

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра: Біоінженерії і води



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЄКТУ
на тему **ПРОЄКТ ЦЕХУ ВИРОБНИЦТВА ПРЕПАРАТІВ**
БАКТЕРІЙ *LEUCONOSTOS* ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЖЕЛЬОВАНИХ
ОВОЧЕВИХ ПРОДУКТІВ

Здобувачки Лебедюк О.П.

5 курсу БІОз-51

Керівник к.т.н., доц. Доценко Н.В.

Дипломний проєкт допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 2023 р., протокол № ____

Завідувачка кафедри БіВ _____ Олена КОВАЛЕНКО

Одеса - 2023 рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет	Технології вина та туристичного бізнесу
Кафедра	Біоінженерії і води
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Спеціальність	Біотехнологія та біоінженерія
Освітня програма	Біотехнологія та біоінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри біоінженерії і води
_____ Олена КОВАЛЕНКО
« ____ » _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ ЗДОБУВАЧА ЛЕБЕДЮК ОЛЕКСАНДРИ ПАВЛІВНИ

1. Тема роботи: **Проект цеху виробництва препаратів бактерій *Leuconostoc* для отримання желюваних овочевих продуктів.**

Затверджена наказом університету від **13 вересня 2022 року** наказ № 565-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи: 10 червня 2023 року

3. Вихідні дані роботи: випуск препарату бактерій *Leuconostoc*, продуктивність 300 кг в рік, фасування в скляну тару – ампули.

4. Перелік питань, які потрібно розробити: Анотація. Техніко-економічне обґрунтування отримання препаратів з бактерій *Leuconostoc* . Аналіз стану ринку виробництва препаратів бактерій в Україні. Наукова частина: Огляд літературних джерел. Характеристика посівного матеріалу. Характеристика поживних середовищ. Технологічна частина проєкту: Технологічна схема. Опис технологічних процесів. Схема постадійного контролю. Вимоги до якості готової продукції. Продуктовий розрахунок і матеріальний баланс. Розрахунок виробничих циклів. Розрахунок кількості стадій підготовки посівного матеріалу. Розрахунок об'ємів поживного середовища та посівного матеріалу. Матеріальний баланс на одного виробничого циклу. Інженерно-технічна частина. Економічна частина. Розрахунок економічної ефективності проєкту. Охорона праці та навколишнього середовища. Перелік джерел посилання. Додатки.

5. Перелік листів, в т.ч. графічного матеріалу :

Аркуш 1 - План цеху та повздовжній переріз

Аркуш 2 - Технологічна схема виробництва препарату бактерій *Leuconostoc*

Аркуш 3 – Основне обладнання для культивування біомаси

Аркуш 4 - Монтажний лист обладнання

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Технологічна частина	к.т.н., доц. Доценко Н.В.	20.02.2023	
Економічна частина	к.т.н., доц. Крупіна С.В.	24.04.2023	
Інженерно-технічне забезпечення	к.т.н., доц. Зиков О.В.	25.05.2023	

7. Дата видачі завдання 20.02.2023 року

Керівник _____ Доценко Н.В.
Завдання прийняв до виконання _____ Лебедюк О.П.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Анотація. Техніко-економічне обґрунтування отримання препарати бактерій <i>Leuconostoc</i> .	24.02.23-14.03.23	Виконав
2.	Наукова частина. Огляд літературних джерел за темою проєкту.	24.02.23-14.03.23	Виконав
3.	Технологічна частина. Технологічна схема. Опис технологічних процесів.	15.03.23-04.04.23	Виконав
4.	Схема постадійного контролю. Вимоги до якості готової продукції	05.04.23-24.04.23	Виконав
5.	Продуктовий розрахунок і матеріальний баланс.	05.04.23-24.04.23	Виконав
6.	Економічна частина. Розрахунок економічної ефективності проєкту. Розрахунок виробничої програми.	05.04.23-24.04.23	Виконав
7.	Інженерно-технічна забезпечення	26.04.23-25.05.23	Виконав
8.	Охорона праці та навколишнього середовища	26.04.23-25.05.23	Виконав
9.	Перелік джерел посилання. Додатки	26.04.23-25.05.23	Виконав
10.	Оформлення РПЗ	26.05.23-30.05.23	Виконав

Здобувач – дипломник _____ Лебедюк Олександра Павлівна

Керівник роботи _____ Доценко Наталія Вікторівна

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів 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 норм академічної доброчесності.

Здобувач _____ Лебедюк Олександра Павлівна

ЗМІСТ

Анотація.....	5
Вступ.....	9
1. Техніко-економічне обґрунтування проєкту.....	10
1.1 Аналіз використання бактеріальних препаратів на основі <i>Leuconostoc</i> в харчовій промисловості.....	10
1.2 Техніко-економічне обґрунтування застосування препаратів на основі біомаси бактерій <i>Leuconostoc</i>	16
2. Наукова частина. Огляд літературних джерел за темою проєкту.....	17
2.1 Характеристика посівного матеріалу.....	18
2.2 Характеристика поживних середовищ.....	21
3. Технологічна частина проєкту.....	24
3.1 Технологічна схема.....	24
3.2 Опис технологічних процесів.....	25
3.3 Схема постадійного контролю.....	33
3.4 Вимоги до якості готової продукції.....	37
3.5 Продуктовий розрахунок і матеріальний баланс виробництва препарати бактерій <i>Leuconostoc</i>	38
3.6 Інженерно-технічне забезпечення проєкту.....	45
4. Економічна частина проєкту.....	58
4.1 Розрахунок економічної ефективності проєкту.....	59
5. Охорона праці та навколишнього середовища	68
5.1 Охорона праці.....	68
5.2 Охорона навколишнього середовища.....	83
Висновки.....	85
Перелік джерел посилання.....	86
Додатки	89

					КРБ.БіВ.1.565-03.2.2		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Студент.	Лебедюк Л.С.				ПРОЄКТ ЦЕХУ ВИРОБНИЦТВА ПРЕПАРАТІВ БАКТЕРІЙ LEUCONOSTOC ДЛЯ ОТРИМАННЯ ЖЕЛЬОВАНИХ ОВОЧЕВИХ ПРОДУКТІВ	Літ.	Аркуш
Консульт.	Крупіна С.В.						4
Керівник	Доценко Н.В.					гр. БіОз-51 ОНТУ	
Н. Контр.							
Зав. Каф.	Коваленко О.О.						

АНОТАЦІЯ

Серед консервованих овочевих продуктів великою популярністю користуються концентровані продукти, які характеризуються високою в'язкістю. В'язкість продукту залежить від вмісту сухих речовин, що досягається завдяки тривалому процесу уварювання. Високі температури та тривалий режим температурної обробки призводить до втрат окремих компонентів вихідної сировини. Це відбувається внаслідок утворення продуктів реакції Майєра, розпаду вітамінів та ін.

Одним з найпоширеніших виробництв висококонцентрованих продуктів є виготовлення томатної пасти та томатного пюре, а для фруктових сировин – виробництво концентрованих соків та кондитерських напівфабрикатів. Альтернативою температурній обробці може бути використання різних видів загущувачів (пектинові речовини, альгінова кислота та ін.).

В якості загущувачів можна використовувати продукти біотехнологічного виробництва. Так для підвищення в'язкості продуктів можна використовувати молочнокислі бактерії роду *Leuconostoc*, які на певних поживних середовищах синтезують ряд полісахаридів.

Молочнокислі бактерії дуже вимогливі до харчового середовища, яким може бути плазма томатної маси при переробці томатів. При виробництві томатної пасти після протирання масу центрифугують і вносять бактерії роду *Leuconostoc*. Внаслідок зброджування збільшується в'язкість продукту за рахунок хімічних перетворень з утворенням декстранів.

Для безпечного і контрольованого процесу виробництва декстрини можна вносити в сухому чи напіврідкому вигляді і отримувати необхідну консистенцію загущеного продукту за невеликий проміжок часу.

Нові технології отримання загущувачів є актуальними, так як їх потреба в харчовій промисловості постійно зростає і їх використання дозволяє зменшити використання енергоресурсів, при виробництві готового продукту і підвищити його біологічну цінність.

Мета роботи. Розробити біотехнологічні аспекти отримання препаратів декстранів на основі роду *Leuconostoc*, які можуть використовуватись в харчовій промисловості, зокрема при виробництві жельованих овочевих.

Завдання: Зробити аналіз стану ринку препаратів отриманих із мікроорганізмів роду *Leuconostoc*. Обґрунтувати доцільність біотехнологічного виробництва загущувача на основі цих мікроорганізмів. Підібрати оптимальне поживне середовище для культивування біомаси.

Описати технологію виробництва роду *Leuconostoc*. Надати характеристику біологічному об'єкту та характеризувати вимоги до готового продукту, здійснити підбір технологічного обладнання.

Робота складається з 93 сторінок друкованого тексту. В ній використовується 20 таблиць та 4 додатка, використано 39 літературних джерел для написання роботи.

В розділі 1, описується техніко-економічне обґрунтування з виробництва і наведений аналіз ринку виробництва препарати бактерій *Leuconostoc*.

В розділі 2, проведена наукова частина, огляд джерел, перспективні напрямки, опис поживного середовища та посівного матеріалу.

В розділі 3, розроблена технологічна схема отримання препарату декстранів на основі бактерій *Leuconostoc*. Наведено продуктовий розрахунок і матеріальний баланс виробництва. В інженерно-технологічному забезпеченні зроблено підбір обладнання та відповідні розрахунки для забезпечення біотехнологічного виробництва.

В розділі 4, наведені економічні розрахунки витрат на виробництво, собівартості продукції та розрахунок економічної ефективності.

В розділі 5, містяться заходи з охорони праці, які необхідно дотримуватись на виробництві та розробка заходів з охорони навколишнього середовища.

Ключові слова: поживне середовище, бактерії роду *Leuconostoc*, жельовані продукти, декстриани

ANNOTATION

Concentrated products characterized by high viscosity are very popular among canned vegetable products. The viscosity of the product depends on the dry matter content, which is achieved through a long boiling process. High temperatures and prolonged heat treatment result in the loss of certain components of the raw material. This is due to the formation of Mayer reaction products, decay of vitamins, etc.

One of the most common production of highly concentrated products is the production of tomato paste and tomato puree, and for fruit raw materials, the production of concentrated juices and confectionery semi-finished products. An alternative to heat treatment is the use of various types of thickeners (pectin, alginic acid, etc.).

Biotechnology products can be used as thickeners. For example, lactic acid bacteria (LAB) of the *Leuconostoc* genus can be used to increase the viscosity of products, which synthesize a number of polysaccharides on certain nutrient media.

Lactic acid bacteria are very demanding on the food environment, which can be the plasma of tomato pulp during tomato processing. In the production of tomato paste, after mashing, the mass is centrifuged and *Leuconostoc* bacteria are added. Fermentation increases the viscosity of the product through chemical transformations with the formation of dextrans.

To ensure a safe and controlled production process, dextrans can be added in dry or semi-liquid form and achieve the required consistency of the thickened product in a short period of time.

New technologies for the production of thickeners are relevant, as their demand in the food industry is constantly growing and their use allows to reduce the use of energy resources in the production of the finished product and increase its biological value.

Objective. To develop biotechnological aspects of the production of dextran preparations based on the genus *Leuconostoc*, which can be used in the food industry, in particular in the production of jelly vegetables.

Objectives: To analyze the state of the market of preparations obtained from microorganisms of the genus *Leuconostoc*. To substantiate the feasibility of biotechnological production of a thickener based on these microorganisms. Select the optimal nutrient medium for biomass cultivation.

Describe the production technology of the genus *Leuconostoc*. To characterize the biological object and describe the requirements for the finished product, to select the technological equipment.

The work consists of 93 pages of printed text. It uses 20 tables and 4 figures, 39 literature sources were used to write the work.

Chapter 1 describes the feasibility study for the production and provides an analysis of the market for the production of *Leuconostoc* bacteria preparations.

Section 2 describes the scientific part, including a review of sources, promising areas, description of the culture medium and inoculum.

Section 3 describes the technological scheme for the production of dextran based on *Leuconostoc* bacteria. The product calculation and material balance of production are presented. In terms of engineering and technological support, the selection of equipment and relevant calculations for biotechnological production are made.

In Section 4, economic calculations of production costs, production costs and economic efficiency are presented.

Section 5 contains the labor protection measures that must be observed in production and the development of environmental protection measures.

Keywords: nutrient medium, bacteria of the genus *Leuconostoc*, gelled products, dextrans

ВСТУП

Сьогодні перед харчовою промисловістю стоїть ряд важливих завдань, серед яких: створення нових продуктів з підвищеною біологічною цінністю. На світовому ринку саме натуральні оздоровчі продукти мають найбільший попит.

Споживання жельованих овочевих продуктів відіграє значну роль у повноцінному харчуванні різних вікових груп населення, особливо у людей похилого віку. Тому при створенні нових видів продуктів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю в даному напрямку науковцями часто використовуються натуральні рослинні інгредієнти з підвищеним вмістом природних біологічно активних речовин (БАР).

На ринку України переважно представлені різні види фруктового желе, а овочевого значно менше. У зв'язку з цим, в роботі пропонується використання бактеріальних препаратів в інноваційному методі отримання жельованих овочевих продуктів. Овочевою основою розглядали томат, він містить багато корисних вітамінів, амінокислот, білків, вуглеводів. Томати є цінною овочевою культурою, завдяки великій кількості вітамінів, корисних макро- і мікроелементів, харчових волокон. Його використовують в лікувально-профілактичному харчуванні для зниження ризику серцево-судинних, шлунково-кишкових та онкологічних захворювань. Завдяки пектиновим речовинам, відбувається виведення токсичних речовин і холестерину. М'якоть містить значну кількість мінеральних сполук (кальцій, натрій, магній, цинк, міді, фосфор, калій), вітаміни груп А, В1, В2, С, Е, каротину.

У якості структуроутворювачів для виготовлення продуктів желеподібної консистенції застосовують ряд речовин. Доцільно дослідити можливість та ефективність використання біотехнологічних препаратів в овочевому желе, з метою отримання високоякісної безпечної продукції, розширення асортименту та підвищення біологічної цінності.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЄКТУ

1.1. Аналіз використання бактеріальних препаратів на основі *Leuconostoc* в харчовій промисловості

У сучасній світовій економіці синтез та виробництво препаратів бактерій, які використовують у харчовій біотехнології, є дуже затребувано та економічно вигідно і перспективно.

Протягом декількох останніх років світовий ринок виробництва бактеріальних препаратів для харчової промисловості демонструє стаłe зростання і попит на такі продукти постійно збільшується. Експертні оцінки свідчать, що протягом останніх двох десятиліть світовий ринок вітамінної продукції зростає на 10% на рік.

Більш детально розглянемо використання бактеріальних препаратів на основі *Leuconostoc* в харчовій промисловості.

Штами *Leuconostoc* використовуються в різних промислових процесах ферментації для виробництва продуктів харчування та напоїв.

Деякі види *Leuconostoc* використовуються у виробництві кисломолочних продуктів, масла і сиру разом з *Lactococcus*, *Streptococcus* і *Lactobacillus spp.* Вони мають слабку підкислювальну здатність і, в основному, обираються за їх здатність виробляти типові ароматичні сполуки, такі як етанол, ацетон і діацетил. Баланс між діацетилом, який є найбільш ароматним, та іншими продуктами дуже залежить від рН середовища, температури і окислювально-відновлювального потенціалу [1].

Сенсорна якість кисломолочного продукту також залежить від в'язкості. Слиз, що збільшує в'язкість готового продукту, утворюється в результаті синтезу полісахаридів. Крім інших паличкоподібних штамів, *Leuconostoc mesenteroides* і штам *dextranicum* синтезують декстриани з сахарози. [2,3] Цю властивість бактерій необхідно контролювати при приготуванні заквасок. Надмірна густина продукту може погіршити якість йогуртів.

Фруктові та овочеві соки, ферментовані молочною кислотою, викликають все більший попит у споживачів. Повідомляється про більш ніж 20 різних ферментованих овочів, сумішей овочів і фруктових соків. До цього часу

лише три з них мають реальне комерційне значення: квашена капуста, оливки та огірки. [4] Овочі ферментуються за допомогою LAB, що призводить до отримання продуктів, природним чином стабілізованих проти псування мікроорганізмами завдяки різкому зниженню рН і виробленню інгібіторів.

Прикладом таких продуктів є квашена капуста. Після миття капуста все ще зберігає грамнегативну та грампозитивну мікрофлору, а також дріжджі та плісняві гриби. При цьому LAB, що включає *Lactobacillus spp.*, *Pediococcus spp.* та *Leuconostoc mesenteroides*, є нечисленними. Фактори навколишнього середовища, такі як температура, анаеробіоз, рН і концентрація солі, розумно регулюються, щоб спрямувати взаємодію та оптимізувати зростання LAB. [5] Після засолювання капусти рідка фаза, що утворюється в результаті плазмолізу з внутрішньоклітинними вітамінами та іншими факторами росту, слугує поживним середовищем та антиоксидантом. Аеробна мікрофлора відкидається, в той час як LAB розмножується.

Зазвичай *Leuconostoc mesenteroides* ініціює ферментацію, а потім поступово зникає, замінюючись *Lactobacillus plantarum*. З усіх видів LAB, пов'язаних з виробництвом квашеної капусти, *Leuconostoc mesenteroides* є найбільш чутливим до зниження рН та недисоційованих форм молочної та оцтової кислот.

Окрім підкислення, *Leuconostoc mesenteroides* також спричиняє утворення ароматичних сполук, а в деяких випадках – псування внаслідок продукування декстрану.

Оливки можна приготувати лише шляхом засолювання та пастеризації. Однак багато з них традиційно зберігають у солоному розсолі перед переробкою.

