

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БІОХІМІЇ, МІКРОБІОЛОГІЇ ТА ФІЗІОЛОГІЇ
ХАРЧУВАННЯ



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до кваліфікаційної роботи бакалавра

на тему: **«РОЗРОБКА БІОТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ
СИНБІОТИЧНОГО ФУНКЦІОНАЛЬНОГО НАПОЮ»**

Здобувач
студент 4-го курсу,
групи БІО-48

Р.О. Лівітчук

Керівник
доц. кафедри БМтаФХ

Л.В. Труфкаті

Дипломний проект допускається до захисту

Рішення засідання кафедри БМтаФХ від 26.05.2023 р., протокол № 9

Зав. кафедри БМтаФХ

Л.В. Капрельянц

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Технології вина та туристичного бізнесу
Кафедра	Біохімії, мікробіології та фізіології харчування
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Спеціальність	162 «Біотехнології та біоінженерія»
Освітньо-професійна програма	«Біотехнології і біоінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БМтаФХ

_____ Л.В. Капрельянц

«___» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Лівітчук Руслани Олегівни

1.Тема дипломного проєкту «Розробка біотехнології отримання синбіотичного функціонального напою», затверджена наказом вищого навчального закладу від «13» вересня 2022 року № 565-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 25 травня 2023 року

3.Вихідні данні до роботи «Розробка біотехнології отримання синбіотичного функціонального напою»: матеріали переддипломної практики, хімічний склад субстратів (сировини), характеристика обраних культур, літературний огляд їх умов культивування, технологічні та апаратурні схеми отримання кисломолочних напоїв, механізм дії та властивості біологічно активних речовин сировини та метаболітів обраних культур.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: актуальність і доцільність розробки, обґрунтування та вибір сировини і біологічних агентів, опис цільового продукту, техніко-економічне обґрунтування (потреби у цільовому продукті, розрахунок потужності виробництва, розрахунок матеріального балансу, собівартості), обґрунтування технологічної схеми, вибір режимів ферментації та виробництва, підбір обладнання, аналіз інвестиційної привабливості проєкту, висновки та рекомендації.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Лист 1 – Технологічна схема виробництва синбіотичного напою. Лист 2 – Апаратурна схема виробництва синбіотичного напою. Лист 3 – Апаратурна схема отримання соєвого молока. Лист 4 – Схема апарата для ферментації (культивування).

6. Консультанти розділів дипломного проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічна частина	Труфкаті Л.В., доц.	02.02.2023	25.05.2023
Охорона праці та навколишнього середовища	Велічко Т.О., доц.	28.04.2023	19.05.2023
Економічні розрахунки	Крупіна С.В., доц.	28.04.2023	19.05.2023

7. Дата видачі завдання « 02 » 02 2023 р.

Керівник _____ Труфкаті Л.В.

Завдання прийняв
до виконання _____ Лівітчук Р.О.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіанту кваліфікаційної роботи. Даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ. Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення доброчесності.

Здобувач _____ Лівітчук Р.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Узгодження дипломного проекту з керівником	01.09.22-10.09.22	Виконав
2.	Огляд літератури за темою кваліфікаційної роботи	02.02.23-27.02.23	Виконав
3.	Анотація. Розділ 1 «Сучасний стан і перспективи розширення асортименту пробіотичних продуктів»	28.02.23-20.03.23	Виконав
4.	Розділ 2 «Характеристика біологічних агентів»	28.02.23-31.03.23	Виконав
5.	Розділ 3 «Дослідження та підбір режимів сумісного культивування пробіотичних культур»	03.04.23-28.04.23	Виконав
6.	Розділ 4 «Технологія отримання синбіотичного напою з використанням культур <i>Propionibacterium shermanii</i> та <i>Bifidobacterium longum</i> ». Підбір обладнання. Виконання графічної частини.	03.04.23-28.04.23	Виконав
7.	Розділ 5 «Охорона праці та навколишнього середовища»	28.04.23-19.05.23	Виконав
8.	Розділ 6 «Економічні розрахунки» Висновки.	28.04.23-19.05.23	Виконав
9.	Оформлення дипломного проекту та його презентації. Перевірка роботи керівником.	22.05.23-26.05.23	Виконав
10.	Попередній захист дипломного проекту	26.05.23-30.05.23	Виконав
11.	Захист дипломного проекту	15.06.2023	

Здобувач _____ Лівітчук Руслана Олегівна

Керівник роботи _____ Труфкаті Людмила Вікторівна

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	7
ANNOTATION	9
ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОБІОТИЧНИХ ПРОДУКТІВ	12
1.1 Пробиотики, пребіотики, сим- та синбіотики: основні поняття, сучасна класифікація, вимоги, механізм дії	12
1.2. Пробиотичні мікроорганізми та їх вплив на здоров'я людини	17
1.2.1 Характеристика роду <i>Bifidobacterium</i> та їх пробіотичних властивостей	17
1.2.2 Характеристика роду <i>Propionibacterium</i> та їх пробіотичної дії	19
1.3 Соя (соєве молоко) – джерело біологічно активних речовин	21
1.4 Ферментовані соєві пробіотичні продукти	25
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.	27
РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНИХ АГЕНТІВ	29
2.1. Культивування та підрахунок клітин <i>Bifidobacterium longum</i> -ЯЗ	30
2.2. Культивування та підрахунок клітин <i>Propionibacterium shermanii</i> -4	32
2.3 Характеристика соєвого молока, як об'єкта ферментації	33
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.	36
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПІДБІР РЕЖИМІВ СУМІСНОГО КУЛЬТИВУВАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ КУЛЬТУР	37
3.1. Підбір температурного режиму культивування <i>Bifidobacterium longum</i> -ЯЗ та <i>Propionibacterium shermanii</i> -4	37

				КРБ.БМтаФХ.1.998-03. І.4			
Посада	Прізвище	Підпис	Дата				
Студент	Лівітчук Р.О			<u>Розробка біотехнології</u> <u>отримання синбіотичного</u> <u>функціонального напою</u>	Літ.	Арк.	Акрушів
						5	
Керівник	Труфкаті Л.В.				Кафедра БМтаФХ ОНТУ		
Зав. кафедрою	Капрелянц Л.В.						

3.2. Культивування мікроорганізмів у соєвому молоці	40
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.	40
РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ СИНБІОТИЧНОГО НАПОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ КУЛЬТУР <i>Propionibacterium shermanii</i> та <i>Bifidobacterium longum</i>	42
4.1. Технологічна схема отримання продукту та її опис	42
4.2. Характеристика готової продукції	45
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.	49
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	50
5.1. Маркетингове дослідження ринку	50
5.2. Техніко-економічне обґрунтування виробництва синбіотичного функціонального напою	51
5.3. Розрахунок економічної ефективності проєкту	53
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5	61
РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ НА ПІДПРИЄМСТВІ.	62
6.1 Виробничі фактори, що впливають на навколишнє середовище при виробництві синбіотичного функціонального напою	62
6.2 Методи очищення стічних вод	63
ВИСНОВКИ	68
ДЖЕРЕЛА ПОСИЛАНЬ	70
Додатки:	
Лист 1 – Технологічна схема виробництва синбіотичного напою	
Лист 2 – Апаратурна схема виробництва синбіотичного напою	
Лист 3 – Апаратурна схема виробництва соєвого молока	
Лист 4 – Схема апарата для ферментації (культивування)	

АНОТАЦІЯ

до дипломного проєкту на тему: «Розробка біотехнології отримання синбіотичного функціонального напою»

Робота містить текстову і графічну частини. Текстова частина складається з шести розділів: огляду літератури, характеристики біологічних агентів, підбору режимів сумісного культивування пробіотичних культур, технології отримання синбіотичного напою з використанням культур *Propionibacterium shermanii* та *Bifidobacterium longum*, економічних розрахунків, охорони праці та навколишнього середовища.

Графічна частина складається з 4 листів на яких показано: постадійну та апаратурні схеми виробництва, розріз апарату.

На початку роботи зроблено аналіз наукової літератури щодо виробництва синбіотиків та ферментованих соєвих продуктів. Зроблено аналіз соєвого молока та досліджено штами бактерій, обраних для виробництва напою. Описана технологічна схема отримання функціонального напою та підібрано необхідне обладнання. Описані принципи охорони праці на підприємстві, розраховано економічні показники та проведено аналіз інвестиційної привабливості проєкту.

Мета роботи – розробка технології синбіотичного функціонального напою, на основі соєвого молока, ферментованого пропіоново-кислими та біфідобактеріями.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено такі завдання:

- вивчити хімічний склад соєвого екстракту (молока) з метою обґрунтування можливості його використання для виробництва ферментованих продуктів з пробіотичними властивостями;
- вивчити процес сквашування соєвого молока симбіотичними заквасками, що включають пропіонові і біфідобактерії;
- розробити оптимальні технологічні параметри виробництва ферментованих соєвих продуктів;

- провести підбір заквашувальних культур для ферментації соєвого екстракту;
- вивчити фізико-хімічні, мікробіологічні та органолептичні показники якості готових продуктів, а також їх біохімічний склад, харчову, біологічну та енергетичну цінності;
- вивчити зміни показників якості готового продукту при зберіганні, визначити допустимий термін придатності для споживання;
- розробити технологію виробництва синбіотичного функціонального напою.

Кваліфікаційна робота містить:

- текстової частини – 63 стор.;
- посилань на літературу – 60;
- таблиць – 13;
- додатків – 4;
- графічних аркушів – 4.

ANNOTATION

to the diploma project on the topic: "Development of biotechnology for obtaining a synbiotic functional drink"

The work contains textual and graphic parts. The textual part consists of six sections: literature review, characteristics of biological agents, selection of modes of co-cultivation of probiotic cultures, technology for obtaining a synbiotic drink using *Propionibacterium shermanii* and *Bifidobacterium longum* cultures, economic calculations, labor and environmental protection.

The graphic part consists of 4 sheets on which are shown: step-by-step and apparatus diagrams of production, section of the apparatus.

At the beginning of the work, an analysis of the scientific literature on the production of synbiotics and fermented soy products was made. An analysis of soy milk was made and the strains of bacteria selected for the production of the drink were investigated. The technological scheme of obtaining a functional drink is described and the necessary equipment is selected. The principles of labor protection at the enterprise are described, economic indicators are calculated and an analysis of the investment attractiveness of the project is carried out.

The purpose of the work is to develop the technology of a synbiotic functional drink based on soy milk fermented with propionic acid and bifidobacteria.

To achieve this goal, the following tasks were set:

- to study the chemical composition of soy extract (milk) in order to substantiate the possibility of its use for the production of fermented products with probiotic properties;
- to study the process of fermentation of soy milk with symbiotic starters, including propionic and bifidobacteria;
- to develop optimal technological parameters for the production of fermented soy products;

- selection of leavening cultures for fermentation of soybean extract;
- to study the physico-chemical, microbiological and organoleptic indicators of the quality of finished products, as well as their biochemical composition, nutritional, biological and energy value;
- to study the changes in the quality indicators of the finished product during storage, to determine the acceptable shelf life for consumption;
- to develop the production technology of a synbiotic functional drink.

The qualification work contains:

- text part – 63 pages;
- references to literature - 60;
- tables – 13;
- applications – 4;
- graphic sheets - 4.

ВСТУП

На сьогодні є дуже популярним напрям у харчовій промисловості, орієнтований на виробництво функціональних продуктів харчування, які сприятливо впливають на здоров'я людини при регулярному вживанні в ефективних дозах. Крім поживних харчових речовин, такі продукти містять функціональні інгредієнти, які надають значний біологічно позитивний вплив на організм людини, що допомагає адаптуватися до впливу зовнішнього середовища, запобігти виникненню захворювань та попередити передчасне старіння [26].

Широкий спектр біологічно активних нутрієнтів, що використовуються для виробництва функціональних продуктів харчування, наявний у продуктах рослинного походження, яскравим представником яких є соя та продукти її переробки [26].

Загальновідомо, що білок тваринного походження має більшу біологічну цінність, ніж білок рослинного походження. У той же час, білок рослинного походження дешевше, а також має низку профілактичних властивостей. Нині проблему білкового дефіциту у різних галузях харчової промисловості вирішують з допомогою використання нетрадиційних джерел білка, зокрема білка сої.

З усього вищевикладеного випливає, що актуальним завданням харчової промисловості є перехід до використання цілісних природних систем, що мають високу біологічну цінність. Подібний підхід дозволяє отримувати харчові продукти, що мають лікувальні та профілактичні властивості, за рахунок нутрицевтичної дії компонентів, що входять до них. А використання сировини рослинного походження дозволить знизити собівартість продуктів харчування, розширити асортимент біопродуктів та сферу їх споживання, підвищити засвоюваність харчових речовин, при цьому зберігаючи звичні для споживачів органолептичні показники [26].

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ ПРОБІОТИЧНИХ ПРОДУКТІВ

1.1 Пробиотики, пребіотики, сим- та синбіотики: основні поняття, сучасна класифікація, вимоги, механізм дії

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) визначає *пробиотики* наступним чином: це живі мікроорганізми, які при застосуванні у відповідних дозах мають позитивний вплив на здоров'я організму. У 2013 році Міжнародна наукова асоціація пробіотиків та пребіотиків (ISAPP) оновила це визначення, уточнивши, що термін "пробиотики" може бути застосований лише до препаратів, які відповідають наступним вимогам:

- наявність точної інформації про мікроорганізми, включаючи штам;
- достатня кількість життєздатних мікроорганізмів зберігається до кінця терміну придатності;
- були проведені відповідні дослідження, які підтвердили безпечність та ефективність штамів, що містяться в продукті.

Таким чином, ферментовані продукти, що мають у своєму складі живі мікроорганізми, без зазначення конкретних видів і характеристик, а також містять фекальні трансплантати, не можуть називатися пробіотичними [1-2].

Найчастіше, як пробіотики використовують деякі види молочнокислих бактерій (*Lactobacillus*), біфідобактерій (*Bifidobacterium*), сахароміцетів (*Saccharomyces cerevisiae*), кишкової палички (*E. coli*), а також окремі різновиди бацил (*Bacillus*)[7],

Відповідно до сучасних вимог ВООЗ та міжнародної наукової асоціації пробіотиків і пребіотиків, у назві пробіотика має бути вказано вказано рід, вид, підвид (якщо може бути застосовано) і буквено-цифрове позначення специфічного штаму мікроорганізмів, що входять до його складу [1-3].

Пробиотичний штам ідентифікується типом, видом, підвидом (якщо можливо) і буквою – цифровим позначенням специфічного штаму. Існує

загальноприйнята номенклатура для мікроорганізмів – наприклад, *Lactobacillus casei* DN – 114 001 чи *Lactobacillus rhamnosus* GG. Маркетингові і торгові назви науковим товариством не контролюються. Відповідно до практичних рекомендацій ВГО/ FAO, виробники пробіотиків повинні реєструвати відповідні штами в міжнародному депозитарії. Депозитарії дають також додаткові позначення штамів [29].

Пробіотичні препарати мають різноманітну форму випуску: у вигляді таблеток, капсул, пакетиків, флаконів, і навіть молочнокислих продуктів. В даний час не існує єдиної однакової ефективної добової дози для всіх пробіотиків; разова та добові дози кожного пробіотичного агента підбирають на підставі результатів клінічних випробувань [7].

Пробіотикотерапія є відносно новим напрямком у лікуванні та оздоровленні населення, однак споживання живих біологічно активних мікроорганізмів потребує ретельного контролю [26]. Рекомендації для застосування пробіотиків повинні пов'язувати специфічні штами із заявленими ефектами, що ґрунтуються на відповідних дослідженнях у людини. Деякі штами мають унікальні властивості, що можуть відповідати за певні неврологічні, імунологічні та антимікробні ефекти, а тому мають призначатися лише лікарем і для виключно лікувальних цілей [29].

Доза пробіотика, дуже варіює, в залежності від штаму і продукту. Хоча чимало безрецептурних засобів містять 1-10 мільярдів КУО/дозу, певні продукти є достатньо ефективними і за нижчого дозування, разом із тим, деякі – потребують значно вищого. Визначити загальну дозу, необхідну для пробіотиків неможливо; вона повинна базуватися на результатах досліджень на людях, у яких підтвердили позитивні ефекти щодо стану здоров'я.

Оскільки пробіотики – живі організми, вони схильні відмирати в процесі зберігання продукту. Відповідальні виробники, втім, досягають збереження життєздатності до кінцевого терміну придатності, зазначеного на етикетці. Споротворчі пробіотичні штами хоча й вивчені ще недостатньо, порівняно з іншими, переважають у стійкості до стресів навколишнього середовища протягом усього свого терміну зберігання, отже мають низку переваг перед

неспоротворчими. У деяких випадках, нажаль, пробіотичні продукти, які з'являються на ринку, не відповідають вказаним на етикетці кількості, типам та життєздатності мікробів, наявних у них[29].

