єм тіосульфату, необхідний для повного витрати йоду, можна визначити концентрацію окислювача у зразку.

Для проведення аналізу використовували досліджуваний матеріал (яблучний сік), 2-% розчин HCl, 0,003 н. розчин йоду, 0,5% розчин крохмалю.

Процедура:

1. Підготовка проби:

- До 1 мл яблучного соку додали 5 мл HCl і ретельно перемішали.
- Фільтрували через паперовий фільтр у чисту пробірку.
- Масу на фільтрі промили кількома краплями води.
- У фільтрат додали 500 мкл 0,5% розчину крохмалю.

2. Титрування:

Титрували отриману суміш 0,003 н. розчином йоду до появи синього кольору. Синій колір свідчить про завершення титрування.

3. Вимірювання об'єму титрувального розчину:

Виміряли об'єм титрувального розчину, який був доданий до зразка. Цей об'єм відображає кількість каліюйодату, яка була потрібна для титрування вмісту вітаміну С в яблучному соку.

4. Обчислення вмісту вітаміну С:

Вміст вітаміну С в яблучному соці розраховували за формулою:

$$M = \frac{n \times E \times V}{1000} \text{ [мг]} \quad (\text{формула 2.4})$$

Де: M - концентрація вітаміну С в дослідній пробі, мг;

E – молярна маса еквівалентна аскорбіновій кислоти в г, 88 г;

V – об'єм витраченого на титрування йоду, мл.

Для перерахунку на вміст вітаміну С в 100 г продукту (X) використовували формулу:

$$X = \frac{M \times 1000}{2} \text{ [г]} \quad (\text{формула 2.5})$$

X - концентрація вітаміну С в дослідній пробі, г;

5. Контроль якості:

Провели повторні вимірювання для перевірки повторюваності та точності.

## 2.7 Визначення загальної кислотності та концентрації яблучної кислоти

Для визначення загальної кислотності (по еквіваленту оцтової кислоти) та концентрації яблучної кислоти (по еквіваленту яблучної кислоти) в яблучному соку використовували титрування з використанням натрію гідроксиду (NaOH) як титранта. Цей метод базується на тому, що луг реагує з кислотами в соку, і точка еквівалентності досягається, коли всі кислоти в соку були нейтралізовані.

### 1. Підготовка проби:

Виміряли 10 мл яблучного соку та перенесли його в колбу.

### 2. Додавання індикатора :

Додали кілька крапель індикатора, такого як фенолфталеїн, до соку.

### 3. Титрування лугом:

Додали розчин натрію гідроксиду (NaOH) великими краплями до соку під час змішування.

### 4. Спостереження для зміни кольору:

Продовжували додавати луг до тих пір, поки колір соку не зміниться від світло-жовтого до рожевого або легкого фіолетового.

### 5. Запис результатів:

Записали об'єм лугу, який був доданий до досягнення точки еквівалентності. Цей об'єм лугу вказує на кількість лугу, необхідну для нейтралізації кислоти в яблучному соку.

### 6. Обчислення :

Розрахунок концентрацій загальної кислотності (по еквіваленту оцтової кислоти) та концентрації яблучної кислоти (по еквіваленту яблучної кислоти) знаходили за формулою:

$$C = \frac{V \times N \times E}{1000 \times V_p} \text{ [мг/л]} \quad (\text{формула 2.6})$$

Де: C- кислотність, мг/л;

V (NaOH) – об'єм гідроксиду натрію, що пішов на титрування розчині, мл;

N (NaOH) – нормальність гідроксиду натрію;

$V_p$  – об'єм проби, мл;

E- еквівалент оцтової кислоти (60,01) або еквівалент яблучної кислоти (134,09).

## **2.8 Методика визначення органолептичних показників**

При характеристиці органолептичних показників враховували аромат, кислість, терпкуватість, солодкуватість, солоність та насиченість яблучного соку. Органолептичні показники відносяться до характеристик продукту, які можна оцінити за допомогою наших органів чуття, як зір, нюх, смак, дотик тощо.

Приклад органолептичні показники, які можна отримати при оцінці яблучного соку:

### **1. Аромат:**

Сік повинен мати характерний, приємний аромат яблука, який може відрізнятися залежно від сорту яблука і методів обробки.

### **2. Кислість:**

Кислість є однією з характерних рис соку. Вона надає соку освіжаючий смак, схожий на природну кислотність яблука. Важливо збалансувати кількість кислот, щоб уникнути занадто сильного кислого смаку.

### **3. Терпкуватість:**

Терпкуватість традиційно не є типовою характеристикою яблучного соку. Якщо ви відчуваєте терпкуватість, це може бути пов'язано зі складом соку або якою яблуком.

### **4. Солодкуватість:**

Солодкуватість спостерігається від природних цукрів, що містяться в яблуках. Солодкуватий смак може варіюватися залежно від різних сортів яблука та ступеня їх спелості.

### **5. Насиченість:**

Насиченість описує інтенсивність смакових і запахових характеристик. Сок може бути більш або менш насиченим залежно від концентрації ароматів та смакових речовин.

## 6. Солоність:

Солоність може свідчити про забруднення соку або додавання солі, якщо вона виявляється в великих кількостях [33].

### 2.9 Методика порівняння даних

Для порівнювання середніх значень та виявлення достовірних відмінностей ( $p < 0,05$ ) між групами застосовували критерій Вілкоксона.

Критерій Вілкоксона (також відомий як критерій Манна-Уїтні) – це непараметричний статистичний тест, який використовується для визначення, чи є статистично значуща різниця між двома незалежними вибірками даних. Він є альтернативою параметричному t-тесту для незалежних вибірок, який передбачає, що дані мають нормальний розподіл та однорідні дисперсії.

Критерій Вілкоксона не потребує таких припущень про розподіл даних і тому може бути корисним, коли дані не відповідають нормальному розподілу або коли невеликі вибірки роблять норму важкою перевіркою.

Основна ідея цього тесту полягає у порівнянні рангів значень у двох групах. Він обчислює суму рангів однієї з вибірок і порівнює її з очікуваною сумою рангів у разі відмінності між групами. Якщо відмінності статистично значущі, то критерій Вілкоксона дозволяє дійти невтішного висновку у тому, що середні значення у вибірках різняться.

Критерій Вілкоксона може бути застосований для порівняння різних груп або вибірок за різними параметрами, і він широко використовується у статистичному аналізі даних у медичних, біологічних, дослідницьких та інших галузях [35].

Всі дослідження в роботі були проведені мінімум в трьох повторностях. Всі усереднені значення представлені у вигляді медіани з інтерквартильним розкидом.

### Висновок до розділу 2

Описано ряд методологій, пов'язаних з основними аспектами досліджень в області біології та хімії. До цих методів входить приготування культури

*Lactobacillus acidophilus*, яке є критичним місцем для вивчення мікробної активності та біохімічних процесів. Крім того, була представлена методологія приготування яблучного соку, що має практичне застосування в харчовій промисловості та дієтології.

Також було надано методи вимірювання концентрації різних хімічних сполук, зокрема магнію, глюкози, калію та вітаміну С. Ці методи дозволяють точно визначити вміст цих сполук у досліджуваних зразках та встановити їх значення в контексті дослідження.

Додатково, було викладено методи визначення загальної кислотності та концентрації яблучної кислоти, яка є кількістю для вивчення характеристик харчових продуктів та напоїв. Також мають місце органолептичні показники, що дозволяють оцінювати смак, запах, колір і текстуру продукту.

Завершальною частиною роботи була методика порівняння даних, яка аналізує та інтерпретує отримані результати та висновки з усіх попередніх методів дослідження.

Усі ці методології виконують важливу роль у наукових дослідженнях та практичних додатках і можуть бути корисними для подальших досліджень та розвитку суміжних галузей знань.

## РОЗДІЛ 3

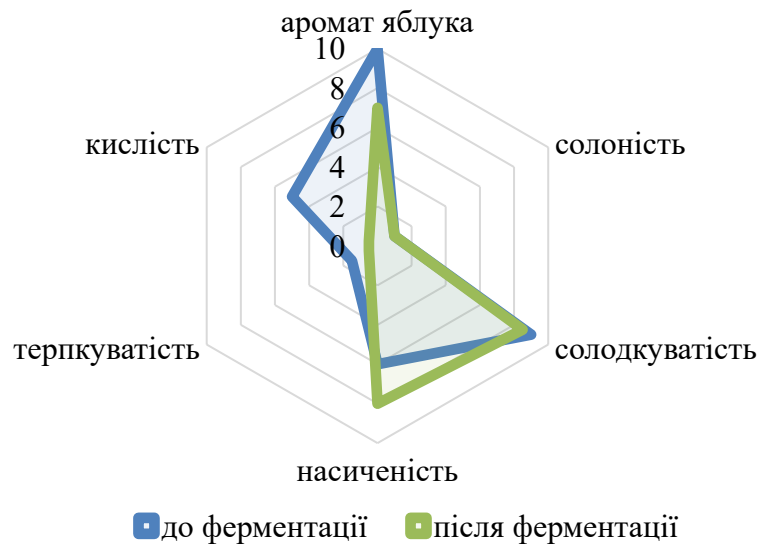
### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Для порівняння властивостей яблучного соку до та через два дні після ферментації було проаналізовано органолептичні показники, вміст магнію, калію, глюкози, вітаміну С та кислотність для яблучного соку з додаванням та без додавання глюкози на початку ферментації.

#### 3.1 Результати органолептичних досліджень

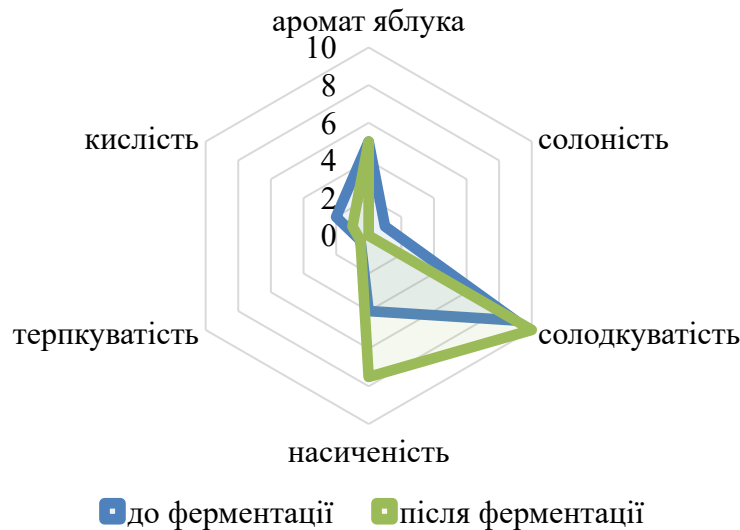
Одним із важливих показників при порівнянні яблучного соку до і після ферментації, відповідно з додаванням і без додавання глюкози, є його органолептичні показники, результати якого графічно представлені на рис.3.1.

Дослідження органолептичних параметрів показало, що після ферментації з *L. acidophilus* сік без додавання глюкози втрачає аромат яблука на 30%, терпкість на 66,7% та кислотність на 83,3%. Однак загальна насиченість зросла на 25,0% (рис.3.1).