Ферментація огірків відбувається приблизно так само, як і оливок. Огірки засолюють у резервуарах (ємностях або бочках). LAB спочатку в невеликій кількості швидко ростуть і конкурують з дріжджами. *Leuconostoc mesenteroides* найбільше присутній у природному бродінні, хоча кращими заквасками є *Lactobacillus plantarum* і *P. damnosus*. [6]

У виноробній промисловості *Leuconostoc* теж знаходить своє застосування. Після того, як ягоди винограду подрібнюють і поміщають у чани для бродіння, природна мікрофлора (плісняви, дріжджі та бактерії) швидко розвивається в результаті зміни умов навколишнього середовища. Спочатку розвиваються дріжджі, добре пристосовані до росту в кислому і дуже солодкому середовищі. У популяції LAB переважають *Lactobacillus spp.* та *Leuconostoc mesenteroides* у низькій концентрації.

При прогресуванні спиртового бродіння відбувається перерозподіл популяції БГКП. *Leuconostoc mesenteroides* зникає, за ним слідує *Lactobacillus* та *Pediococcus spp.*; зрештою, до кінця спиртового бродіння популяція LAB майже зникає. Спонтанний відбір цього виду пояснюється його кращою толерантністю до етанолу, кислого рН та інших інгібіторів, що є результатом метаболізму дріжджів.

Індукується другий етап виноробства – яблучно-молочне бродіння. Основними факторами, які контролюють процес, є рН, температура, вміст етанолу та діоксиду сірки. Найважливішою зміною є перетворення l-яблучної кислоти в l-молочну кислоту і CO₂. Лимонна кислота метаболізується і утворює ароматичні сполуки (діацетил, ацетат та інші). Коли ріст бактерій повільний, через рН і температуру утворюється більше діацетилю і менше ацетату.

Відбувається багато інших змін у складі вина, які, зрештою, призводять до більш складної та покращеної сенсорної якості. Окрім впливу на смак, малолактична ферментація підвищує біологічну стабільність вина, тому що більшість поживних речовин, доступних після спиртового бродіння, використовуються дріжджами.

Малолактичне бродіння також зустрічається у виробництві сидру, в основному з тими ж бактеріями.

Корисна властивість *Leuconostoc mesenteroides subsp., msenteroides* або *dextranicum* виробляти декстран в одних випадках, стає реальним фактором псування – в інших.

Цукрові розчини виявляються адекватним поживним середовищем для обох підвидів. Біопсування цукрової тростини включає в себе закисання і утворення декстрану. Обидва процеси призводять до втрати сахарози, яка оцінюється в 4-9% від відновлюваного цукру. [7]

Висока в'язкість також спричиняє значні проблеми при переробці, такі як уповільнення кристалізації та зниження врожайності. Подібні проблеми виникають і в бурякоцукровій промисловості. Забруднення на нафтопереробних заводах поширюється завдяки циркуляції солодкої води, а в сприятливих місцях може утворюватися шлам.

У ромовому виробництві *Leuconostoc* також утворює декстриани від розмелювання до ферментації. Більше того, якщо їхня популяція досить велика, вони пригнічують дріжджі і затримують або навіть зупиняють спиртове бродіння.

При виробництві в'ялених м'ясних продуктів серед LAB, що спричиняють знебарвлення, неприємний запах і смак, також ідентифіковані штами *Leuconostoc*, що утворюють слиз. Крім того, ці штами виділяють і з варених м'ясних продуктів, упакованих у вакуумну упаковку. *Leuconostoc mesenteroides* продукують полісахариди, оцтову кислоту, ацетоїнові сполуки та етанол.

Бактеріальні закваски застосовуються у виробництві напоїв та харчових продуктів для використання переваг їх метаболізму в процесі трансформації. *Leuconostoc spp.* беруть участь у заквасках у поєднанні з іншими LAB та іншими мікроорганізмами в молочній промисловості, виробництві квашеної капусти, виноробстві та хлібопеченні. Якщо сировина стерилізується, як у молочній промисловості, необхідно додавати закваску. Однак у більшості випадків закваски *Leuconostoc*, що використовуються у ферментованих овочах і вині, повинні конкурувати з місцевою мікрофлорою. Такі закваски можуть бути одноштаммовими або багатоштаммовими.

Оскільки метою є контроль ферментації для виробництва високоякісної продукції, штами повинні бути ретельно відібрані. Як правило,

їх виділяють з продуктів, що природним чином ферментують. Сам відбір включає в себе критерії, безпосередньо пов'язані з продуктом з точки зору сенсорної та гігієнічної якості та стабільності. Вони також включають здатність штаму легко розмножуватися в промислових масштабах і його здатність піддаватися сублімації або сушінню. Нарешті, відібрані штами повинні швидко адаптуватися до технологічних умов, щоб перерости місцеву мікрофлору.

Виноробна промисловість, напевне, була сферою, в якій проводилося найбільше експериментів із заквасками *Leuconostoc* (*Enococcus*). Перші дослідження малолактичних заквасок почалися приблизно в 1970 році, коли малолактичне бродіння було визнано необхідним, але дуже непередбачуваним процесом. Якісні та економічні обмеження вимагають якнайшвидшого завершення яблучно-молочнокислого бродіння. Тому зараз винороби використовують закваски, якщо молочнокисле бродіння не почалося протягом 2-3 тижнів після закінчення спиртового бродіння.

Штами *Enococcus* відбирають серед ізолятів з вина, головним чином, за їхньою малолактичною активністю та толерантністю до суворих умов (низький рН, етанол). Дослідження складу мембран нарешті дозволило краще зрозуміти їхню адаптацію до вина та підготувати малолактичні закваски для прямого посіву.

Як і інші LAB, штами *Leuconostoc* зберігають їжу, виробляючи антагоністичні сполуки, або конкуруючи з місцевою мікрофлорою, виснажуючи більшість доступних поживних речовин. Вони проявляють антагоністичну активність проти близькоспоріднених бактерій і потенційних патогенних мікроорганізмів, і тому можуть використовуватись в якості консервантів.

Харчові продукти можна зберегти або шляхом додавання таких бактерій, які пригнічують небажані мікроорганізми під час росту, або шляхом додавання очищених інгібіторних продуктів, Бактеріоциногенні штами та їхні бактеріоцини, включаючи штами *Leuconostoc*, привертають багато уваги. Такі штами досі були виділені з різних середовищ існування, таких як м'ясо,

риба та молочні продукти. Зазвичай вони мають вузький спектр інгібування, а деякі з них активні проти *Listeria monocytogenes*. [8]

У охолодженій яловичині, що зберігається під вакуумом, неприємні присмаки та зміна кольору, спричинені *Lactobacillus sake* та *Carnobacterium maltaromicus*, запобігають шляхом засіву антагоністичним штамом *Leuconostoc gelidium*. Цей штам виробляє бактеріоцин лейкоцин А.

Селекція штамів *Leuconostoc* для різних застосувань у харчовій промисловості може також включати їхні потенційні антагоністичні властивості.

Таким чином, аналіз використання штамів бактерій *Leuconostoc* довів, що вони є досить затребуваними в харчовій промисловості. Але всі наведені технології, в основному, створюють умови, при яких природнім шляхом ініціюються умови їх виникнення та розмноження. Є окремі випадки використання штамів *Leuconostoc* для регулювання направленості процесів у виноробстві та виробництві ферментованих овочевих продуктів.

Аналізуючи ринок виробництва препаратів бактерій для харчової промисловості в Україні, можна відмітити, що на жаль, ця галузь не дуже розвинена в нашій країні. Кількість бактеріальних препаратів, що виробляється поки що, недостатньо для потреб ринку і впровадження нових виробничих потужностей є актуальним.

Одним з найбільших виробником біопрепаратів для харчової промисловості і ферментів та вітамінів для фармацевтичної галузі в Україні є завод «Ензим». Асортимент «Ензиму»: препарати для рослинництва, тваринництва, фармацевтика, ферментні препарати, технічні ферменти. Завод володіє відповідністю виробництва стандартам якості ДСТУ ISO 9001:2009.

Аналізуючи ринок виробництва препаратів бактерій в Україні та світові тенденції його розвитку, можна зробити висновок, що цю галузь необхідно в подальшому розвивати і впроваджувати технології нового промислового виробництва біопрепаратів.

1.2. Техніко-економічне обґрунтування отримання

Аналіз наукової літератури не показав результатів дослідження щодо використання бактерій роду *Leuconostoc* в якості загущувачів, або желуючих речовин, хоча здатність їх утворювати слизі, підкреслюється в дослідженнях. В основному, на це звертають увагу, як на негативний фактор, і в той же час підкреслюють, що ці бактерії можуть використовуватись як природні консерванти.

Здатність синтезувати слизову масу, що містить декстран, із сахарози була відкрита Луї Пастером в 1861 р. у бактерій, пізніше названих *Leuconostoc mesenteroides*.

У кваліфікаційній роботі проведено аналіз виробництва бактеріальних препаратів та наведені технологічні та техніко-економічні розрахунки для створення виробництва і реалізації використання препаратів бактерій для харчового виробництва на основі штаму *Leuconostoc*.

Розроблений в проєкті цех отримання препаратів бактерій планується на території існуючого біотехнологічного підприємства. В перспективі в цеху поступово планується розроблення та впровадження нових виробничих ліній у комплексне виробництво біотехнологічних препаратів.

Актуальність теми підтверджується постійним зростанням внутрішнього попиту на препарати бактерій з боку власників компаній-виробників харчових продуктів і особливістю українського ринку, яка полягає у тому, що більшість бактеріальних препаратів експортується.

Проектування цеху з виробництва біопрепаратів на основі культивування штамів *Leuconostoc* є перспективним для широкого використання в різних галузях харчової промисловості та економічно доцільним рішенням.

РОЗДІЛ 2. НАУКОВА ЧАСТИНА.

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ПРОЄКТУ

Leuconostoc є родом грампозитивних бактерій, які зустрічаються переважно в рослинах і молочних продуктах. Вона складається з групи бактерій, які можуть здійснювати ферментацію, отримуючи в якості продукту молочну кислоту.

Рід вперше описаний у 1878 році французьким мікологом Філіпом Ван Тігемом. На даний час рід включає близько 16 видів, з яких найбільш відомим і вивченим є *Leuconostoc mesenteroides*.

Бактерії цього роду вважаються непатогенними для людини, хоча інфекції, пов'язані з ними, іноді описуються.

Ці бактерії дуже корисні в деяких галузях, таких як виробництво вина, де бактерії *Leuconostoc oenos* використовується для проведення процесу ферментації. Крім того, ці бактерії використовуються в харчовій промисловості при виробництві сирів, йогуртів, солоних огірків і ковбас.

Ці бактерії широко поширені у природі, включаючи ґрунт та рослини.

Leuconostoc mesenteroides відіграють найважливішу роль при ферментації овочів, зокрема в таких добре відомих процесах, як квашення капусти та соління томатів і огірків. Гетероферментативні молочнокислі бактерії *Leuconostoc mesenteroides* «підключаються» на другому етапі ферментування (квашення або соління), вони продукують молочну кислоту, вуглекислий газ, оцтову кислоту, етиловий спирт, маніт, декстран та ефіри. Вони швидше знижують рН і цим гальмують розвиток небажаних мікроорганізмів та їх ферментів. Вуглекислий газ витісняє повітря та створює анаеробні умови, сприятливі для стабілізації аскорбінової кислоти та натурального кольору овочів. [9]

Поєднання кислот, спиртів, ефірів та інших речовин надає продукту унікального бажаного смаку і аромату. Активний розвиток *Leuconostoc mesenteroides* забезпечує умови зростання інших молочнокислих бактерій у

відомій послідовності і є визначальним для отримання високоякісної солоно-квашеної продукції.

Ці бактерії розвиваються набагато швидше інших видів молочнокислих бактерій при концентрації солі до 4 % і оптимальної температурі 18-22 °С. Вони можуть розвиватися і за порівняно низьких температур - 7,5 °С. З другої сторони на етапі ферментації накопичуються кислоти і рН знижується до 4,2-4,5; накопичення кислот сягає 0,7–1,0 %. Друга стадія ферментації овочів зазвичай закінчується за оптимальної температури через 3-6 днів після початку першої. Надалі процес бродіння здійснюється молочнокислими бактеріями *Lactobacillus*, *Pediococcus cerevisiae*, *Lactobacillus plantarum*. [10]

Підвиди *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris* та *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum* застосовують у молочній промисловості. *Leuconostoc mesenteroides subsp. cremoris* молоко не згортає, через низьку протеїназну активність. Він здатний рости в молоці при додаванні до нього ростових факторів, таких як кукурудзяний або дріжджовий екстракт. [11, 12] При зниженні рН середовища до 5,0–4,5 утворює діацетил, тому цей підвид *Leuconostoc* використовують у складі багатокомпонентних заквасок для сирів та кисловершкового масла. *Leuconostoc mesenteroides subsp. dextranicum* згортає молоко за оптимальної температури 22–25°С. протягом трьох-чотирьох діб.

2.1 Характеристика посівного матеріалу

Leuconostoc mesenteroides (лейконосток мезентероїдес) – вид грампозитивних факультативно-анаеробних неспоротворних нерухомих гетероферментативних молочнокислих бактерій кулястої або лінзовидної форми. Розмір клітин: довжина від 07 до 12 мкм, ширина від 05 до 07 мкм. Клітини з'єднуються попарно або за допомогою коротких ланцюжків.

Бактерії *L. mesenteroides* відносяться до групи грампозитивних коків (). До цієї групи відносять істотно відрізняючі роди, які зібрані в одну групу на основі двох загальних ознак — сферична форма клітин і позитивна реакція по

фарбуванню за Грамом. Ці бактерії не утворюють ендоспор. У більшості організмів цієї групи клітини сферичні і лише злегка овальні і майже завжди чітко грампозитивні. Рухливість нетипова. Роди розподіляються на підгрупи аеробних, факультативно анаеробних та строго анаеробних мікроорганізмів [13].

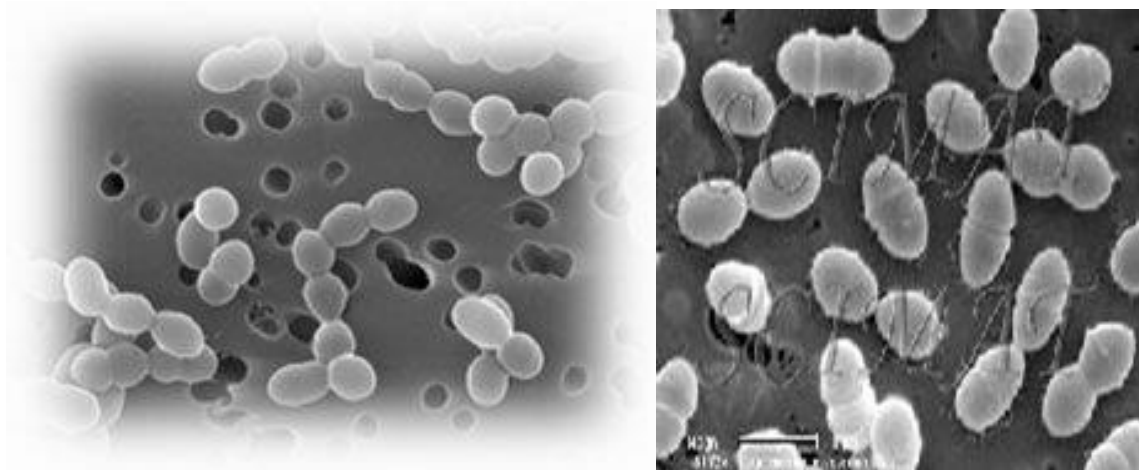


Рис. 2.1 - Бактерії виду *L. mesenteroides* під електронним мікроскопом

Морфолого-культуральні ознаки дослідної бактерії.

Дрібні коки, розташовані як поодинокі і попарно (25%), так і у вигляді ланцюжків (75%) витягнутої форми довжиною $0,5 - 0,7 \times 0,7 - 1,2$ мкм. Іноді спостерігаються довгі ланцюжки із коротких паличок з заокругленими кінцями. Не утворюють спори та нерухливі. Ростуть досить повільно, утворюючи дрібні, іноді слизисті колонії на середовищах з сахарозою. При візуальному вивченні колоній, які вирости на поживному середовищі в термостаті при температурі 24°C і при використанні біокулярної лупи при звичайному освітленні можна побачити колонії в S-формі не більше 2 мм в діаметрі, матові, зернисті, з рівними краями. Декстран візуально не визначається. При вивченні колоній в косопроходячому штучному освітленні (кут нахилу світлового променя 45°) з використанням біокулярної лупи можна побачити, що колонії володіють оранжево-зеленим і голубим світінням (рис.2.2) [13, 14].

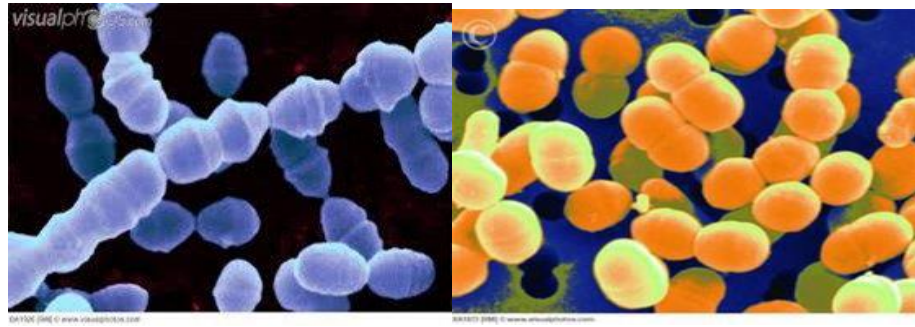


Рис. 2.2 - *L. mesenteroides* під електронним мікроскопом: голубе світіння (зліва) та оранжево-зелене (справа)

Фізіолого-біохімічні ознаки біологічного агента.