Пробіотики впливають на бактерії шлунково-кишкового тракту, збільшуючи кількість корисних і знижуючи популяції потенційно патогенних мікроорганізмів. Вони діють на екосистему ШКТ, впливаючи на імунні механізми в слизовій оболонці, взаємодіючи із симбіотичними чи потенційно патогенними мікробами. Ці механізми можуть спричиняти антагонізм з потенційними патогенами, поліпшувати стан мікрофлори в ШКТ, сприяти зміцненню шлунково-кишкового бар'єру та протидіяти запальним процесам [29].

Підсумовуючи все перелічене, пробіотики та продукти, що містять пробіотичні культури обов'язково мають входити до раціону людини задля забезпечення здорового стану організму.

Пребіотики – це функціональні (дієтичні) інгредієнти, що не перетравлюються організмом, які здатні вибірково стимулювати ріст і розвиток мікроорганізмів у кишечнику людини, позитивно впливаючи на їх активність, що гарно впливає на загальний склад мікрофлори кишечника [4,6].

Переважно – це компоненти їжі, які не перетравлюються, а є поживою для корисних мікроорганізмів. Насамперед, це клітковина, яка міститься в овочах, фруктах, ягодах, злаках, бобових, насінні льону, грибах та ін.

Наступна складова – резистентний крохмаль, що лише частково може бути перетравлений ферментами людини, і в основному ферментується мікрофлорою кишечника. Резистентний крохмаль зберігається у:

- борошні грубого помолу;
- грубо подріблених зернах;
- насінні;
- бобових;
- зелених бананах.

- в картоплі та макаронах після приготування та охолодження;
- хлібі.

Також до пребіотиків належать фруктани, пектини, моно-, оліго- і полісахариди (олігофруктоза, інουλін, галакто-олігосахариди, лактулоза, лактітол, пантотенат кальцію, параамінобензойна кислота, целюлоза, сорбіт, ксиліт, ксилобіоза, рафіноза, пектини, хітозан, декстрин), глютамінова кислота, аргінін, валін, вітаміни А, Е, С, глутатіон, каротиноїди, селен, ейкозапентаїнова кислота, бета-глюкани та лузга насіння подорожника, поліфеноли спецій, гранату, зеленого чаю, журавлини та інші [5,6].

Загалом, пребіотики містяться:

- в продуктах харчування (максимальний вміст у свіжих молочних продуктах, кукурудзі, крупах, хлібі, цибулі, часнику, горосі, квасолі, неочищених злаках, бананах, артишоці та інших фруктах і овочах);
- в численних варіантах клітковини і висівок;
- в фармацевтичних препаратах і БАДах[6].

Деякі інгредієнти, що мають пребіотичну активність, застосовують у харчовій промисловості не лише через їх дієтичні властивості, а й у зв'язку з технологічними можливостями (покращення структури, заміна цукру, жиру тощо). Залежно від виду продукції, основними для застосування можуть бути або дієтичні (фізіологічно функціональні інгредієнти) або технологічні властивості пребіотиків, або ті та інші разом. Застосування препаратів - пребіотиків та продуктів функціонального харчування, що не містять пробіотиків, може самостійно забезпечувати пробіотичний ефект для організму [4].

Отже, задля поліпшення складу мікрофлори та загального самопочуття, до продуктів щоденного вживання обов'язково мають входити ті, що містять пребіотики. А для збільшення позитивного ефекту для організму, доцільно

комбінувати споживання про- і пребіотиків.

Синбіотики є препаратами, що містять одночасно пробіотик і відповідний даному виду бактерій пребіотик, що забезпечує їхній синергізм, тобто відбувається посилення їх позитивного впливу на організм. У цьому синбіотичний продукт демонструє і пребіотичний, і пробіотичний ефекти [7-9].

До плюсів синбіотиків також відноситься їх сприяння виживанню пробіотичних бактерій під час проходження через верхні відділи кишкового тракту. Таким чином, властивості симбіотика є ширшими, ніж властивості про- та пребіотиків, якщо їх вживати окремо. Така особливість робить синбіотик більш ефективною добавкою порівняно з пробіотиком або пребіотиком окремо.

При цьому, якщо такий препарат містить не характерні організму пробіотичні бактерії – його називають синбіотиком, а якщо характерні для нормальної мікрофлори людини – його ще можуть називати *симбіотиком*.

Але в 2011 році вчені Гібсон та Коліда описали додаткові критерії для визначення синбіотиків. Зокрема вони запропонували, що такі препарати можуть мати як синергічний, так і доповнювальний ефекти [10]. Та офіційно визначення симбіотика було змінено лише в 2019 році, для чого було скликано спеціальну раду.

Зрештою, нове визначення було погоджене. Тепер синбіотиком вважається суміш, що містить живі мікроорганізми та субстрат(и), вибірково використовувані цими мікроорганізмами, що приносить користь для здоров'я господаря [10-17].

Будучи комплексом про- і пребіотика, справжній синбіотик повинен стимулювати не тільки розвиток ендогенної кишкової мікрофлори, але й бути активним по відношенню до живих компонентів препарату та/або продукту, забезпечуючи ефективність їх введення у ШКТ та протікання метаболізму. Концепція синбіотиків, що поєднує та посилює позитивні риси пробіотиків і пребіотиків реалізується в деяких природних продуктах. Наприклад, ферментованих овочах.

Синбіотики та синбіотичні продукти у функціональному харчуванні є новим та перспективним напрямком[26].

1.2 Пробиотичні мікроорганізми та їх вплив на здоров'я людини

Позитивний вплив пробіотиків включає або скорочення тривалості дії інфекції, або зниження сприйнятливості організму до патогенів. Механізми, завдяки якому пробіотичні препарати сприяють досягненню низки фізіологічних ефектів, дуже різноманітні. Відомо, що пробіотичним препаратам властиві як імунологічні, так і неімунологічні аспекти дії. Пробиотичні препарати впливають на кишкову мікрофлору шляхом стимуляції імунних механізмів слизової оболонки тонкої кишки та активізації неімунних механізмів внаслідок антагонізму або конкуренції з потенційними патогенами. Таким чином, розвиток пробіотичних мікроорганізмів сприяє пригніченню розвитку сторонньої мікрофлори [7].

1.2.1. Характеристика роду *Bifidobacterium* та їх пробіотичних властивостей

Бактерії роду *Bifidobacterium* – грампозитивні анаеробні та неспороутворюючі палички, що мають трохи зігнуту форму, довжиною 2-5 мкм. Клітини розташовуються поодинокі, парами, іноді ланцюжками та розетками. Можуть формувати мікрокапсулу, некислотостійкі; каталазонегативні; дуже вимогливі до джерел харчування: як правило, потребують різних вітамінів. [21,30]. Оптимальна температура 37-41 ° С, оптимальне значення рН 6,0-7,0; вони не зростають при рН нижче 4,5 або вище 8,5. На щільних живильних середовищах біфідобактерії утворюють колонії у вигляді «гвоздиків» або гречаних зерен[30].

Таксономічно відносяться до типу Actinobacteria, клас Actinobacteria, порядку Bifidobacteriales, сімейство Bifidobacteriaceae. Вперше були виділені в 1899 році доктором Тіссє з інституту Пастера у Франції; він назвав їх «біфіди» через специфічну Y-форму [25].

На сьогодні відомо більше 20 видів біфідобактерій. Основу мікрофлори

людини складають *B. bifidum*, *B. longum*, *B. adolescentis*, *B. 82 Brevei*, *B. infantis*. Вид *B. bifidum* виявляється у здорових людей усіх вікових груп. У дітей, які вживають грудне молоко, *B. bifidum* виявлено у 70 % досліджених, у дітей 4-6 років – до 40 %. Вид *B. longum* також характерний для дітей і дорослих і виділяється у дітей до першого року життя включно у 40-60 %, старшого віку і дорослих людей – у 70-75 %, у людей похилого віку – у 30 % [23, 24].

Біфідобактерії в процесі життєдіяльності виділяють ряд органічних кислот, зокрема молочну, оцтову, мурашину і бурштинову, через що широко використовуються у виробництві ферментованих продуктів. Також вони вирізняються високою здатністю синтезувати амінокислоти, білки, вітаміни групи В; сприяють процесам травлення, адже підсилюють гідроліз білків, зброджують вуглеводи, розчиняють клітковину, обмилюють жири.

Біфідобактерії здатні блокувати рецептори на епітелії слизової оболонки товстого кишечника, що перешкоджає фіксації небезпечних мікроорганізмів; продукують лізоцим, бактеріоцини, спирти і гальмують проникнення патогенів у верхні відділи шлунково-кишкового тракту. Тобто, ці бактерії мають високу антагоністичну активність по відношенню до сторонньої, потенційно патогенної мікрофлори[21].

Продукти, збагачені біфідобактеріями, характеризуються високими дієтичними властивостями, оскільки містять ряд біологічно активних сполук: вільні амінокислоти, легкі жирні кислоти, ферменти, антибіотичні речовини, мікро- та макроеlementи. На сьогодні, всі продукти, що містять біфідо, можна умовно розділити на три групи. До першої входять продукти, у які вносять життєздатні клітини біфідобактерій, вирощені на спеціальних середовищах. Розмноження цих мікроорганізмів у продукті не передбачається. До другої – відносяться продукти, що сквашені чистими або змішаними культурами біфідобактерій. Третю групу представляють продукти змішаного бродіння, найчастіше – сквашені спільними культурами біфідобактерій і молочнокислих мікроорганізмів.

Асортимент продуктів, що містять у своєму складі біфідобактерії, досить широкий. Це кисломолочні напої (йогурт, кефір, кисле молоко), сир, швидкодозріваючий сир, олія, вершкові креми, сухі дитячі молочні продукти тощо[31].

1.2.2. Характеристика роду *Propionibacterium* та їх пробіотичної дії

Пропіоново-кислі бактерії належать до типу Actinobacteria, клас Actinobacteria, підклас Actinobacteriae, порядок Actinomycetales, підпорядок Propionibacterineae, сімейство Propionibacteriaceae, рід Propionibacterium [21].

Це грампозитивні, нерухомі, факультативно-анаеробні, або аеротолерантні паличкоподібні бактерії розміром 0,5-1,5 мкм, не утворюють спор. Непатогенні. Клітини в молодих культурах виглядають як викривлені, трохи зігнуті палички, в старих – мають коковидну форму. Зазвичай розташовані поодинокі, парно, або у коротких ланцюжках. Більшість представників краще розвивається в анаеробних умовах. Зброджують вуглеводи, лактати і пірувати з утворенням пропіонової і оцтової кислот, в менших кількостях – ізовалеріанової, мурашиної, бурштинової, або молочної кислот, CO₂. Краще засвоюють лактат і глюкозу, ніж лактозу. Проте, у присутності лактози продукування пропіонової кислоти відбувається більш енергійно [21]. Відношення кількості пропіонової кислоти до оцтової зазвичай 2:1, але воно змінюється в широких межах, в залежності від умов середовища, і може досягати 5:1 [28].

Найбільш швидке зростання спостерігається при температурі від 30 до 37°C і рН 7,0. ПКБ ферментують аланін, серін, аспарагін і гліцин з утворенням вуглекислого газу, аміаку, оцтової та пропіонової кислоти. Максимальне накопичення біомаси відбувається при 30 °C; також досить високе при 20 °C і навіть за 7 °C. Більшість штамів краще росте в глюкозному бульйоні з 20% жовчі [28]. Пропіонові бактерії утворюють білі, сірі, рожеві, червоні, помаранчеві колонії; в рідкому середовищі утворюють тягучий осад [21].

У процесі життєдіяльності продукують такі важливі для організму речовини, як фолієва кислота, вітамін В₁₂, амінокислоти, ферменти, коротколанцюгові жирні кислоти.

Пропіонова кислота, яка є основним продуктом життєдіяльності пропіонових бактерій, - це коротколанцюгова жирна кислота, яка транспортується в печінку і приймає участь в процесах глікогенезу і синтезі біогенних амінів, покращує мікроциркуляцію в слизовій оболонці кишечника і підтримує в ній метаболічні процеси, сприяє пригніченню умовно-патогенної та сприяє розвитку нормальної мікрофлори шлунково-кишкового тракту [21].

Щодо пробіотичних властивостей пропіоново-кишк бактерій, вони мають декілька корисних властивостей: впливають на склад кишкової мікрофлори, на метаболічні процеси мікробіоти господаря, мають імуномодулюючі властивості. Крім того, класичні пропіонові бактерії здатні продукувати такі необхідні речовини, як вітаміни В₂, В₇, В₉, В₁₂, К, кон'югована ліноленова кислота. Також, відома антимуtagenна дія цих бактерій, за рахунок впливу на окислювально-відновний потенціал організму, а також – їх антиоксидантні властивості. Синтезовані ПКБ супероксиддисмутаза (СОД) та каталаза утворюють антиоксидантну пару, яка інактивує вільні радикали кисню, не даючи їм можливості запустити процеси ланцюгового окиснення, а глутатіон-пероксидаза знешкоджує ліпідні перекиси.

Показано, що фільтрат культурального середовища ПКБ має виражений стимулюючий ефект на зростання біфідобактерій [21]. Отож, зважаючи на це, буде доцільним сумісне культивування пропіоновокислих та біфідобактерій

Грунтуючись на локалізації ПКБ, їх умовно поділяють на дві групи: молочнокислі (класичні) та шкірні. Класичні пропіонові бактерії зустрічаються у сирому молоці, сирах, силосі, овочах, ШКТ людини та в рубці жуйних тварин. Шкірні ПКБ знайдені не тільки на шкірі людини, але також були знайдені в кишечнику людини, курей, свиней та були представлені як *Propionibacterium asnes*. У травному тракті здорових дорослих людей ПКБ присутні у кількості не менше 10⁵ КУО/г фекалій [28].

Таким чином, пропіоновокислі бактерії та їх метаболіти є важливим фактором для підтримки нормального стану здоров'я організму. Отже, питання розробки пробіотичних препаратів та синбіотичних продуктів, які міститимуть їх у своєму складі, є достатньо актуальним на сьогоднішній день.

1.3 Соя (соєве молоко) – джерело біологічно активних речовин

Соя - один із найбагатших білком рослинних продуктів харчування. Ця властивість дозволяє використовувати сою для приготування та збагачення різних страв, а також – як основу рослинних замінників продуктів тваринного походження. З неї виробляються численні соєві продукти: тофу, соєвий соус, соєве молоко, соєве м'ясо, темп, місо, та інші. Крім того, соя використовується для виробництва соєвої олії, соєвого борошна. Соя та соєві продукти широко використовуються у східноазіатських (японській, китайській) та, особливо, вегетаріанській кухні.

Соя має тривалу історію культивування. Відомо, що у Китаї сою вирощували ще 4000 років тому. Вже тоді продукти з соєвих бобів використовували з лікувальною метою, наприклад, як ефективний засіб при отруєннях[20].

За даними ФАО ООН, білок насіння сої прийнято за стандарт рослинних білків. Він містить 10 замінних та 8 незамінних амінокислот і є майже ідентичним за якістю до тваринного білка, при цьому – легко засвоюється. Він на 88–95% представлений водорозчинною фракцією глобулінів (60–81%), альбумінів (8–25%), важкорозчинних глобулінів (3–27%).

Соя має рідкісний хімічний склад. У її насінні містяться майже всі необхідні людині органічні речовини: 35–55% білка, 18–23% олії, 25–30% вуглеводів, 5–6% мінеральних речовин, а також ферменти, різні вітаміни і фосфати. Соєвий білок біологічно майже повноцінний, має ідеально збалансований амінокислотний склад. І хоча у сої не вистачає метіоніну, набір інших незамінних амінокислот соєвого білка майже ідентичний за якістю тваринному білку, тому вона одна здатна задовольнити потребу організму у

дефіцитних поживних речовинах. Якість білка визначають два чинники: засвоюваність і набір незамінних амінокислот. Засвоюваність же соєвого білка сягає 90%, що відповідає білку курячого яйця. Порівняно з м'ясом, він містить майже вдвічі більше фосфорної кислоти і у чотири рази – мінеральних речовин [30, 31].

У порівнянні з м'ясом, рибою та птицею, соя як постачальник білка також має незаперечну перевагу: її амінокислоти легше виділяються з харчової маси і краще засвоюються [20].

Із табл. 1.1 видно, що соєве молоко є багатим джерелом амінокислот і, зокрема, таких які є незамінними для людського організму[36].