**Рис.3.1. Органолептичні показники яблучного соку без додавання ГЛЮКОЗИ**

Інші результати спостерігаються при додаванні глюкози на початку бродіння. Солодкуватість зросла на 10,0%, а насиченість - на 46,7%. Аромат яблука залишився незмінним, однак, він є меншим, ніж при використанні соку без додавання глюкози як до, так і після ферментації – на 50,0% та 28,6% відповідно (рис.3.2).



**Рис.3.2. Органолептичні показники яблучного соку з додавання глюкози**

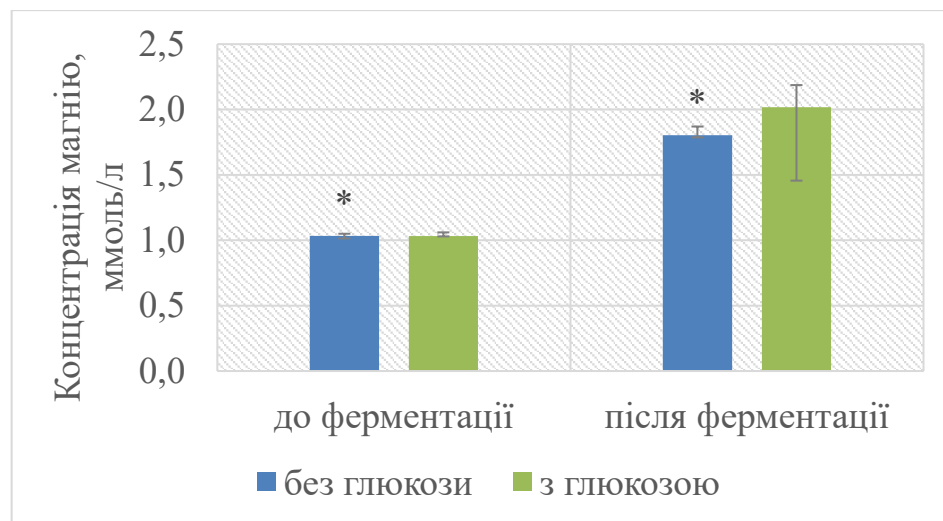
Виявлено, що ферментація з використанням *L. acidophilus* значно впливає на органолептичні характеристики яблучного соку. Зокрема, відзначено зменшення аромату, збільшення солодкуватості та насиченості, а також втрату терпкості та збільшення кислотності. Додавання глюкози на початку ферментації впливає на смакові властивості яблучного соку. Воно збільшує солодкуватість і насиченість, але при цьому знижує аромат яблука. Це може вказувати на можливість підвищення привабливості соку для споживачів, які віддають перевагу менш кислому смаку.

Сполуками, необхідними для формування аромату ферментованого яблучного соку *L. acidophilus*, є ефірні сполуки, серед яких можна виділити гексилацетат, етилбутират і бутилацетат. Гексилацетат і етилбутират надають фруктовий, солодкий запах. Ферментація соку з використанням *L. acidophilus* збільшує вміст етилацетату і надає кінцевому продукту ананасовий аромат.

Етилгептилат, метилоктаноат і пропілпропаноат надають ферментованому соку фруктовий, апельсиновий та ананасовий аромати. Крім того, сполуками, що утворюють органолептику, є летючі речовини, наприклад спирти. Переважаючим спиртом у ферментованому яблучному соку є гексанол, який сприяє виникненню відчуттю солодощів та квітів. Етанол надає соку солодкого запаху, а пентанол – запахи квітів і зелені [32]. Порівнюючи з даними, отриманими в експерименті, можна зробити висновок, що збільшення загальної насиченості продукту може бути пов'язано з утворенням фруктового та солодкого ароматів за рахунок утворення складних ефірів та етанолу.

### 3.2 Дослідження концентрації магнію

Концентрації магнію до і після ферментації були проаналізовані у двох експериментах, один без глюкози, а інший з глюкозою (рис.3.3).



\* $p < 0.05$

**Рис.3.3. Концентрація магнію в досліджуваних зразках яблучного соку**

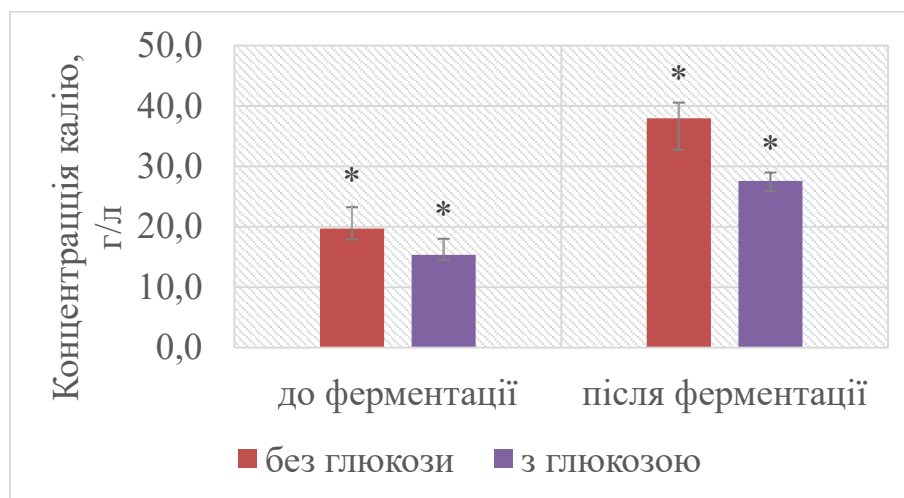
Показано, що концентрації магнію достовірно підвищувалися на 42,7% при використанні соку без додавання глюкози ( $p < 0,05$ ). Але в соку, що містить глюкозу, магнієвий індекс достовірно не змінився. Концентрація магнію в соку перед ферментацією була на одному рівні – 1,0 ммоль/л з додаванням і без додавання глюкози.



У дослідженні з ферментованим фруктовим соком *L. plantarum* NRRL-D-14768 рівень магнію підвищився в усіх протестованих соках: в апельсиновому, ананасовому, грушевому та томатному соках, за винятком кавунового соку, вміст магнію знизився з  $90 \pm 7,3$  мг/100 мл до  $86 \pm 6,5$  мг/100 мл [30]. Отримані дані доповнюють факти, відомі з літератури. На основі цього аналізу можна зробити висновок, що концентрація магнію дійсно збільшується під час зброджування соку молочнокислими бактеріями. Однак не спостерігається значної зміни концентрації магнію при додаванні в сік додаткової глюкози на початку ферментації. Іншими словами глюкоза негативно впливає на виробництво магнію *L. acidophilus* в яблучному соку.

### 3.3 Дослідження концентрації калію

Вміст калію в соку з додаванням глюкози нижчий, але ступінь накопичення калію в соку не залежить від додавання глюкози (рис.3.4).



\* $p < 0,05$

**Рис.3.4. Концентрація калію в досліджуваних зразках яблучного соку**

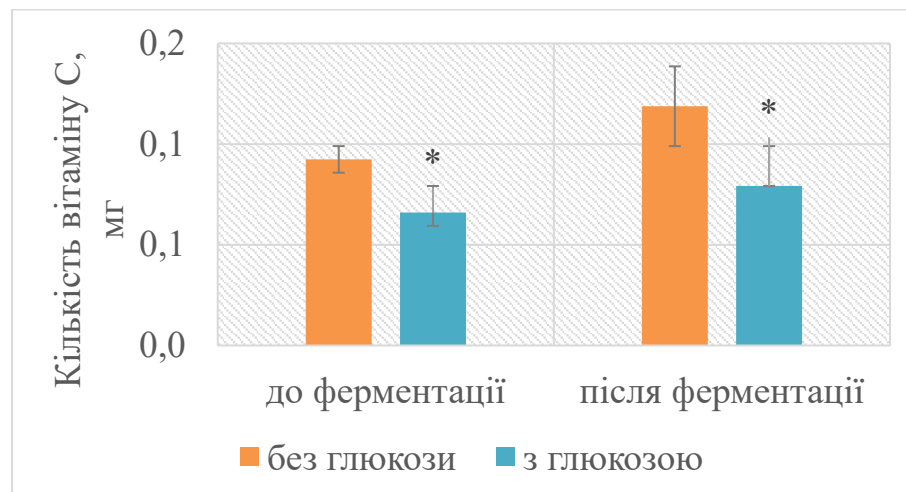
У цьому дослідженні концентрація калію значно зросла на 48,1%, коли вживали сік без додавання глюкози. В іншому зразку показник достовірно збільшився на 44,3% ( $p < 0,05$ ), коли глюкозу додали на початку ферментації.

Цікаво, що концентрація калію в соку без глюкози була вищою: 19,7 г/л до початку ферментації, порівняно з 15,4 г/л для соку з глюкозою.

За даними досліджень інших авторів, вміст калію в апельсиновому, ананасовому, грушевому, томатному та кавуновому соках, ферментованих *L. plantarum* NRRL-D-14768 протягом 48 годин, збільшувався. В середньому вміст калію в зразках соків збільшився з 13-279 мг/100 мл [30]. Отже, дані, отримані в цьому дослідженні, корелюють з відомими фактами, і збільшення вмісту калію відбувається під час ферментації яблучного соку *L. acidophilus*. Причому вміст калію не залежить від додавання глюкози на початку ферментації. Це означає, що збільшення вмісту калію в соку відбувається незалежно від вмісту глюкози.

### 3.4 Визначення концентрації вітаміну С

При дослідженні вмісту вітаміну С було виявлено, що концентрація вітаміну С достовірно зросла на 16,7% при додаванні глюкози в сік на початку ферментації (рис.3.5). З іншого боку, у соках, до яких не додавали глюкозу, не було виявлено достовірних змін у вмісті вітаміну С ( $p < 0,05$ ).