Факультативні анаероби, оптимальна концентрація розчиненого в середовищі кисню дорівнює 5% від повного насичення. За типом живлення — хемотротрофи з облігатною потребою в зброжувальному вуглеводі, які потребують багатих поживних середовищ. Асимілюють амонійний азот. Штам не потребує вітамінів. Оптимальна температура росту штаму 24-25°C і добре нарощують біомасу при рН середовища — від 6,2 до 7,2. Оптимум 7,0. Присутність каталази, цитохромів і тейхоевих кислот у складі клітинної стінки — варіабельні ознаки. [14, 5].

На сьогодні існує такий таксономічний статус *L. mesenteroides* згідно з IX виданням Керівництва Бергі з систематики бактерій (фенотипова класифікація):

Царство – *Procaryotae*

Відділ – *Firmicutes*

Клас – *Firmibacteria*

Родина – *Lactobacillaceae*

Рід – *Leuconostoc*

Вид – *Leuconostoc mesenteroides*

Згідно з філогенетичною класифікацією Бергі даний вид бактерій відноситься до 17 групи, грампозитивні коки, яка в свою чергу поділяється на три підгрупи: 1) аеробні коки, 2) факультативні анаеробні або мікроаерофільні коки, 3) строго анаеробні коки. Мікроорганізми *Leuconostoc mesenteroides* відносяться до факультативних анаеробів [13].

Особливості метаболізму *L. mesenteroides*

Бактерії даного роду є гетероферментативними, оскільки у процесі зброджування глюкози утворюється не тільки молочна кислота, а й етанол, оцтова кислота, CO₂. Зброджувальні вуглеводи в основному моно- і дисахариди.

При культивуванні штаму на середовищах з глюкозою, декстран не утворюється. Синтез декстрану відбувається при вирощуванні продуцента на середовищах з сахарозою, при цьому відбувається виділення ферменту декстран-сахарози, який каталізує відщеплення від сахарози молекул глюкози і наступний синтез декстрану з 1,6-глюкозидними зв'язками по одноланцюговому механізму без утворення проміжних з'єднань. [15-19]

Дані бактерії здатні тільки до бродіння, вони не містять гемопротеїнів (цитохромів і каталази), аргінін не гідролізують, індол не утворюють, негемолітичні, нітрат не відновлюють.

Ще однією особливістю цих бактерій є потреба в ростових факторах (фолієва кислота). Для даних бактерій є характерним гетероферментативне молочнокисле бродіння. У них відсутні такі ферменти гліколізу, як альдолаза та триозофосфатізомераза. Початкове розщеплення глюкози у них відбувається лише за пентозофосфатним шляхом. Далі проходить процес гетероферментативного бродіння.

2.2 Характеристика поживних середовищ

Для визначення складу поживного середовища для культивування бактерій *Leuconostoc mesenteroides*, що мають високу ізомальтулозосинтазну активність, проведено науковий пошук даних по різних дослідженнях створення таких середовищ. [2, 6, 10, 20]

В основі розвитку цих штамів молочних бактерій є достатньо високий вміст сахарози, у різних наукових дослідженнях він складав від 125 до 230г/л.

Для активного розвитку бактерій необхідний певний вміст азотистого середовища, що може забезпечувати дріжджовий екстракт і пептон, а також інші речовинні добавки.

Спосіб культивування бактерій *Leuconostoc mesenteroides* передбачає приготування поживного середовища, [21] що містить у своєму складі (г/л): сахарозу – 175:

дріжджовий екстракт - 20;

MgSO₄ · 7H₂O - 0,1;

NaCl - 0,01;

CaCl₂ – 0,02;

KH₃PO₄ – 20;

MnSO₄ – 0,01;

FeSO₄ – 0,01 та воду.

Засів поживного середовища бактеріями *Leuconostoc mesenteroides* має відбуватись у кількості 8% від об'єму середовища, культивування біомаси бактерій проходить без аерації протягом 12 годин при температурі 27°C і pH 7,0.

Нижче більш детально розглянемо всі складові поживного середовища.

Дріжджовий екстракт є загальним найменуванням для різних видів оброблених дріжджових продуктів, отриманих шляхом вилучення вмісту клітин (видалення клітинних стінок); вони використовуються як харчові добавки або ароматизатори, або як поживні речовини для бактеріального культурального середовища. Такий екстракт часто використовуються для створення солодких ароматизаторів та смакових відчуттів уамі та може знаходитись у великій кількості різноманітних упакованих продуктів харчування, включаючи заморожені страви, сухарі, закуски, соус, олії та інше. Дріжджовий екстракт у рідкій формі може бути підсушений до легкої пасти або висушений до сухого порошку.

Дріжджові екстракти та ферментовані продукти містять глютамінову кислоту, амінокислоту в м'ясі, сирі, грибах та овочах, включаючи гриби, брокколі та помідори. За словами Джо Діксона, колишнього члена Національної комісії з органічних стандартів USDA, ряд споживачів групи стверджували, що певні харчові інгредієнти, такі як автолізати дріжджів та гідролізований білок, є маскуючим речовинами натурального складу продуктів.

Автолізати дріжджів (що містять клітинні стінки) або автолізований дріжджовий екстракт складаються з концентрацій клітин дріжджів, які вже розпадаються, так що ендogenousні травні ферменти дріжджів розщеплюють їхні білки на більш прості сполуки (амінокислоти та пептиди).

- $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ - сульфат магнію напівводний – порошкоподібний препарат, який повністю розчиняється у воді. Широко використовується в якості добрива, що призначене для позакорневої обробки і фертигації в суміші з усіма типами мікродобрив, як джерело магнію.

- NaCl – хлорид натрію у побуті відомий як сіль — тверда, прозора (у чистому вигляді) хімічна сполука з іонною кристалічною решіткою, солена на смак. При розчиненні у воді повністю дисоціює на катіони натрію та хлорид-аніони.

- CaCl_2 – хлорид кальцію, кальцієва сіль хлоридної кислоти складу CaCl_2 . Має вигляд білих кристалів, які є сильно гігроскопічними: активно поглинають воду з повітря, утворюючи ряд кристалогідратів.

- KH_2PO_4 – гідроортофосфат калію — неорганічне з'єднання, кислотна сіль лужного металу калію та ортофосфорної кислоти з формулою K_2HPO_4 , кристали без кольору, добре розчинні у воді, утворюють кристалогідрат.

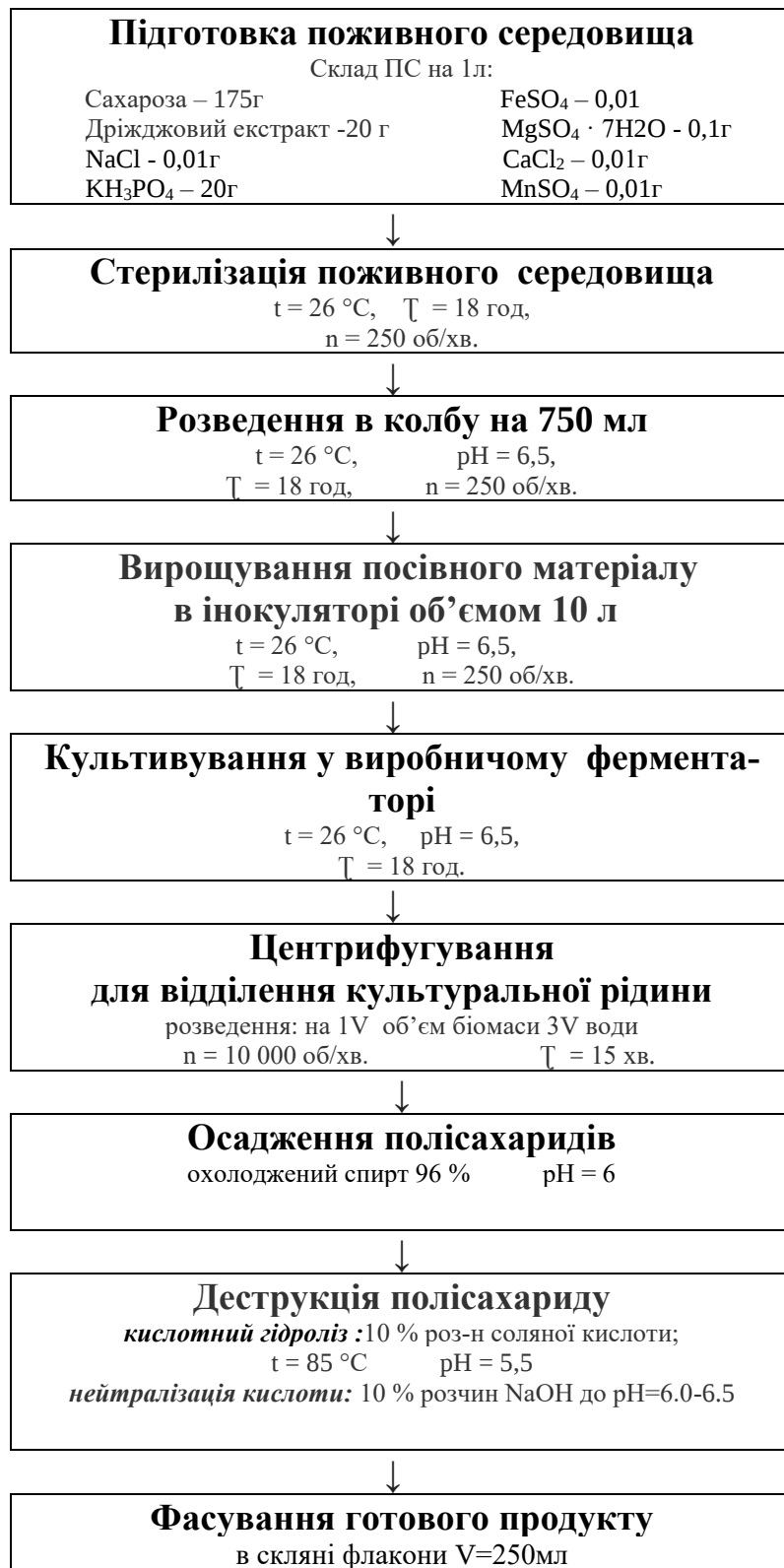
- MnSO_4 – сульфат марганцю (II) — неорганічне з'єднання, сіль металу марганця і сірної кислоти, сіль добре розчиняється у воді, утворює кристалогідрат.

- FeSO_4 – сульфат заліза (II), залізо (II) сірчанокисле — неорганічна сполука, залізна сіль сірчаної кислоти. Нелетка речовина, не має запаху. Безводна речовина не має кольору, непрозора, дуже гігроскопічна.

- Сахароза, іноді цукроза (від грец. $\sigma\acute{\alpha}\kappa\chi\alpha\rho\omicron\nu$ — «цукор»), також буряковий цукор, тростинний цукор, $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ — важливий дисахарид. Найвідоміший і широко застосовується у харчовій промисловості. Білий, без запаху, кристалічний порошок з солодким смаком. Молекула сахарози складається із залишків молекул глюкози і фруктози.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

3.1 Технологічна схема виробництва препарату декстранів на основі штаму *Leuconostoc mesenteroides*



3.2 Опис технологічних процесів

Біотехнологічні виробництва мають суворо дотримуватись певної організації санітарної підготовки виробництва та навчання персоналу у відповідності до основних вимог "Належної виробничої практики GMP" та вимог, які стосуються гігієни. [23, 24]

Навчання персоналу включає в себе підготовку персоналу у відповідності з діючими на підприємстві технологічними інструкціями та стандартними робочими процедурами (СРП). Особливу увагу приділяють навчанню персоналу, який працює в чистих зонах.

Персонал, що працює з токсичними і леткими речовинами, небезпечними для здоров'я, повинен проходити додаткову підготовку по спеціальній програмі. Не рідше 1 разу на рік персонал повинен проходити перепідготовку знань.

Підготовка технологічного обладнання.

Миття та ополіскування ферментаційного обладнання спочатку проводиться за допомогою розчину «каустичної соди» для видалення наявних білково-жирових відкладень та забруднень неорганічного походження. Миття обладнання здійснюють за допомогою СІР-модулів.

Після цього проводять дезінфекцію обладнання циркуляційним методом через миючий пристрій, нанесенням дезінфектанту на поверхню обладнання або його заповненням.

Розбірне обладнання, з'ємні частини обладнання, дрібний інвентар, посуд дезінфікують методом занурення в пересувні або стаціонарні 2-х та 3-х секційні мийні ванни з робочим розчином дезінфектанту, столи для запчастин, стелажі для просушування деталей, інвентарю.

Санітарну обробку препаратом "Дезосепт" проводять вручну, за допомогою щіток або ганчірок методом протирання. Методом розбризкування за допомогою гідропульта. Обробку проводять при кімнатній температурі або з підігрівом. В даному випадку розчин не споліскується водою.

Для дезінфекції обладнання і комунікацій використовують робочий розчин "Дезосепт" з концентрацією 0,05–0,15% і експозицією 5–20 хв. у відповідності з режимами. [23]

Безпосередньо після обробки обладнання розчином "Дезосепт" та при умові повного опорожнення обладнання та трубопроводів від дезінфекційного засобу, витримці та просушуванні можна і не змивати їх водою, так як препарат розкладається на сліди оцтової кислоти, воду і кисень.

Ємкісне обладнання перевіряють на герметичність при повітряному тиску 0,5-0,6 МПа. Якщо упродовж 30 хв тиск (за манометром) не знижується, обладнання вважають герметичним. Фланцеві з'єднання та зварні шви перевіряють на герметичність за допомогою мильної води при повітряному тиску від 0,5 до 0,6 МПа.

Після перевірки обладнання на герметичність, воно підлягає стерилізації. Для цього подають гостру пару $t = 125 - 130\text{ }^{\circ}\text{C}$ протягом 45 хв.

По закінченні стерилізації зупиняють подачу гострої пари, ставлять всі вузли під паровий захист та знижують тиск. При зниженні тиску проводять охолодження до температури $90\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Підготовка вентиляційного повітря.

Забір атмосферного повітря здійснюється через шахту, яка розташована на висоті 10 м.

Попередню очистку повітря здійснюють у чарунковому фільтрі. При проходженні повітря через фільтр грубого очищення, пил та механічні частки з повітря осідають, а очищене повітря надходить у компресор. Ступінь очищення становить $E = 80\text{ }\%$.

Тонку очистку повітря здійснюють у фільтрах з багат шарового мікро-волокон (скловолокон). Ступінь очищення в яких складає $80\text{ }\%$.

Повітря для D класу чистоти пропускають крізь фільтри Н-12, ступінь його очищення становить 95% .

Підготовка стерильного технологічного повітря.

Атмосферне повітря забирають через шахту, що розташована на висоті 10 м.

Попередню очистку повітря здійснюють у чарунковому фільтрі. При проходженні повітря через фільтр грубого очищення, пил та механічні частки з повітря осідають, а очищене повітря надходить у компресор. Ступінь очищення становить $E = 80 \%$.

Після грубої фільтрації повітря потрапляє в компресор, там воно стискається до 0,35–0,5 МПа. Стиснення повітря в компресорі приводить до підвищення його температури до 80–100° С і збільшення вмісту вологи на одиницю об'єму.

Процес охолодження повітря відбувається в теплообмінному апараті до температури 30–35 °С. Охолодження здійснюють шляхом подачі у міжтрубний простір теплообмінника охолодженої води. В теплообміннику повітря охолоджують до температури культивування 26°С.

Після теплообмінника повітря потрапляє в ресивер, де відбувається стабілізація вологи. Вологість повітря становить 40%.

З ресивера повітря надходить до теплообмінника, де воно нагрівається до температури вище на 1–2°С, ніж температура культивування.

Попереднє очищення повітря від пилу та мікроорганізмів здійснюється в головному фільтрі. Головний фільтр представляє собою циліндричну ємність з сферичним дном та кришкою. В середині фільтру знаходяться дві решітки, між якими розміщують фільтруючий матеріал. Заміну фільтруючого матеріалу проводять 2 рази на рік. У разі забруднення, зволоження, інфікування фільтруючого матеріалу проводять позачергову його заміну.

Охолоджене повітря, проходячи крізь шар базальтового волокна, очищається від пилу та мікроорганізмів. Ступінь очищення становить $E = 98\%$.

Заключна стадія очищення повітря від контамінантів здійснюється в індивідуальних фільтрах. Як фільтруючий матеріал використовують фторопластові втулки, товщиною 4 мм. Фільтр являє собою металевий циліндр з кришкою та конічним дном. Ступінь очищення становить $E = 99,99\%$, $KY_{O < 1}$.

Підготовка розчину соляної кислоти та лугу.

Розчин соляної кислоти використовують для запобігання випадання фосфорних солей в осад, при їх сумісній стерилізації із солями Ca^{2+} і Mg^{2+} , процес здійснюють при рН 2,0, для чого використовується 10 % розчин HCl.

10 % розчин NaOH готується для подальшої стабілізації рН середовища.

Приготування здійснюють у окремому мірнику, приєднаному до ферментера за допомогою з'єднувальних трубок.

Підготовка і стерилізація піногасника

В якості піногасника використовується гланapon, який є повністю готовий до стерилізації. Піногасник подають в ємність, де він стерилізується при температурі 131 °C протягом 40 хв подачею гострої пари в міжкожуховий простір ємності. Стерилізований піногасник дозовано потрапляє у ферментер після сигналу датчика піни.

Стерилізація піногасника

Стерилізацію піногасника проводять безпосередньо в мірнику (М-27) при температурі 131 °C протягом 40 хв подачею гострої пари в сорочку мірника.

Приготування компонентів поживного середовища.

Всі окремі складові частини середовища перед приготуванням стерилізуються. В залежності від природи речовин обирають відповідні режими стерилізації.