Табл.1.1- Амінокислотний склад соєвого білка

Амінокислота	Вміст, %	Амінокислота	Вміст, %
Лізин	1,65	Гліцин	0,97
Гістидин	0,34	Аланін	1,47
Аргінін	2,83	Валін	1,54
Аспарагінова кислота	3,43	Ізолейцин	2,13
Глутамінова кислота	6,09	Лейцин	2,76
Треонін	2,15	Тирозин	2,76
Серін	2,37	Фенілаланін	2,49
Пролін	0,87	Цистеїн	0,75
Метіонін	0,59		

Із вуглеводів соя містить 9-12% розчинних цукрів, 3-9% крохмалю, 3-6% клітковини. Із розчинних цукрів – найбільше сахарози (60%) [31].

Харчові продукти з сої за технологією виробництва поділяють на неферментовані (свіжі боби, смажені боби, смажене борошно, соєве молоко,

плівка соєвого молока, соєва паста, окара та інші) та ферментовані (солод, ферментовані соєві боби, соуси, сир, паста тощо) [18].

Соєве молоко – екстракт, подібний за кольором до пряженого молока – один з найбільш поширених продуктів переробки сої. Виробляється шляхом екстрагування з соєвих бобів. Оброблена таким чином соя зберігає всі необхідні поживні елементи для здоров'я, внутрішнього балансу та гарного самопочуття [18,19].

Соєве молоко має виняткові поживні властивості. В енергетичному співвідношенні воно дуже близьке до коров'ячого молока. При низькій калорійності (всього 40ккал на 100 г) соєве молоко багате на легкозасвоювані білки (3,8 г/100 г проти 3,1 г/100 г у коров'ячому). Також, у ньому повністю відсутня лактоза. Серед ліпідів, властивих цьому продукту, лише ненасичені жирні кислоти. Відсотковий вміст ліпідів у соєвому молоці значно вищий, ніж у напівжирному коров'ячому. Значний вміст основних жирних амінокислот дозволяє зробити харчування більш повноцінним, покращуючи співвідношення між поліненасиченими жирними кислотами та насиченими жирними кислотами. Крім того, в соєвому молоці є деякі мінеральні солі в досить відчутних кількостях(табл.1.2) [19, 20].

Табл.1.2 Мінеральні речовини, що містяться в 100 г соєвого молока

Назва	Кількість, мг
Кальцій	15,00
Фосфор	45,00
Калій	130,00
Магній	20,00
Натрій	15,00
Залізо	0,50
Всього:	225,5

Соеве молоко використовується як самостійний продукт, або як сировина для виробництва соєвого сиру, напоїв, продукції з піноподібною структурою та інших виробів. Висока харчова цінність соєвих продуктів, наявність в них біологічно-активних компонентів, їх функціональні властивості забезпечили досить широке використання цієї сировини у виробництві продуктів харчування[18].

Споживанню соєвого молока перешкоджає наявність неприємного бобового присмаку, що передається від сої, а також різних олігосахаридів, включаючи рафінозу та стахіозу, які можуть викликати шлунково-кишковий дискомфорт, відомий споживачам як метеоризм. Рафіноза та стахіоза є неперетравлюваними α -галактозидними олігосахаридами через відсутність α -галактозидази в шлунково-кишковому тракті людини. Ці проблеми можна вирішити шляхом обробки з використанням зовнішнього ферменту α -галактозидази та/або ферментації мікроорганізмами, які мають високу активність α -галактозидази [33].

Отож, існує необхідність корекції певних небажаних властивостей соєвої сировини. Як приклад – переведення у неактивний стан антипоживних речовин – інгібіторів протеаз, гомоглутенінів та ін., корекції споживних якостей – специфічних присмаку та запаху. Проте, слід зазначити, що при замочуванні в гарячій воді (цей процес є першим при виробництві соєвого молока) достатньо повно видаляються небажані складові соєвих бобів (екстрагується близько 53% речовин, які обумовлюють неприємний смак). Процес виготовлення молока забезпечує видалення зі складу бобів фітатів, котрі зв'язують іони кальцію та олігосахаридів[18].

Простий, традиційний метод, за допомогою якого соєве молоко виготовляється для щоденного споживання: сою промивають, замочують протягом ночі і потім подрібнюють до стану суспензії, до якої додається холодна вода. Після ретельного перемішування розведену суспензію проціджують і пресують. Екстракт (соєве молоко) кип'ятять, знову проціджують і заливають у різні види ємностей. Отримана суспензія має

сильний борошняний та крейдяний смак та аромат [22].

Соєве молоко є чудовим середовищем для культивування мікроорганізмів, оскільки має достатньо необхідних для них нутрієнтів. Тож, розробка ферментованих соєвих продуктів є достатньо обґрунтованим рішенням.

1.4 Ферментовані соєві пробіотичні продукти

Оскільки соя містить у своєму складі достатньо високоякісного білка, який має збалансований амінокислотний склад, високу засвоюваність, і за технологічними властивостями близький до молочного білка, цілком доцільним є виробництво комбінованих білкових продуктів, а також ферментованих соєвих продуктів. На сьогоднішній день вже розроблено технології отримання таких продуктів.

Американські дослідники розробили і запатентували спосіб виробництва натурального сиру, що містить від 3 до 30 % соєвих білків. Натомість, Далекосхідний аграрний державний університет запровадив спосіб отримання молочно-білкових продуктів, при якому екстракцію подрібнених соєвих бобів проводять у молочній основі, відокремлюючи потім від молочно-соєвої основи нерозчинний залишок [26].

Соєве молоко забезпечує велику кількість білка і енергії, вважається економічно вигідним замінником коров'ячого молока та є ідеальною харчовою добавкою для людей з непереносимістю лактози. Продукти харчування на основі сої зазвичай споживаються населенням Азії та є перспективними добавками для подолання проблеми з білковою недостатністю. Проте, через виражений бобовий смак і спричинення деяких проблем із травленням через наявність неперетравлюваних олігосахаридів – це не популярний напій. Ферментація молочнокислими бактеріями (МКБ) долає проблему бобового смаку та збільшує засвоюваність соєвого молока шляхом зменшення вмісту олігосахаридів [32].

За останні кілька десятиліть у всьому світі проводилися інтенсивні

дослідження ферментації соєвого молока з використанням штамів *Lactobacillus*. Використання молочнокислих бактерій у приготуванні ферментованих соєвих продуктів привернуло велику увагу, завдяки такому позитивному впливу на здоров'я, як: гідроліз ізофлавонів, покращення засвоюваності білків, зменшення вмісту соєвих галактоолігосахаридів (рафінози, стахіози, тощо), забезпечення організму розчинним кальцієм, зміцнення здоров'я кишечника, покращення антиоксидантної активності та підтримка імунної системи. Також користь для здоров'я приносять спожиті з продуктом мікроорганізми, що продукують у тонкому кишечнику деякі ферменти (напр. β -галактозидаза (лактаза), якої бракує багатьом дорослим) [32, 33].

Соєве молоко саме по собі має високу харчову цінність, і після додавання пробіотичних бактерій воно має сприятливий терапевтичний вплив на здоров'я, включаючи активацію імунної системи, зниження рівня холестерину в крові та пригнічення росту кишкових патогенів у хазяїна. Різноманітні дослідження показали, що споживання їжі, отриманої з сої, має потенційну користь для здоров'я, пов'язану з серцево-судинними захворюваннями, симптомами менопаузи, остеопорозом, раком молочної залози та передміхурової залози, оскільки вони є багатим джерелом біоактивних фенольних сполук. Було продемонстровано, що ферментовані соєві продукти/соєве молоко мають значно вищу антиоксидантну активність і нижчий вміст поліфенолів, ніж їхні неферментовані аналоги [32].

Соєве молоко широко визнано як пробіотичний продукт. Крім того, дослідження показали, що ферментоване соєве молоко має кращий хімічний і мінеральний склад, ніж його неферментований аналог. Було продемонстровано, що ферментоване соєве молоко має вищу β -глюкозидазну, β -галактозидазну та протеолітичну активність. Специфічний бобовий смак соєвого молока можна замаскувати додаванням цукрів, свіжої фруктових пасти та ароматизаторів, що призведе до покращення органолептичних властивостей готового продукту [32].

На сьогодні відомо кілька штамів *Bifidobacterium*, які вважаються пробіотиками з багатьма оздоровчими ефектами. Крім того, також повідомлялося про здатність деяких штамів цих бактерій метаболізувати галактоолігосахариди α -глікозидного типу, тому соєве молоко(яке містить сахарозу, рафінозу, стахіозу, білки, вітаміни тощо) має бути хорошим середовищем для росту біфідобактерій. Завдяки α -галактозидазній активності вони здатні гідролізувати α -глікозидні галактоолігосахариди в соєвому молоці, як наслідок, усуваючи метеоризм при споживанні продукту [33].

Отже, соя та соєве молоко, і як самостійний продукт і як комбінований та ферментований – має величезний потенціал для використання у харчовій промисловості. Зокрема, в лікувально-оздоровчому харчуванні, адже є джерелом багатьох необхідних нутрієнтів. Крім того, ферментація соєвого молока пробіотичними культурами мікроорганізмів значно збільшує можливу користь такого продукту для організму людини.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.

На основі проведеного в першому розділі аналізу літератури, можна зробити висновок про те, що соєве молоко у своєму складі має ряд важливих для організму людини нутрієнтів. Зокрема, вітаміни, білок (який за амінокислотним складом відповідає тваринному білку), мінеральні речовини, а також вуглеводи. Крім того, у складі соєвого молока відсутня лактоза, що робить його незамінним для тих, у кого є її непереносимість. Соєвий білок має високий рівень засвоюваності, а також містить усі незамінні амінокислоти, що дозволяє вважати його повноцінним. Тож соєве молоко є гарною складовою для повноцінного харчування людини.

Наявність таких вуглеводів, як сахароза, стахіоза і рафіноза, робить соєве молоко гарним субстратом для культивування біфідобактерій. А при одночасному вирощуванні з пропіоновокислими бактеріями, ріст біфідобактерій буде ще кращим, завдяки метаболітам, що посилюють їх розвиток.

Ферментація соєвого молока штамами пропіонових і біфідобактерій не тільки покращить пребіотичні властивості соєвого молока, надасть кінцевому продукту пробіотичну активність, а й усуне ряд небажаних якостей (таких, як виражений бобовий присмак, інгібування травних ферментів та ін.), що присутні у неферментованому продукті.

Отже, синбіотичний продукт на основі соєвого молока матиме виняткові поживні властивості та біологічну цінність.

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРИСТИКА БІОЛОГІЧНИХ АГЕНТІВ

В сьогоденних умовах погіршення екологічного стану навколишнього середовища, впливу радіації, ірраціонального використання антибіотиків та незбалансованого харчування спостерігається зміна кількісного та якісного складу мікробіоти шлунково-кишкового тракту (ШКТ), що призводить до дисбактеріозів. Для відновлення мікробіоценозу ШКТ людини широко застосовуються пробіотики, пребіотики, синбіотики та метабіотики.

Особливе місце серед різних представників облигатної мікробіоти людини займають біфідобактерії. Дефіцит біфідобактерій є одним з патогенетичних факторів тривалих кишкових дисфункцій у дітей і дорослих, що призводить до ряду порушень у метаболічних процесах, що проходять в організмі [21].

Також, у останні роки науковців приваблюють пропіоновокислі бактерії, особливістю яких є те, що вони не перетравлюються у кишково-шлунковому тракті людини, стійкі до дії жовчних кислот, витримують кислотність шлункового соку, можуть здійснювати біосинтез вітаміну В12. Позитивна роль пропіоновокислих бактерій як пробіотиків також обумовлена утворенням пропіонової кислоти, мінорних органічних кислот, бактеріоцинів, ферментів. Окрім того, за сумісного культивування, полісахариди, синтезовані пропіоновокислими бактеріями, стимулюють ріст біфідобактерій, а також забезпечують їх більшу адаптивність та захищають як окремі клітини, так і всю популяцію від несприятливих факторів зовнішнього середовища (зміна температури, низькі значення рН і зневоднення).

Все вище зазначене свідчить про те, що створення синбіотичного об'єднання на основі бактерій роду *Bifidobacterium* та *Propionibacterium* є цікавим та доцільним завданням [21].

Основна частина досліджень була проведена в лабораторіях кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування ОНТУ. Культури мікроорганізмів було обрано з музею кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування ОНТУ: *Bifidobacterium longum*-ЯЗ та *Propionibacterium shermanii*-4.

2.1. Культивування та підрахунок клітин *Bifidobacterium longum*-ЯЗ

Культивування біфідобактерій проводили на таких середовищах: кукурудзяно-лактозне середовище, MRS-бульйон, лактозному середовищі з додаванням соєвої сироватки, яке розробила аспірантка кафедри біохімії, мікробіології та фізіології харчування ОНТУ, Крупицька Л.О.[35]. Термостатування проводили при температурі $(37 \pm 1) ^\circ\text{C}$, протягом 24 годин [21].

Таблиця 2.1. Склад рідких поживних середовищ для культивування біфідобактерій

Інгредієнти	Склад середовища на 1 л дистильованої води		
	Кукурудзяно-лактозне середовище	Лактозне середовище з додаванням соєвої сироватки	Бульйон MRS
1	2	3	4
Кукурудзяний екстракт	30 мл/л	—	—
Соева сироватка	—	30 мл/л	—
Пептон	10 г/л	10 г/л	10 г/л
М'ясо-пептонний бульйон	—	—	8,0 г/л
Дріжджовий екстракт	—	—	4,0 г/л
Лактоза	10 г/л	10 г/л	—
Глюкоза	—	—	20 г/л
Аскорбінова кислота	0,5 м	0,5 м	—
Натрій ацетат	—	—	5,0 г/л
Амоній лимоннокислий	—	—	2,0 г/л
Натрій лимоннокислий	6,0 г/л	6,0 г/л	—
MgSO ₄	—	—	0,2 г/л

MnSO ₄	–	–	0,04 г/л
1	2	3	4
NaH ₂ P ₄	1,0 г/л	1,0 г/л	–
K ₂ HPO ₄	2,0 г/л	2,0 г/л	2,0 г/л
Твін-80	–	–	1,0 г/л

Останнім часом кукурудзяний екстракт став досить важкодоступним інгредієнтом для приготування поживних середовищ, тому після вивчення хімічного складу поживних середовищ було встановлено, що найбільш повноцінними і придатними для культивування біфідобактерій, є зернобобові культури та продукти їх переробки. Вони містять високоякісний білок, а також є джерелом поліненасичених жирних кислот, вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон, не містять холестерину і твердих жирів. Безпосередньо соєве молоко багате фосфором, залізом, цинком. Продукти переробки сої містять такі пребіотичні олігосахариди, як стахіоза і рафіноза, які стимулюють ріст біфідобактерій, також виявляються фіторечовини сої поліфенольної природи, зокрема ізофлавіни, в кількості 1,6- 2,2 мг/г

сухої речовини [21].

Приготування соєвої сироватки. На ершому етапі, при замочуванні насіння сої виникає неприємний бобовий запах, який необхідно усунути у готової сировини. Основною частиною ароматичних речовин є спирти (ізобутанол, ізопентанол, гексозанол, деканол, гептанол) і леткі жирні кислоти (уксуна, мурашина, ізомасляна та ізовалерьянова).

Під час обробки сої протягом 5 хв при температурі 120 °С в 0,5 мас.% -му розчині Na₂CO₃ при гідромодулі 1:6, виникає активація ліпоксігеназного ферментного комплексу соєвих бобів. При цьому спостерігається збільшення концентрації спиртів: ізобутанола в 5 разів, ізопентанола - в 2,5 раза, гексанол у 2 рази. При бланшуванні відбувається інактивація ферментів, у тому числі

ліпоксигеназного комплексу, та часткове видалення легколетючих продуктів розкладу. Масові частки бутанолу, ізопентану і гексанолу зменшуються у 2,5 рази.

Після видалення розчину Na_2CO_3 , після проведення дезінтеграції, здійснюється водна екстракція при температурі 100°C і гідромодулі 1:5 протягом 10 хвилин. Після фільтрації екстракт пастеризується при температурі 90°C протягом 15 хвилин [21].

Перед початком сквашування, соєвий екстракт (соєве молоко) охолоджується до 37°C . Осадження білків проводиться шляхом внесення заквасочної культури при температурі 37°C протягом 6 годин, або за допомогою внесення 30 мас.% розчину лимонної кислоти до $\text{pH} = 4,5$ при температурі 90°C протягом 15 хвилин. На останньому етапі, після фільтрації соєвої сироватки, вона нейтралізується розчином 30 мас.% NaOH , значення активної кислотності доводиться до $\text{pH} 6,8-7,0$ [21].