\* $p < 0,05$

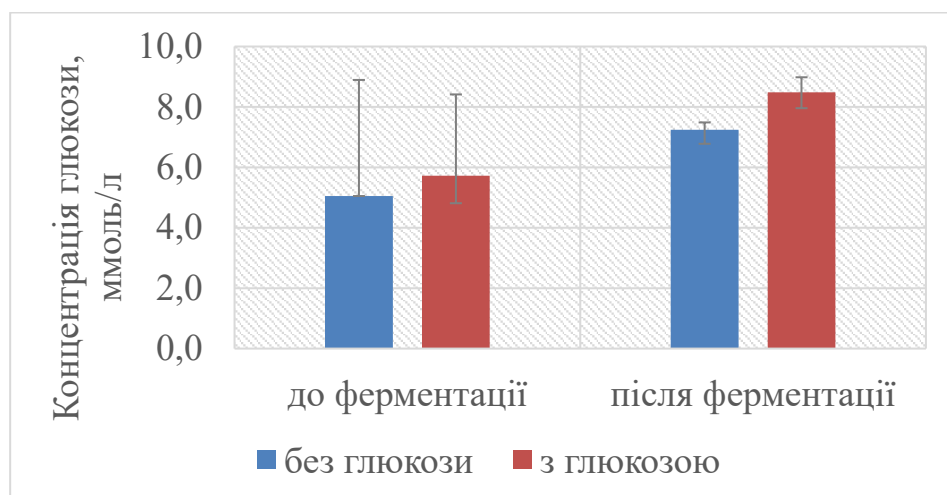
**Рис.3.5. Кількість вітаміну С в досліджуваних зразках яблучного соку**

Існує багато наукових досліджень щодо зміни вмісту вітаміну С у яблучному соці, ферментованому молочнокислими бактеріями. Наприклад, було

показано, що при ферментації яблучного соку кешью за допомогою *L. plantarum* і *L. casei* протягом 12 годин вміст вітаміну С збільшується, а потім залишається постійним. У той же час, коли використовували *L. acidophilus* і *L. casei*, вміст вітаміну С знизився на кілька відсотків після 48 годин молочнокислого бродіння [25]. Дані, отримані в експериментах, корелюють з результатами даного дослідження. При використанні одного штаму *L. acidophilus* без додавання інших штамів вміст вітаміну С збільшувався після 48 годин ферментації, але тільки при умові додавання глюкози на початку ферментації. З цього мона зробити висновок, що без внесення додаткової глюкози на початку ферментації показник вітаміну С або не змінюється, або знижується. Проте, при внесенні глюкози на початку ферментації яблучного соку спостерігається достовірно підвищення кількості вітаміну С. Ці результати можуть бути використані для подальших досліджень з метою вставлення можливості регуляції синтезу вітаміну С у кінцевому продукті.

### 3.5 Дослідження вмісту глюкози

У двох експериментах без глюкози та з глюкозою концентрація глюкози до та після ферментації достовірно не змінилася ( $p \leq 0,05$ ) (рис.3.6). Натомість, в експерименті з капустино-яблучним соком ферментованим з використанням *L.plantarum* значення глюкози до ферментації становило 3,22 г/100мл, а після ферментації знизилось до 2,17 г/100мл ( $p < 0,001$ ) [29].



\* $p < 0.05$

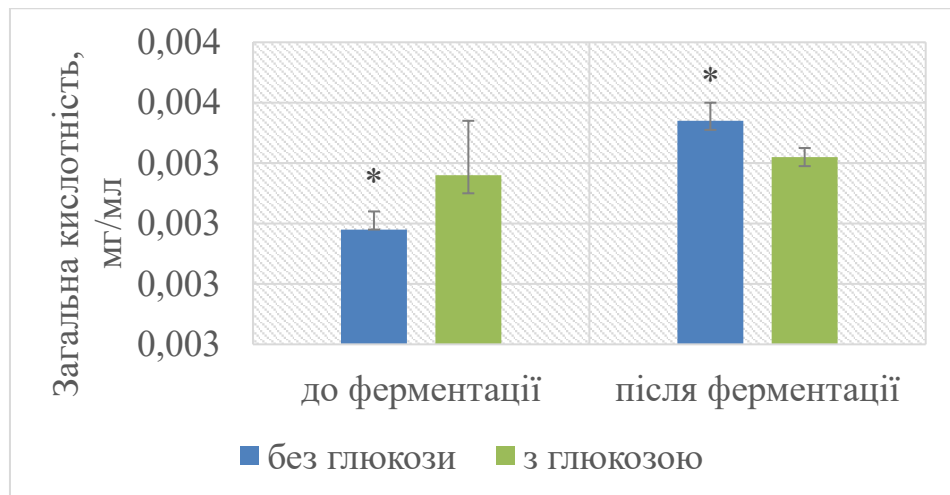
### Рис.3.6. Концентрація глюкози

Тобто, відбувається достовірне зниження, що свідчить про асиміляцію глюкози молочнокислою бактерією *L.plantarum*. Відсутність зміни концентрації глюкози в нашому дослідженні свідчить про те, що дисахариди та полісахариди яблучного соку були розщеплені і зниження вмісту глюкози нівелювалося в процесі засвоєння глюкози *L. acidophilus*. Достовірних даних про зміни вмісту глюкози отримати не вдалося, тому необхідні подальші дослідження змін цього показника.

### 3.6 Дослідження показника загальної кислотності

Загальний показник кислотності підвищився достовірно на 10,2% при використанні соку без додавання глюкози ( $p < 0,05$ ), (рис.3.7). Однак, у соку з додаванням глюкози достовірних змін показників не спостерігалось. Це може вказувати на те, що глюкоза не має значущого впливу на цей показник в контексті даного дослідження.

Загальна кислотність капустино-яблучного соку, ферментованого *L.plantarum*, зросла з 1,03 г/100мл до 2,13 г/100мл ( $p \leq 0,001$ ) [29]. В іншому експерименті яблучний сік ферментували чотирма штамми LAB: *L. acidophilus* NCFM, *L. rhamnosus* LGG, *L. plantarum* ST-III та *L. casei* LC2W. Концентрація яблучної кислоти в усіх зразках достовірно знижувалася до кінця ферментації протягом усього періоду зберігання, причому ця тенденція була особливо вираженою у зразках, що містили *L. acidophilus* [31].



\* $p < 0.05$

**Рис.3.7. Загальна кислотність досліджуваних зразків яблучного соку**

Порівнюючи отримані експериментальні та теоретичні дані, можна сказати, що використання лише *L. acidophilus* при ферментації чистого яблучного соку підвищує загальну кислотність без додавання глюкози. Іншими словами, показник кислотності залежить від умов ферментації та виду використаних молочнокислих бактерій. Отримані результати можуть бути використані для подальших досліджень з метою встановлення можливості регулювання концентрації кислотності кінцевого продукту.

### **Висновок до розділу 3**

У ході дослідження вмісту магнію, калію, вітаміну С, кислотності, ароматичних сполук та глюкози в яблучному соку під час ферментації з використанням *L. acidophilus* було отримано наступні важливі відомості:

1. Магній: Виявлено, що ферментація яблучного соку з використанням *L. acidophilus* призводить до підвищення концентрації магнію без додавання глюкози, що може бути корисним для виробників продуктів.

2. Калій: Концентрація калію також збільшується під час ферментації яблучного соку з *L. acidophilus*, незалежно від наявності глюкози, вказуючи на значущий вплив ферментації на цей мікроелемент.

3. Вітамін С: Додавання глюкози на початку ферментації призводить до збільшення концентрації вітаміну С у яблучному соку, що може бути корисною стратегією для підвищення вмісту цього вітаміну у продуктах.

4. Кислотність: Кислотність яблучного соку залежить від типу молочнокислих бактерій та умов ферментації, і вона може підвищуватися під час ферментації, особливо без додавання глюкози.

5. Ароматичні сполуки : Ферментація з *L. acidophilus* може впливати на ароматичні сполуки у яблучному соку, збільшуючи загальну насиченість та змінюючи ароматні характеристики.

6. Глюкоза: Концентрація глюкози в яблучному соку може змінюватися під час ферментації, в залежності від типу бактерій та умов ферментації, але в даному дослідженні не було виявлено достовірних змін.

Отримані результати підкреслюють важливість вибору мікроорганізмів та умов ферментації для досягнення певних характеристик у яблучних соках. Вони також вказують на можливість регулювання складу та якості яблучних напоїв в харчовій промисловості. Цей дослідження служить важливим кроком у розумінні процесів ферментації яблучного соку з метою покращення якості та корисних властивостей кінцевого продукту.

## ВИСНОВКИ

1. Показано можливість ферментації яблучного соку за допомогою *L. acidophilus*. Ферментація з *L. acidophilus* може впливати на ароматичні сполуки у яблучному соку, збільшуючи загальну насиченість ферментованого продукту, що покращує його сприйняття.

2. Виявлено, що ферментація яблучного соку з використанням *L. acidophilus* призводить до підвищення концентрації магнію без попереднього додавання глюкози на 42,7%.

3. Ступінь накопичення калію в соку не залежить від додавання глюкози – концентрація калію збільшилися під час ферментації яблучного соку з *L. acidophilus* в середньому на 46,2%.

4. Додавання глюкози на початку ферментації призводить до збільшення концентрації вітаміну С у яблучному соку на 16,7%.

5. Загальний показник кислотності підвищився достовірно на 10,2% при використанні соку без додавання глюкози.

6. У двох експериментах без глюкози та з глюкозою концентрація глюкози до та після ферментації достовірно не змінилася.

7. Отримані результати вказують на можливість регулювання складу та якості яблучних напоїв в харчовій промисловості при використанні ферментації за допомогою *L. acidophilus*. Ці дослідження служать важливим кроком у розумінні процесів ферментації яблучного соку з метою покращення якості та корисних властивостей кінцевого продукту.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Sharp, E., D'Cunha, N. M., Ranadheera, C. S., Vasiljevic, T., Panagiotakos, D. B., Naumovski, N. Effects of lactose-free and low-lactose dairy on symptoms of gastrointestinal health: A systematic review. *International Dairy Journal*. 2021. Vol. 114, P. 104936. URL: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2020.104936> (дата звернення: 17.03.2023).
2. Facioni, M. S., Raspini, B., Pivari, F., Dogliotti, E., & Cena, H. Nutritional management of lactose intolerance: the importance of diet and food labelling. *Journal of translational medicine*. 2020. Vol. 18, P. 1-9. URL: <https://doi.org/10.1186/s12967-020-02429-2> (дата звернення: 17.03.2023).
3. Catanzaro R., Sciuto M., Marotta F. Lactose intolerance: An update on its pathogenesis, diagnosis, and treatment. *Nutrition Research*. 2021. Vol. 89. P. 23–34. URL: <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2021.02.003> (дата звернення: 17.03.2023).
4. Tetiana Y., Anton S. FORMATION OF THE DOMESTIC MARKET OF LACTOSE-FREE AND LOW-LACTOSE DAIRY PRODUCTS. *THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICAL JOURNAL "COMMODITIES AND MARKETS"*. 2021. Vol. 38, no. 2. P. 33–43. URL: [https://doi.org/10.31617/tr.knute.2021\(38\)03](https://doi.org/10.31617/tr.knute.2021(38)03) (дата звернення: 17.03.2023).
5. Оздоровче харчування : навч. посіб. / Карпенко П. О., та ін. ; за ред. П. О. Карпенка. Київ: Київ. нац. торг.- екон. ун-т, 2019. 628 с.
6. Lactose-Free Products Market Growth, Analysis | Industry Insights & Statistics | MarketsandMarkets. *MarketsandMarkets*. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/lactose-free-products-market-4457397.html> (дата звернення: 17.03.2023).