Оскільки деякі речовини неможна стерилізувати разом, то на першому етапі розподіляємо їх на групи, як вказано в табл.3.1.

Таблиця 3.1 - Розрахунок кількості компонентів та води на 0,6 л ПС

Назва Компонентів	Кількість компонентів у 1 літрі ПС, (г/л)	Кількість компонентів для 0,596 л ПС, кг/дм ³	Композиції	Кількість води для розчинення, (л)
Сахароза	300	0,179	А	0,202
Дріжджовий екстракт	5	0,003		
Пептон	5	0,003		
K ₂ HPO ₄	15	0,0089	Б	0,100
NaCl	0,01	0,000006	В	0,100
MgSO ₄ ×7H ₂ O	0,01	0,000006		
MnCl ₂ ×H ₂ O	0,01	0,000006		
CaCl ₂	0,05	0,00003		

Приготування і стерилізація композиції А

0,176 кг сахарози та дріжджового екстракту (0,003 кг) з 0,003 кг пептону зважуємо на технічних вагах. Далі наважку переносимо у колбу ємністю 3 л, до наважок додаємо 0,202 мл води, перемішуємо до розчинення. Маємо 0,202 мл розчину сахарози та дріжджового екстракту з пептоном. Стерилізацію проводимо в автоклаві при температурі 112° С протягом 30 хвилин.

Приготування і стерилізація композиції Б

Готуємо розчин солі K₂HPO₄, а саме зважуємо 0,0089 г солі на папері на технічних вагах і переносимо у колбу місткістю 200 мл. До солі мірним циліндром доливаємо 200 мл води і перемішуємо до повного розчинення. Стерилізуємо в автоклаві при температурі 131°С протягом 40 хвилин. Фосфорні солі ми повинні стерилізувати окремо від основних для того, щоб не утворився осад.

Приготування і стерилізація композиції В.

Зважуємо кожну сіль окремо на папері на технічних вагах, переносимо їх у колбу місткістю 250 мл. До солей мірним циліндром додаємо 100 мл води та розчиняємо їх. Маємо 100 мл сольового розчину, який стерилізуємо в автоклаві при температурі 131° С протягом 40 хвилин.

Після автоклавування та охолодження в стерильних умовах, в колбу з стерильною композицією А по черзі зливаємо усі раніше приготовлені та простерилізовані розчини солей. Маємо готове поживне середовище об'ємом 0,6 л.

Приготування компонентів поживного середовища для культивування в посівному апараті 1 наведено в табл.3.2.

Таблиця 3.2 - Розрахунок кількості компонентів та води на 5,67 л ПС

Назва Компонентів	Кількість компонентів у 1 літрі ПС, г/л	Кількість компонентів для 5,67 ПС, кг/дм ³	Композиції	Кількість води для розчинення, л
Сахароза	300	1,89	А	2
Дріжджовий екстракт	5	0,032	Б	0,5
Пептон	5	0,032		
K ₂ HPO ₄	15	0,095	В	1,120
NaCl	0,01	0,00006		
MgSO ₄ ×7H ₂ O	0,01	0,00006		
MnCl ₂ ×H ₂ O	0,01	0,00006		
CaCl ₂	0,05	0,00032		

Приготування компонентів поживного середовища для культивування у малому посівному апараті 2 наведені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Розрахунок кількості компонентів та води на 55,8л ПС

Назва Компонентів	Кількість компонентів у 1 л ПС,(г/л)	Кількість компонентів для 55,8 л ПС, кг/дм ³	Композиції	Кількість води для розчинення, л
Сахароза	175	18,6	А	20
Дріжджовий екстракт	20	0,31	Б	5, 645
Пептон	5	0,31		
K ₂ HPO ₄	15	0,93	В	10
NaCl	0,01	0,00062		
MgSO ₄ ×7H ₂ O	0,1	0,00062		
MnCl ₂ ×H ₂ O	0,01	0,00062		
CaCl ₂	0,05	0,0031		

Аналогічно табл. 3.1-3.3 проводиться розрахунок поживних середовищ при кратності розведень в 10 раз.

Підготовка посівного матеріалу. Для засівання готують посівний матеріал глибинним способом.

Вирощування посівного матеріалу для засіву колб: культуру *L. mesenteroides* засівають на скошене агаризоване середовище та вирощують протягом 18 годин при температурі 26°C та рН 5,5.

Підготовка поживного середовища та вирощування інокуляту в колбах на качалках.

В колбу місткістю 3 л зливаємо стерильні розчини А, Б, В. Розливаємо дане поживне середовище (при палаючих пальниках) по 200 мл в качалочні колби місткістю 750 мл. Будемо мати 3 колби. В стерильних умовах в кожену качалочну колбу вносимо посівну культуру *L. mesenteroides* вирощену на скошеному агаризованому середовищі в пробірках. Колби ставимо на качалки.

Вирощування посівного матеріалу в інокуляторі об'ємом 10 л.

Стерильні розчини А, Б, В зливаємо у перший посівний апарат, де міститься стерильний, охолоджений розчин солей, місткістю 10 л. Потім вносимо 0,6 л посівного матеріалу, приготовленого на попередньому етапі. Культивування проводиться протягом 18 годин при $T = 26 \pm 1$ °C при постійному перемішуванні (частота обертання 250 об/хв) і подачі очищеного повітря, рН = 5,5 – 5,6 на сталому рівні.

Піногасник вносимо тільки за необхідності, спостерігаючи за протіканням технологічного процесу. Піногасник вноситься в розрахунку 0,01 піногасника від загального об'єму поживного середовища.

Вирощування посівного матеріалу в посівному апараті об'ємом 100 л.

Даний етап проводять у другому посівному апараті об'ємом 100 л. Після змішування всіх компонентів середовища, додається посівний матеріал з попередньої стадії по посівній лінії, що знаходиться під паровим захистом. Культивування проводиться протягом 18 годин при $T = 26 \pm 1$ °C, рН = $5,5 \pm 0,1$

при постійному перемішуванні (частота обертання 250 об/хв) і подачі очищеного повітря.

Виділення та очищення полісахариду декстрану проводиться в декілька етапів. На першому етапі за допомогою центрифугування відділяємо культуральну рідину від основної біомаси.

Далі проводимо обробку культуральної рідини. У реактор ємкістю 100 літрів, оснащений мішалкою, перекачують культуральну рідину, отриману в процесі біосинтезу. До культуральної рідини додають 3 об'єми дистильованої води, ретельно перемішують. Кількість обертів мішалки становить 180 об./хв..

Після зменшення в'язкості, культуральна рідина за допомогою насосу надходить до центрифуги, де відбувається процес осадження клітин-продуцента. Центрифугування відбувається за таких параметрів: частота обертання (n) 10 000 об/хв., протягом 15 хвилин. Отриману рідку фракцію (супернатант) переходить на наступну технологічну стадію. Осад видаляють.

Отриманий супернатант на попередній стадії, поміщають у реактор ємкістю 100 літрів, оснащений мішалкою. До супернатанту, через передавальні лінії, додають охолоджений спирт 96 % у кількості 3 об'єми на 1 об'єм розчину для осадження полісахаридів.

До осаду, що утворився додають ін'єкційну воду для розчинення полісахариду. рН суспензії, що утворилася буде близькою до 6,0. Воду додають у кількості 1:1 (1 об'єм води та 1 об'єм суспензії).

Деструкція полісахариду. [22] Після отримання водного розчину декстрану, необхідно провести його деструкцію. Проводять *процес кислотного гідролізу* за допомогою соляної кислоти. Процес проходить таким чином: за допомогою насосу подають 10 % розчин соляної кислоти (нагріту до температури 85-87⁰ С) у реактор із водним розчином декстрану до отримання рН 1,0-1,5. Ретельно перемішують протягом декількох хвилин.

До отриманого розчину (соляна кислота та декстран) додають 10 % розчин NaOH для *нейтралізації соляної кислоти* до рН 6,0-6,5.

Так отримують *готовий розчин декстрану* з фракціями різної молекулярної маси.

Саме цей готовий розчин подають на *фасування в скляні флакони* в асептичних умовах і герметичне їх закупорювання.

Далі флакони поступають на автоматизовану лінію укладання в картонні коробки і обандеролювання для *складського зберігання і реалізації готової продукції* для підприємств харчової промисловості.

Можливо налагодити виробництво розділеного на фракції декстрану. *Розділення декстрану на фракції* може здійснюватися на ультрафільтраційній установці «Амікон» (США). Із реактора розчин змішаних декстранів різної молекулярної маси перекачують насосом до ультрафільтраційної установки. Мембрани в ній виготовлені з поліелектролітного комплексу, робочий тиск 0,38 МПа. Процес проходить таким чином, що на мембрані затримується високомолекулярна фракція, а низькомолекулярна (10000 кДа) проходить через мембрану і надходить у наступну ємність, звідки надходить на фасування.

3.3 Схема постадійного контролю біосинтезу

Схема постадійного контролю біосинтезу виробництва наведена в табл.3.4.

Таблиця 3.4 – Схема постадійного контролю процесів виробництва

Номер контрольної точки та назва стадії	Об'єкт контролю і показник, що визначається	Методи контролю	Періодичність перевірки та порядок відбору проб	Нормативна характеристика показника, що визначається
1. Мікробіологічний контроль щоденного та генерального прибирання приміщень	Наявність мікроорганізмів	Висів на щільні середовища	Після прибирання	КУО 100

2. Технологічний контроль миття та ополіскування обладнання	Час, температура	За допомогою годинника та термометра	Під час процесу	$t = 45\text{--}60\text{хв}$, $T=100^{\circ}\text{C}$
3. Технологічний контроль перевірки на герметичність обладнання	Тиск	За манометром	Під час процесу	$P = 0,5\text{--}0,6\text{ МПа}$
4. Технологічний контроль стерилізації обладнання	Час, температура	За допомогою годинника, термометра	Під час процесу стерилізації	$T=130 \pm 1^{\circ}\text{C}$, $t = 45\text{хв}$.
5. Технологічний контроль кондиціонування повітря	Температура	Датчик температури, датчик вологості	Під час процесу	$T=19\text{--}23^{\circ}\text{C}$, $W=60\%$
6. Технологічний та мікробіологічний контроль очищення повітря для D класу чистоти	Ефективність фільтрації	За допомогою лічильника часток	Після фільтрації	$E=99,95\%$, концентрація часток
7. Технологічний контроль очищення повітря на фільтрах грубої очистки	Ефективність фільтрації	За допомогою фільтра	Після фільтрації	$E=80\%$, концентрація часток
	Тиск	манометр	Під час процесу	$P=0,35\text{--}0,5\text{ МПа}$
	Температура	Датчик температур	Під час процесу	$T=26^{\circ}\text{C}$
	Вологість		Під час процесу	$W = 40\%$
8. Приготування поживного середовища: мікробіологічний, технологічний контроль приготування та стерилізації 8.1. розчину А	Режим стерилізації розчину сахарози; температура; час; мікробна контамінація;	Технічний термометр, годинник, мікробіологічний метод, розведення та висів на МПА та ГКА.	Температура визначається безперервно під час стерилізації; наявність контамінантів після	$T= 112^{\circ}\text{C}$, $t = 30\text{хв}$; присутність мікроорганізмів не допускається.

8.2 розчину Б 8.3 розчину В			проведення стерилізації	
9. Технологічний та мікробіологічний контроль процесу вирощування інокуляту в колбах на качалках	Температура, час, кількість обертів мішалки, мікробна контамінація	Термометр технічний, годинник, ФЕК. мікроскопіювання, розведення та висів на МПА та ГКА.	Під час вирощування посівного матеріалу в колбах, наявність контамінантів після процесу ферментації	$T = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 18\text{ год}$, $n = 250\text{ об/хв}$, відсутність сторонньої мікрофлори
10. Технологічний та мікробіологічний контроль процесу вирощування посівного матеріалу в посівному апараті 1	Температура, час, кількість обертів мішалки, мікробна контамінація	Термометр, годинник, ФЕК, мікроскопіювання, розведення та висів на МПА та ГКА.	Під час вирощування посівного матеріалу в інокуляторі, наявність контамінантів після процесу ферментації.	$T = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t = 18\text{ год}$, $n = 250\text{ об/хв}$; відсутність сторонньої мікрофлори
11. Технологічний та мікробіологічний контроль процесу вирощування інокуляту в посівному апараті 2	Температура, час, кількість обертів мішалки, мікробна контамінація, концентрація розчиненого кисню в ПС від повного насичення.	Термометр, годинник, ФЕК, рН-метр, мікроскопіювання, розведення та висів на МПА та ГКА.	Під час вирощування посівного матеріалу в ферментері, наявність контамінантів кожні 4–6 годин..	$T = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, $pH = 5,5$, $t = 18\text{ год}$, $n = 250\text{ об/хв.}$, $N = 1\text{ об/об/хв.}$, відсутність сторонньої мікрофлори
12. Технологічний та мікробіологічний контроль процесу вирощування інокуляту в ферментері	Температура, час, кількість обертів мішалки, мікробна контамінація, концентрація	Термометр, годинник, ФЕК, рН-метр, мікроскопіювання, розведення та висів на	Під час вирощування посівного матеріалу в ферментері, наявність контамінантів кожні 4–6 годин.	$T = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, $pH = 5,5$, $t = 18\text{ год}$, $n = 250\text{ об/хв.}$, $N = 1\text{ об/об/хв.}$, відсутність сторонньої мікрофлори

	ція розчиненого кисню в ПС від повного насичення.	МПА та ГКА.		
13. Технологічний, хімічний та мікробіологічний контроль при виробничому культивуванні	Температура, час, рН, кількість обертів мішалки, мікробна контамінація, концентрація розчиненого кисню в ПС від повного насичення.	Термометр, годинник, рН-метр, оксиметр, ФЕК, мікроскопіювання, розведення та висів на МПА та ГКА.	Під час вирощування посівного матеріалу у ферментері, наявність контамінантів кожні 4–6 годин.	$T = 26\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\text{pH} = 5,5$, $t = 18\text{ год}$, $n = 250\text{ об/хв.}$, $N = 1\text{ об/об/хв.}$, $C_{\text{декстрану}} = 90,4\text{ г/л}$, $C_{\text{декстрасахарази}} = 108.26\text{ ДСУ/мл}$, $C_{\text{кисню}} = 5\%$, відсутність сторонньої мікрофлори
14. Технологічний контроль розбавлення культуральної рідини	Об'єм	За датчиком рівня	Під час процесу	1 $V_{\text{к.р.}} = 3 V_{\text{води}}$
15. Технологічний контроль процесу центрифугування	Кількість обертів, час	Годинник	Під час процесу	$n = 10\,000\text{ об/хв.}$, $t = 15\text{ хв.}$
16. Хімічний, технологічний контроль осадження ЕПС	Концентрація спирту, об'єм	За датчиком рівня	Під час процесу	$V_{\text{к.р.}} = 3 V_{\text{спирту}}$, $C_{\text{спирту}} = 96\%$
17. Технологічний контроль розчинення ЕПС	Об'єм	За датчиком рівня	Під час процесу	1 $V_{\text{к.р.}} = 3 V_{\text{води}}$
18. Технологічний контроль деструкції ЕПС	Об'єм, концентрація кислоти, рН	За датчиком рівня, за датчиком рН.	Під час процесу	$C_{\text{кислоти}} = 10\%$, $\text{pH} = 1,0-1,5$

19. Технологічний контроль нейтралізації кислоти	Об'єм та концентрація гідрооксиду натрію, рН	За датчиком рівня, датчиком рН.	Під час процесу	Слугу = 10 %, рН=6,0-6,5
20. Технологічний контроль фасування в стерильних умовах продукту скляні флакони	Об'єм, тиск.	За датчиком рівня, манометр	Під час процесу	Vфлакона P=0,38 МПа

3.4 Вимоги до якості готової продукції

Біотехнологічний препарат, що складається із сумішші декстранів відноситься до добавок для харчової промисловості (кондитерської, консервної та ін.).

Технологічні функції препарату: Загущувачі. CAS№ 9004-54-0

Склад: Декстрини являють собою слабо розгалужені ланцюги β -(1,6)-D-глюкози з окремими β -(1,3)-зв'язками.

Молекулярна маса: Від $6 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^5$.

Зовнішній вигляд: густа напіврідка маса жовтоватого кольору або жовтий легкосіпучий порошок.

Фізико-хімічні властивості: добре розчинний у холодній воді; середньо розчинний у спирті; нерозчинний у жирах.

Природне джерело. Декстрини можуть утворюватися на цукрових фабриках та цукропереробних підприємствах при порушеннях виробничої гігієни (ураження цукрових розчинів бактеріями *Leuconostos*).

Отримання. Виробляються ферментацією *Leuconostos mesenteroides* В 512 або іншими штамами *Leuconostos* з розчинів, що містять сахарозу, глюкозу або мальтозу. Декстрини осаджують (іноді фракціонують) із освітленого фільтрату добавкою спирту або збагачують шляхом кислотного гідролізу фракцію з молекулярною масою 40 000-60 000.

3.5 Продуктовий розрахунок і матеріальний баланс виробництва

З техніко-економічного обґрунтування потреба в біопрепаратах декстрану на основі бактерій *Leuconostoc* для виробництва продукті жельованих овочів складає $G_{нд} = 1000$ кг. За умовами замовника цю кількість препарату потрібно виробити за 250 днів.

За даними наукових джерел максимальний синтез бактерій досягається за умов росту штаму *Leuconostoc* на середовищі такого складу (г/л):

Сахароза – $C_1 = 300$

Пептон – $C_2 = 5$

Дріжджовий екстракт – $C_3 = 5$

K_2HPO_4 - $C_4 = 15$

$NaCl$ – $C_5 = 0,001$

$MgSO_4 \times 7H_2O$ – $C_6 = 0,001$

$MnCl_2 \times H_2O$ – $C_7 = 0,001$

$CaCl_2$ - $C_8 = 0,005$

Всього – $C_{\Sigma\phi} = 325$ г/л.