Підрахунок клітин біфідобактерій, інкубованих в рідких середовищах, проводиться за допомогою лічильної камери Горяєва. Для створення графічних зображень контролюється зміна активної кислотності культуральної рідини.

Для кількісного обліку життєздатних клітин біфідобактерій користуються методом граничних розведень в пробірках з напіврідким латозним середовищем. Цей метод полягає у розрахунку здатності біфідобактерій до росту в напіврідких середовищах, розлитих високим стовпчиком у пробірках з подальшим термостатуванням посівів при температурі $(37 \pm 1)^\circ\text{C}$ протягом 72 годин.

Облік результатів здійснюється за наявністю в останньому розведенні характерних колоній у вигляді комет. За кінцевий результат аналізу приймається середнє арифметичне значення, яке отримується у двох паралельних визначеннях. Додатково проводять мікроскопію ізольованих колоній з встановленням морфологічних ознак [21].

2.2. Культивування та підрахунок клітин *Propionibacterium shermanii*-4

Спосіб культивування залежить від кінцевої мети культивування: накопичення біомаси чи отримання окремого продукту життєдіяльності мікроорганізму. Для отримання добової культури використано MRS та лактозне середовище з додаванням соєвої сироватки.

Через відносну дешевизну, найчастіше для культивування пропіонових бактерій у виробничому масштабі використовують середовище із сирної сироватки, яке включає наступні компоненти: сирна сироватка 100 мл; хлористий магній 0,3 г; натрій лимоннокислий тризаміщений - 1 г, калій фосфорокислий однозаміщений 0,5г, аскорбінова кислота - 0,1 г, агар-агар 1,3 г. рН середовища 6,8-7,0; культивування проводиться протягом 24 год при температурі $(30 \pm 1) ^\circ\text{C}$ [21].

Підрахунок клітин. Облік результатів розведення проводиться методом десятикратних розведень та розсівом на тверде поживне середовище з наступною мікроскопією препарат-мазків, а також прямим підрахунком пропіоновокислих бактерій у лічильних камерах Горяєва [21].

2.3 Характеристика соєвого молока, як об'єкта ферментації

При використанні соєвого молока як середовища для культивування пропіоново-кислих і біфідобактерій, необхідно проаналізувати його фізичні, біохімічні та мікробіологічні показники [36].

Соєве молоко отримували відповідно до схеми:

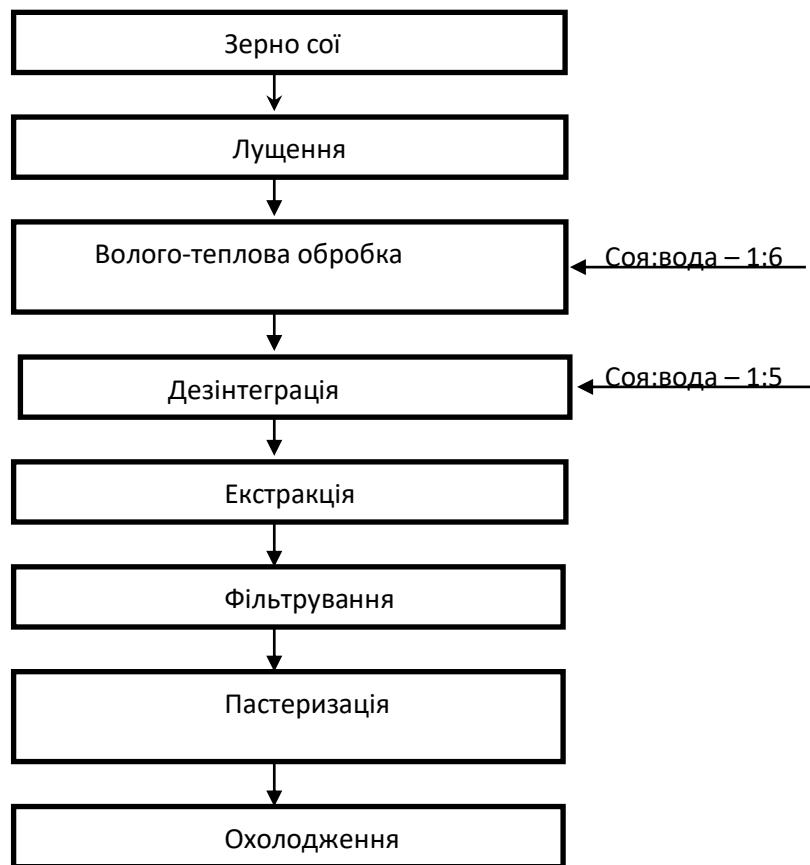


Рис. 2.1 – Загальна технологічна схема отримання соєвого молока

Відповідно до цієї схеми, соєве зерно спочатку звільняють від оболонки та механічного забруднення. Потім проводять волого-теплову обробку: витримують сою у гарячому 0,3%-му розчині NaHCO_3 ($T=100^\circ\text{C}$) протягом 10 хвилин; співвідношення зерна до води 1:6. Далі проводиться дезінтеграція зерна у присутності води (1:5) і отримана суміш подається на екстракцію. Отриманий екстракт соєвого зерна фільтрується, пастеризується протягом 10 хвилин при температурі 90°C і охолоджується для подальшого використання [36, 37].

2.3.1. Аналіз хімічного складу соєвого молока

Вивчення хімічного складу соєвого молока показало, що технологія дозволяє екстрагувати від 70 до 82% білка. Характерно, що соєве молоко містить на 25-30 % більше білка, ніж коров'яче (3,7 % - у соєвому та 2,9 % у

коров'ячому). Слід зазначити, що соєве молоко має в своєму складі в середньому до 9% сухих речовин, серед яких близько 3,7 % - білки, 1,35% - жири, 3,1% вуглеводів, і близько 0,55% припадає на зольні речовини [36].

Соєве молоко є також багатим джерелом водорозчинних вітамінів, наприклад, вміст тіаміну в ньому в 10 разів більший, ніж у коров'ячому, рибофлавіну - в 1,5 рази, ніацину в 3 рази більше, фолієвої кислоти - у 4 рази (табл. 2.2) [36].

Табл. 2.2

Вміст деяких вітамінів у соєвому та коров'ячому молоці мг/100г

Вітамін	Соєве молоко	Коров'яче молоко
Тіамін	0,4±0,015	0,04
Рибофлавін	0,2±0,01	0,15
Ніацин	0,6±0,02	0,20
Фолієва кислота	0,8±0,025	0,2

Соєве молоко багате на фосфор, залізо, цинк, калій (табл.2.3). Так, вміст заліза у ньому в 10 разів більший, ніж у коров'ячому, калію – у 3 рази. Та слід зауважити, що як у самій сої, так і в соєвому молоці міститься мало натрію, тому готове соєве молоко зазвичай підсолюють [36].

Табл. 2.3

Вміст мінеральних речовин у соєвому та коров'ячому молоці мг/100г

Назва	Соєве молоко	Коров'яче молоко
Кальцій	15±0,12	100
Натрій	5±0,06	36
Залізо	1,0±0,05	0,1
Цинк	0,45±0,02	0,5
Калій	18±0,5	5

Соєве молоко містить близько 3% вуглеводів, серед яких переважно галактоолігосахариди: рафіноза – 1,7 %, стахіоза – 4,3 %, а також сахароза 4,5 %, у перерахунку на суху речовину. Крім цього, в ньому присутні у незначній кількості моносахариди - арабіноза та глюкоза (близько 0,07%). Такий вуглеводний склад є природним середовищем для розвитку біфідобактерій, оскільки вони здатні синтезувати α -галактозидазу, що гідролізує соєві олігосахариди [36].

Таким чином, соєве молоко є складною багатокomпонентною системою, що містить речовини, необхідні для росту та розвитку бактерій і може бути використане як сировина при отриманні ферментованих продуктів.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.

Для розробки синбіотичного напою на основі соєвого молока взято штами мікроорганізмів *Bifidobacterium longum*-ЯЗ та *Propionibacterium shermanii*-4. Визначено та досліджено умови культивування та способи підрахунку кількості життєздатних клітин у продукті.

Охарактеризовано соєве молоко як середовище для культивування мікроорганізмів. Також показано

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПІДБІР РЕЖИМІВ СУМІСНОГО КУЛЬТИВУВАННЯ ПРОБІОТИЧНИХ КУЛЬТУР

3.1. Підбір температурного режиму культивування *Bifidobacterium longum-ЯЗ* та *Propionibacterium shermanii-4*

Основним критерієм вибору температурного режиму для сумісного культивування пропіоновокислих та біфідобактерій було порівняння динаміки накопичення кількості клітин пробіотичних мікроорганізмів за різних температур.

Відомо, що температурний оптимум для пропіоновокислих бактерій дорівнює 30 ± 1 °C, а для біфідобактерій – 37 ± 1 °C, тому ці точки було встановлено як граничні. Нагромадження біомаси, яке спостерігали за оптимальних температур, слугувало контролем [21].

Аналіз результатів сумісного культивування за температури 37°C показав зниження рівня біомаси *P.shermanii-4* до $6 \cdot 10^8$ КУО/см³ у порівнянні з контрольним зразком, який вирощували за оптимальної температури, а кількість клітин біфідобактерій була на порядок вищою – *B. longum-ЯЗ* = $6 \cdot 10^9$ КУО/см³, так як для них такий температурний режим є оптимальним (рис. 3.1).

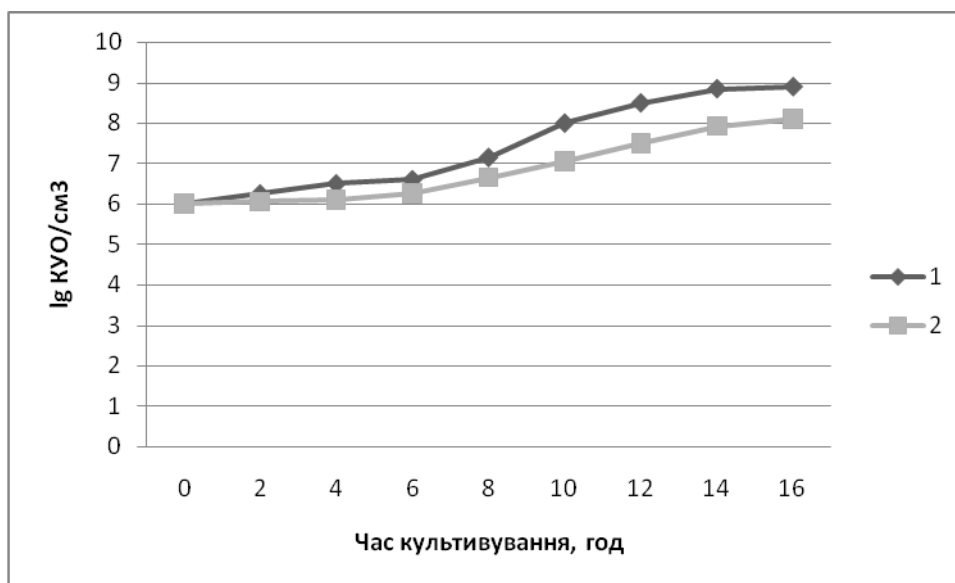


Рис. 3.1. Динаміка росту пробіотичних культур за температури $37\pm 1^{\circ}\text{C}$: 1 – *B.longum*-ЯЗ; 2 – *P.shermanii*-4

Вирощування за температури $30\pm 1^{\circ}\text{C}$ протягом 24 годин гальмувало ріст біфідобактерій. Нагромадження їх біомаси знизилося до $6\cdot 10^8$ КУО/см³, порівнюючи з контрольним зразком. Тоді як показник кількості клітин *P.shermanii*-4 був найвищим – $4\cdot 10^9$ КУО/см³ (цей температурний режим є оптимальним для пропіоновокислих бактерій) [21].

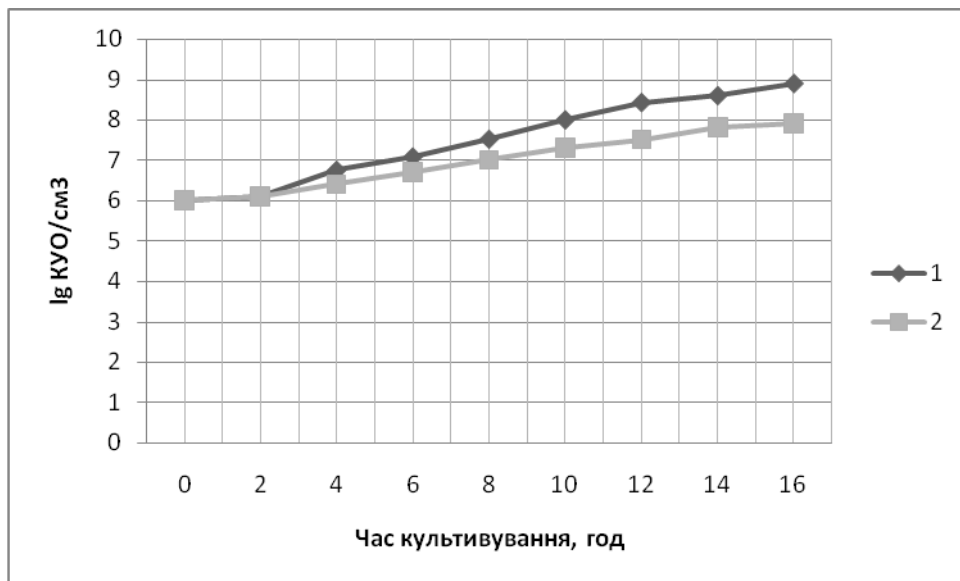


Рис. 3.2. Динаміка росту пробіотичних культур за температури $30\pm 1^{\circ}\text{C}$: 1 – *P.shermanii*-4; 2 – *B.longum*-ЯЗ

При зміні оптимальної температури культивування спостерігається зниження зростання біомаси однієї з культур. При культивуванні при проміжній температурі $34\pm 1^{\circ}\text{C}$ спостерігається рівномірний ріст мікроорганізмів. Показники біомаси пропіонових та біфідобактерій наближені один до одного: *P.shermanii*-4 – $4,1\cdot 10^9$ КУО/см³; *B.longum*-ЯЗ – $4\cdot 10^9$ КУО/см³ [21].

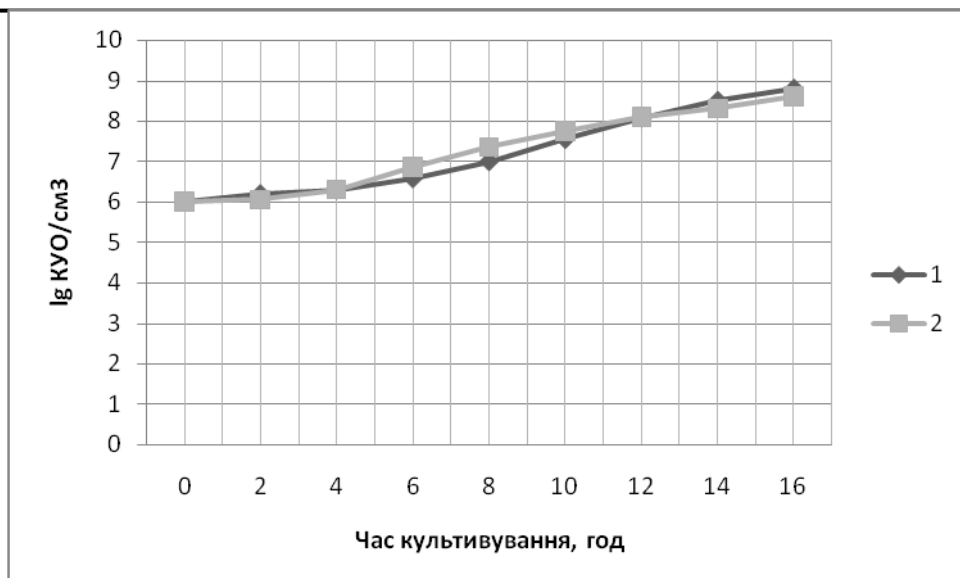


Рис. 3.3. Динаміка росту пробіотичних культур за температури $34\pm 1^\circ\text{C}$: 1 – *B.longum*-ЯЗ; 2 – *P.shermanii*-4

Відповідно до результатів цих досліджень, для сумісного культивування було обрано такий оптимальний режим: температура $T = 34\pm 1^\circ\text{C}$.

При сумісному культивуванні *B.longum*-ЯЗ та *P.shermanii*-4 у співвідношенні 1:1 спостерігається збільшення накопичення біомаси з часом (рис 3.4) [21].