7. Dekker P., Koenders D., Bruins M. Lactose-Free Dairy Products: Market Developments, Production, Nutrition and Health Benefits. *Nutrients*. 2019. Vol. 11, no. 3. P. 551. URL: <https://doi.org/10.3390/nu11030551> (дата звернення: 17.03.2023).
8. Костик Д. О., Кириченко О. В. Експертне дослідження якості йогуртів. 2022.
9. Гончар Ю. М. Технологія напівфабрикату на основі низьколактозної молочної сироватки : дисертація доктора філософії. Київ, 2021. 255 с.
10. Запорожець Д. Р., Надточій В. М. Технологія виробництва безлактозних продуктів. *Технологія виробництва та переробки продукції тваринництва* : Міжнар. науково-практ. конф., м. Біла Церква, 2020. С. 18–19.
11. Froiio, F., Cristiano, M. C., Mancuso, A., Iannone, M., & Paolino, D. Vegetable-milk-based yogurt-like structure: Rheological properties influenced by gluten-free carob seed flour. *Applied Sciences*. 2020. Vol. 10, no. 19. P. 6963. URL: <https://doi.org/10.3390/app10196963> (дата звернення: 17.03.2023).
12. Mollakhalili-Meybodi N., Arab M., Zare L. Harmful compounds of soy milk: characterization and reduction strategies. *Journal of Food Science and Technology*. 2021. URL: <https://doi.org/10.1007/s13197-021-05249-4> (дата звернення: 17.03.2023).
13. Sukalingam, K., Ganesan, K., Das, S., & Thent, Z. C. An insight into the harmful effects of soy protein: A review. . *La Clinica terapeutica*. 2015. Vol. 166, no. 3. P. 131–139. URL: <https://doi.org/10.7417/CT.2015.1843>
14. Соломон А. М., Казмірук Н. М. Мікробіологія харчових виробництв: навчальний посібник для студентів напряму підготовки «Харчові технології». Вінниця : РВВ ВНАУ, 2020. 312 с.
15. Старовойтова А. А. Навчальний посібник складений у відповідності з програмою навчальної дисципліни «Мікробіологія молока і молочних продуктів». Біла Церква : Технологіко-економічний коледж Білоцерківського національного аграрного університету, 2017. 153 с.

16. Штам бактерій *Lactobacillus acidophilus*, що використовується у виробництві заквашувальних культур для сичужних сирів : пат. 91417. Опубл. 26.07.2010. 10 с.
17. Irkitova A. N., Matsyura A. V. Ecological and biological characteristics of *Lactobacillus acidophilus*. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017. Т. 7, № 4. С. 214–230. URL: [https://doi.org/10.15421/2017\\_109](https://doi.org/10.15421/2017_109) (дата звернення: 17.03.2023).
18. Зоценко, В. М., Рубленко, І. О., Андрійчук, А. В., Островський, Д. М. Коригування імунного захисту організму пробіотиками. *Аграрна освіта та наука: досягнення, роль, фактори росту* : міжнар. науково-практ. конф. Біла Церква, 2020.
19. Strashnova I. V., Yamborko G. V., Vasylieva N. Y. ANTAGONISTIC ACTIVITY OF LACTOBACILLI PROBIOTIC STRAINS IN CO-CULTIVATION. *Microbiology&Biotechnology*. 2022. No. 1(54). P. 45–57. URL: [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2022.1\(54\).254024](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2022.1(54).254024) (дата звернення: 17.03.2023).
20. Дехтяренко Н. В., Шинкаренко Л. М., Дуган О. М. Критерії відбору пробіотичних штамів мікроорганізмів. *Наукові записки*. 2007. Т. 67, Біологія та екологія. С. 30–36.
21. Reid G. The scientific basis for probiotic strains of *Lactobacillus*. *Applied and environmental microbiology*. 1999. Vol. 65, no. 9. P. 3763–3766. URL: <https://doi.org/10.1128/AEM.65.9.3763-3766.1999>
22. Коваленко, Н. К., Лівінська, О. П., Полтавська, О. А., Гармашева, І. Л., Шинкаренко, Л. М., & Олещенко, Л. Т. Пробіотичні властивості промислових штамів лактобацил і біфідобактерій. *Мікробіологічний журнал*,. 2010. Т. 72, № 1. С. 9–17.
23. Xiaowei Wang, Mengzhen Han, Meina Zhang, Yu Wang, Yaopeng Ren, Tianli Yue, Zhenpeng Gao. In vitro evaluation of the hypoglycemic properties of lactic acid bacteria and its fermentation adaptability in apple juice, *LWT*, 2021. Vol.

136. P. 110363. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110363> (дата звернення: 17.03.2023).
24. Muhialdin, B.J., Kadum, H., Zarei, M., & Meor Hussin, A.S. Effects of metabolite changes during lacto-fermentation on the biological activity and consumer acceptability for dragon fruit juice. *Lwt.* 2020. Vol. 121. P. 108992. URL: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108992> (дата звернення: 17.03.2023).
25. Szutowska J. Functional properties of lactic acid bacteria in fermented fruit and vegetable juices: a systematic literature review. *European Food Research and Technology.* 2020. Vol. 246, no. 3. P. 357–372. URL: <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03425-7> (дата звернення: 17.03.2023).
26. Wu, C., Wang, J., Liu, N. et al. Phytochemical Properties and Antioxidant Capacities of Apple Juice Fermented by Probiotics During Refrigerated Storage and Simulated Gastrointestinal Digestion. *Applied Biochemistry and Biotechnology.* 2022. URL: <https://doi.org/10.1007/s12010-022-04255-2> (дата звернення: 17.03.2023).
27. Лапицька Н. В. Технологія напоїв, екстрактів та концентратів : навч. посіб. для студ. закладів вищої освіти. Чернігів : НУЧК ім. Т.Г. Шевченка, 2021. 217 с.
28. Гайдамак М. Ферментовані напої як функціональний інгредієнт у виробництві хлібобулочних виробів. *Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання* : Міжнар. студент. науково-техн. конф. 2021.
29. Park, S., Son, H. K., Chang, H. C., & Lee, J. J. Effects of Cabbage-Apple Juice Fermented by *Lactobacillus plantarum* EM on Lipid Profile Improvement and Obesity Amelioration in Rats. *Nutrients.* 2020. Vol. 12, no. 4. P. 1135. URL: <https://doi.org/10.3390/nu12041135> (дата звернення: 17.03.2023).
30. Zeng, H., Shuai, Y., Zeng, X., Xin, B., Huang, M., Li, B., Wang, C. Evaluation of health-related composition and bioactivity of five fruit juices following *Lactobacillus plantarum* fermentation and simulated digestion. *International*

URL: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14713> (дата звернення: 17.03.2023).

31. Chen Chen, C. Chen, Yanqing Lu, Y. Lu, Haiyan Yu, H. Yu, Zeyuan Chen, Z. Chen, & Huaixiang Tian, H. Tian. Influence of 4 lactic acid bacteria on the flavor profile of fermented apple juice. *Food Bioscience.* 2019. Vol. 27. P. 30–36. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2018.11.006> (дата звернення: 17.03.2023).
32. Han, M., Wang, X., Zhang, M., Ren, Y., Yue, T., & Gao, Z. Effect of mixed *Lactobacillus* on the physicochemical properties of cloudy apple juice with the addition of polyphenols-concentrated solution. *Food Bioscience.* 2021. Vol. 41. P. 101049. URL: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101049> (дата звернення: 17.03.2023).
33. ДСТУ 4150:2003. Соки, напої сокові, нектари плодово-ягідні, овочеві та з баштанних культур. Чинний від 2004-01-01. Вид. офіц. Київ. 14 с.
34. Vitamin C in camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh]: evaluation of extraction and analytical methods / E. C. E. Cunha-Santos et al. *Food Research International.* 2019. Vol. 115. P. 160–166. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.031> (дата звернення: 03.09.2023).
35. McGee M. Case for omitting tied observations in the two-sample t-test and the Wilcoxon-Mann-Whitney Test. *PLOS ONE.* 2018. Vol. 13, no. 7. P. e0200837. URL: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200837> (дата звернення: 03.09.2023).

## ДОДАТОК А



МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ  
ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ

# СЕРТИФІКАТ

*учасника*  
№236

Цим засвідчується, що

**Койба А. І.**

брав(ла) участь у роботі III Міжнародної  
науково-практичної інтернет-конференції

**«ПРОБЛЕМИ ТА ДОСЯГНЕННЯ  
СУЧАСНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ»**

(тривалість - 8 год)

24 березня 2023 р., м. Харків, Україна

В.о. ректора НФаУ,  
д. фарм. н., проф.

Проректор з НПВ,  
д. фарм. н., проф.

Завідувачка кафедри  
біотехнології НФаУ,  
д. фарм. н., проф.



Алла КОТВИЦЬКА

Інна ВЛАДИМИРОВА

Наталя ХОХЛЕНКОВА



III Міжнародна науково-практична  
інтернет-конференція

# ПРОБЛЕМИ ТА ДОСЯГНЕННЯ СУЧАСНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ

24 березня 2023 р.  
м. Харків, Україна

шкіри до гідролізованих пшеничних білків. Одним з підходів, який дозволяє уникнути розвитку таких захворювань без відмови від вживання продуктів з пшениці, є створення сортів пшениці зі зниженою алергенністю – без синтезу омега-5-гліадинів або інших омега-гліадинових білків.

На основі спонтанних мутантів нами створено лінії пшениці м'якої озимої з відсутністю у зерні омега-гліадинів, які викликають алергію. Серед попередньо проаналізованих електрофорезом гліадинів у поліакриламідному гелі 2025 рослин  $F_2$  озимої м'якої пшениці від схрещення Одеська червоноколоса  $\times$  Б-16 нами було виявлено 2 рослини, гетерозиготні за нуль-алелем локусу *Gli-B1*, і 1 рослину, гетерозиготну за нуль-алелем локусу *Gli-D1*. Пересівом та маркерним добором нащадків цих рослин за допомогою електрофорезу гліадинів ідентифіковано гомозиготи з нуль-алелями локусів *Gli-B1* та *Gli-D1* та створено лінії покоління  $F_6$ . З використанням мікросателітних локусів *Xgwm550*, *Xcni134*, *Xksum112* та локусу кольору колоскових лусок *Rg-B1* прокартовано делеції у ліній з нуль-алелями за гліадиновими локусами *Gli-B1* та *Gli-D1*. Залучення даних ліній у селекцію дозволить на їх базі створити перші українські сорти пшениці зі зниженим рівнем алергенності.

#### **Аналіз властивостей ферментованого *L. acidophilus* соку**

**Койба А.І., Шидловська О.А.**

Кафедра біотехнології, шкіри та хугра Київського національного університету  
технологій та дизайну, м. Київ, Україна  
nastyal7koyba@gmail.com

Серед перспективних продуктів, які можуть забезпечити людину вітамінами, макро- та мікроелементами, варто відзначити функціональні продукти харчування – ферментовані напої з рослинної сировини, які в Україні мають обмежене поширення. Тому важливе значення має удосконалення складу ферментованих соків та процесу їх отримання. Перевага вживання ферментованих напоїв обумовлена натуральністю використовуваної сировини

та молочнокислих бактерій, які обумовлюють насичення кінцевого продукту макро- та мікроелементами, вітамінами та кислотами. Серед молочнокислих бактерій варто виділити *Lactobacillus*. Лактобацили мають широкий спектр біологічної активності: сприяють виробленню шлункового соку і ферментів, необхідних для підвищення ефективності процесів травлення, можуть зменшувати побічну дію антибіотиків, сприяють розщепленню солей жовчних кислот, нормалізують ліпідний обмін. Саме тому, в роботі використали в якості заквашувальної культури *L. acidophilus*.