Відповідно до нормативно-технічної документації вміст сухих речовин в готовому продукті має складати не менше 94%. Для розрахунку використовували наступні коефіцієнти:

$K_1 = 1,1$;

коефіцієнт заповнення ферментера, частка $K_{зп} = 0,6$;

коефіцієнт заповнення посівного апарата, частка $K_{па} = 0,6$;

коефіцієнт заповнення інокулятора, частка $K_{ин} = 0,6$;

коефіцієнт заповнення колб, частка $K_{кол} = 0,6$;

коефіцієнт заповнення збірника, частка $K_{зб} = 0,8$.

Сумарні втрати при виділенні готового продукту (сума всіх втрат на стадіях виділення готового продукту), частка $E_b = 0,35$; кількість посівного матеріалу для виробничих ферментерів, частка $X_{\phi} = 0,1$; кількість посівного матеріалу для посівного апарату, частка $X_{па} = 0,1$; кількість посівного матеріалу для інокуляторів, частка $X_{ин} = 0,1$; кількість посівного матеріалу для качалочних

колб, частка $X_{\text{кол}} = 0,1$; втрати культуральної рідини при біосинтезі, частка $E_{\text{ф}} = 0,1$; втрати посівного матеріалу у процесі його культивування в посівних апаратах, частка $E_{\text{па}} = 0,05$; втрати посівного матеріалу у процесі його культивування в качалочних колбах, частка $E_{\text{кол}} = 0,01$.

Розрахунок партій продукту (виробничих циклів)

За виробничий цикл отримують $V_{\text{кр}} = 0,55 \text{ м}^3$ культуральної рідини.

При одержанні культуральної рідини потрібно врахувати її витрати в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря, які становлять від 10 до 15%.

Отже, кількість поживного середовища та посівного матеріалу перед виробничим біосинтезом становитиме:

$$V_{\text{роб.1}} = V_{\text{кр}} / (1 - E_{\text{ф}}) = 0,55 / (1 - 0,15) = 0,64 \text{ м}^3, \quad (3.1)$$

де $E_{\text{ф}}$ – втрати культуральної рідини під час біосинтезу.

Виробничий біосинтез здійснюють у ферментері з робочим об'ємом $V_{\text{роб.1}} = 0,64 \text{ м}^3$.

При вибраному коефіцієнті заповнення $K_{\text{зап}} = 0,6$ розраховують геометричний об'єм ($V_{\text{ф}}$), що становить

$$V_{\text{ф}} = V_{\text{роб.1}} / K_{\text{зап}} = 0,64 / 0,6 = 1,06 \text{ м}^3 \quad (3.2)$$

Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер $V_{\text{сф}} = 1,25 \text{ м}^3$

Уточнюємо раніше прийнятий коефіцієнт заповнення

$$K_{\text{зап}} = V_{\text{роб.1}} / V_{\text{сф}} = 0,64 / 1,25 = 0,512 \quad (3.3)$$

Уточнений коефіцієнт заповнення перебуває у вибраних межах, отже геометричний об'єм ферментера вибрано вірно. (0,1-0,11)

Кількість посівного матеріалу (доза) для ферментера становить 10% від об'єму поживного середовища.

Тоді кількість поживного середовища в ферментері буде становити:

$$V_{\text{пс.1}} = V_{\text{роб.1}} / (1 + X_{\text{ф}}) = 0,64 / (1 + 0,1) = 0,58 \text{ м}, \quad (3.4)$$

де $X_{\text{ф}}$ - доза посівного матеріалу для ферментера.

Кількість посівного матеріалу становить:

$$V_{\text{пм1}} = V_{\text{роб.1}} - V_{\text{пс.1}} = 0,64 - 0,58 = 0,06 \text{ м}^3 \quad (3.5)$$

Для одержання 0,06 м³ інокулятору в посівному апараті враховуємо втрати в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря, які становлять від 10 до 15%.

Тоді кількість поживного середовища та посівного матеріалу в посівному апараті становитиме:

$$V_{\text{роб.2}} = V_{\text{пм.1}} / (1 - E_{\text{па}}) = 0,06 / (1 - 0,10) = 0,06 \text{ м}^3 \quad (3.6)$$

Кількість посівного матеріалу становить 10% від об'єму поживного середовища. Тоді кількість поживного середовища в посівному апараті буде становити:

$$V_{\text{пс2}} = V_{\text{роб.2}} / (1 + X_{\text{па}}) = 0,06 / (1 + 0,1) = 0,54 \text{ м}^3, \quad (3.7)$$

де $X_{\text{па}}$ – доза інокуляту для посівного апарату.

Кількість посівного матеріалу для посівного апарату становить

$$V_{\text{пм2}} = V_{\text{роб.2}} - V_{\text{пс2}} = 0,06 - 0,54 = 0,4 \text{ м}^3 \text{ або } 40 \text{ л.} \quad (3.8)$$

Кількість інокуляту $V_{\text{роб.2}} = 0,01 \text{ м}^3$ можна одержати під час культивування дріжджів у посівному апараті геометричний об'ємом

$$V_{\text{па2}} = V_{\text{роб.2}} / K_{\text{зап}} = 0,06 / 0,6 = 0,1 \text{ м}^3. \quad (3.9)$$

Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер $V_{\text{сф}} = 0,55 \text{ м}^3$.

Уточнюємо коефіцієнт заповнення:

$$K_{\text{з1}} = V_{\text{роб.2}} / V_{\text{сф}} = 0,06 / 0,55 = 0,10. \quad (3.10)$$

Для одержання 33 л посівного матеріалу в інокуляторі враховуємо втрати в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря, які становлять 10%.

Тоді кількість поживного середовища та посівного матеріалу перед культивуванням в інокуляторі становитиме:

$$V_{\text{роб.3}} = V_{\text{пм2}} / (1 - E_{\text{ін}}) = 33 / (1 - 0,10) = 36,66 \text{ л.} \quad (3.12)$$

Кількість посівного матеріалу становить 10% від об'єму поживного середовища.

Тоді кількість поживного середовища в інокуляторі буде:

$$V_{\text{пс.3}} = V_{\text{роб.3}} / (1 + X_{\text{ін}}) = 36,66 / (1 + 0,1) = 33,3 \text{ м}^3, \quad (3.13)$$

де $X_{\text{ін}}$ - доза посівного матеріалу для інокулятора.

Кількість посівного матеріалу для інокулятора становить

$$V_{\text{пм.3}} = V_{\text{роб.3}} - V_{\text{пс.3}} = 36,66 - 33,3 = 3,36 \text{ л.} \quad (3.14)$$

Кількість інокуляту $V_{\text{роб.3}} = 36,66$ л можна одержати під час культивування мікроміцету в інокуляторі геометричним об'ємом

$$V_{\text{ін3}} = V_{\text{роб.3}} / K_{\text{зап}} = 36,66 / 0,6 = 61,1 \text{ л.} \quad (3.15)$$

Приймаємо найближчий за об'ємом ферментер $V_{\text{сф}} = 55,5$ л та уточнюємо коефіцієнт заповнення.

$$K_{\text{з1}} = V_{\text{роб.2}} / V_{\text{сф}} = 36,66 / 55,5 = 0,66 \quad (3.16)$$

Для одержання 0,55 л посівного матеріалу в малому інокуляторі врахуємо втрати в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря, які становлять 10%.

Тоді кількість поживного середовища для малого інокулятора перед культивуванням в малому інокуляторі становитиме:

$$V_{\text{роб.4}} = V_{\text{пм3}} / (1 - E_{\text{ін}}) = 0,55 / (1 - 0,1) = 0,6 \text{ л.} \quad (3.17)$$

Кількість посівного матеріалу для малого інокулятора становить 10% від об'єму поживного середовища в малому інокуляторі.

Тоді кількість поживного середовища в малому інокуляторі буде становити:

$$V_{\text{пс.4}} = V_{\text{роб.4}} / (1 + X_{\text{ін}}) = 0,6 / (1 + 0,1) = 0,54 \text{ л,} \quad (3.18)$$

де $X_{\text{ін}}$ - доза посівного матеріалу для інокулятора.

Кількість посівного матеріалу становить

$$V_{\text{пм4}} = V_{\text{роб.4}} - V_{\text{пс.4}} = 0,6 - 0,54 = 0,06 \text{ л.} \quad (3.19)$$

Кількість інокуляту $V_{\text{роб.4}} = 0,6$ л можна одержати під час культивування мікроміцету в малому інокуляторі

$$V_{\text{ін4}} = V_{\text{роб.4}} / K_{\text{зап}} = 0,6 / 0,6 = 1 \text{ л.} \quad (3.20)$$

Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер $V_{\text{сф}} = 10$ л, уточнюємо коефіцієнт заповнення:

$$K_{31} = V_{\text{роб.4}} / V_{\text{сф}} = 0,6 / 10 = 0,006. \quad (3.21)$$

Кількість інокуляту для засіву малого інокулятора $V_{\text{ім.4}} = 0,30$ л можна одержати культивуванням мікроміцету у колбах на качалці. Для цього використовують качалочні колби об'ємом $V_{\text{колб}} = 750$ мл та коефіцієнтом заповнення $K_{\text{зап}} = 0,2$.

Тоді кількість колб для отримання посівного матеріалу становитиме:
 $N_{\text{колб}} = V_{\text{ім.4}} / (V_{\text{колб}} * K_{\text{зк}}) = 300 / (750 * 0,2) = 2. \quad (3.22)$

Таким чином, для одержання посівного матеріалу необхідно 2 качалочні колби.

Розрахунок об'ємів поживного середовища та посівного матеріалу для виробництва

3.1 Об'єм готового поживного середовища та посівного матеріалу у виробничому ферментері з врахуванням втрат при біосинтезі, частка $E_{\text{ф}} = 0,1$ складе:

$$V_{\text{ф}} = V_{\text{кр}} / (1 - E_{\text{ф}}) = 5500 / (1 - 0,1) = 6,111 \text{ л} \quad (3.23)$$

3.2 Об'єм готового поживного середовища для виробничого ферментера, л:

$$V_{\text{псф}} = V_{\text{ф}} / (1 + X_{\text{ф}}) = 6,111 / (1 + 0,1) = 5,555 \text{ л} = 5,555 \text{ м}^3 \quad (3.24)$$

3.3 Витрати посівного матеріалу на засів виробничого ферментера:

$$V_{\text{імф}} = V_{\text{ф}} - V_{\text{псф}} = 6,111 - 5,555 = 556 \text{ л}. \quad (3.25)$$

3.4 Розрахунок кількості компонентів поживного середовища виробничого ферментера

3.4.1 У відповідності з прийнятим складом поживного середовища для виробничого біосинтезу загальні витрати компонентів на визначений об'єм поживного середовища $V_{\text{псф}}$ складуть:

$$G_{\text{ф}} = V_{\text{псф}} * C_{\Sigma\text{ф}} = 5,555 * 325 = 1805,3 \text{ кг, в тому числі:} \quad (3.26)$$

$$\text{Сахарози } G_1 = G_{\text{ф}} * C_1 / C_{\Sigma\text{ф}} = 1805,3 * 300 / 325 = 1666$$

$$\text{Пептон } G_2 = G_{\text{ф}} * C_2 / C_{\Sigma\text{ф}} = 1805,3 * 5 / 325 = 27,77$$

$$\text{Дріжджовий екстракт } G_3 = G_{\text{ф}} * C_3 / C_{\Sigma\text{ф}} = 1805,3 * 5 / 325 = 27,77$$

$$\text{K}_2\text{HPO}_4 \quad G_3 = G_{\text{ф}} * C_3 / C_{\Sigma\text{ф}} = 1805,3 * 15 / 325 = 83,3$$

$$\text{NaCl} \quad G_3 = G_{\text{ф}} * C_3 / C_{\Sigma\text{ф}} = 1805,3 * 0,001 / 325 = 0,005$$

$$\text{MgSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O} \quad G_3 = G_{\phi} * C_3 / C_{\Sigma\phi} = 1805,3 * 0,001 / 325 = 0,005$$

$$\text{MnCl}_2 \times \text{H}_2\text{O} \quad G_3 = G_{\phi} * C_3 / C_{\Sigma\phi} = 1805,3 * 0,001 / 325 = 0,005$$

$$\text{CaCl}_2 \quad G_3 = G_{\phi} * C_3 / C_{\Sigma\phi} = 1805,3 * 0,001 / 325 = 0,005$$

Всього 1804,86

Розрахунок матеріального балансу (із врахуванням кількості стадій підготовки посівного матеріалу) наведено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Матеріальний баланс на один цикл виробничого біосинтезу

1. Приготування ПС для вирощування інокуляту в колбах качалках			
Агар-Агар	00,6111	Нестерильне ПС	0,44699978
	0,44088878		
Всього	0,44699978	Всього	0,44699978
2. Стерилізація ПС в автоклаві			
Нестерильне ПС	0,44699978	Стерильне ПС	0,44699978
Всього	0,44699978	Всього	0,44699978
3. Вирощування посівного матеріалу в колбах на качалках			
Стерильне ПС	0,44699978	посівний матеріал	0,486782763
Посівний матеріал з колб	0,044699978		
Втрати (частка)	0,01	Втрати (кількість)	0,004917
Всього	0,49169976	Всього	0,49169976
4. Приготування ПС для інокулятора 10 л			
Сахароза	0,003888	Нестерильне ПС	4,38104487
Пептон	0,000486		
Дріжджовий екстракт	0,00537273		
K ₂ HPO ₄	0,000486		
NaCl	0,000486		
MgSO ₄ × 7H ₂ O	0,000486		
MnCl ₂ × H ₂ O	0,00537273		
CaCl ₂	0,048843		
	4,32245514		
Всього	4,38104487	Всього	4,38104487
5. Стерилізація ПС для інокулятора 10 л			
Нестерильне ПС	4,38104487	Стерильне ПС	4,86782763
Конденсат	0,486782763	(втрат немає)	
Всього	4,86782763	Всього	4,86782763
6. Вирощування посівного матеріалу в малому інокуляторі 10л			
Стерильне ПС	4,86782763	Посівний матеріал	5,08687987
Посівний матеріал з колб	0,486782763		
	3		

Втрати (частка)	0,05		0,26773052
Всього	5,35461039	Всього	5,35461039
7. Приготування ПС для інокулятора 60 л			
Сахароза	0,40688	Нестерильне ПС	45,7819188
Пептон	0,05086		
Дріжджовий екстракт	0,5622573		
K ₂ HPO ₄	5,11143		
NaCl	0,40688		
MgSO ₄ ×7H ₂ O	0,05086		
MnCl ₂ ×H ₂ O	0,5622573		
CaCl ₂	5,11143		
	39,6504915		
Всього	45,7819188		45,7819188
8. Стерилізація ПС для інокулятора 60л			
Нестерильне ПС	45,7819188	Стерильне ПС	50,8687987
Конденсат	5,08687987	Втрат немає	
Всього	50,8687987		50,8687987
9. Вирощування посівного матеріалу в інокляторі 60л			
Стерильне ПС	50,8687987	Посівний матеріал	53,1578947
Посівний матеріал з інокулятора	5,08687987		
Втрати (частка)	0,05	Втрати (кількість)	2,79778393
Всього	55,9556786		55,9556786
10. Приготування ПС для посівного апарату 630 л			
Сахароза	0,42507463	Нестерильне ПС	478,421052
Пептон	0,05313433		
Дріжджовий екстракт	0,5874		
K ₂ HPO ₄	5,34		
NaCl	0,42507463		
MgSO ₄ ×7H ₂ O	0,05313433		
MnCl ₂ ×H ₂ O	0,5874		
CaCl ₂	5,34		
	472,015443		
Всього	478,421052	всього	478,421052
11. Стерилізація ПС в посівному апараті 630 л			
Нестерильне ПС	478,421052	Стерильне ПС	531,578947
Конденсат 10%	53,1578947	(втрат немає)	
Всього	531,578947	Всього	531,578947
12. Вирощування посівного матеріалу в посівному апараті 630 л			
Поживне середовище	531,578947	посівний матеріал	555,5

Посівний матеріал з іноку-	53,1578947		
втррати	0,05	втррати (кількість)	29,2368421
Всього	584,736842	всього	584,736842
13. Приготування ПС для ферментера 5м ³			
Сахароза	4,41	Нестерильне ПС	44441
Пептон	0,55		
Дріжджовий екстракт	6,10		
K ₂ HPO ₄	55,5		
NaCl	4,41		
MgSO ₄ ×7H ₂ O	0,55		
MnCl ₂ ×H ₂ O	6,10		
CaCl ₂	55,5		
	44374,44		
Всього	44441	Всього	44441
14. Стерилізація ПС для ферментера 5м ³			
Нестерильне ПС	44441	Стерильне ПС	55551
розбавлення конденсатом	11111		
Всього	55551	Всього	55551
15. Виробничий біосинтез			
Стерильне ПС	5555	культуральна рідина	6722,1
посівний матеріал з посівного апарату	555,5	2311,2	
Втррати (частка)	0,1	Втррати (кількість)	611,1
Всього	6111	Всього	6,111

3.6 Інженерно – технічне забезпечення проєкту

Архітектурно-будівельна частина проєкту виробництва

Каркас одноповерхового промислового будинку - основна несуча конструкція, що являє собою систему поперечних рам, які складаються з колон, жорстко зароблених в окремо стоячі фундаменти і жорстко зв'язаних з ригелями у виді балок покриття, по верхнім поясам яких створюють настил під покрівлю.

Основні обгороджуючі конструкції покриття: настили, пароізоляція, теплоізоляція, вирівнюючий шар асфальту чи цементного розчину.