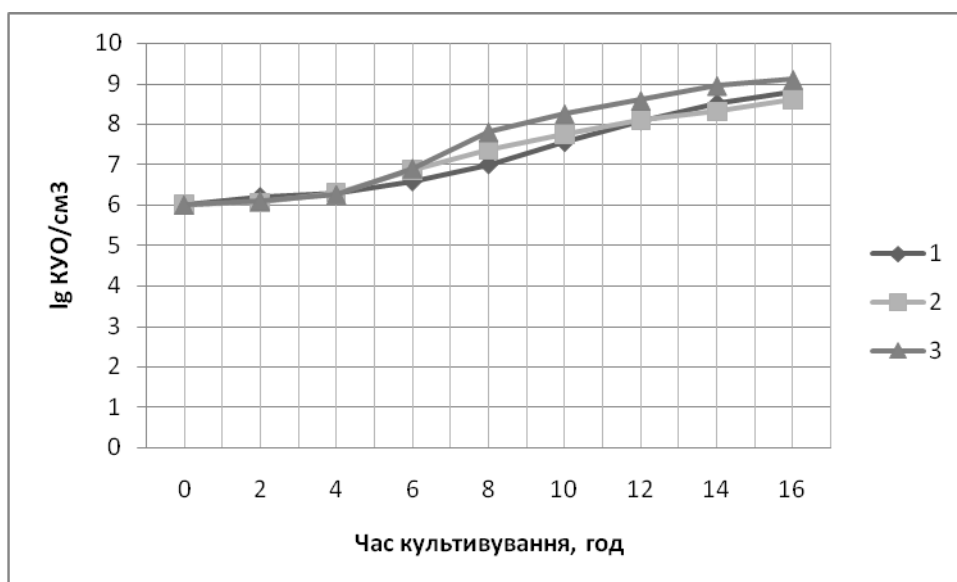


Рис. 3.4. Динаміка росту пробіотичних культур при сумісному культивуванні (1:1) за температури $34\pm 1^\circ\text{C}$: 1 – *B.longum*-ЯЗ; 2 – *P.shermanii*-4; 3 – *B.longum*-ЯЗ + *P.shermanii*-4

Також, згідно з результатами даного дослідження, видно, що період інтенсивного накопичення біомаси відбувається протягом 8-12 годин, після чого інтенсивність зростання кількості мікроорганізмів зменшується [21]. Тому для виробництва синбіотичного продукту на основі ферментованого соєвого молока було обрано час основної ферментації 8...12 годин.

3.2. Культивування мікроорганізмів у соєвому молоці

Вивчення зростання та розвитку пропіонових та біфідобактерій та їх комбінацій у соєвому молоці здійснювалося в лабораторних умовах при процесі періодичного культивування. Аналіз ферментованого середовища проводили через кожні 2 години [36].

Відновлення культур, що зберігаються в музеї кафедри біохімії та мікробіології з ліофілізованих клітин проводили в такий спосіб:

- відкривали ампулу з ліофілізованою культурою;
- переводили в суспензію, додаючи до ампули 0,3 – 0,4 см³ відповідного рідкого стерильного середовища;
- після ретельного перемішування відбирали 0,2 см³ суспензії та наносили на напіврідке середовище того ж складу;
- після інкубування протягом 2-3 діб перевіряли чистоту культур [36].

Для отримання закваски бактеріальних культур, отриману суспензію переносять у колбу з пастеризованим соєвим молоком, по мірі накопичення біомаси збільшуючи об'єми поживного середовища.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.

Отже, оскільки крайні позначки температурних оптимумів для *Propionibacterium shermanii* та *Bifidobacterium longum* не підходять для сумісного культивування, було встановлено оптимальну температуру 34±1 °С, при якій відбувається відносно стабільне накопичення біомаси.

Оскільки метаболіти пропіонових бактерій мають стимулюючу дію по

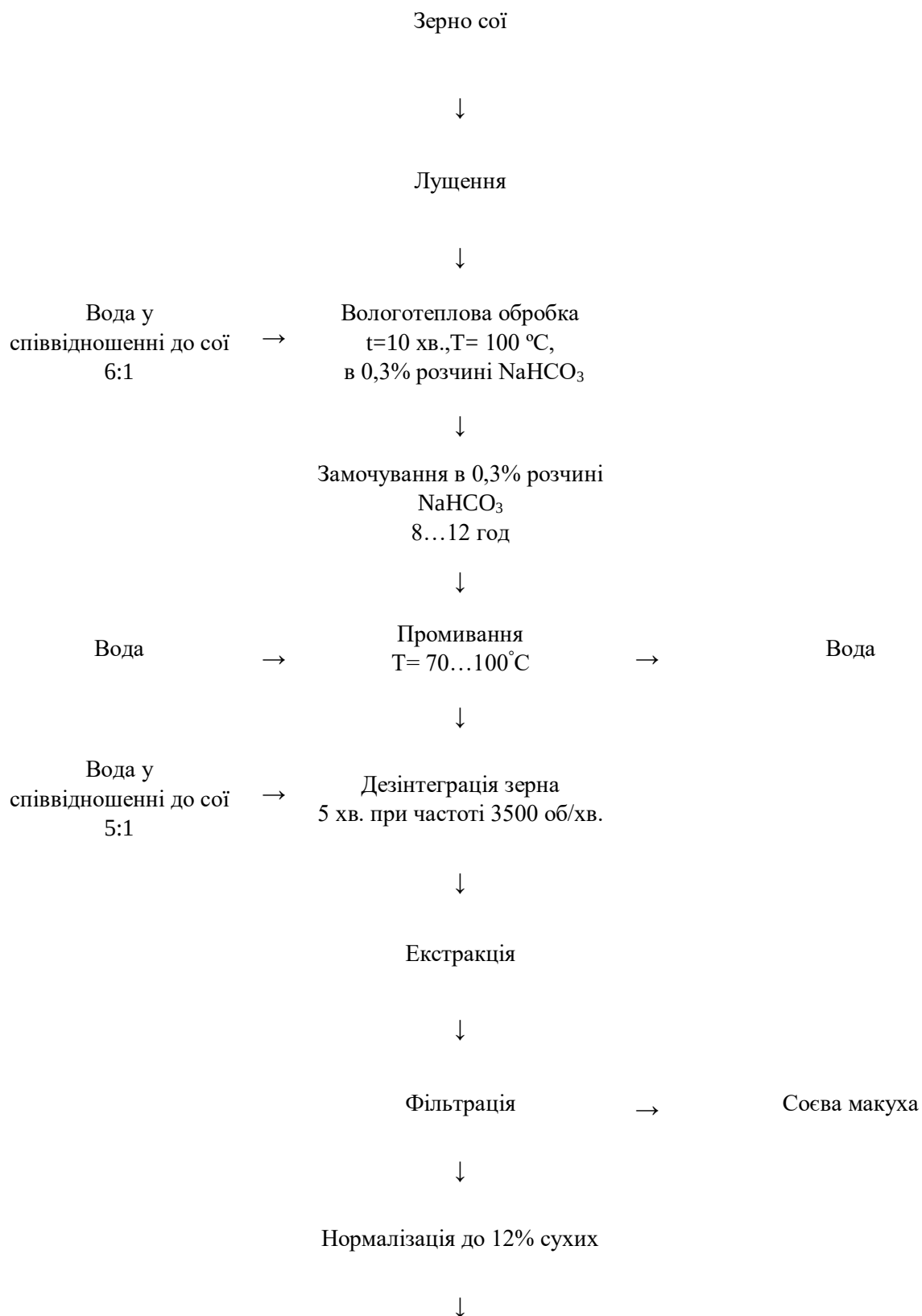
відношенню до біфідобактерій, накопичення біомаси при культивуванні обраних штамів при співвідношенні 1:1 відбувається більш інтенсивно, аніж при окремому вирощуванні.

Також, в ході дослідження було виявлено, що фаза активного росту у пропіоновокислих та біфідобактерій триває, в середньому, близько восьми годин.

Тож, як робочий режим культивування зазначених штамів мвкроорганізмів прийнято 34 ± 1 °C протягом 8...12 годин, при співвідношенні штамів 1:1.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ СИНБІОТИЧНОГО НАПОЮ З ВИКОРИСТАННЯМ КУЛЬТУР *Propionibacterium shermanii* та *Bifidobacterium longum*

4.1. Технологічна схема отримання продукту та її опис



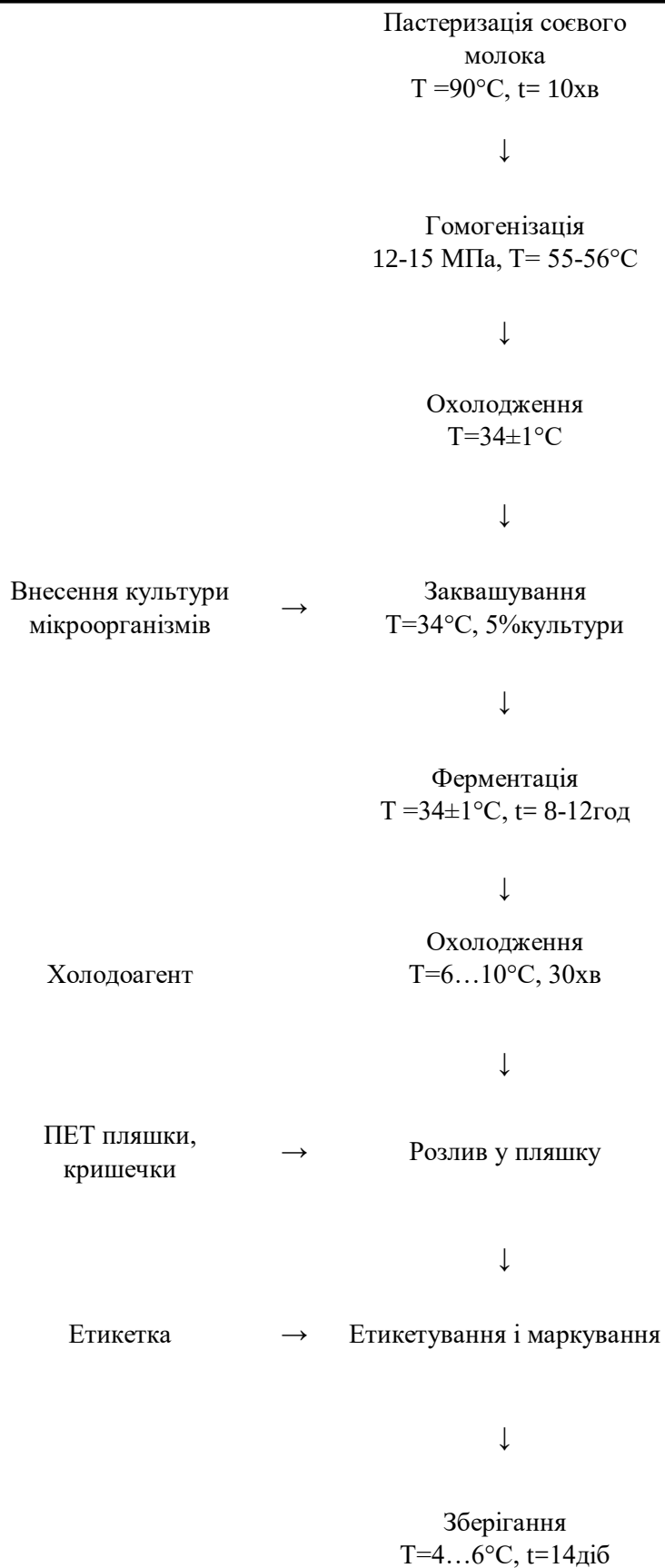


Рис. 4.1 – Принципова технологічна схема виробництва синбіотичного напою

Отримання синбіотичного напою на основі ферментованого соєвого молока можна умовно розділити на три етапи.

I. Отримання соєвого екстракту.

1) Очищення соєвих бобів від домішок та оболонок.

Зазвичай при покупці соя містить різну кількість домішок, наприклад бруд, пил, каміння тощо. Та для виробництва високоякісного соєвого молока важливо, щоб всі вони були видаленими. Також важливим є усунення пошкоджених соєвих бобів, тому що з пошкоджених клітин вивільняється фермент ліпооксидаза, який гідролізує жирні кислоти у пошкодженій ділянці, утворюючи сполуки з характерним ароматом, який є небажаним у готовій продукції.

Оболонка ж сої містить речовини, які негативно впливають на якість готового продукту. Крім того, в оболонках присутні представники ґрунтової мікрофлори. Тому їх слід видаляти, аби зменшити кількість бактерій у соєвому молоці, що призводить до покращення смаку та терміну придатності. Також у оболонці міститься певна кількість полісахаридів, які слід видалити, щоб уникнути неприємних органолептичних показників та проблем з переробкою сої.

Час подальшої термічної обробки сої для інактивації небажаних ферментів може бути скорочений при використанні безоболонкової сої [37].

2) Бланшування сої в 0,3% розчині NaHCO_3

Бланшування сої в розчині бікарбонату натрію (0,3% р-н) при високій температурі спричиняє інактивацію ліпооксидази, яка дає гіркий смак у готовій продукції. Така обробка також зменшує кількість водорозчинних олігосахаридів та інактивує інгібітори трипсину. Бланшування – теплообмінний процес, може проходити у киплячому розчині або з використанням пари під тиском (випарних апаратах для бланшування). Температура = 100°C; тривалість = 10 хв. [37]

3) Замочування соєвих бобів в 0,3% розчині NaHCO_3

Соєві боби замочують у 0,3% розчині NaHCO_3 , для остаточної деактивації ферментів та речовин, що надають гіркового смаку. Процес замочування триває від 8 до 12 годин.

Метою замочування є остаточне очищення сировини від небажаних речовин (або їх деактивація). Процес проходить в ємностях, при температурі навколишнього середовища ($T = 20^\circ\text{C}$) [37].

4) Промивання соєвих бобів у гарячій воді

Соєві боби проходять промиваються гарячою водою для очищення поверхні від залишків інактивованих ферментів та NaHCO_3 .

Промивання – сепараційний процес, проходить у очисних апаратах при постійній подачі води ($T = 70 \dots 100^\circ\text{C}$) [37].

5) Вологе подрібнення (дезінтеграція) соєвих бобів

Вологе подрібнення проводиться з метою інтенсифікації процесу водневої екстракції речовин з бобів сої. Підготовлені боби подаються в апарат для вологого подрібнення. Процес проходить при постійному перемішування (подрібненні) протягом 5 хв. при частоті 3500 об/хв [37].

6) Фільтрація соєвого молока

Суспензія із подрібнених соєвих бобів фільтрується від макухи на фільтр-пресі. Очищений соєвий екстракт збирається в окремій ємності. Соєва макуха збирається, пресується і фасується у брикети для подальшої реалізації [36,37]

7) Нормалізація і наступна пастеризація соєвого молока

Для отримання продуктів з хорошою консистенцією та органолептичними показниками, необхідно аби масова частка сухих речовин у соєвому молоці складала не менше 12%. Якщо у отриманому соєвому екстракті вміст сухих речовин менше зазначеного, для його нормалізації використовують сухе соєве молоко.

Соєве молоко вимагає більш жорстких режимів пастеризації, ніж коров'яче, оскільки воно може бути чудовим субстратом для розвитку гнильної мікрофлори. Тому режими термообробки соєвого молока дещо відрізняються від режимів пастеризації коров'ячого молока: його пастеризують при температурі 90°C протягом 10 хв [36].

8) Гомогенізація

У традиційній технології кисломолочних напоїв термообробка зазвичай поєднується з гомогенізацією, основною метою якої є дроблення жирових кульок на дрібніші частинки, що забезпечує отримання більш однорідної консистенції в готовому продукті. Гомогенізація порушує характер зв'язків, які забезпечують утворення частинок суспензії соєвого молока, що у готовому продукті дозволяє усунути борошністий присмак, який може бути присутнім у ферментованих соєвих продуктах. Тиск гомогенізації становить 12-15 МПа [36].

9) Охолодження

Готовий соєвий екстракт перекачується у ємність для виробництва кисломолочних напоїв, забезпечену спеціальною мішалкою та рубашкою для охолодження. Перед внесенням закваски соєве молоко охолоджується до температури $34 \pm 1^\circ\text{C}$ [36].

II. Виробництво закваски мікроорганізмів

Виробництво закваски мікроорганізмів включає у себе наступні етапи[38]:

- базова закваска (вихідна культура, що закупається);
- материнська закваска (виробляється із базової, безпосередньо на виробництві, у лабораторії; пробірки);
- проміжна закваска (проміжний етап виробництва великих об'ємів закваски);
- виробнича закваска (та, що використовується безпосередньо для виробництва продукту; виготовляється у заквасочнику).