В якості сировини використали свіжовичавлений сік із яблук сорту Голден. Для порівняння властивостей яблучного соку до та після сімох діб ферментації аналізували органолептичні показники та вміст магнію, калію, глюкози вітаміну С та кислотність.

При дослідженні органолептичних показників було встановлено, що сік без додавання глюкози після ферментації *L. acidophilus* втрачає аромат яблука на 30%, терпкість на 66,7% та кислість на 83,3%. Проте загальна насиченість підвищується на 25,0%. Інша картина спостерігається при додаванні глюкози на початку ферментації. Підвищується солодкуватість на 10,0% та насиченість на 46,7%. Аромат яблука залишається незмінним, проте, він є меншим, ніж при використанні соку без додавання глюкози як до, так і після ферментації – на 50,0% та 28,6% відповідно. Таким чином, вміст калію у соці із додаванням глюкози менший, проте рівень накопичення калію в соці не залежить від додавання глюкози. В роботі аналізували також показник магнію до і після ферментації в двох експериментах: без додавання глюкози та з додаванням глюкози. Встановили, що концентрація магнію підвищилася достовірно на 42,7% при використанні соку без додавання глюкози. А от в соці з глюкозою достовірної зміни показника магнію не спостерігали. Рівень магнію в соці до ферментації з додаванням та без додавання глюкози знаходився на одному рівні – 1,0 ммоль/л. В ході роботи встановили, що концентрація калію підвищилася достовірно на 48,1% при використанні соку без додавання глюкози. В іншому зразку, з додаванням глюкози на початку ферментації, показник достовірно підвищився на 44,3%. Цікаво, що рівень калію у соці без додавання глюкози



вище і складає 19,7 г/л до ферментації, в той час як в соці з додаванням соку – 15,4 г/л. Крім того, при дослідженні вмісту вітаміну С визначили, що концентрація вітаміну С підвищилася достовірно на 16,7% при використанні соку з додавання глюкози. Натомість у соці без доданої глюкози достовірної зміни показника вітаміну С не спостерігали. Показник загальної кислотності підвищилися достовірно на 10,2% при використанні соку без додавання глюкози. А от в соці з глюкозою достовірної зміни показників не відбулося. Цікаво, що рівень глюкози до і після ферментації в двох експериментах: без додавання глюкози та з додаванням глюкози достовірно не змінився.

Отримані дані вказують на те, що за допомогою ферментації *L. acidophilus* можна регулювати властивості кінцевого продукту – ферментованого яблучного соку. Без початкового додавання глюкози спостерігаються більші зміни в показниках магнію, калію та загальної кислотності. До того ж, додавання глюкози суттєво змінює органолептичні показники як до, так і після ферментації. Отримані результати дають основу для подальших досліджень для встановлення найефективніших параметрів ферментації.

### **Розробка вітамінного препарату на основі чорної смородини**

**(*Ribes nigrum* L.)**

**Коланч А., Замкова А.В., Борисюк І.Ю.**

Одеський національний медичний університет, м. Одеса, Україна

zamkovaya@gmail.com

Однією з актуальних завдань сучасної фармації, є створення та впровадження не тільки нових лікарських засобів, а також модифікації вже існуючих, з метою створення більш раціональних, зручних в застосуванні, а також в перспективі, позбавлених недоліків лікарських форм. У зв'язку з існуючою епідемічною ситуацією перспективним є створення вітамінних препаратів природного походження. Одним з таких ЛРЗ, є плоди смородини чорної, використовують як сечогінний, потогінний і вітамінний засіб, а сироп

<b>Біосурфактанти – перспективні субстанції для використання в дерматологічних м'яких лікарських засобів</b> Кисельова К.Є., Вишневська Л.І.....	199
<b>Антагоністична активність штамів <i>Fomitopsis betulina</i> відносно <i>Penicillium polonicum</i></b> Кізіцька Т.О., Круподьорова Т.А., Барштейн В.Ю., Ратушняк В.В.....	200
<b>Технологічний процес збагачення та очистки активного фармацевтичного інгредієнта «Інтерферон альфа-2б людини рекомбінантний»</b> Климкович І.-М.....	202
<b>Вплив ферулової кислоти і кафетерійної дісти на біохімічні показники у печінці мишей</b> Кліщ С.М., Ватащук М.В., Гурза В.В., Байляк М.М. ....	204
<b>Руйнування двовидових біоплівки за дії комплексу антибіотиків та поверхнево-активних речовин, синтезованих в різних умовах культивування <i>Rhodococcus erythropolis</i> ІМВ Ас-5017</b> Ключка І.В., Жалюк Д.В., Пирог Т.П. ....	206
<b>Сучасні підходи до викладання ОК «Загальна та неорганічна хімія» для ЗВО спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія</b> Коваль А.О., Криський О.С., Антоненко О.В.....	208
<b>Дослідження впливу фруктових добавок на властивості напою функціонального призначення</b> Ковальницька К.О., Масалітіна Н.Ю., Близнюк О.М.....	210
<b>Біотехнологія одержання ембріонів великої рогатої худоби відомої статі</b> Ковтун С.І., Сідашова С.О., Щербак О.В., Стаховський В.Ф. ....	212
<b>Спектр терапевтичної дії моноклональних антитіл при лікуванні інфекційних та онкологічних захворювань</b> Козловська А.В., Конечна Р.Т. ....	213
<b>Мутантні лінії для селекції гіпоалергенної пшениці</b> Козуб Н.О., Созінова О.І., Созінов І.О., Бідник Г.Я., Дем'янова Н.О., Співак С.І., Блюм Я.Б.....	215
<b>Аналіз властивостей ферментованого <i>L. acidophilus</i> соку</b> Койба А.І., Шидловська О.А. ....	216
<b>Розробка вітамінного препарату на основі чорної смородини (<i>Ribes nigrum</i> L.)</b> Коланч А., Замкова А.В., Борисюк І.Ю. ....	218
<b>Аналіз вмісту вільного проліну та рівня стійкості до осмотичних стресів біотехнологічних рослин <i>Triticum aestivum</i> L.</b> Комісаренко А.Г., Михальська С.І. ....	219

## ДОДАТОК В

### ДОВІДКА

Про прийняття до друку наукової статті «Отримання функціонального продукту на основі ферментованого *Lactobacillus Acidophilus* яблучного соку та дослідження його властивостей», автори **А.І. Койба** студентка, **О.А. Шидловська** к.б.н., доцент кафедри біотехнології, шкіри та хутра Київського національного університету технологій та дизайну до наукового журналу «Біологічні системи: теорія та інновації», Том 14, №1-2, 2023 року. Режим доступу: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/article/view/42705>

Головний редактор журналу

«Біологічні системи: теорія та інновації»

д.с.-г.наук, професор



Ю. Коломісць

## ДОДАТОК Д

1

УДК 604.2

ОТРИМАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРОДУКТУ НА ОСНОВІ ФЕРМЕНТОВАНОГО  
*LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* ЯБЛУЧНОГО СОКУ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЙОГО ВЛАСТИВОСТЕЙ

А. Koiba, Master, Faculty of Chemistry and Biopharmaceutics,

О. Shydlovska, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology,  
Leather and FurDepartment of Biotechnology, Leather and Fur, Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv,  
Ukraine

**Анотація.** У статті висвітлено результати дослідження параметрів процесу ферментування яблучного соку для отримання на його основі нових видів натуральних ферментованих соків. Уже доведено, що ферментовані напої містять необхідні для організму людини ферменти. Метою цього дослідження було оцінити вплив молочнокислої бактерії *Lactobacillus acidophilus* на смаковий профіль та кількість макро- і мікроелементів ферментованого яблучного соку. Проведені дослідження направлені на підвищення біологічної цінності яблучного соку шляхом ферментування *L. acidophilus*. Ферментування соку проводили паралельно з додаванням глюкози на початку ферментації та без додаткової глюкози. Вимірювання концентрації магнію, глюкози, калію, проводили за розробленою методикою ТОВ НВП «ФЛІСІТ-ДІАГНОСТИКА». Кількісне визначення вітаміну С проводили методом йодометричного титрування, а кислотність вимірювали потенціометричним методом. Для порівнювання середніх значень та виявлення достовірних відмінностей ( $p < 0,05$ ) між групами застосовували критерій Вілкоксона. На основі отриманих даних зроблено висновок, що концентрація магнію підвищується при використанні соку без додавання глюкози, а от в соці з глюкозою змін показника магнію не спостерігали. Крім того, при дослідженні вмісту вітаміну С визначили, що концентрація вітаміну С підвищилася при використанні соку з додавання глюкози, натомість у соці без доданої глюкози змін не спостерігали. Рівень глюкози до і після ферментації в обох експериментах не змінився. Вміст калію у соці із додаванням глюкози менший. Показник загальної кислотності підвищилися при використанні соку без додавання глюкози, а от в соці з глюкозою змін не відбулося. Ці результати можуть бути корисними для визначення внеску *L. acidophilus* як окремого компонента в ферментованих соках.

**Ключові слова:** *Lactobacillus acidophilus*, ферментовані соки, мікроелементи, макроелементи, біохімічні процеси

Department of Biotechnology, Leather and Fur, Kyiv National University of Technology and Design, 2  
Nemyrovycha-Danchenko Street, Kyiv, 01011, Ukraine

А. Koiba, Master, Faculty of Chemistry and Biopharmaceutics,

Tel.: +380680901519

E-mail: [nastya17koyba@gmail.com](mailto:nastya17koyba@gmail.com)

ORCID: 0009-0000-3367-2936

О. Shydlovska, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology,  
Leather and Fur

E-mail: [olgashydlovska@gmail.com](mailto:olgashydlovska@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-6926-3672

**Вступ.** В останні роки все більше уваги приділяється виробництву напоїв, що містять ферменти, органічні речовини та мінерали. Різноманітність цих напоїв постійно збільшується завдяки розвитку нових технологій. Молочні продукти є невід'ємною частиною щоденного раціону. Але основною причиною відмови від молока є непереносимість молочного цукру (лактози). Виробництво безлактозних молочних продуктів здійснюється з використанням відповідних ферментів і молекулярних сит. Оскільки молоко та молочні продукти є цінними джерелами необхідних поживних речовин, їх виключення з раціону призведе до недостатнього надходження

2

багатьох корисних речовин, що призведе до зниження фізичної працездатності та рівня стійкості до захворювань та інших несприятливих факторів зовнішнього середовища. Тому перспективним рішенням цієї проблеми є технологія виробництва безлактозних або низьколактозних продуктів.

Порівняння різних груп безалкогольних напоїв із точки зору лікувально-профілактичного та загальнооздоровчого впливу на організм людини показує, що найбільш перспективними є ферментовані напої (зброжені напої). Їх активна оздоровча дія зумовлена не лише використанням виключно натуральної рослинної сировини, а й застосуванням у технологічному процесі культур мікроорганізмів корисних для людини.