Настил проєктують з залізобетонних ребристих плит, що укладаються на верхні пояси балок і кріпляться до них зварюванням закладних деталей.

Пароізоляційний шар захищає теплоізоляцію від зволоження водяними парами, у покриття проникаючими з приміщень, його виконують з 1-2 шарів руберойду, що наклеюється на бітумну мастику.

Зовнішні стіни в будинку з повним каркасом ніякого навантаження крім власної ваги не несуть; тому називаються самонесучи. Вони виконують тільки обгороджуючу функцію. Такі стіни проєктують з крупнорозмірних стінових панелей довжиною 6 м. Стійкість торцевих стін забезпечується колонами фахверка (вітровими). Колони виконують сталевими з прокатних профілів, реґеля з залізобетону.

Колони фахверка встановлюють з нульовою прив'язкою, між колонами основного каркаса з кроком 6 м. Для поділу внутрішніх обсягів будинку на окремі виробничі, допоміжні, складські й інші приміщення застосовують перегородки. Їх виготовляють із крупнорозмірних залізобетонних, гіпсобетонних і гіпсожужільних панелей товщиною 80-100 мм.

Панельні перегородки кріплять до стін і елементів каркаса за допомогою анкерів. Внутрішні стіни і перегородки розміщають по розбивчим осям, у разі потреби - між осями. Розміри і розміщення віконних прорізів визначають відповідно до вимог раціональної організації природного висвітлення, аерації прим.

У внутрішній обробці приміщень панельних стінах передбачають тільки замірку швів. В основних виробничих приміщеннях, мийних відділеннях, лабораторії, душових, туалетах нижні частини стінових панелей, перегородок, а також поверхні залізобетонних колон на висоту 1,8 м облицьовують глазурованою плиткою. В інших приміщеннях передбачають масляні панелі на висоту 1,8 м. Конструкції, що утворюють стелі, затирають цементним розчином.

Стіни вище панелей і стелі білять чи красять клейовими фарбами світлих тонів. У холодильних камерах стелі затирають, стіни штукатурять по ізоляційному матеріалу і роблять вапняну побілку. Заповнення віконних і дверних прорізів офарблюють олійною фарбою 2 рази.

Побутові приміщення підприємства вимагають особливого санітарного режиму і відноситься до IV групи. До складу побутових приміщень цієї групи входять: гардеробні для збереження вуличного і домашнього одягу і гардеробні для збереження робочого одягу, душові, умивальні, убиральні, а також спеціальні приміщення: кімната медичного огляду, санітарний пост, приміщення для особистої гігієни жінок.

При головному вході у виробничий корпус і допоміжні приміщення передбачають вестибюль.

Гардеробні приміщення для збереження вуличного, домашнього і спеціального одягу проєктують зального типу (без коридорів). Входи в гардеробні, розташовані суміжно з вестибюлем, передбачають через тамбур. Проєктуючи гардеробні блоки, виключають можливість перетинання потоків руху працюючих.

Гардеробні, призначені для збереження робочого одягу, розміщують ізоляційно від приміщень, де зберігається вуличний одяг і домашній. Одяг зберігається закритим способом (у шафах). Кількість шаф приймають рівним загальної кількості працюючих у всіх змінах. Розміри стандартних шаф - глибина 50 см, висота 165 см, ширина 33 см (для збереження вуличного і домашнього одягу). Шафи для збереження робочого одягу мають ширину 25 см при звичайному складі.

Душові розміщують суміжно з гардеробними. При них розташовують переддушеву та туалет. Душові кабінки відокремлюються одна від іншої вологостійкими перегородками висотою 1,6 м, що не доходять до підлоги на 0,2 м.

Переддушева обладнана лавами шириною 0,3 м з розрахунку 0,4 м на одну людину, з розрахунком трьох місць на одну душову сітку. Відстань між рядами лав дорівнює 1,0 м.

Умивальні розміщують суміжно з гардеробними робочого одягу. Відстань від умивальників до шаф - не менш 2 м. Застосовують групові круглі умивальники - 90 см на 5 місць і 140 см на 8 місць. Ширина проходу між рядами умивальників не менш 2,0 м, а між крайніми рядами умивальників і стіною -

1,5 м. Ширина проходу між груповими круглими умивальниками і стіною дорівнює 0,9 м, між умивальниками 1,2 м. Кількість кранів в умивальниках установлюють по числу працюючих у найбільш численну зміну. Відстань між осями кранів умивальників у ряді дорівнює 0,65 м. На виробництві IV групи один кран на 10 чоловік, що працюють у найбільш численній зміні.

Вхід у вбиральні встановлюють через тамбури з дверима, які самі закриваються. Кількість унітазів і пісуарів у вбиральнях залежить від числа людей у найбільш численній зміні з розрахунку 15 чоловік на один прилад. Кількість унітазів не більш 16 штук.

Двері в кабінах повинні відкриватися назовні, перегородки по висоті рівні 1,8 м і на 0,2 м не доходять до підлоги.

Опалення, вентиляції та кондиціонування повітря виробничих приміщень. Опалення призначене для забезпечення температурних умов у приміщенні відповідно до вимог санітарних норм у холодну та перехідну пори року. Приміщення цеху опалюється за допомогою повітряної системи опалення, задовольняє вимоги СНіП і не підлягає перерахунку.

Опалюватись може все приміщення, а також окремі робочі місця.

Системи вентиляції, опалення і кондиціонування повітря у комплексі з технологічними заходами щодо зменшення шкідливих виробничих речовин разом з архітектурно-планувальними та конструктивними рішеннями будівель і приміщень забезпечують метеорологічні умови і вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень у відповідності до нормативних вимог. Призначення вентиляції – забезпечити чистоту повітря і певні метеорологічні умови у приміщеннях. За допомогою вентиляції видаляється забруднене або нагріте повітря із приміщення та подається свіже. Залежно від способу переміщення повітря вентиляція може бути природною, механічною або змішаною.

Кондиціонування повітря – це створення і автоматична підтримка у приміщеннях незалежно від зовнішніх умов постійних або змінних за відповідною

програмою температури» вологості, найбільш придатних для людини та нормального проходження технологічного процесу.

Водопостачання, каналізації та очистки виробничих стічних вод

Водопостачання підприємств повинно проводитися приєднанням їх до централізованої мережі водопроводу. Якість води, використовуваної для технологічних, питних і господарсько-побутових потреб, має відповідати вимогам санітарних правил і норм (СанПіН 2.1.4.1074-01 «Питна вода. Гігієнічні вимоги до якості води централізованих систем питного водопостачання. Контроль якості» або СанПіН 2.1.4.544 -96 «Гігієнічні вимоги до якості питної води при нецентралізованому водопостачанні»). Артезіанські свердловини і запасні резервуари повинні мати зони санітарної охорони не менше 25 м. За їх санітарно-технічним станом і за якістю води, що подається в резервуари і виробничі цехи, повинен бути встановлений систематичний контроль у строки, встановлені органами Держсанепіднагляду (хімічний аналіз проводиться не рідше одного разу на квартал, бактеріологічний - не рідше одного разу на місяць). Залежно від епідеміологічної обстановки кратність аналізів може бути змінена, незалежно від джерела водопостачання. При цьому приміщення водяних баків для запасної води повинні бути ізольовані. Заводи харчової промисловості є великими споживачами води питної якості. Вода витрачається для технічних потреб і цілей, миття обладнання, підлог, поливання території для задоволення господарсько-питних потреб працюючих, для гасіння пожеж.

Проектування водопроводу починається з визначення розрахункової витрати води, який знаходять за нормами водоспоживання.

Нормою водоспоживання називають кількість води, яка відноситься до одиниці випускаючої продукції, до одиниці обладнання або витратою однією людиною.

Пристрій системи каналізації підприємства повинен відповідати вимогам СНиП «Каналізація. Зовнішні мережі та споруди», «Внутрішній водопровід і каналізація будинків». [25]

Для видалення виробничих і господарсько-побутових стічних вод підприємства повинні бути приєднані до загальноміської каналізації або мати самостійну каналізацію та очисні споруди.

Внутрішня система каналізації виробничих та господарських побутових стічних вод повинна бути роздільної з самостійним випуском в дворову мережу.

Забороняється скидання у відкриті водойми виробничих і побутових вод без відповідного очищення, а також пристрій поглинаючих колодязів.

Каналізація промислового підприємства складається з внутрішньої і зовнішньої стіни. Система внутрішньої каналізації призначена для прийому стічних вод у місць їхнього утворення і транспортування їх за межі будинку. Внутрішня каналізація закінчується оглядовим колодязем на відстані 3-10м від зовнішньої стіни будинку.

Зовнішньою каналізацією підприємства називають комплекс будівель, до складу яких входять двірська мережа підземних каналізаційних трубопроводів з колодязями, місцевих (локальних) очисних споруджень.

Зовнішня каналізація проєктуемого починається від оглядових колодязів, до яких підключена внутрішня система каналізації, і закінчується місцем викиду стічних вод на поза площадкові очисні споруди. Проєктування системи каналізації починають з визначення розрахункової витрати стічних вод. По такій витраті визначають діаметр трубопроводів.

Витрати стічної води завжди трішки менше потужності водопроводу, який постачає підприємство чистою водою. Частина чистої води втрачається на витік, випаровування з мокрих поверхонь, на поливання території, використовується як складовий компонент виробленої продукції.

Підбір технологічного обладнання

Якість готового препарату залежить від правильно підбраного обладнання для реалізації технологічних процесів таких як: приготування поживного середовища, гомогенізація, перемішування, стерилізація рідких пожив-

них середовищ, внесення інакуляту, масштабування культури, виробниче культивування, відділення біомаси від культуральної рідини центрифугуванням, розведення культуральної рідини, повторне центрифугування, осадження та ін. Основними операціями у процесі біосинтезу є ферментація і перемішування поживного середовища.

Ферментація - це комплекс процесів, в який входять зростання і розвиток клітин, біосинтез ферментів, тепловиділення, транспорт метаболітів в культуральну рідину.

Оскільки ферментери з пневматичним перемішуючим пристроєм пристосовані в основному для ферментерів невеликого об'єму, та переважно в тому випадку, коли культура не потребує інтенсивного перемішування, більш доцільним є використання ферментеру з механічним перемішуючим пристроєм.

Апарати з механічним перемішуючим пристроєм є найбільш розповсюдженими у біотехнологічній промисловості сьогодення. Вони мають мішалку, що складається з лопатей різної форми і валу. Мішалка – рухомий робочий орган механічного перемішуючого пристрою, який здійснює безпосередню дію на рідке середовище. Перспективи застосування даного виду апаратів пов'язані з високою швидкістю масообміну кисню і великою економією потужності.

Механічні перемішуючі пристрої складаються з трьох основних частин: власне з мішалки, валу і приводу. Мішалка є робочим елементом пристрою, що закріплюється на вертикальному, горизонтальному або на похилому валу. Привід може бути здійснений або безпосередньо від електродвигуна (для швидкохідних мішалок), або через редуктор або клинопасову передачу.

За видом лопатей розрізняють мішалки лопатеві, пропелерні, турбінні і спеціальні. За типом створюваного мішалкою потоку рідини в апараті розрізняють мішалки, що забезпечують тангенціальну, радіальну, осьову і змішану течію.

При тангенціальній течії рідина в апараті рухається переважно концентричними колами, паралельними площині обертання мішалки. Якість перемішування буде найгіршою, коли швидкість обертання рідини буде рівна швидкості обертання мішалки. Радіальна течія характеризується направленим рухом рідини від мішалки до стінок апарату перпендикулярно осі обертання мішалки. Осьовий рух рідини направлений паралельно осі обертання мішалки.

У промислових апаратах з мішалками можливі різні поєднання цих типів течії. Тип створюваного потоку, а також конструктивні особливості мішалок визначають їх області застосування.

За високих швидкостей обертання мішалок перемішувана рідина залучається до кругового руху і навколо валу утворюється лійка, глибина якої збільшується із зростанням числа оборотів і зменшенням густини і в'язкості середовища.

Якщо кутова швидкість перемішуваного середовища висока, глибина лійки стає зіставною з глибиною установки мішалки або навіть перевищує її. За великого радіусу поверхні лійки на рівні розташування мішалки в рідину занурені тільки кінці лопатей. Це рівноцінно зменшенню площ лопатей і призводить до зменшення крутного моменту, прикладеного до рідини. Одночасно спостерігається захоплення повітря в рідину, його диспергування і утворення газорідинної суміші в зоні, безпосередньо руху лопатей. Отже, локальна густина середовища, що оточує лопаті, опиняється нижчою за середню її густину в апараті, що також викликає зменшення крутного моменту.

Таким чином, за розрахунками та потужностями і керуючись призначенням технологічного обладнання [26-28], підбираємо обладнання для технологічної лінії виробництва декстранів (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 - Підбір технологічного обладнання

Найменування обладнання	Уль-трафіль-траційна установка	Цен-три-фуга	Реактор	Тепло-обмін-ник-ре-купера-тор	Збір-ник	Тепло-обмін-ник-вигри-мувач	Ко-лонка	Фер-мен-тер	Пос-ів-ний апа-рат	Міри-ник	Фільтр індивіду-альний	Фільтр головний	Стерилиза-тор повітря	Фер-мен-тер	Проміжна ємність	Марка	Продук-тивність		Кіль-кість, Ма-шини	Габари-ти			Встановлена потужність, кВт	Одиниці вимірювання
																	Оди-ниці	Ліній		l	b	h		
Є-3,8	УФ-54	Ємність Ш-3,8	Ваги ємнісні АВ-1000	Норія ЦНМ-20-25Н1	Наут а	ГФ-3,8	ПФ-ОСО-5	Ємніст ь	ІФ-3,8	Насос НРМ-3	Ємність	ФЧ-3,8	ПФ-ОСО-5	Ф-46										
м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год
9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ø1600	Ø1600	Ø1600	2400	275	1600	1850	950	Ø350	1850	480	Ø350	1850	950	1850										
Проміжна ємність	Реактор	Центрифуга	Реактор	Тепло-обмін-ник-реку-пера-тор	Збір-ник	Тепло-обмін-ник-вигри-мувач	Колонка	Фер-мен-тер	Посі-вний апа-рат	Міри-ник	Фільтр індивіду-альний	Фільтр головний	Стерилиза-тор повітря	Фермен-тер	Проміжна ємність									
Є-3,8	УФ-54	Ємність Ш-3,8	Ваги ємнісні АВ-1000	Норія ЦНМ-20-25Н1	Наут а	ГФ-3,8	ПФ-ОСО-5	Ємніст ь	ІФ-3,8	Насос НРМ-3	Ємність	ФЧ-3,8	ПФ-ОСО-5	Ф-46										
м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год	м³/год

Розрахунки основного технологічного обладнання

Коефіцієнт заповнення, $K_3=0,6$

Робочий об'єм:

$$V_p = V_n \cdot K_3 \quad V_p = 6,3 \cdot 0,6 = 3,78 \text{ м}^3 \quad (3.27)$$

При розрахунку визначають основні конструктивні та енергетичні показники ферментера за заданим загальним об'ємом.

Спочатку необхідно встановити об'ємну масу (ρ), динамічну в'язкість (μ), коефіцієнт теплопровідності (λ), робочий тиск у ферментері при стерилізації його парою, теплоємність (C).

Для поживних середовищ основною складовою яких є сахароза ці параметри знаходяться в межах: $\rho=1020\text{--}1070\text{кг/м}^3$; $\mu = 0,00155\text{--}0,00166 \text{ Па} \cdot \text{с}$; $\lambda = 0,6 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$; $C = 4800 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$.

Робочий тиск у ферментері при стерилізації приймають не менше 0,2 МПа. Коефіцієнт заповнення ферментера поживним середовищем залежно від складу середовища та від виду мікроорганізму, що вирощують $R = 0,5 \dots 0,65$.

Конструктивний розрахунок ферментера.

Розраховують висоту циліндричної частини, загальну висоту разом з днищем та кришкою, а також висоту стовпа культуральної рідини, яка залежить від інтенсивності піноутворювання та пристрою для її гасіння. Для розрахунку циліндричної частини задаються внутрішнім діаметром, або співвідношенням $H_{\text{ц}}/R$.

За даними продуктових розрахунків було обрано апарат марки з діаметром $D_{\text{вн}} = 1020\text{мм}$ та висотою $h=1200\text{мм}$

Робочий об'єм апарата (м^3) розраховують за формулою

$$V_p = V_{\text{заг}}/R. \quad (3.28)$$

якщо $R = 0,59$, то $V_p = 0,59/0,59 = 1 \text{ м}^3$

Для виробництва амінокислот, харчових антибіотиків, ферментних препаратів висоту еліптичної частини приймають $h_{\text{ел}} = 0,25 D_{\text{вн}}$, (3.29)

$$h_{\text{ел}} = 0,25 \cdot 1020 = 255\text{мм}$$

Висота циліндричної частини ферментера, м:

$$H_{\text{ц}}=(V_{\text{р}}-2V_{\text{дн}})/F,=(1-2*0,054)/0,87=1,025_{\text{м}} \quad (3.30)$$

де F – площа перетину ферментера за внутрішнім діаметром, м^2 :

$$F = 0,785 D_{\text{вн}}^2 = 0,785 1,05^2 = 0,87 \text{ м}^2 \quad (3.31)$$

Загальна висота ферментера, м :

$$H_{\text{заг}}=H_{\text{ц}}+2h_{\text{сл}} \quad (3.32)$$

Об'єм еліптичної частини:

$$V_{\text{дн}}=(P*D_{\text{вн}})/(2*\eta-0,5*P)=(0,1*1,05)/(2*1-0,5*0,1)=0,054 \text{ м}^2 \quad (3.33)$$

де P – внутрішній тиск в апараті, що не перевищує $0,25 \text{ МПа}$;

η – коефіцієнт міцності шва, $\eta = 0,75-1,0$.