Виробництво заквасок є водночас найважливішим та одним із найскладніших етапів виробництва ферментованого напою, адже потребує виконання строгих санітарно-гігієнічних умов, дотримання технологічних норм, а також чистоти та якості обладнання [38].

Материнська закваска має виготовлятися в окремому приміщенні з фільтрованим повітрям та дещо підвищеним тиском. Шанси контакту зі сторонньою мікрофлорою, а також миючими і стерилізуючими засобами мають бути мінімальними, аби попередити псування закваски. Виготовлення

проміжної та виробничої закваски може проходити як у виробничому приміщенні, так і у тому ж, що й материнська [38].

Для виробництва заквасок використовуються культури пропіонових та біфідобактерій, а також соєве молоко. Процес культивування проходить при температурі $34 \pm 1^\circ\text{C}$.

III. Виробництво ферментованого напою

1) Ферментація

Ферментування соєвого молока проводять при температурі заквашування ($34 \pm 1^\circ\text{C}$). Ферментування продовжують до досягнення рН 4,8-5,1 (титрована кислотність 64 °Т). Ферментування триває протягом 8-12 год. Закінчення сквашування визначають по досягненню необхідної кислотності. Та слід зазначити, що при сквашуванні соєвого молока, утворення згустку відбувається вже при значенні рН 5,5 [36].

2) Охолодження

Після закінчення сквашування продукт охолоджується до температури 6-10 °C.

Слід зазначити, що для соєвих ферментованих продуктів немає необхідності негайного охолодження, як у виробництві традиційних кисломолочних продуктів, що виробляються без дозрівання. Оскільки при сквашуванні соєвого молока немає різкого зниження кислотності.

3) Фасування та зберігання

Після охолодження продукт в стерильних умовах розфасовується у пляшки 0,5 л та прямує на зберігання при температурі 4-6 °C. Термін зберігання 14 діб.

4.2. Характеристика готової продукції

У результаті ферментування соєвого молока пропіоново-кислими та біфідобактеріями, отримано безлактозний соєвий аналог кисломолочних

продуктів. За кольором, кислотністю, смаком, консистенцією продукт не поступається лактозовмісним ферментованим продуктам. Має щільний однорідний потік з високою в'язкістю. Колір молочно-білий із легким жовтуватим відтінком. Смак і запах чистий, кисломолочний, без бобових відтінків. рН готового продукту становить 4,8-5,1 (титрована кислотність 64 °Т) Мікробіологічний аналіз виробленого продукту показав відсутність бактерій групи кишкової палички, дріжджів, цвілевих грибів, гнильної мікрофлори та патогенних стрептококів протягом терміну зберігання 14 діб [36].

Кінцевий продукт містить близько 14-14,5% сухих речовин, до 5% білка, близько 2% жирів і 5% вуглеводів. Також напій має велику кількість активних клітин пропіоново-кислих та біфідобактерій (понад 10^6) [36].

Біфідобактерії *B. longum* показують досить високу α -галактозидазну активність. Так, за 10 годин ферментування (при досягненні рН 5,2) відзначається зниження кількості рафінози та стахіози, відповідно, на 69 та 56 %. Крім цього, можна відзначити, що біфідобактерії можуть утилізувати α 1,2-глікозидні зв'язки в молекулі сахарози. Як показують дані при ферментуванні *B. longum* кількість сахарози знизиться на 8% [36].

Таким чином, можна дійти висновку, що ферментування соєвого молока біфідобактеріями дозволяє значно знизити вміст галактоолігосахаридів у кінцевому продукті. У середньому, починаючи з процесу отримання соєвого молока і до готового ферментованого продукту, кількість олігосахаридів скорочується приблизно на 70%: на 30% при отриманні соєвого молока та на 40% при ферментуванні. При цьому, олігосахариди присутні в продукті у помірній кількості, необхідній для подальшого розвитку біфідобактерій у шлунково-кишковому тракті людини [36].

За жирністю ферментований напій відповідає традиційному питному йогурту, проте вигідно відрізняється тим, що його ліпіди мають рослинне походження і містять есенціальні жирні кислоти. Крім того, бактеріями синтезуються деякі вітаміни, що позитивно впливатиме на здоров'я людини при споживанні напоєм[36].

Таким чином, створені аналоги традиційних кисломолочних продуктів на основі ферментованих продуктів переробки сої, характеризуються повноцінним складом і за своєю харчовою цінністю не поступаються традиційним аналогам, а за деякими показниками навіть перевершують їх. Отримані продукти містять високу кількість активних клітин (більше 10^9), а також не містять лактози та інших алергенних компонентів, характерних для коров'ячого молока [36].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.

Отже, для отримання синбіотичного функціонального напою, було розроблено технологічну схему, відповідно до якої проводиться виробництво продукту.

Наслідком виробництва є напій із ферментованого соєвого молока, що має приємні органолептичні якості, а також виняткові нутрицевтичні властивості. За поживною цінністю не поступається традиційним кисломолочним продуктам, місцями виявляючись навіть більш кращими: відсутність алергенів, пробіотичні та пребіотичні властивості, високий вміст незамінних амінокислот, есенціальних жирних кислот, вітамінів і мінералів.

Крім того, термін зберігання готового продукту при температурі $4...6^{\circ}\text{C}$ без консервантів – 14 діб, що майже ввічі більше за кисломолочні продукти.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Маркетингове дослідження ринку

За останні роки, у зв'язку з появою нових штамів патогенних та умовно-патогенних бактерій, резистентних до антибактеріальної терапії, широким поширенням вірусних та грибкових інфекцій, алергізацією населення, що зростає, все більше посилюється інтерес до препаратів з живих мікроорганізмів – представників нормобіоценозу людини. Замість традиційного лікування хіміотерапевтичними засобами, частіше стали призначатися пробіотики, які не поступаються їм ефективності. Аналіз потреб вітчизняного ринку в пробіотиках, пов'язаних із широким поширенням дисбіотичних станів серед населення всіх вікових груп, а також відсутність перспективи кардинального покращення умов існування, диктують необхідність розвитку виробництв препаратів та продуктів функціонального харчування з пробіотичними властивостями.

Синбіотик – це сполука, що включає суміш пробіотиків і пребіотиків, але через синергетичний ефект цих двох компонентів, властивості симбіотика є ширшими, аніж властивості про- та пребіотиків, якщо їх вживати окремо. Така особливість робить синбіотик більш ефективною добавкою, порівняно з пробіотиком або пребіотиком.

До плюсів синбіотиків також відносять їх сприяння виживанню пробіотичних бактерій (під час проходження через верхні відділи кишкового тракту) та їх подальшій імплантації в товстому кишечнику.

При аналізі світового ринку пробіотиків досліджено, що Італія – країна з найбільшим європейським ринком пробіотичних добавок (приблизно 500 млн. євро), Франція (104 млн. євро) – займає середнє місце, найменше ринок розвинений у Польщі (72 млн. євро) та Німеччині (64 млн. євро). За прогнозами компанії Euromonitor International, лідером зростання глобального ринку пробіотиків у вартісному вираженні залишаються США. Слід відмітити, що також за передбаченнями у 2023 р. ринок США збільшиться на 1,1 млрд дол.,

Італії зросте на 139 млн дол., Австралії – на 51 млн дол., Південно-Африканській Республіці – на 35 млн дол., Тайваню – на 33 млн дол., Японії – на 32 млн. дол.

Пробіотики мають багато механізмів дії (головний – захист організму людини від інфекційних захворювань) та позитивних ефектів для організму (найбільш поширені – позитивний вплив на шлунково кишковий тракт та рота вірусні інфекції).

Пробіотики класифікують: за складом (залежно від бактеріального складу); відносно агрегатного стану; за часом створення.

Найбільш розповсюджені класифікації – за поколінням (основою є час створення) та родом бактерій, що входять до їхнього складу. Класифікація за часом створення поділяє їх на 4 покоління.

До першого покоління відносяться монокомпонентні, які містять лише один штам бактерій (*Bifidobacterium animalis subsp. lactis*; *Lactobacillus Acidophilus*).

Згідно класифікації за родом бактерій, пробіотики поділяють на 5 видів. До найбільш поширених «біфідовмісних» відноється: Біфідумбактерин ліофілізат по 5 доз №10, Біфікол пор 3 дози №5. До Ентерококів відносяться Лінекс капе. №16, Біфіформ капе. №20 та інш.

Аналіз розвитку пробіотичного ринку в Україні встановив, що для прискорення процедури виходу свого лікувального засобу (ЛЗ) на ринок, багато виробників жертвують «статусом ЛЗ» й реєструють його як дієтичну добавку (ДД). Або, коли закінчується державна реєстрація ЛЗ, його реєструють як ДД. Іноді пробіотичні лікарські препарати і дієтичні добавки - це один і той же варіант комплексу штамів бактеріальних культур, що випускаються у двох видах.

5.2. Техніко-економічне обґрунтування виробництва синбіотичного функціонального напою

Виробництво синбіотичного функціонального напою плануємо впровадити як додаткову лінію на молокопереробному заводі. Завод має порожній цех, але потрібно ще купувати додаткове обладнання.

До складу пробіотичних штамів, які часто використовуються у синбіотичних рецептурах, належать *Lactobacillus*, *Bifidobacterium*, *S. boulardii*, *B. coagulans* тощо.

Серед пребіотиків до складу синбіотиків часто можуть входити олігосахариди, такі як фруктоолігосахариди (FOS) та ксилоолігосахариди (XOS) та природні джерела пробіотиків, наприклад, коріння цикорію.

Вживання синбіотиків може мати ряд переваг для здоров'я. Зокрема:

- підвищення рівня лакто- та біфідобактерій та відновлення мікрофлори кишечника;
- поліпшення функції печінки у пацієнтів із цирозом;
- покращення імуномодуючої функції кишечника;
- профілактика бактеріального зараження та зменшення захворюваності на внутрішньолікарняні інфекції у пацієнтів після проведених хірургічних втручань.

Синбіотики завжди були привабливим вибором для зміцнення здоров'я. Вони можуть бути надзвичайно корисними, оскільки мікроби в нашому кишечнику можуть виснажуватися через вживання певних ліків, зокрема антибіотиків, неправильне харчування, постійні стреси, малорухливий спосіб життя, тощо.

Усе перераховане може порушити делікатний баланс нашого мікробіому в кишечнику та спричинити ріст потенційно небезпечних мікроорганізмів.

Синбіотики можуть ефективно підтримувати стан мікрофлори кишківника, адже містять не тільки пробіотики, а й пребіотики, які живлять пробіотичні бактерії, що містяться в конкретній добавці. Але вони також можуть жити популяції корінних природних дружніх бактерій, які населяють наш кишечник.

Все це каже про актуальність виробництва синбіотичного функціонального напою.

Виробництво планується на 1000 тис. літрів у рік.

Ферментоване соєве молоко, що містить пропіоновокислі та біфідобактерії має високу поживну цінність та виняткову біологічну активність. Має водночас пробіотичні та пребіотичні властивості. Містить безліч необхідних для людини вітамінів, і мінералів, а також білок соєвого молока, який є наближеним до тваринного і включає в себе усі незамінні амінокислоти. Біфідобактерії є невід'ємною складовою ШКТ людини і мають імуностимулюючу та регуляторну дію, як і пропіонові бактерії. А оскільки ферментоване соєве молоко не маїстить лактози, його можна вживати і людям з лактозною непереносимістю.

5.3. Розрахунок економічної ефективності проєкту

Розрахунок інвестицій у проєкт

У загальному вигляді суму інвестицій (І) визначають за формулою:

$$I = I_{\text{буд}} + V_{\text{уст}} + T + M + H + V_{\text{зал}} + D - L + \Delta O A,$$

де $I_{\text{буд}}$ – витрати на будівельні роботи,

$V_{\text{уст}}$ – вартість придбання устаткування;

T – транспортні витрати по устаткуванню (5 % від вартості придбання устаткування);

M – вартість монтажу устаткування (10 %) від вартості придбання устаткування);

H – невраховані витрати (2 % від вартості придбання устаткування, тис. грн.);

$V_{\text{зал}}$ – залишкова вартість демонтованого устаткування, тис. грн. Залишкова вартість демонтується обладнання: якщо обладнання має 100% знос, то вона дорівнює 0, якщо немає, то враховується в капітальні вкладення, як недоамортизована вартість в розмірі відсотка зносу, який залишився;

D – вартість демонтажу, тис. грн. (5 % від первісної вартості демонтованого устаткування);

Л – ліквідаційна вартість демонтованого устаткування. Якщо обладнання, що демонтується продається або здається на брукт, то ліквідаційна вартість розраховується, з урахуванням сплати податку на прибуток від продажу.

ΔОА – приріст власних обігових активів, тис. грн.

Для виробництва синбіотичного функціонального напою потрібно купувати наступне устаткування для технологічної лінії (Таблиця 5.1).

Таблиця 5.1

Обладнання для виробництва синбіотичного функціонального напою

Назва	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
Апарат підготовки сировини	1	640 000	640 000
Компресор повітряний	1	10800	10800
Ємність для змішування	1	630 800	630 800
Подрібнювач	1	19 000	19 000
Екстрактор	1	30 000	30 000
Фільтр-прес	1	92 293	92 293
Фільтр	1	300	300
Ємність для соєвого молока	1	300 000	300 000
Насос кулачковий	1	40 000	40 000
Ємність для нормалізації	1	630 800	630 800
Накопичувальна ємність	1	300 000	300 000
Пастеризатор	1	195 000	195 000
Пульт керування	1	10 000	10 000
Гомогенізатор	1	59 000	59 000
Резервуар	1	320 000	320 000
Заквасочник	1	16 000	16 000
Змішувач	1	20 000	20 000
Ферментер	1	420 000	420 000
Насос	7	17 388	17 388
Фасувальний апарат	1	80 000	80 000

Пакувальна машина	1	228 000	228 000
Всього			4 059381

Вартість обладнання (Вуст) складає: 4059,38 тис. грн.

За умовами виробників обладнання транспортні витрати по устаткуванню (Т) та вартість монтажу устаткування враховано до вартості придбання устаткування.

Інвестиції, які необхідні на придбання нової технологічної лінії:

Вуст = 4059,38 тис. грн.

Розрахуємо додаткові інвестиції в обігові активи.

$$\Delta OA = C_{zag} * k, \quad (1)$$

де C_{zag} – загальна собівартість готової продукції;

k – частка обігових активів (%).

Частка матеріальних витрат у собівартості продукції становить 60-80%. Однак для пускової партії планованого обсягу продукції досить 15 – 25% на придбання необхідних обігових активів, приймаємо 25 %:

$$\Delta OA = 212280 * 0,25 = 53070 \text{ тис.грн.}$$

Розрахуємо капітальні вкладення у проект виробництва синбіотичного функціонального напою:

$$I = 4059,38 + 53070 = 57129,38 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок виробничої програми

Обсяг виробництва ферменту складає 1000 тис. літрів, обладнання використовується на 60 %.

Виробнича потужність складає:

$$ВП = 1000 / 0,6 = 1667 \text{ тис. літрів.}$$

Розрахунок чисельності працівників

Технологічна лінія з виробництва синбіотичного функціонального напою

працює 300 днів на рік та не потребує великої кількості робітників. Щодо розстановки чисельності, плануємо чисельність основних робітників (Чроб)–90 осіб.

Розрахунок собівартості.

Розрахуємо собівартості виробництва синбіотичного функціонального напою.

Складемо калькуляцію на 1000 літрів виробленої продукції.

Витрати за статтею «Сировина і основні матеріали» наведено у таблиці 5.2.

Таблиця 5.2

Вартість «Допоміжні матеріали»

Назва	Норма витрат, кг	Ціна за 1 кг, грн	Загальна вартість, грн
Соєве молоко, л	878,5	100	87850
Соєве молоко сухе, кг	60	150	9000
Закваска, одиниць	500	100	50000
Всього	-	-	146850

Витрати за статтею «Допоміжні матеріали» наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Вартість «Допоміжні матеріали»

Найменування	Кількість, од.	Ціна за од., грн.	Загальна вартість, грн
Пляшки ПЕТ, 0,5л	2000	2	4000

Витрати за статтею «Паливо і енергія на технологічні потреби» наведено у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4
Арк.