Сьогодні фармацевтична промисловість приділяє велику увагу розробці продуктів харчування з використанням живих мікробних культур як біологічних добавок. Стратегія їх створення зводиться переважно до забезпечення фізіологічних потреб організму людини в певних біологічно активних речовинах. Одним із способів вирішення цієї проблеми є створення різноманітних молочних продуктів. Додавання до складу кисломолочних продуктів спеціально відібраних штамів молочнокислих бактерій і біфідобактерій може забезпечити людям будь-якого віку краще засвоєння кальцію, знизити рівень холестерину в крові, активізувати утворення мікробної лактази і задовольнити потреби організму людини [1].

Лактобактерії дуже поширені в природі. Вони є основними мікроорганізмами ротової порожнини та шлунково-кишкового тракту людини та тварин. Вони містяться в рослинах, ґрунті, молочних і м'ясних продуктах. Також їх можна виділити з квашеної капусти. Молочна кислота, яку вони виробляють, пригнічує ріст і розмноження бактерій, що викликають гниття. Лактобацили вводять до складу різних лікувально-профілактичних препаратів, біологічних добавок для підвищення діяльності шлунково-кишкового тракту людини і тварин. Більшість видів молочнокислих паличок використовують у молочній промисловості для приготування молочнокислих напоїв, сметани, сиру та в розсолі для маринування овочів і фруктів, у пивоварінні та вишоробстві.

*Lactobacillus acidophilus* — вид кишкових мікроорганізмів, які можна виділити з вмісту травного тракту людини і різних тварин. Після культивуванні в молоці ацидофільні бактерії можуть відновлюватися в кишечнику людини і пригнічувати там ріст патогенних і небажаних мікроорганізмів (сальмонел, шигел, стафілококів). *L.acidophilus* ферментує амігдалін, целлобіозу, глюкозу, лактозу, галактозу, фруктозу, сахарозу, рафінозу, декстрин, саліцин, трегалозу, мальтозу, манозу, не ферментує ксилозу, рамнозу, мелібіозу, маніт, арабінозу, рафінозу, гліцерин [2].

Створення лікувально-профілактичних препаратів на основі мікробних пробіотичних штамів є одним із актуальних завдань сучасної біотехнології. Більшість пробіотичних препаратів засновані на біфідобактеріях і лактобактеріях, оскільки ці бактерії є частиною нормальної мікробіоти травного тракту і відіграють важливу фізіологічну роль у функціонуванні мікроекосистеми здорових людей. Враховуючи накопичені дані, розробка комплексних рецептур багатьох різних типів пробіотичних штамів вважається доцільною та перспективною [3].

Лактобактерії, які використовуються у виробництві пробіотичних препаратів, повинні відповідати таким вимогам: мати високу здатність до адгезії до клітин; попереджувати або послаблювати адгезію патогенів; зберігати життєздатність та розмножуватися; утворювати кислоти, перекис водню та бактеріоцини як антагоністів росту патогенних мікроорганізмів; бути безпечними і сприяти формуванню нормальної збалансованої мікрофлори організму господаря.

Перспективними для приготування ферментованих напоїв є комбінація таких молочнокислих бактерій, як *Lactobacillus acidophilum*, *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus bulgaricum* та дріжджів *Candida*, *Torula lactis*; оцтовокислих бактерій *Acetobacter lovaniensis*, пропіоновокислих бактерій *Propionibacterium shermanii* та молочнокислих бактерій *Lactobacillus acidophilum*; оцтовокислих бактерій роду *Gluconobacter oxydans* і дріжджів *Saccharomyces cerevisiae*; молочнокислих бактерій *Lactobacillus delbrueckii* та цвілевих грибів *Aspergillus oryzae*.

Натуральні пробіотики збільшують вироблення вітамінів групи В, травних ферментів, укріплюють імунну систему організму. Ферментовані напої рекомендовано вживати для профілактики виникнення шкірних захворювань, алергії, онкозахворювань. Мікро- та мікроелементи необхідні для людського організму. Магній впливає на енергетичний обмін, окиснювальне фосфорилування, він задіяний у процесах біосинтезу білків, ліпідів та нуклеїнових кислот. Натрій та калій, які присутні в організмі у вигляді іонів Na<sup>+</sup> та K<sup>+</sup>, відіграють визначальну роль у підтриманні мембранного потенціалу клітин та генерації нервового імпульсу, скороченні м'язів, регуляції осмотичної та кислотно-лужної рівноваги, водно-електролітного обміні [4].

В дослідженні ферментованого *L. plantarum* напою ферментація капустиано-яблучного соку відбувалась при 15°C протягом 5 днів. Значення на основі капустиано-яблучного соку вміст загальних вільних цукрів був значно нижчим у соку після ферментації, ніж у соку до ферментації. В капустиано-яблучного соку ферментованого *L. plantarum* зафіксовано, що вміст загальних органічних кислот був значно вищим у соку після ферментації, ніж у соку до ферментації. Вміст оцтової та молочної кислот був високим у соку після ферментації, тоді як вміст лимонної та фумарової кислот був вищим у соку до ферментації, ніж у соку після ферментації [5].

Також є дослідження змін концентрацій вітаміну С, калію та магнію на прикладах інших фруктових соків, таких як ананасовий, апельсиновий, грушевий, томатний та кавунний. Стерилізований, пастеризований фруктовий сік культивували при 34°C протягом 48 годин. В статті наведено, що після ферментації соків *L. plantarum* NRRL-D-14768 вітаміну С у цих 5-ти фруктових соках зменшився під час ферментації з кінцевим діапазоном 0,1-9,9 мг/100 мл при 48-годинній ферментації. Але було зафіксовано, що кінцева концентрація вітаміну С в апельсиновому соку була в 5 разів вищою, ніж в інших фруктових соках після 48-годинного культивування. Також у досліді проводили аналіз на зміну концентрацій магнію та калію до та після ферментації 5-ти соків *L. plantarum*. Вміст калію в апельсиновому, ананасовому, грушевому, томатному та соку з кавуна капісля 48-годинної ферментації підвищився. Вміст магнію збільшився у всіх досліджених соках, окрім соку з кавуна – його значення вмісту калію зменшились [6].

В іншому досліді ферментували яблучний сік 4 штамами молочнокислих бактерій (LAB): *L. acidophilus* NCFM, *L. rhamnosus* LGG, *L. plantarum* ST-III і *L. casei*. Проаналізували 4 найпоширеніші органічні кислоти у зразках: яблучну кислоту, молочну кислоту, піровиноградну кислоту та оцтову кислоту. Середні концентрації яблучної кислоти становили 3,35 мг/мл перед ферментацією. Концентрація яблучної кислоти у всіх зразках помітно знизилася з кінця бродіння протягом усього періоду зберігання. Загалом, виробництво молочної кислоти відповідало зменшенню яблучної кислоти, що продемонструвало, що яблучно-молочне бродіння відбувалося під час бродіння яблучного соку за допомогою LAB. Концентрації піровиноградної кислоти в усіх зразках знижувалися протягом усього терміну зберігання. Концентрація оцтової кислоти мала тенденцію до зростання для всіх зразків протягом усього періоду зберігання в холодильнику.

Електронний ніс виявив різноманітні профілі смаку в яблучному соку, ферментованому різними LAB, *L. acidophilus* NCFM, *L. rhamnosus* LGG, *L. plantarum* ST-III і *L. casei* LC2W. Летючий склад оцінювали за

4

допомогою вільного простору (HS)-SPME/GC-MS. Леткі сполуки зразків, що містять *L. rhamnosus* LGG, *L. plantarum* ST-III і *L. casei* LC2W, очевидно, що *L. acidophilus* NCFM мав більш виражений вплив на летючі характеристики ферментованого яблучного соку. Загальна концентрація спиртів у ферментованих зразках була принаймні в 10 разів більшою, ніж у неферментованому соку, що вказує на те, що більшість спиртів утворилася в результаті бродіння LAB. Це відкриття вказує на те, що ці сполуки є ключовими факторами аромату яблучного соку. Сполука 2-етилгексанол, яку в основному отримують гідруванням альдегідів, має квітковий та фруктовий аромат. Дві найвищі концентрації цієї сполуки спостерігалися в яблучному соку, ферментованому *L. casei* (335,64 мкг/кг) і *L. rhamnosus* (330,43 мкг/кг). Найзначнішими сполуками, які вплинули на смак ферментованого яблучного соку, були етилацетат і етилбутират. Концентрація етилацетату в усіх зразках зросла, починаючи з кінця ферментації до 14-го дня зберігання ( $p < 0,05$ ), а потім знизилася до кінця періоду зберігання. Зразки з *L. acidophilus* показали найвищу концентрацію (11,20 мкг/кг) на 14 день [7].

Дослідження ферментації фруктових соків націлені на визначення важливих показників вмісту мікро- та мікроелементів, вмісту вітамінів та визначення органолептичних показників. Серед відомих досліджень, саме *L. acidophilus* мають визначний вплив на зміну органолептичних показників соків в ході ферментації, проте недостатньо висвітлено вплив даного штаму на вміст макро- та мікроелементів, а також вітамінів. По аналогії з дослідженнями на інших видах LAB можна припустити, що *L. acidophilus* також матимуть вплив на концентрації мікро- та макроелементів в кінцевому продукті. Більше того, в попередніх дослідженнях не було враховано етап підсоложування соку, адже для LAB наявність глюкози в середовищі відіграє ключову роль у ферментаційних процесах.

Саме тому, метою дослідження було встановити та порівняти вплив *L. acidophilus* на концентрацію мікро- та макроелементів, а також вмісту вітаміну С до ферментації фруктового соку та після, відповідно з додаванням глюкози та без її додавання на початку ферментації.

**Матеріали і методи дослідження.** Основна ферментація проводилася в середовищі на основі фруктового соку, який складався з свіжовичавленого яблучного соку сорту Голден. Фруктовий сік перед початком ферментації пастеризували за схемою подвійного нагрівання до 90°C та різкого охолодження до 20°C. Бродіння проводилося в колбах об'ємом соку по 250 мл, і в один із зразків додали глюкозу в кінцевій концентрації 2%.

Попередньо культуру *L. acidophilus* вирощували в статичних анаеробних умовах на рідкому середовищі MRS протягом 48 год при 37°C. При досягненні 2 ОГ стерильно додавали культуру до яблучного соку в пропорції 1:50 та ферментували 48 годин за температури 37°C.

В трьох повторностях за допомогою спектрофотометра та титрометричних методів було зафіксовано показники магнію, глюкози, вітаміну С, калію, загальної кислотності та концентрації яблучної кислоти до та після ферментації в двох експериментах: без додавання глюкози та з додаванням глюкози.

Вимірювання концентрації магнію, глюкози, калію, проводили за допомогою стандартного лабораторного тест-набору (ТОВ НВП «ФілісітДіагностика», Україна).

Кількісне визначення вітаміну С проводили методом йодометричного титрування, а кислотність вимірювали потенціометричним методом [8].

Після бродіння протягом 48 годин при температурі 37°C, також в трьох повторностях за допомогою спектрофотометра та титрометричних методів фіксували отримані показники.