До розрахованої висоти апарата додають розміри електродвигуна, редуктора. Висоту культуральної рідини в апараті розраховують за рівнянням:

$$H_{\text{к.рід}}=V*R-V_{\text{дн}}/0,785D_{\text{вн}}^2 \quad (3.34)$$

$$H_{\text{крід.}}=(1*0,59-0,054)/(0,785-1,05^2)=0,616_{\text{м}}=616 \text{ мм.}$$

Конструктивний розрахунок механічної мішалки ферментера

При вирощуванні мікроорганізмів на рідких поживних середовищах глибинним способом рекомендується застосовувати турбінні мішалки.

Діаметр турбінної мішалки розраховують за формулою

$$d_{\text{м}}=(0,3-0,33)/D_{\text{вн}}. \quad (3.35)$$

$$d_{\text{м}}=(0,3-0,33)*1020=306_{\text{мм}}$$

Знаючи $d_{\text{м}}$, за каталогом вибирають мішалку з ефективною системою перемішування. Для перемішування середовища вязкостью $\mu = 0,00133 \text{ Па} \cdot \text{с}$ рекомендується окружная скорость мешалки $w = 7 \text{ м/с}$

Частота обертання мішалки, хв^{-1} ,

$$\eta_1=W/\pi*d_i \quad (3.36)$$

де ω – колова швидкість мішалки, м/с .

$$n=7/(3,14*0,35)=6,23_{\text{об/с.}}$$

приймаємо $n = 6 \text{ об/с}$

За одержаною величиною частоти обертання мішалки приймають фактичну швидкість.

При роботі мішалки для перемішування культури, що росте без урахування впливу допоміжних пристроїв, потужність, яка споживається, кВт:

$$N \cdot E_{um} \cdot \rho_c \cdot d^5 \cdot n^3, \text{Вт} \quad (3.37)$$

$$N = 0,3 \cdot 1020 \cdot 6^3 \cdot 0,35^5 = 360 \text{Вт.}$$

де E_{um} – критерій потужності, що залежить від інтенсивності перемішування і характеризується критерієм Рейнольдса (Re);

ρ_c – густина середовища, кг/м³;

n – число обертів мішалки, хв;

d – діаметр мішалки, м;

Визначають режим перемішування по модифікованому числу Рейнольдса:

$$Re_m = \rho_c \cdot n \cdot d^2 / \mu_c \quad (3.38)$$

$$Re = 1050 \cdot 6 \cdot 0,35^2 / 0,0016 = 482343,75$$

За графіком визначають значення числа Ейлера (потужності), що відповідає даній мішалці й режиму перемішування.

$$Eu = 0,3$$

Настановна потужність електродвигуна (з урахуванням запасу потужності $K=1, 2 \dots 1,6$ і к.к.д. передачі $\eta=0, 8 \dots 0,9$)

$$N_{уст.} = K \cdot N / \eta = 1,2 \cdot 357 / 0,89 = 481 \text{Вт} = 0,5 \text{кВт} \quad (3.39)$$

За прийнятою величиною частоти обертання мішалки та потужністю за каталогом вибирають мотор-редуктор ЗМП-40-180-15-G320-Ц-У3, 380В.

Тепловий розрахунок ферментера

Робочий об'єм ферментера $V = 0,300$ м³, до складу живильного середовища

$$M_L = V \cdot \rho \cdot 0,05 = 0,300 \cdot 1020 \cdot 0,05 = 15,3 \text{кг} \quad (3.40)$$

Тепловиділення при розщепленні складає близько 20 МДж/кг.

При умові, що час циклу дорівнює 24 години, кількість біологічного тепла, що виділяється цією культурою (теплова потужність охолоджуючого пристрою) складе:

$$Q_{сек} = M_L \cdot 20 \cdot 10^6 / (24 \cdot 3600) = 2314 \text{Вт} \quad (3.41)$$

Щоб уникнути перегріву середовища виділяється тепло відводять. Тепло відводиться охолоджуючою водою $Q_{\text{вод}}$, повітрям $Q_{\text{пов.}}$, що подається на аерація культури, тепловипромінюванням $Q_{\text{п.}}$.

Тепловий баланс ферментатора:

$$Q_{\text{сек}} = Q_{\text{вод}} + Q_{\text{возд}} + Q_{\text{п.}} \quad (3.42)$$

$Q_{\text{пов.}} = 0$ за відсутності подачі повітря

Втрати на тепловипромінювання в навколишнє середовище приймаємо 2% від Q : $Q_{\text{п}} = 0,02 \cdot 2314 = 462 \text{ Вт.}$ (3.43)

Тепло, що відводиться водою:

$$Q_{\text{вод}} = Q_{\text{сек}} - Q_{\text{п}} = 2314 - 462 = 1852 \text{ Вт.} \quad (3.44)$$

Витрата води для відводу тепла (охолодження ферментера):

$$G_{\text{вод}} = \frac{Q_{\text{вод}}}{(c \cdot (t_2 - t_1))} = 1852 / (4186 \cdot (22 - 15)) = 0,150 \text{ кг/с} \quad (3.45)$$

де t_1 і t_2 - температура води при вході в сорочку ($t_1 = 15 \text{ }^\circ\text{C}$) і при виході з сорочки ($t_2 = 22 \text{ }^\circ\text{C}$).

Потрібна поверхню охолодження ферментатора:

$$F = Q_{\text{вод}} / (K \cdot \Delta t_{\text{cp}}), \text{ де} \quad (3.46)$$

$$\Delta t_6 = 40 - 15 = 25^\circ \quad \Delta t_m = 40 - 22 = 18^\circ$$

$$\Delta t_6 / \Delta t_v = 25 / 18 < 2$$

Для даного випадку середня різниця температур теплоносіїв:

$$\Delta t_{\text{cp}} = (\Delta t_6 + \Delta t_m) / 2 = (25 + 18) / 2 = 21,5^\circ \quad (3.47)$$

Забруднення стінок відкладеннями в процесі експлуатації призводить до погіршення коефіцієнта теплопередачі, тому для розрахунку приймаємо $K = 700 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$,

$$\text{тоді } F = 1852 / (700 \cdot 21,5) = 0,125 \text{ м}^2.$$

При діаметрі корпусу ферментатора $D_n = 1,05 \text{ м}$ висота сорочки:

$$H_p = F \pi \cdot D \quad (3.48)$$

$$H_p = 0,34 / (3,14 \cdot 1,05) = 0,103 \text{ м}$$

Висота сорочки має бути не менша за 103 мм, що при висоті циліндричної частини 1025 мм, дозволяє розташувати сорочку на циліндричній частині апарату.

РОЗДІЛ 4

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

Сьогодні перед харчовою промисловістю стоїть ряд важливих завдань, серед яких: створення нових продуктів з підвищеною біологічною цінністю. На світовому ринку саме натуральні оздоровчі продукти мають найбільший попит.

Споживання жельованих овочевих продуктів відіграє значну роль у повноцінному харчуванні різних вікових груп населення, особливо у людей похилого віку. Тому при створенні нових видів продуктів із підвищеною харчовою та біологічною цінністю в даному напрямку науковцями часто використовуються натуральні рослинні інгредієнти з підвищеним вмістом природних біологічно активних речовин (БАР).

На ринку України переважно представлені різні види фруктового желе, а овочевого значно менше. У зв'язку з цим, в роботі пропонується використання бактеріальних препаратів в інноваційному методі отримання жельованих овочевих продуктів.

У якості структуроутворювачів для виготовлення продуктів желеподібної консистенції застосовують ряд речовин. Доцільно дослідити можливість та ефективність використання біотехнологічних препаратів в овочевому желе, з метою отримання високоякісної безпечної продукції, розширення асортименту та підвищення біологічної цінності.

Метою економічної частини кваліфікаційної роботи є техніко-економічне обґрунтування виробництва препаратів декстрину на основі штаму *Leuconostoc* и для подальшого використання його в харчовій промисловості.

Для досягнення мети в роботі поставлені **наступні завдання**:

- провести аналіз використання бактеріальних препаратів на основі *Leuconostoc*;
- проаналізувати доцільність проекту виробництва біотехнологічного препарату з точки зору впровадження в галузі харчової промисловості;

- розрахувати капітальні вкладення у проєкт біотехнологічної лінії в існуючому цеху на підприємстві;
- розрахувати собівартість виробленої продукції;
- розрахувати оподаткований прибуток та чистий прибуток;
- розрахувати термін окупності капітальних вкладень.

З техніко-економічного обґрунтування потреба в біопрепаратах декстрану на основі бактерій *Leuconostoc* для виробництва жельованих овочів складає $G_{нд} = 1000$ кг.

За умовами замовника цю кількість препарату потрібно виробити за 250 днів.

4.1 Розрахунок економічної ефективності проєкту

Розрахуємо інвестиції у проєкт.

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

$$I = I_{\text{буд}} + V_{\text{уст}} + T + M + H + V_{\text{зал}} + D - Л + \Delta O A, \quad (4.1)$$

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 обладнання, що демонтується: 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 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.

Для отримання біопрепаратів декстрану на основі бактерій *Leuconostoc* потрібно таке основне устаткування технологічної лінії:

– Стерилізатор повітря, потрібно 1 одиниця, вартість 1 одиниці 55 тис.грн;

– Фільтр для очистки відпрацьованого повітря «MDI», потрібно 1 одиниця, вартість 1 одиниці 40 тис.грн;

– Стерилізатор поживного середовища, потрібно 1 одиниця, вартість 1 одиниці 38 тис.грн;

– Реактор-інакулятор потрібно 1 одиниця, вартість 1 одиниці 44 тис.грн;

– Ферментер, потрібно 1 одиниця, вартість 1 одиниці 70 тис.грн;

– Центрифужна установка, потрібно 2 одиниці, вартість 1 одиниці 22 тис.грн;

– Фільтри для відділення культуральної рідини потрібно 1 одиниця, вартість 1 одиниці 50 тис.грн;

– Збірники- реактори потрібно 2 одиниці, вартість 1 одиниці 25 тис. грн.;

– Теплообмінник для стерилізації готового продукту потрібно 1 одиниця, вартість 1 одиниці 60 тис.грн;

– Фасувальний апарат у скляні флакони об'ємом 250 мл потрібно 1 одиниця, вартість 1 одиниці 75 тис.грн;

Вартість обладнання складає:

$$\text{Вуст} = 55 + 40 + 38 + 44 + 70 + 22 * 2 + 50 + 25 * 2 + 60 + 75 = 526 \text{ тис.грн.}$$

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 з отримання декстранів на основі штамів *Leuconostoc*: ВУСТ = 526 тис. грн.

$$\Delta OA = C_{\text{заг}} * k, \quad (4.2)$$

де $C_{\text{заг}}$ – 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 покупку необхідних обігових активів, приймаємо 15 %:

$$\Delta OA = 1456,1 * 0,15 = 218,4 \text{ тис. грн}$$

Розрахуємо капітальні вкладення у проект виробництва декстранів:

$$I = 526 + 216,2 = 744,4 \text{ тис. грн.}$$

Розрахунок виробничої програми

Цикл виробництва складається з: приготування посівного матеріалу та поживного середовища, стерилізація ПС; вирощування посівного матеріалу в лабораторії та вирощування посівного матеріалу в качалочних колбах, а далі в реакторі-інокуляторі та виробничому ферменторі. Після культивування біомаси бактерій роду *Leuconostoc* маса поступає на центрифугування та спеціальні обробки культуральної рідини в реакторі та повторне центрифугування. Готовий продукт представляє собою рідку суміш декстранів, який потрапляє на фасування в скляні флакони об'ємом 250мл.

Сам виробничий цикл складається з 250 днів і запланований обсяг виробництва складає 1000 кг. З продуктового розрахунку і матеріального балансу виробництва в рік заплановано 180 циклів.

Виробнича потужність розраховується: $V_{\text{вироб.потуж.}} = G / k$,

де G - запланований обсяг виробництва, кг

k – коефіцієнт використання потужностей.

В перспективі в біотехнологічному цеху планується випуск інших біопрепаратів, але при впровадженні за статистичними даними для аналогічних виробництв приймають коефіцієнт використання потужностей –80%.

$$V_{\text{вироб.потуж.}} = 1000/0,8 = 1250 \text{ кг/рік.}$$

Розрахунок чисельності працівників

Технологічна лінія з виробництва препаратів декстрину на основі штаму *Leuconostoc* працює 8 місяців 10 днів на рік. Біотехнологічна виробнича лінія майже повністю автоматизована, тому не потребує великої кількості робітників. Щодо розстановки чисельності, у технологічній частині кваліфікаційної роботи плануємо чисельність основних робітників (Чроб) – 3.

Розрахунок собівартості виробництва

Складемо калькуляцію на 1000 кг продукції з виробництва препаратів декстрину.

Витрати за статтею «Сировина і основні матеріали» наведено у табл.4.1

Таблиця 4.1 – Витрати за статтею «Сировина і основні матеріали»

Назва	Норма витрат, кг на 1 цикл	Витрати на 240 циклів, кг	Ціна за один кг, грн	Загальна вартість, грн
Сахароза	7,5	1800	90	162000
Дріжджовий екстракт	1,2	288	220	63360
Пептон	0,3	72,0	110	7920
K ₂ HPO ₄	0,9	216,0	120	25920
NaCl	0,006	0,36	70	25,2
MgSO ₄ ×7H ₂ O	0,06	3,6	180	648
MnCl ₂ ×H ₂ O	0,006	0,36	85	30,6
CaCl ₂	0,03	7,2	160	1152
Всього		-	-	261055,8

Витрати за статтею «Допоміжні матеріали» наведено у таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Вартість «Допоміжні матеріали»

Найменування	Кількість шт на 1000 кг	Ціна за од., грн.	Загальна вартість, грн
Скляні банки, об'ємом 250мл	4000	2,5	10000
Упаковочна кришка	4000	0,55	2200
Етикетка	4000	0,35	1400
Всього	-	-	13600

Витрати за статтею «Паливо і енергія на технологічні потреби» наведено у табл. 4.3

Таблиця 4.3 – Вартість «Паливо і енергія на технологічні потреби»

Найменування	Одиниця вимірювання	Кількість на випуск	Ціна, грн	Загальна вартість, грн
Електроенергія	кВт/год	8060	3,54	28532,4
Вода	м ³	80	35,16	2812,8
Всього	-	-	-	31345,2

Розрахуємо заробітну плату основним виробничим робітникам. [29] Для виробництва 1000 кг потрібно -3 робітника.

Заплануємо заробітну плату в місяць кожному з робітників у розмірі $\text{Возп} = 11800$ грн.

Тоді, основна заробітна плата на одного робітника за 8,3 місяців буде складати:

$$\text{Возп/рік} = 11\,800 * 8,3 = 97940 \text{ грн/рік.}$$

Тобто, основна заробітна плата 3-х робітників за рік буде складати:

$$97940 * 3 = 293820 \text{ грн.}$$

Витрати за статтею «Додаткова заробітна плата» складають 20% від основної:

$$\text{Вдзп} = 293820 * 0,2 = 58764 \text{ грн.}$$

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

$$Всз = (293820+58764) * 0,22 = 77568,5\text{грн.}$$

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

До витрат входять витрати утримання, амортизація, поточний ремонт обладнання та інструменту, утримання і ремонту обладнання, відшкодування зносу, інші затрати, котрі пов'язанні з утриманням та експлуатацією обладнання.

За даними для проєктного цеху їх норматив складає 100 % від основної заробітної плати: $293820 * 1 = 293820\text{грн.}$

Розрахуємо витрати за статтею «Загальновиробничі витрати», за даними заводу їх норматив складає 100 % від основної заробітної плати:

$$293820 * 1 = 293820 \text{ грн.}$$

Виробнича собівартість складає суму перелічених витрат, яка дорівнює:
 $261055,8 + 13600 + 31345,2 + 293820 + 58764 + 77568,5 + 293820 + 293820 = 1323794,5 \text{ грн.}$

Розрахуємо витрати за статтею «Адміністративні витрати», які плануємо 5 % від виробничої собівартості: $1323794,5 * 0,05 = 66189,7 \text{ грн.}$

Розрахуємо витрати за статтею «Витрати на збут», які плануємо 3% від виробничої собівартості: $1323794,5 * 0,03 = 39713,8 \text{ грн.}$

Розрахуємо витрати за статтею «Інші операційні затрати», які плануємо 2 % від виробничої собівартості: $1323794,5 * 0,02 = 26475,9\text{грн.}$

Повна собівартість на 1000 кг готового продукту представлено у таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Повна собівартість 1000 кг готового продукту

Статті витрат	Препарат декс-транів, грн.
1. Сировина і основні матеріали	261055,8
2. Допоміжні матеріали	13600
3. Паливо і енергія на технологічні цілі	31345,2
4. Основна та додаткова заробітна платня виробничим працівникам	352584
5. Відчислення на соціальні потреби	77568,5

6. Затрати на утримання і експлуатацію обладнання	293820
7. Загальновиробничі затрати	293820
Виробнича собівартість	1323794,5
8. Адміністративні затрати	66189,7
9. Витрати на збут	39713,8
10. Інші операційні витрати	26475,9
Повна собівартість, грн.	1456173,9

Розрахунок калькуляції повної собівартості 1000 л показав, що вона складає 1456173,9 грн, собівартість на 1л дорівнює $1456173,9 / 1000 = 1456$ грн.

За даними маркетингових досліджень було виявлено, що середня ціна складає 60€ за 1л., тому що аналогів такого продукту на вітчизняному ринку не має,. Приймаємо курс євро до грн., як 1 до 40, тоді в перерахунку вартість складає $60 \cdot 40 = 2400$ грн.

В роботі плануємо ціну за 1 л = 2000 грн. за л.