Вартість «Паливо і енергія на технологічні потреби»

Найменування	Одиниця вимірювання	Кількість на випуск	Ціна, грн	Загальна вартість, грн
Електроенергія	кВт/год	962	3,54	3406
Вода	м ³	210	35,16	7384
Всього	-	-	-	10790

Розрахуємо заробітну плату основним виробничим робітникам. Для виробництва 1000 тис. л. синбіотичного функціонального напою потрібно 90 основних робітників. Основна заробітна плата кожного у місяць планується у розмірі 10000.

$$\text{Возп} = 10000 * 90 * 12 = 10800 \text{ тис. грн.}$$

$$\text{На 1 тону складає} = 10800 / 1000 = 10800 \text{ грн.}$$

Витрати за статтею «Додаткова заробітна плата» складають 15 % від основної заробітної плати:

$$\text{Вдзп} = 10800 * 0,15 = 1620 \text{ грн.}$$

Витрати за статтею «Відрахування на соціальні заходи» складають 22% від суми основної і додаткової заробітної плати:

$$\text{Всз} = (10800 + 1620) * 0,22 = 2732,4 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати за статтею «Витрати на утримання і експлуатацію обладнання».

До витрат входять витрати на утримання, амортизацію, поточний ремонт обладнання та інструменту, утримання і ремонту обладнання, відшкодування зносу, інші витрати, що пов'язанні з утриманням та експлуатацією обладнання. За даними заводу їх норматив складає 100 % від основної заробітної плати: $10800 * 1 = 10800 \text{ грн.}$

Розрахуємо витрати за статтею «Загальновиробничі витрати», за даними заводу їх норматив складає 100 % від основної заробітної плати: $10800 * 1 = 10800 \text{ грн.}$

Виробнича собівартість складає суму перелічених витрат, яка дорівнює:
 $146850 + 4000 + 10790 + 10800 + 1620 + 2732,4 + 10800 + 10800 = 198392,4$ грн.

Розрахуємо витрати за статтею «Адміністративні витрати», які плануємо 3 % від виробничої собівартості: $198392,4 * 0,03 = 5951,77$ грн.

Розрахуємо витрати за статтею «Витрати на збут», які плануємо 2 % від виробничої собівартості: $198392,4 * 0,02 = 3967,85$ грн.

Розрахуємо витрати за статтею «Інші операційні затрати», які плануємо 2 % від виробничої собівартості: $198392,4 * 0,02 = 3967,85$ грн.

Повну собівартість на 1000 л готового продукту представимо у таблиці 5.5.

Таблиця 5.5

Повна собівартість 1000 л синбіотичного функціонального напою

Статті витрат	Синбіотичний функціональний напій
1. Сировина і основні матеріали	146850
2. Допоміжні матеріали	4000
3. Паливо і енергія на технологічні цілі	10790
4. Основна заробітна платня виробничим працівникам	10800
5. Додаткова заробітна платня виробничим працівникам	1620
6. Відчислення на соціальні потреби	2732,4
7. Затрати на утримання і експлуатацію обладнання	10800
8. Загальновиробничі затрати	10800
Виробнича собівартість	198392,4
9. Адміністративні затрати	5951,77
10. Витрати на збут	3967,85
11. Інші операційні витрати	3967,85
Повна собівартість	212279,87

Розрахунок калькуляції собівартості 1000 л. Синбіотичний функціональний напій показав, що повна собівартість складає 212279,87 грн собівартість 1 л складає 212,28 грн.

За даними маркетингових досліджень було виявлено, що риночна ціна складає в середньому на рівні 200 – 600 грн за 1 літр.

Плануємо ціну на Синбіотичний функціональний напій за 1 л– 300 грн.
Пляшка 0,5 – 150 грн.

Таблиця 5.6

Розрахунок собівартості реалізованої продукції

Найменування продукції	Річний обсяг виробництва, тис. л.	Собівартість 1 л, грн	Собівартість виробленої продукції, тис. грн
1	2	3	4
Синбіотичний функціональний напій	1000	212,28	212280

Розрахуємо ціну на Синбіотичний функціональний напій, заплануємо рентабельність 20 %.

Ціна 1 літру = $212,28 * 1,2 = 254,74$ грн.

Розрахуємо обсяг виробленої продукції, яку планується виробляти (таблиця 5.7).

Таблиця 5. 7

Розрахунок обсягу виробленої продукції

Найменування продукції	Обсяг продукції, г кг	Дійсна оптова ціна, тис. грн. за 1 кг	Обсяг виробленої продукції, тис. грн
1	2	3	4
Синбіотичний функціональний напій	1000	254,74	254740

Розрахунок прибутку та чистого прибутку

Розрахуємо прибуток від виробництва та реалізації продукції.

Оподаткований прибуток від збільшення обсягу виробництва продукції визначимо за формулою:

$$\Pi = \text{ВП} - \text{С}, \quad (2)$$

де Π – прибуток за рік, тис. грн.,

ВП – обсяг виробленої продукції, тис. грн.,

С – собівартість виробленої продукції, тис. грн.

$$\Pi = 254740 - 212280 = 42460 \text{ грн.}$$

Розрахуємо чистий прибуток за формулою:

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi_{\text{п}}, \quad (3)$$

де Π – оподаткований прибуток за рік, тис. грн.

$\Pi_{\text{п}}$ – податок на прибуток (на 01.01.2023 року – 18%).

$$\text{ЧП} = 42460 - 42460 \cdot 0,18 = 34817,2 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок терміну окупності інвестицій

Розрахуємо термін окупності капітальних вкладень.

Термін окупності капітальних вкладень визначаємо за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \quad (4)$$

де I – інвестиції у проект, тис. грн.;

ЧП – чистий прибуток, тис. грн.

$$T = 57129,38 / 34817,2 = 1,64 \text{ року.}$$

З економічних розрахунків отримуємо термін окупності виробництва синбіотичного функціонального напою – 1,64 року.

Таблиця 5.8

Техніко-економічні показники проекту виробництва синбіотичного функціонального напою

Найменування показників	Значення показників
Виробнича потужність, тис. л.	1667
Обсяг виробленої продукції, тис. л.	1000
Обсяг виробленої продукції, тис. грн.	254740
4. Собівартість виробленої продукції, тис. грн.	212280
5. Оподаткований прибуток, тис. грн.	42460
6. Чистий прибуток, тис. грн.	34817,2
7. Чисельність працюючих, люд.	90
8. Середньорічний виробіток одного працівника, тис. грн.	2830,44
9. Інвестиції, тис. грн.	57129,38
10. Строк окупності інвестицій, років	1,64

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

В результаті установки технологічної лінії для виробництва синбіотичного функціонального напою обсяг виробленої продукції цеху складе 1000 тис. л, що в грошовому виразі складає 25 4740 тис. грн. Собівартість виробленої продукції складає 21 2280 тис. грн. Прибуток після реалізації складає 42460 тис. грн., з якого чистий прибуток складає 34 817,2 тис. грн. інвестиції у проект необхідні у сумі 57 129,38 тис. грн., строк окупності яких складе 1,64 року, що є у межах нормативного терміну.

Усі розраховані показники дозволяють стверджувати, що виробництво синбіотичного функціонального напою на заводі з виробництва молочної продукції є доходним та економічно вигідним.

РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Виробничі фактори, що впливають на навколишнє середовище при виробництві синбіотичного функціонального напою

На сьогоднішній день, проблема профілактики негативного впливу біологічних чинників виробничого середовища на організм людини та навколишнє природне середовище набуває все більш актуальнішого соціально-гігієнічного й медико-біологічного значення.

При отриманні ферментованого соєвого молока споживається, зокрема, велика кількість води, яка забруднюється мікроорганізмами, органічними та мінеральними речовинами, хімічними розчинами. Склад стічних вод дуже складний.

У процесі виробництва робітники підпадають під вплив таких виробничих чинників, як мікроклімат та біологічний фактор, до якого належить багатокомпонентний органічний пил з живими клітинами або їх фрагментами, оболонками соєвих бобів, тощо [39,40].

Вивчення мікробіоти повітря має надзвичайно важливе санітарно-гігієнічне та фітопатологічне значення. Підвищена кількість бактерій у повітрі виробничих приміщень під час виробництва негативно впливає на здоров'я персоналу. Потрапляючи в легені при диханні, спори окремих мікроорганізмів можуть осідати на слизових оболонках та уражувати їх внаслідок заселення та виділення токсичних речовин. Ступінь ураження та прояви захворювання залежать від кількості спор у повітрі, чутливості та імунної системи організму [39, 46].

За даними літератури, вплив на здоров'я працюючих здійснюють не лише спори і клітини бактерій, але й клітинні фрагменти. Доведено, що дрібні частинки (менше 2,5 мкм) чітко зумовлюють прояви побічних ефектів на здоров'я людей. Встановлено, що значна кількість імунологічно активних часток мають розміри набагато менші, ніж спори, що виділяються з поверхонь які забруднені грибами. Дуже маленькі частинки (0,3 мкм) кількісно

перевищують кількість спор більш ніж у 320 разів. Проблема розпізнавання таких часток полягає в тому, що дрібні й дуже дрібні клітинні фрагменти неможливо чітко виявити традиційними методами дослідження зразків біоаерозолів.

Бактеріальні клітини можуть викликати захворювання алергенного характеру. У осіб з серйозними імунodefіцитними станами може виникнути пряма інфекція. Основним шляхом потрапляння бактерій та їх спор в організм є шлунково-кишковий тракт, слизові оболонки та органи дихання [44 - 46]

6.2 Методи очищення стічних вод

З метою уникнення забруднень навколишнього середовища необхідно очищати стічні води підприємств, що займаються виробництвом ферментованого соєвого молока.

6.2.1 Механічні методи усунення забруднень

Суть механічного методу полягає в тому, що із стічних вод видаляють механічні (нерозчинні) домішки. Механічне очищення дозволяє видаляти зі стічних вод до 75 % нерозчинних домішок. Цей метод очищення є найбільш дешевим.

Обладнання для механічного очищення стічних вод: решітки (або установка фільтрувальна самоочищувальна) і сита; пісכולовки; первинні відстійники, мембранні елементи [44 - 46].

Для затримання великих частинок органічного і неорганічного походження застосовують решітки і сита. Максимальна їх ширина складає 16 мм. Далі стоки проходять через пісכולовки, де відбувається осадження дрібних частинок під дією сили тяжіння і жироловки, за допомогою яких відбувається видалення з поверхні води гідрофобних речовин шляхом флотації.

Для видалення зі стічних вод від дуже маленьких частинок застосовують фільтрування шляхом пропускання через шар дрібнозернистого матеріалу. Досить поширеними є мембранні фільтри. Після такого очищення стічні води направляють на первинні відстійники для видалення зважених частинок,

переважно органічного походження [44 -46].

6.2.2 Фізико-хімічні методи усунення забруднень

Фізико-хімічне очищення полягає в тому, що до стічних вод вводять речовину- реагент (коагулянт чи флокулянт). Вступаючи в хімічну реакцію з домішками, які знаходяться у воді, ця речовина сприяє повному видаленню з неї нерозчинних домішок, колоїдів і частини розчинних сполук [40- 46]. При цьому зменшується концентрація шкідливих речовин в стічних водах, розчинні сполуки переходять в нерозчинні (чи розчинні, але не шкідливі), змінюється реакція стічних вод (відбувається їх нейтралізація) тощо. В залежності від необхідного ступеню очищення стічних вод, фізико- хімічне очищення може бути як завершальною, так і другою стадією – перед біологічним очищенням.

Найчастіше з фізико-хімічних методів застосовуються коагуляція, окиснення, сорбція, екстракція і т.д. [40 - 46].

6.2.3 Біологічні методи усунення забруднень

Серед методів очищення стічних вод велику роль відіграє біологічний метод, заснова ний навикористанні закономірностей біохімічного і фізіологічного самоочищення річок й інших водоймищ. Біологічне очищення передбачає переробку органічних речовин стічних вод мікроорганізмами (бактеріями і найпростішими) [40].

На даному етапі відбувається мінералізація стічних вод, видалення органічного азоту і фосфору. Можуть використовуватися і аеробні і анаеробні організми.

Очисні установки біологічного очищення можна розділити на два основних типи:

- установки, в яких очищення відбувається в умовах, близьких до природних;
- установки, у яких очищення відбувається в штучно створених умовах.

До першого типу відносяться установки, в яких відбувається фільтрування стічних вод через ґрунт (поля зрошування і поля фільтрації) і установки, які представляють собою водойми (ставки) з проточною водою. В таких установках дихання мікроорганізмів відбувається за рахунок безпосереднього поглинання кисню з повітря. Кліматичні умови і велика площа, яка використовується обмежує розвиток природних методів очищення стічних вод.

В установках другого типу мікроорганізми дихають киснем за рахунок подачі його через поверхню води (реаерація) чи зарахунок механічної аерації. При таких умовах процес очищення відбувається більш інтенсивно, оскільки створюються кращі умови для розвитку активної життєдіяльності мікроорганізмів [40].

Слід також наголосити, що навіть 90-95 % технічна ефективність споруд біологічного очищення (біоставки, поля зрошування, поля фільтрації) не гарантує достатнього видалення зі стічних вод органічних речовин. Біологічно очищені стічні води мають високу кольоровість (до 400°). Запах стічних вод зникає лише при розведенні у 200 разів. Хімічне споживання кисню (ХСК) біологічно очищених вод досягає 280-350 мг O₂/л. При відведенні таких стічних вод у поверхневі водойми, вода в них має неприємний запах на відстані до 20 км нижче ділянки випуску. Він зникає лише при розведенні в 2-5 разів. У 3-4 рази зростає кольоровість води у водоймах, різко знижується концентрація розчиненого у воді кисню. У десятки разів зростає вміст завислих частинок [40,46,47].

З технічної точки зору, розрізняють декілька варіантів штучного біологічного очищення. На даний момент основними є активний мул (аеротенки), біофільтри і метанотенки (анаеробне бродіння) [46,47].

У біофільтрах стічні води пропускаються через шар грубозернистого матеріалу, покритого тонкою бактеріальною плівкою. Завдяки цій плівці інтенсивно протікають процеси біологічного окиснення. Саме вона служить діє в подібних біофільтрах.

Аеротенки – величезні резервуари із залізобетону. Всередині у них – активний мул із бактерій і мікроскопічних організмів. Бактерії склеюються в пластівці і виділяють ферменти, які мінералізують органічні забруднення. Мул з пластівцями швидко осідає, відділяючись від очищеної води. Інфузорії, джгутикові, амеби, коловертки й інші найдрібніші організми, пожираючи бактерії, які не злипаються в пластівці, омолоджують бактеріальну масу мулу.

Особливістю анаеробних методів очищення є отримання в якості концентрованих кінцевих продуктів метану та CO_2 . При використанні таких методів не потрібна аерація і утворюється незначна кількість надлишкового мулу. Особливістю аеробних методів очищення є забезпечення водних біоценозів киснем. Кисень використовується для окиснення забруднювачів, які містяться у воді, шляхом отримання мінеральних сполук і біомаси [40,46,47].

При анаеробному розкладанні органічних речовин з утворенням метану лише 8 % енергії витрачається на приріст біомаси, 3 % складають теплові витрати і 89 % переходить в метан. Анаеробні мікроорганізми ростуть дуже повільно і потребують концентрованого субстрату.

Аеробний процес: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 + 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{біомаса} + \text{тепло}$.

Анаеробний процес: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 3\text{CH}_4 + 3\text{CO}_2 + \text{біомаса} + \text{тепло}$.

При очищенні стоків з високою концентрацією забруднюючих речовин краще використовувати анаеробний метод очищення. Перевагою цього методу в порівнянні – є отримання біопалива. Окрім того, анаеробний процес здійснюється при невеликих затратах електроенергії, без додавання додаткових поживних речовин в процесі ферментації, без особливого технологічного обслуговування, а також без запаху, оскільки реактор закритий.

Інтенсивність процесу очищення стічних вод в тій чи іншій установці визначається окиснювальною потужністю установки, під якою розуміють число грам кисню, який отримують з 1 м^3 установки за добу і використовують для зниження біологічної потреби в кисні стічних вод, окиснення амонійних солей до нітритів і нітратів, а також підвищення вмісту в стічних водах розчинного

кисню. Окиснювальна потужність для різних установок коливається в широких межах [46].

1. Дезінфекція стічних вод

Для остаточного знезараження стічних вод, які скидаються у природні водойми застосовують установки ультрафіолетового опромінювання. Для знезараження біологічно очищених стічних вод, разом з ультрафіолетовим опроміненням застосовують одночасно хімічну обробку - хлором або хлорним вапном, впродовж 30 хвилин. Хлорування застосовують також для видалення речовин, що мають неприємний запах[46].

ВИСНОВКИ

Виробництво синбіотичного соєвого напою – багатостадійний процес, що вимагає досить значної кількості виробничих етапів та кількості апаратури. Це зумовлено специфікою соєвих бобів, а саме – неприємним для споживачів смаком та ароматом. Більшість процесів в технології виробництва соєвого молока спрямована на зменшення кількості речовин, що негативно впливають на органолептичні показники готового продукту.