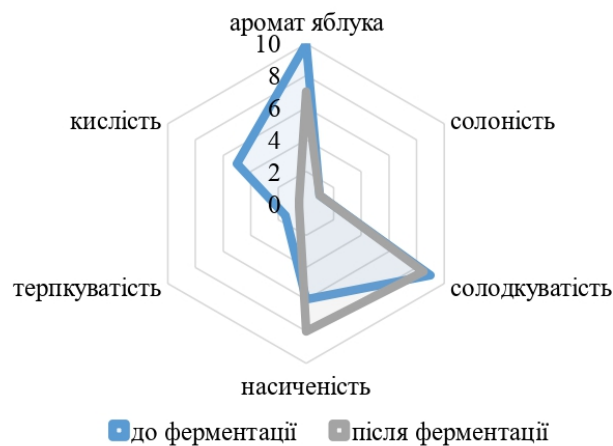
Для порівнювання середніх значень та виявлення достовірних відмінностей ( $p < 0,05$ ) між групами застосовували критерій Вілкоксона [9].

5

**Результати дослідження та їх обговорення.** Для порівняння властивостей яблучного соку до та після двох діб ферментації з додаванням та без додавання глюкози на початку ферментації аналізували органолептичні показники, вміст магнію, калію, глюкози, вітаміну С та кислотність.

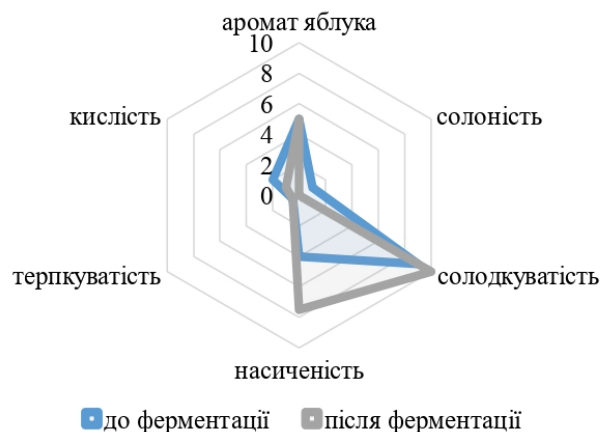
Одним з ключових показників для порівнювання яблучного соку до та після ферментації, відповідно з додаванням глюкози та без, є органолептичні показники, результати яких графічно висвітлено в рис.1, 2.

При дослідженні органолептичних показників було встановлено, що сік без додавання глюкози після ферментації *L. acidophilus* втрачає аромат яблука на 30%, терпкість на 66,7% та кислість на 83,3%. Проте загальна насиченість підвищується на 25,0% (рис.1).



**Рис.1. Органолептичні показники яблучного соку без додавання глюкози**

Інша картина спостерігається при додаванні глюкози на початку ферментації. Підвищується солодкуватість на 10,0% та насиченість на 46,7%. Аромат яблука залишається незмінним, проте, він є меншим, ніж при використанні соку без додавання глюкози як до, так і після ферментації – на 50,0% та 28,6% відповідно (рис.2).



**Рис.2. Органолептичні показники яблучного соку з додавання глюкози**

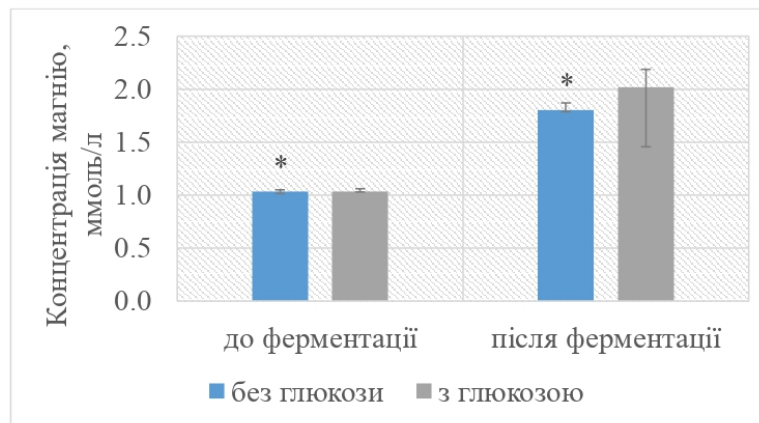
Важливими сполуками для формування аромату ферментованого *L. acidophilus* яблучного соку є ефірні сполуки, серед яких можна виділити гексилцетат, етилбутират і бутилацетат. Гексилцетат і етилбутират надають фруктовий і солодкий запах. Ферментація соку з використанням *L. acidophilus* збільшує вміст



6

етилацетату, що надає кінцевому продукту ананасовий аромат. Етилгептилат, метилоктаноат і пропілпропаноат надають ферментованому соку фруктового, апельсинового та ананасового ароматів. Також, сполуками, що формують органолептику є летючі речовини, такі як спирти. Домінуючим спиртом у ферментованому яблучному соці є гексанол, який сприяє відчуттю солодощів та квітів. Етанол надає сокам солодший запах, а пентанол – запахи квітів і зелені [10]. Порівнюючи дані з отриманими в експерименті, можна зробити висновок, що підвищення загальної насиченості продукту може бути зумовлено якраз формуванням фруктових та солодких ароматів, що забезпечується продукцією ефірів та етанолу.

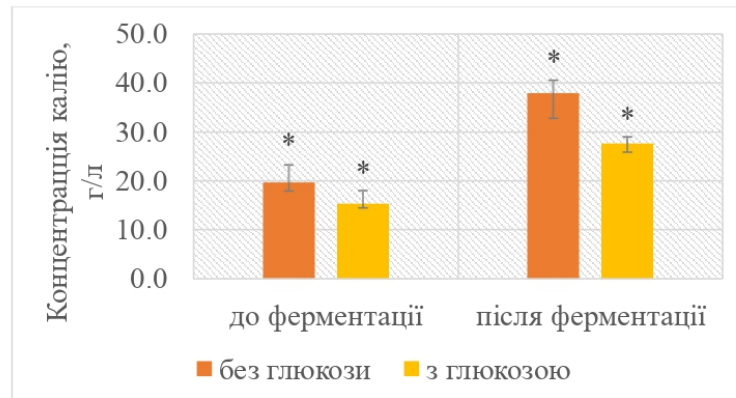
В роботі аналізували показник магнію до і після ферментації в двох експериментах: без додавання глюкози та з додаванням глюкози (рис.3). Встановлено, що концентрація магнію підвищується достовірно на 42,7% при використанні соку без додавання глюкози ( $p < 0,05$ ). А от в соці з глюкозою достовірної зміни показника магнію не спостерігається. Рівень магнію в соці до ферментації з додаванням та без додавання глюкози знаходиться на одному рівні – 1,0 ммоль/л.

\* $p < 0,05$ 

**Рис.3. Концентрація магнію в досліджуваних зразках яблучного соку**

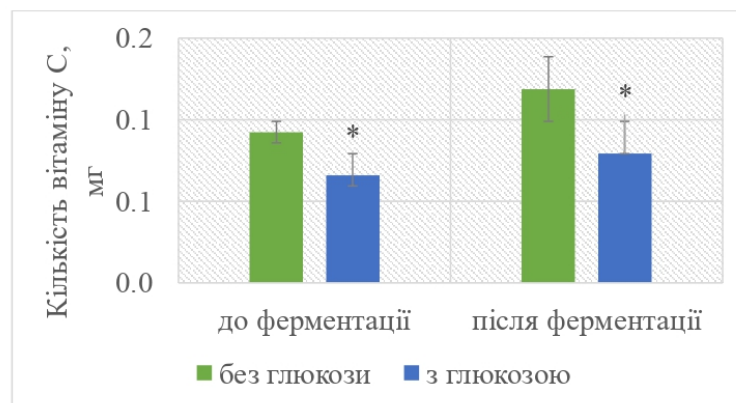
В дослідженні з ферментованими *L. plantarum* NRRL-D-14768 фруктовими соками вміст магнію збільшується у всіх досліджених соках: в апельсиновому, ананасовому, грушевому та томатному, окрім соку з кавуна – вміст магнію зменшується з  $90 \pm 7,3$  мг/100 мл до  $86 \pm 6,5$  мг/100 мл [6]. Отримані дані доповнюють відомі з літератури факти. На основі даного аналізу можна зробити висновок, що концентрація магнію дійсно збільшується при ферментації соків з використанням лактобацил. Проте, якщо на початку ферментації до соку внести додатково глюкозу, то достовірної зміни концентрації магнію спостережатися не буде. Це означає, що глюкоза має негативний вплив на продукцію магнію *L. acidophilus* в яблучному соці.

Вміст калію у соці із додаванням глюкози менший, проте рівень накопичення калію в соці не залежить від додавання глюкози (рис.4). В ході роботи встановили, що концентрація калію підвищується достовірно на 48,1% при використанні соку без додавання глюкози. В іншому зразку, з додаванням глюкози на початку ферментації, показник достовірно підвищується на 44,3% ( $p < 0,05$ ). Цікаво, що рівень калію у соці без додавання глюкози вище і складає 19,7 г/л до ферментації, в той час як в соці з додаванням глюкози – 15,4 г/л.

\* $p < 0.05$ **Рис.4. Концентрація калію в досліджуваних зразках яблучного соку**

Дані з дослідження інших авторів вказують на підвищення вмісту калію в апельсиновому, ананасовому, грушевому, томатному та соку з кавуна після 48-годинної ферментації з *L. plantarum* NRRL-D-14768. В середньому вміст калію у зразках соків збільшився на 13-279 мг/100 мл соку [6]. Отже, отримані в роботі дані корелюють з відомим фактами і при ферментації яблучного соку за допомогою *L. acidophilus* відбувається підвищення вмісту калію. І даний процес відбувається незалежно від вмісту глюкози в соці.

При дослідженні вмісту вітаміну С визначили, що концентрація вітаміну С підвищилася достовірно на 16,7% при використанні соку з додаванням глюкози на початку ферментації (рис.5). Натомість у соці без доданої глюкози достовірної зміни показника вітаміну С не спостерігали ( $p < 0,05$ ).

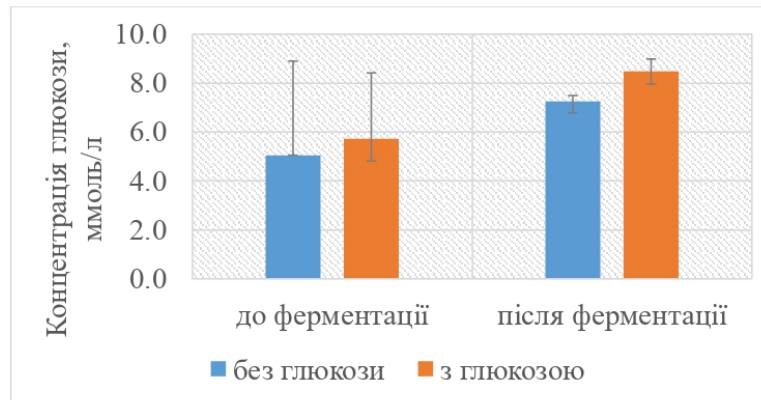
\* $p < 0.05$ **Рис.5. Кількість вітаміну С в досліджуваних зразках яблучного соку**

Існує безліч наукових досліджень щодо змін концентрацій вітаміну С у ферментованих яблучних соках молочнокислими бактеріями. Так, наприклад, досліджено, що після 12 годин бродіння яблучного соку кешью *L. plantarum* і *L. casei* вміст вітаміну С зріс і згодом залишився на постійному рівні. У той же час, використання *L. acidophilus* і *L. casei* призвело до зниження вмісту вітаміну С на кілька відсотків після 48 годин молочнокислого бродіння [11]. Отримані в експерименті дані корелюють з результатами цього дослідження. Використання одного штаму *L. acidophilus* без додавання інших штамів збільшує концентрацію вітаміну С після 48 год ферментації, але лише при умові додавання глюкози на початку ферментації. Можна зробити висновок, що без внесення додаткової глюкози на початку ферментації показник вітаміну С або не змінюється, або

8

знижується. Проте, при внесенні глюкози на початку ферментації яблучного соку спостерігається достовірне підвищення кількості вітаміну С. Ці результати можуть бути використані в подальших дослідженнях для встановлення можливості регуляції синтезу вітаміну С в кінцевому продукті.

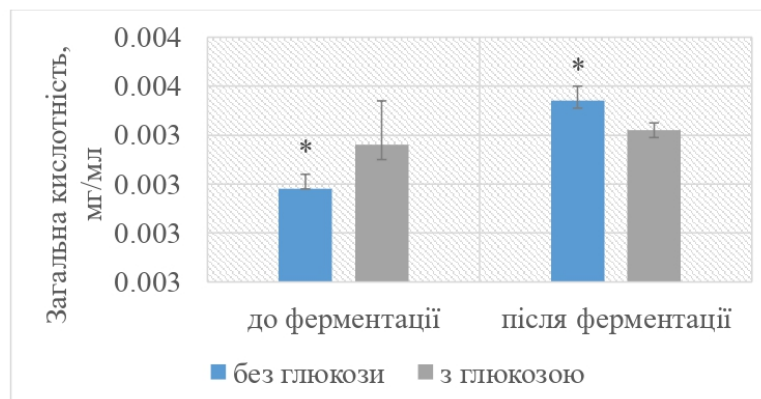
Рівень глюкози до і після ферментації в двох експериментах: без додавання глюкози та з додаванням глюкози достовірно не змінюється ( $p < 0,05$ ), (рис.6).



**Рис.6. Концентрація глюкози**

Натомість, у досліді з капустяно-яблучним соком ферментованим з використанням *L.plantarum* значення глюкози до ферментації складало 3,22 г/100мл, а після ферментації зменшилось до 2,17 г/100мл ( $p < 0,001$ ) [5]. Тобто, відбувається достовірне зниження, що вказує на асиміляцію глюкози молочнокислою бактерією *L.plantarum*. В нашій роботі, відсутність змін в концентрації глюкози може вказувати на процеси розпаду дисахаридів та полісахаридів в складі яблучного соку, що призводить до нівелювання зменшення кількості глюкози в ході її асиміляції *L. acidophilus*. Оскільки в роботі нами не було отримано достовірних даних щодо зміни вмісту глюкози, зміна даного показника потребує додаткових досліджень.

Показник загальної кислотності підвищився достовірно на 10,2% при використанні соку без додавання глюкози ( $p < 0,05$ ), (рис.7). А от в соці з глюкозою достовірної зміни показників не відбулося.



**Рис.7. Загальна кислотність досліджуваних зразків яблучного соку**

В дослідженні загальна кислотність капустяно-яблучного соку ферментованого *L.plantarum* збільшилась з 1,03 г/100мл до 2,13 г/100мл ( $p < 0,001$ ) [5]. В іншому досліді ферментували яблучний сік чотирма штамами LAB: *L. acidophilus* NCFM, *L. rhamnosus* LGG, *L. plantarum* ST-III і *L. casei* LC2W. Концентрація яблучної кислоти у всіх зразках помітно знизилася до кінця бродиння протягом усього періоду зберігання, і ця тенденція

була особливо виражена для зразків, що містять *L. acidophilus* [7]. Порівнюючи отримані експериментальні та теоретичні дані, можна сказати, що при використанні *L. acidophilus* тільки для ферментації чистого яблучного соку загальна кислотність без додаткового внесення глюкози збільшується. Іншими словами, показник кислотності залежить від умов ферментування та виду молочно-кислої бактерії, що використовується. Отримані результати можуть бути використані в подальших дослідженнях для встановлення можливості регуляції концентрацій кислотності в кінцевому продукті.

**Висновки і перспективи.** Отже, виконавши ряд досліджень, можна узагальнити дані та зробити висновок, що із додаванням *L. acidophilus* в яблучний сік, спостерігається ряд підвишень концентрацій мікро- та макроелементів. Після ферментації було зафіксовано зростання концентрації вітаміну С, магнію, показники загальної кислотності, але при умові не внесення глюкози на початку ферментації. Натомість, рівень накопичення калію в соці підвищується в будь-якому випадку та не залежить від додавання глюкози, а от змін концентрацій глюкози в соці не зафіксовано. На основі проведених досліджень можна зробити висновок, що додавання глюкози до ферментації пригнічує збільшення корисних властивостей соку. Бактеріальний штаб, який використовується для бродіння, робить ключовий внесок у глобальному профілі смаку ферментованого соку. Отримані результати дають основу для подальших досліджень для встановлення найефективніших параметрів ферментації. Крім того, необхідні додаткові дослідження щодо контролю процесу бродіння та виявлення ключових сполук, що утворюються під час бродіння та зберігання соку. Проведені дослідження підтверджують доцільність використання яблучного соку для підвищення його біологічної цінності.

#### Список цитованої літератури

1. Kalinichenko, S. V., Korotkykh, O. O., & Tishchenko, I. Y. (2016). The topical areas of creation and improvement of probiotics (review). *Ukrains'kij biofarmaceutičnij žurnal*, (1(42)), 4–10. DOI: <https://doi.org/10.24959/ubphj.16.1>
2. Wheater, D. M. (1955). The Characteristics of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus bulgaricus*. *Journal of General Microbiology*, 12(1), 123–132. DOI: <https://doi.org/10.1099/00221287-12-1-123>
3. Strashnova, I. V., Yamborko, G. V., & Vasylieva, N. Y. (2022). ANTAGONISTIC ACTIVITY OF LACTOBACILLI PROBIOTIC STRAINS IN CO-CULTIVATION. *Microbiology&Biotechnology*, (1(54)), 45–57. DOI: [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2022.1\(54\).254024](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2022.1(54).254024)
4. Strashnova, I. V., Yamborko, G. V., & Vasylieva, N. Y. (2022). ANTAGONISTIC ACTIVITY OF LACTOBACILLI PROBIOTIC STRAINS IN CO-CULTIVATION. *Microbiology&Biotechnology*, (1(54)), 45–57. DOI: [https://doi.org/10.18524/2307-4663.2022.1\(54\).254024](https://doi.org/10.18524/2307-4663.2022.1(54).254024)
5. Park, S., Son, H. K., Chang, H. C., & Lee, J. J. (2020). Effects of Cabbage-Apple Juice Fermented by *Lactobacillus plantarum* EM on Lipid Profile Improvement and Obesity Amelioration in Rats. *Nutrients*, 12(4), 1135. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu12041135>
6. Zeng, H., Shuai, Y., Zeng, X., Xin, B., Huang, M., Li, B., Wang, C. (2021). Evaluation of health-related composition and bioactivity of five fruit juices following *Lactobacillus plantarum* fermentation and simulated digestion. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(2), 648-660. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.14713>
7. Chen Chen, C. Chen, Yanqing Lu, Y. Lu, Haiyan Yu, H. Yu, Zeyuan Chen, Z. Chen, & Huaixiang Tian, H. Tian. (2019). Influence of 4 lactic acid bacteria on the flavor profile of fermented apple juice. *Food bioscience*, 27, 30-36. DOI: 10.1016/j.fbio.2018.11.006

10

8. Cunha-Santos, E. C. E., Viganó, J., Neves, D. A., Martínez, J., & Godoy, H. T. (2019). Vitamin C in camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh]: evaluation of extraction and analytical methods. *Food Research International*, 115, 160–166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.031>
9. McGee, M. (2018). Case for omitting tied observations in the two-sample t-test and the Wilcoxon-Mann-Whitney Test. *PLOS ONE*, 13(7), Стаття e0200837. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0200837>
10. Han, M., Wang, X., Zhang, M., Ren, Y., Yue, T., & Gao, Z. (2021). Effect of mixed *Lactobacillus* on the physicochemical properties of cloudy apple juice with the addition of polyphenols-concentrated solution. *Food Bioscience*, 41, 101049. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101049>
11. Szutowaska, J. (2020) Functional properties of lactic acid bacteria in fermented fruit and vegetable juices: a systematic literature review. *Eur Food Res Technol* 246, 357–372. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03425-7>

**PREPARATION OF A FUNCTIONAL PRODUCT BASED ON FERMENTED *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* APPLE JUICE AND STUDY OF ITS PROPERTIES**

**A. Koiba**, *Master, Faculty of Chemistry and Biopharmaceutics,*

**O. Shydlovska**, *Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology, Leather and Fur*

*Department of Biotechnology, Leather and Fur, Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, Ukraine*

**Abstract.** *The article highlights the results of research into the parameters of the apple juice fermentation process to obtain new types of natural fermented juices based on it. It has already been proven that fermented drinks contain enzymes necessary for the human body. The aim of this study was to evaluate the effect of the lactic acid bacterium *Lactobacillus acidophilus* on the taste profile and amount of macro- and microelements of fermented apple juice. The conducted research is aimed at increasing the biological value of apple juice by fermentation of *L. acidophilus*. Juice fermentation was carried out in parallel with the addition of glucose at the beginning of fermentation and without additional glucose. Magnesium, glucose, and potassium concentrations were measured according to the methodology developed by FILISIT-DIAGNOSTIKA LLC. The quantitative determination of vitamin C was carried out by the method of iodometric titration, and the acidity was measured by the potentiometric method. The Wilcoxon test was used to compare mean values and identify significant differences ( $p < 0.05$ ) between groups. Based on the main data obtained, it was concluded that the concentration of magnesium increases when using juice without the addition of glucose, but no changes in the magnesium index were observed in juice with glucose. In addition, when examining the content of vitamin C, it was determined that the concentration of vitamin C increased when using juice with the addition of glucose, but no changes were observed in the juice without added glucose. The level of glucose before and after fermentation did not change in both experiments. The potassium content in the juice with the addition of glucose is lower. The indicator of total acidity increased when using juice without the addition of glucose, but there were no changes in juice with glucose. These results may be useful for determining the contribution of *L. acidophilus* as an individual component in fermented juices.*

**Key words:** *Lactobacillus acidophilus, fermented juices, microelements, macroelements, biochemical processes*