У результаті роботи над дипломним проєктом було розроблено технологію виробництва ферментованого соєвого молока з одночасним використанням бактерій родів *Propionibacterium* та *Bifidobacterium*.

В ході виконання проєкту було використано велику кількість літератури, а результати робіт та досліджень вчених були використанні при моделюванні рецептури та технології виробництва. Цю кваліфікаційну роботу бакалавра можна охарактеризувати як збірник інноваторських тематичних рішень та ідей, які були включені в розроблену технологію виробництва функціонального продукту харчування.

Технологія вимагає великої кількості води (в першу чергу – для первинної обробки соєвих бобів), тому виробництво продукує високу кількість відходів, що є негативним аспектом (особливо в наші часи). Також через високу кількість машин та апаратів, виробництву необхідна велика кількість води для очищення апаратів від залишків сировини та продукції. Тому виробництво необхідно обладнати системою переробки відходів (в нашому випадку – відпрацьованої води).

Відхідним продуктам процесу є соєва макуха, яка користується попитом в сільськогосподарському секторі як кормова культура (через багатий нутрієнтний склад). Тому виробництво може мати дохід не тільки від реалізації готової продукції, а й відхідних продуктів – що є великою перевагою для виробництва.

Соєвий ферментований напій – продукт з високою харчовою цінністю та

органолептичними показниками. Висока якість продукції обумовлена технологією виробництва та використанням якісної сировини. Основною перевагою є можливість споживання продукту людям з харчовою алергією на білки молока та лактозною непереносимістю – ця особливість може бути використаною разом з багатим нутрієнтним складом в якості матеріалу для маркетингового рекламування продукції.

Синбіотичний функціональний напій із ферментованого соєвого молока характеризується багатим нутрієнтним складом – продукт відноситься до категорії функціональних продуктів харчування за вмістом у ньому: білків, Са, К, Mg, вітамінів.

Перевагою такого напою над класичним питним молочним йогуртом є доступність продукту для осіб, які страждають харчовою алергією на білки молока, а його нутрієнтний склад маловідмінний від класичного кисломолочного продукту.

Продукт має ніжну консистенцію, молочно-білий колір з легким жовтуватим відтінком, не має вираженого бобового смаку. Також, завдяки ферментації бактеріальними культурами, були усунені негативні фактори, що були наявні у неферментованому соєвому молоці.

Наявність пробіотичних організмів, зокрема біфідобактерій, надає додаткову корисну дію на організм людини, за рахунок нормалізації роботи ШКТ, високої антиоксидантної активності, та загального поліпшення стану імунної системи. Це дає змогу рекомендувати напій в якості продукту оздоровчого харчування.

ДЖЕРЕЛА ПОСИЛАНЬ

1. Поліщук Г.Є., Кочубей-Литвиненко О.В., Осьмак Т.Г., Басс О.О. Інноваційні харчові інгредієнти у технологіях молочних та молоковмісних продуктів: Підруч.- За ред. Г.Є. Поліщук . - К.: НУХТ. – 2020. – 222с.
2. Hill C, Guarner F, Reid G, Gibson GR, Merenstein DJ, Pot B. Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology. 2014;11(8):506-514.
3. Probiotics and prebiotics. World Gastroenterology Organisation Global Guidelines, 2017. Accessed October 10, 2019. Available at: <https://www.worldgastroenterology.org/guidelines/global-guide-lines/probiotics-and-prebiotics>
4. Капрельянц Л. В. Пребиотики: химия, технология, применение [Текст] : монография / Капрельянц Леонид Викторович. - Киев : ЭнтерПринт, 2015. - 252 с. : табл., рис.
5. Що таке пребіотики і пробіотики [Електронний ресурс]/Режим доступу: <https://lady.tochka.net/ua/91892-chto-takoe-prebiotiki-i-probiotiki-vrach-rasskazala-pochemu-oni-nuzhny/>
6. Карнаух Е.В., Базалєєва А.М. Пробиотики в корекції кишкового мікробіоценозу
7. В.Г. Майданник ПРОБИОТИКИ, ПРЕБИОТИКИ И СИМБИОТИКИ В ПЕДИАТРИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ.// Міжн. журнал педіатрії, акушерства та гінекології Жовтень/Грудень 2017 Том 11 №4
8. Schrezenmeir J., de Vrese M. Probiotics, prebiotics, and syn-biotics-approaching a definition. //Am J Clin Nutr. 2001;73(2 Suppl):361S-364S.
9. Pandey K.R., Naik S.R., Vakil B.V. Probiotics, prebiotics and synbiotics- a review.// J Food Sci Technol. 2015; 52(12):7577–7587.
10. Що таке синбіотик? [Електронний ресурс]/Режим доступу: <https://laktiale.ua/vse-pro-probiotiki/shho-take-probiotiki/shcho-take-sinbiotik/>

11. What are Synbiotics? [Електронний ресурс]/Режим доступу:
<https://www.optibacprobiotics.com/learning-lab/about/prebiotics/what-are-synbiotics>
12. Kavita. R. Pandey, Suresh. R. Naik, Babu. V. Vakil. Probiotics, prebiotics and synbiotics- a review//J Food Sci Technol. 2015 Dec; 52(12): 7577–7587
 [Електронний ресурс]/Режим доступу:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4648921/>
13. Are “Synbiotics” the New “Probiotics”? [Електронний ресурс]/Режим доступу:
<https://www.technologynetworks.com/applied-sciences/news/amp/are-synbiotics-the-new-probiotics-338975>
14. Synbiotic supplementation with prebiotic Schizophyllum commune derived β -(1,3/1,6)-glucan and probiotic concoction benefits gut microbiota and its associated metabolic activities [Електронний ресурс]/Режим доступу
<https://appliedbiolchem.springeropen.com/articles/10.1186/s13765-020-00572-4>
15. New synbiotic definition lays the groundwork for continued scientific progress [Електронний ресурс]/Режим доступу:
<https://isappscience.org/new-synbiotic-definition-lays-the-groundwork-for-continued-scientific-progress/>
16. Effects of Prebiotic and Synbiotic Supplementation on Glycaemia and Lipid Profile in Type 2 Diabetes: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials [Електронний ресурс]/Режим доступу:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6311648/>
17. Что такое пробиотики, пребиотики, синбиотики, симбиотики и постбиотики? [Електронний ресурс]/Режим доступу:
<https://nczd.ru/chto-takoe-probiotiki-prebiotiki-sinbiotiki-simbiotiki-i-postbiotiki/>
18. Кривоніс О. С. Характеристика продуктів переробки сої та шляхи їх застосування у харчуванні Матеріали ІХ університетської студентської науково-практичної конференції за участі Ради молодих вчених і студентів (м. Старобільськ, 16 квітня 2019 року)

19. Краткое описание технологического процесса производства соевых молочных продуктов питания (Объект №2)[Электронный ресурс]/Режим доступа:

<https://studfile.net/preview/6323192/page:7/>

20. ГМ соя и перспективы ее применения [Электронный ресурс]/Режим доступа:

<https://studfile.net/preview/1150615/>

21. Крупицька Л. О. Розробка технології синбіотичних біологічно активних добавок: дис. ... канд. техн. наук : 03.00.20 / Л. О. Крупицька. — Одеса, 2018. — 246 с.

22. Е.И. Решетник, Е.А. Уточкина. Разработка технологии ферментированного молочнорастительного напитка с функциональными свойствами. ISSN 2074-9414. Техника и технология пищевых производств. 2011. № 2

23. Берник І. М., Новгородська Н. В., Соломон А. М., Овсієнко С. М., Бондар М. М. Інноваційні технології харчових виробництв: монографія.// Вінниця: Видавець ФОП Кушнір Ю. В., 2022. 300 с. (ум. – друк. арк. 11,4).

24. Соломон А. М., Бондар М. М. Fermented desserts of functional purpose using vegetable fillers.// Аграрна наука та харчові технології. 2018. № 3 (102). С. 168–179.

25. Біфідобактерії: характеристики, розмноження, живлення, користь [Електронний ресурс]/Режим доступу:

<https://uk.warbletoncouncil.org/bifidobacterium-7086>

26. Труфкати Л. В. Разработка биотехнологии комбинированных молочно-растительных продуктов: дис. ... канд. техн. наук: 03.00.20/ Л.В. Труфкати. – Одеса, 2006

27. Капрельянц Л. Функціональні продукти і нутрицевтики – сучасні підходи харчової науки / Л. Капрельянц // Вісник Львівського університету. Серія біологічна. - 2016. - Вип. 73. - С. 441.

30. 1.4Бифидобактерии [Электронный ресурс]/Режим доступа: <https://studfile.net/preview/15925015/page:9/>

31. 3.Бифидобактерии [Электронний ресурс]/Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7852694/page:3/>

28. Капрельянц Л.В., Крупицкая Л.А. Пробиотические свойства и биохимический потенциал пропионовокислых бактерий // Мікробіологія і біотехнологія. 2017. № 1(37). С. 6-15

29. Глобальні практичні рекомендації Всесвітньої Гастроентерологічної Організації. Пробиотики і пребіотики. Серпень 2021

30. Вплив азотного живлення та щільності посівів на якість насіння сої [Електронний ресурс]/Режим доступу: <https://www.agronom.com.ua/vplyv-azotnogo-zhyvlennya-ta-shhilnosti-posiviv-na-yakist-nasinnya-soyi/>

31. Хімічний склад зерна сої [Електронний ресурс]/Режим доступу: <https://agrosience.com.ua/plant/khimichniy-sklad-zerna-soi>

32. Kumari, A., Angmo, K., Monika, S. and * Bhalla, T. C. Functional and technological application of probiotic L. casei PLA5 in fermented soymilk.// International Food Research Journal 25(5): 2164-2172 (Oct 2018)

33. Petra Havas, Szilárd Kun, Izabell Perger-Mészáros, Quang D. Nguyen, Judit Rezessy-Szabó. Role of the Bifidobacteria in Soymilk Fermentation// Corvinus University of Budapest, Faculty of Food Science, Department Brewing and Distilling Hungary

34. Batmunkh Myagmardorj, Munkh-Erdene Purev , Batjargal Batdorj. Functional properties of fermented soymilk by Lactobacillus fermentum BM-325// M.Batmunkh et al./ Mong. J. Chem., 19(45), 2018, 32-37

35. Композиція інгредієнтів для культивування бактерій роду Bifidobacterium: пат. на корисну модель 107738 Україна: МПК C12N 1/20 / Капрельянц Л.В., Труфкаті Л.В., Крупицька Л.О.; власник ОНАХТ № u 2015 11451; заявл. 29.01.2016; опубл. 24.06.2016, Бюл. № 12.

36. Невмиваний С. Л. Розробка біотехнології ферментованих соєпродуктів: дис. ... канд. техн. наук : 03.00.20 / С. Л. Невмиваний. — Одеса, 2002.

37. Zeki Berk. “TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF EDIBLE FLOURS AND PROTEIN PRODUCTS FROM SOYBEANS” Technion, Israel Institute of

Technology Haifa, Israel. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome 1992.

38. Заквасочные культуры и их производство [Электронный ресурс]/ Режим доступа:
<https://dairyprocessinghandbook.tetrapak.com/ru/chapter/zakvasochnye-kultury-i-ih-proizvodstvo>

39. Основи охорони праці / [Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Запарний В. В. та ін.]; під ред. Ткачука К.Н. та Халімовського М.О. - [2-ге вид., допов. та перероб.] - К.: Основа, 2006. - 448 с.

40. Правила влаштування і безпеки роботи в лабораторіях (відділах, відділеннях) мікробіологічного профілю: ДСП 9.9.5.-080-2002. - Офіц. вид. - К.: ГРІФРЕ: М-во охорони здоров'я України, 2002. - 33 с.

41. ГОСТ 12.40.11-75 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты работающих. Классификация.

42. ГОСТ 12.1.005-76 Система стандартов безопасности труда. Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования.

43. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

44. ГОСТ 12.1.008-76 Система стандартов безопасности труда. Биологическая безопасность. Общие требования.

45. ГОСТ 17.1.1.01-77 Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения.

46. ГОСТ 17.2.3.02-78 Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями.

47. Швед О.В. Екологічна біотехнологія: навч. Посібник: у 2 кн./ О.В. Швед, Р.О. Петріна, О.З. Комаровська – Порохнявець, В.П. Новіков. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 368 с.

48. Компрессор воздушный Hesler TH-7 GERMANY [Электронный ресурс]/ Режим доступа:

https://efco.ua/ru/kompresor-povitryaniy-hesler-th-7-germany-garantiya-64-misyatsya/464/?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=torgovaya_ostalnie&utm_content=518182783367&utm_term=&gclid=EAIAIQobChMInY-sybK7_wIVWemyCh0hbgrvEAQYCSABEgLKx_D_BwE

49. Ємність із нержавіючої сталі 10 000 літрів [Електронний ресурс]/ Режим доступу:

https://prom.ua/p1015321743-emkost-nerzhaveyuschej-stali.html?utm_source=google_product&utm_medium=cpc&utm_content=pla&utm_campaign=KT_cpc_1&gclid=EAIAIQobChMIImvylyrm7_wIVD24YCh2YYwA2EAQYCyABEgL5EfD_BwE

50. Ємність вертикальна нержавіюча [Електронний ресурс]/ Режим доступу:

https://artox.com.ua/p1487953159-emkost-vertikalnaya-nerzhaveyuschaya.html?source=merchant_center&gclid=EAIAIQobChMIiPfz8Ly7_wIVcQqiAx0MfQN-EAQYAiABEgJ58vD_BwE

51. Молотковая промышленная мельница дробилка Vektor ХН-230 [Електронний ресурс]/ Режим доступу:

https://industrial-kitchen.com.ua/p1739135273-molotkovaya-promyshlennaya-melnitsa.html?source=merchant_center&gclid=EAIAIQobChMIyZO67767_wIVakGRBR25lgWyEAQYASABEgKs1fD_BwE

52. Фільтр прес [Електронний ресурс]/ Режим доступу:

<https://rakitov-od.all.biz/uk/filtr-pres-g2321074>

53. Ємність з мішалкою з нержавіючої сталі [Електронний ресурс]/ Режим доступу:

<https://stprom.com.ua/ua/p1015326049-emkost-meshalkoj-nerzhaveyuschej.html>

54. Фільтр парової фази ALEX 12/12 [Електронний ресурс]/ Режим доступу:

<https://prom.ua/ua/p1771923819-filtr-parovoj-fazy.html>

55. Насос кулачковий Wrightflow WA0600 TRA10 б/в [Електронний ресурс]/ Режим доступу:

<https://prom.ua/p1068802706-nasos-kulachkovyj-wrightflow.html?&primelead=M142NQ>

56. Пастеризатор-охладитель [Электронный ресурс]/ Режим доступа:
https://opeks.ua/ru/pasterizator-oxladitel/?utm_source=google&utm_medium=ru&device=m&utm_campaign=performance&gclid=EAIaIQobChMI5Nj1l8e7_wIVXACiAx0AGAK-EAQYASABEgLf3fD_BwE

57. Гомогенізатор із регулюванням параметрів [Електронний ресурс]/ Режим доступу:

https://prom.ua/ua/p1133899565-gomogenizator-regulirovaniem-parametrov.html?utm_source=google_product&utm_medium=cpc&utm_content=pl&utm_campaign=KT_cpc_05_1&gclid=EAIaIQobChMIi9LR3si7_wIVjO93Ch2DzgQWEAQYBSABEgJCV_D_BwE

58. Відцентровий насос з магнітною муфтою CM MAG-P4 PP [Електронний ресурс]/ Режим доступу:

https://etatronds.com.ua/ua/p1648609694-vidtsentrovij-nasos-magnitnoyu.html?source=merchant_center&gclid=EAIaIQobChMI4Lmzisy7_wIVkgXmCh1ELArFEAQYASABEgLGXPD_BwE

59. Горизонтальные упаковочные машины серии ALD [Электронный ресурс]/ Режим доступа:

[https://www.bronko.com.ua/ru/katalog/fasovochno-upakovochnoe-oborudovaniye/gorizontalnyie-upakovachnyie-mashinyi-flou-pak/gorizontalnyie-upakovochnyie-mashinyi-serii-ald-\(standart\).html](https://www.bronko.com.ua/ru/katalog/fasovochno-upakovochnoe-oborudovaniye/gorizontalnyie-upakovachnyie-mashinyi-flou-pak/gorizontalnyie-upakovochnyie-mashinyi-serii-ald-(standart).html)

60. МОНОБЛОК MFC ДЛЯ ФАСОВКИ В БУТЫЛКИ [Электронный ресурс]/ Режим доступа:

<https://nhmpak.com/ru/oborudovanie/po-upakovke/butylka/monoblok-mfc-dlya-fasovki-v-butylki>