Розрахуємо собівартість та обсяг виробленої продукції. Розрахунки представимо у таблицях 4.5 та 4.6.

Таблиця 4.5 – Розрахунок собівартості реалізованої продукції

Найменування продукції	Річний обсяг виробництва, кг	Собівартість 1 кг, грн	Собівартість виробленої продукції, тис. грн
Препарат декстранів із <i>Leuconostoc</i>	1000	1456	1456

Розрахуємо обсяг виробленої продукції у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок обсягу виробленої продукції

Найменування продукції	Обсяг продукції, кг	Дійсна оптова ціна, грн. за 1 кг	Обсяг виробленої продукції, тис. грн
Препарат декстранів із <i>Leuconostoc</i>	1000	2000	2000

Розрахунок прибутку та чистого прибутку

Розрахуємо прибуток від виробництва та реалізації продукції.

Оподаткований прибуток від збільшення обсягу виробництва продукції визначимо за формулою:

$$\Pi = \text{ВП} - \text{С}, \quad (4.3)$$

де Π – прибуток за рік, тис.

ВП – обсяг виробленої продукції,

С – собівартість виробленої продукції,

$$\Pi = 2000 - 1456 = 544 \text{ тис. грн.}$$

Розрахуємо чистий прибуток за формулою:

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi_{\text{п}}, \quad (4.4)$$

де Π – оподаткований прибуток за рік, тис.

$\Pi_{\text{п}}$ – податок на прибуток (на 01.01.2022 року – 18%).

$$\text{ЧП} = 544 - 544 \cdot 0,18 = 446,1 \text{ тис. грн.}$$

Середньорічний виробіток одного працівника, тис. грн. дорівнює відношенню обсягу виробництва (тис.грн.) до чисельності: $2000/3 = 666,7 \text{ тис.грн.}$

Розрахунок терміну окупності інвестицій

Розрахуємо термін окупності капітальних вкладень.

Термін окупності капітальних вкладень визначаємо за формулою:

$$T = I / \text{ЧП}, \quad (4.5)$$

де I – інвестиції у проєкт, тис.;

ЧП – чистий прибуток, тис.

$$T = 744,4 / 446,1 = 1,7 \text{ років.}$$

З економічних розрахунків отримуємо термін окупності виробництва – 1,6 років.

Основні техніко-економічні показники проєкту виробництва представимо у таблиці 4.7.

Таблиця 4.7 - Основні техніко-економічні показники проєкту виробництва

Найменування показників	Значення показників
1. Виробнича потужність, кг	1250
1.Обсяг виробленої продукції, кг	1000
2.Обсяг виробленої продукції, тис. грн.	2000
3. Собівартість виробленої продукції, тис. грн.	1456
4. Прибуток, тис. грн.	544
5. Чистий прибуток, тис. грн.	446,1
6. Чисельність працюючих, люд.	3
8. Середньорічний виробіток одного працівника, тис. грн.	666,67
7. Інвестиції, тис. грн.	744,4
8. Строк окупності інвестицій, років	1,7

ВИСНОВКИ

В результаті установки технологічної лінії для виробництва обсяг виробленої продукції цеху виробництва складе 1000 кг, що в грошовому вираженні складає 1456 тис. грн. Собівартість виробленої продукції складає 2000 тис. грн. Прибуток після установки цеху складає 544 тис. грн., з якого чистий прибуток складає 446,1 тис. грн. Інвестиції у запропонований проєкт необхідні у сумі 744,4 тис. грн., строк окупності яких складе 1,7 років, що є достатньо високим показником для цього виробництва.

Всі розраховані показники дозволяють стверджувати, що виробництво лінії на комплексному біотехнологічному заводі є економічно вигідним та ефективним.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Безпека виробництва та застосування є невід'ємними вимогами до будь-якого технологічного процесу. [30,31] Мірою безпеки на підприємстві служить вміст у повітрі приміщень і на поверхнях будь-яких потенційно небезпечних матеріалів. Об'єктами спостереження при вирішенні проблем виробничої безпеки є як робоче середовище, так і персонал. Тільки при благополучному стані зазначених об'єктів спостереження можна гарантувати, що прийняті заходи ефективні. Сказане рівною мірою відноситься також і до контролю всіх матеріальних потоків, що надходять з підприємства в навколишнє середовище.

5.1 Охорона праці

Ідентифікація небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які мають найбільший вплив на працюючих

За своїм походженням та природою дії НШВФ можна поділити на 5 груп: фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні та соціальні.

До фізичних НШВФ відносяться машини та механізми або їх елементи, а також вироби, матеріали, заготовки тощо, які рухаються або обертаються; конструкції, які руйнуються; системи, устаткування або елементи обладнання, які знаходяться під підвищеним тиском; підвищена запиленість та загазованість повітря; підвищена або понижена температура повітря, поверхонь приміщення, обладнання, матеріалів; підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку, інфразвуку; підвищений або понижений барометричний тиск та його різкі коливання; підвищена та понижена вологість; підвищена швидкість руху та підвищена іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючих випромінювань; підвищене значення напруги в електричній мережі; підвищені рівні статичної електрики, електромагнітних випромінювань; підвищена напруженість електричного, магнітного полів; відсутність або нестача світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла; понижена контрастність; прямий та віддзеркалений блиск;

підвищена пульсація світлового потоку; підвищені рівні ультрафіолетової та інфрачервоної радіації; гострі кромки, задирки, шершавість на поверхні заготовок, інструментів та обладнання; розташування робочого місця на значній висоті відносно землі (підлоги); слизька підлога; невагомість. [32]

До хімічних НШВФ відносяться хімічні речовини, які по характеру дії на організм людини поділяються на токсичні, задушливі, наркотичні, подразнюючі, сенсibiliзуючі, канцерогенні, мутагенні та такі, що впливають на репродуктивну функцію. По шляхам проникнення в організм людини вони поділяються на такі, що потрапляють через:

- 1) органи дихання;
- 2) шлунково-кишковий тракт;
- 3) шкіряні покриви та слизисті оболонки.

До біологічних НШВФ відносяться патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, грибки, найпростіші) та продукти їхньої життєдіяльності, а також макроорганізми (тварини та рослини).

До психофізіологічних НШВФ відносяться фізичні (статичні та динамічні) перевантаження і нервово-психічні перевантаження (розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження).

Соціальні НШВФ – це неякісна організація роботи, понаднормова робота, необхідність роботи в колективі з поганими відносинами між його членами, соціальна ізоляція з відривом від сім'ї, зміна біоритмів, незадоволеність роботою, фізична та/або словесна образа та її ризик, насильство та його ризик.

У проєктованому цеху з виробництва препарату декстранів встановлено наступне обладнання:

1. Ферментер
2. Посівний апарат
3. Центрифуги
4. Електродвигуни

5. Фільтри для очищення повітря
6. Компресори
7. Реактор змішувач

У процесі роботи виникає ряд потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів: фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні (згідно Державних санітарних норм і правил) [33], які показані у табл. 5.1

Таблиця 5.1 - Небезпечні і шкідливі виробничі фактори та джерело їх виникнення

№ з/п	Найменування небезпечних і шкідливих виробничих факторів	Нормоване значення	Нормативний акт	Джерело виникнення
1	Рухливі машини і механізми	-	НПАОП 15.3-1.19-98	рух транспортних засобів, електрокарів, візків
2	Рухливі частини обладнання, які пересувають вироби	-	-//-	Конвеєри
3	Підвищена запиленість повітря робочої зони	ГДК (солі)=6 мг/м ³ ГДК (оцт. к-та)=5 мг/м ³	Гігієнічні нормативи ГН 2.2.5.686-98	відділення розпакування та просіювання
4	Підвищена температура повітря робочої зони	Холодний період: 19-21 Теплий період: 21-23	ДСН 3.36.042-99	ферментер, посівний апарат, інокулятор
5	Підвищений рівень шуму на робочому місці	80 дБА	ДСН 3.3.6.037-99 санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку	ферментер, посівний апарат, інокулятор, електродвигуни, сепаратор
6	Підвищений рівень вібрації	50/76 дБ	ДСН 3.3.6.039-99 санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації	ферментер, посівний апарат, інокулятор, електродвигуни, сепаратор
7	Підвищена вологість	40 – 60 %	ДСН 3.36.042-99	ферментер, посівний апарат, інокулятор
8	Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання	-	НПАОП 40.1-1.01-97 40.1-1.32-01	ферментер, посівний апарат, інокулятор, еле-

				ктродвигуни, сепаратор, при роботі електричного устаткування
9	Підвищений рівень статичної електрики	-	НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок	електродвигуни, сепаратор, при роботі електричного устаткування
10	Недостатня освітленість робочої зони	КПО $\geq$ 1,5 %	40.1-1.32-01 ДБН В.2.5-28-2006 природне і штучне освітлення	ферментер, посівний апарат, інокулятор, електродвигуни, сепаратор
11	Гострі крайки, задирки і шорсткість	-	НПАОП 15.3-1.19-98	на поверхнях заготовель, устаткування
12	Розташування робочого місця на значній висоті	-	НПАОП 15.3-1.19-98	ферментер, посівний апарат, інокулятор, сепаратор,
13	Подразнюючі	ГДК (солі)=6 мг/м ³ ГДК (оцт. к-та)=5 мг/м ³	Гігієнічні нормативи ГН 2.2.5.686-98	ферментаційне відділення, лабораторія, відділення приготування дезрозчинів
14	Патогенні мікроорганізми та продукти їх життєдіяльності	Не допускаються	І 4.4.4.077-01	ферментаційне відділення, лабораторія
15	Фізичні перевантаження	-	-	ферментер, посівний апарат, інокулятор, електродвигуни, сепаратор
16	Монотонність праці	-	Наказ Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014 № 248	ферментер, посівний апарат, інокулятор, електродвигуни, сепаратор

Визначення і нормування показників мікроклімату робочої зони

Для забезпечення нормованих показників повітряного середовища в робочій зоні на підприємстві передбачені оптимальні норми температури, відносної вологості, швидкості руху повітря [34] представлені у табл. 5.2

Таблиця 5.2 – Показники мікроклімату виробничих приміщень

№ з/п	Найменування виробничого приміщення	Період року	Категорія роботи, що виконується	Температура, °С (оптимальна)	Відносна вологість, % (оптимальна)	Швидкість руху повітря, м/с (оптимальна)
1	Ферментаційне відділення	Холодний	Середньої важкості Па	18 – 20	40 - 60	0,2
2	Ферментаційне відділення	Теплий	Середньої важкості Па	21 – 23	40 - 60	0,3

Виробничі приміщення обладнані вентиляцією. Технологічний процес забезпечений приточно-витяжною вентиляцією, місцевими відсосами.

Мікроклімат робочої зони для створення комфортних та безпечних умов забезпечується за рахунок вентиляції, кондиціювання повітря, дистанційного управління технологічним обладнанням, спец. одягу, засобів індивідуального захисту, медичного огляду.

Виявлення джерел виробничого шуму і вібрації та їх нормування.

Для зниження рівня шуму найбільш гучні виробництва виділяють в окремі приміщення звукоізолюючими стінами (компресорна, сепаратори, т.д.). Передбачено установку всього шумного обладнання на спеціальний фундамент; прямозубі зубчасті передачі замінені більше плавними передачами; своєчасний огляд за устаткуванням і його ремонт. Гранично припустимий рівень шуму на постійних робочих місцях - не більше 80 дБА згідно ДСН 3.3.6.037-99 та ДСН 3.3.6.039-99. Для робітників передбачені навушники. [35-37]

Таблиця 5.3 - Нормативні значення шуму та вібрації технологічного обладнання

№	Найменування одиниці технологічного обладнання	Нормативне значення шуму, дБА	Нормативне значення вібрації (локальна/загальна), дБ
1	Ферментер	80	50/76
2	Посівний апарат	80	50/76
3	Інокулятор	80	50/76
4	Центрифуга	80	50/76
5	Електродвигуни	80	50/76
6	Фільтри для очищення повітря	80	50/76
7	Компресори	80	50/76
8	Реактор змішувач	80	50/76

Виділення і нормування показників освітлення робочої зони

Виробничий цех має природне та штучне освітлення згідно ДБН В.2.5.-28-2006. [38]

Природна освітленість у проєктованому цеху рівномірна за рахунок віконних прорізів. Використовується бічне та суміщене освітлення. Бічне - денне світло проникає в приміщення через світлові прорізи в зовнішніх стінах будинку; сполучене - одночасно використовується природне й штучне світло. Засклені поверхні світлових прорізів очищають не рідше 1 раз у квартал.

Для штучної освітленості використовують електричні джерела світла. Передбачено робоче, аварійне й ремонтне освітлення. При неполадках і відключенні світла на виробництві застосовується аварійна освітленість для продовження роботи.

Проєктом передбачений необхідний рівень освітленості, наведений у табл. 5.4.

Таблиця 5.4 – Освітленість у виробничих приміщеннях

№ з/п	Виробниче приміщення	Вид освітлення	Розряд та підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк min
1	Ферментаційне відділення	Суміщене	УІІБ	100
2	Лабораторія	Суміщене	ІІБ	300
3	Відділення приготування дезрозчинів	Суміщене	ІІг	200
4	Трансформаторна	Суміщене	ІІг	200
5	Щитова	Суміщене	УВ	200
6	Склад готової продукції	Суміщене	УВ	200
7	Склад миючих засобів та дезрозчинів	Суміщене	ІІг	200
8	Відділення оформлення та упакування готової продукції	Суміщене	УВ	200

Вимоги безпеки щодо розташування та компонування виробничого обладнання

Розташування та компонування основного і допоміжного технологічного обладнання відповідає вимогам.

Мінімальна ширина магістральних проходів – 1,5 м.

Найменша відстань поміж стінами виробничої будівлі і обладнання – 1,0 м. При наявності постійних робочих місць між ними – 1,4 м.

Ширина проходів між обладнанням у вибухонебезпечних приміщеннях – не менш ніж 1,5 м.

Мінімальна ширина проходу між паралельно встановленим виробничим обладнанням – 2 м, а відстань між окремо розташованим обладнанням – 0,8 м.

Для запобігання травматизму, пов'язаного з роботою устаткування для транспортування та інспекції, зміст і ремонт даного встаткування відповідає вимогам.

При обслуговуванні лінії оформлення готової продукції дотримуються наступні заходи безпеки, що запобігають шкідливому впливу механізмів, що

рухаються: передбачені огороження, блокування, контроль над рівномірністю надходження продукції на лінію.

Для запобігання травматизму при розміщенні робочого місця на висоті передбачені сходи з поручнями шириною 1 м і проходи між устаткуванням і поручнями 1 м.

Санітарно-гігієнічна підготовка персоналу.

Кожне біотехнологічне підприємство повинно мати спеціально виділене приміщення (гардеробна) для переодягання персоналу. В даному приміщенні кожен робітник повинен знімати верхній одяг (та надягати перехідний (халат, косинку або шапочку з бавовняних тканин). В усіх приміщеннях підприємства забороняється носити верхній, вуличний одяг.

Одяг, який використовують на підприємстві повинен відповідати вимогам GMP. [23,37] Персонал, що входить у виробниче приміщення, повинний бути одягнений у спеціальний одяг. Технологічний одяг персоналу повинен відповідати класу чистоти тієї зони, у якій він працює. Основне призначення одягу — максимально захищати продукт виробництва від часток, що виділяє людина.

Форма одягу для приміщень класу чистоти D має бути наступна: комбінезон або куртка і брюки або халат; шапочка або косинка, що покриває волосся та бахіли, що одягаються зверху на взуття.

Найбільша кількість мікроорганізмів виділяється з верхніх дихальних шляхів, волосся і шкірних покривів. Тому до персоналу виробничих приміщень пред'являються наступні вимоги:

- мити голову необхідно 1–2 рази на тиждень;
- рекомендується носити коротку стрижку;
- забороняється носити бороду;
- перед роботою 2 рази на тиждень варто робити гігієнічний манікюр;
- забороняється використання косметики під час роботи, покривати волосся і нігті лаком;
- забороняється носити ювелірні вироби;

- забороняється вносити у виробничі приміщення особисті речі (документи, гроші, ключі, гребінці, носові хустки й ін.), а також зберігати їжу, приймати їжу, палити.

При надходженні на роботу персонал повинний пройти медичне обстеження.

Весь персонал, зайнятий безпосередньо на виробництві, повинний проходити регулярні медичні огляди, а персонал, що здійснює візуальний контроль ін'єкційних препаратів, повинний проходити регулярні огляди лікарями-окулістами.

Тимчасово до роботи не допускаються хворі інфекційними захворюваннями і співробітники, що мають ушкодження шкіри різного ступеня.

Одягнувшись, персонал направляється в умивальну. Для миття рук варто використовувати рідке або туалетне мило. При необхідності руки ретельно миють теплою водою з милом протягом 1–2 хвилин за допомогою стерильної щітки. Після миття, руки необхідно витерти насухо рушником із безворсової тканини або висушити за допомогою повітряної сушарки.

Під час роботи через кожні 2 години варто проводити дезобробку рук.

Перед тим, як персонал переодягнеться у спеціальний одяг його необхідно підготувати відповідно до вимог GMP.

Прання одягу здійснюють у спеціальній машині-автомат, яка виконує такі операції: прання та ополіскування, віджим. Прання відбувається відбувається протягом 45 хв при температурі від 60°C. Сушіння одягу проводять за допомогою гарячого стерильного повітря у сушильній шафі при температурі 80–90°C протягом 45 хвилин.

Кожний комплект технологічного спецодягу може бути використаний тільки протягом однієї зміни. Потім він передається на обробку.

Технологічний спецодяг перед відправленням у прання повинен зберігатися в контейнерах або боксах, що закриваються кришками.

Підготовка дезінфікуючих розчинів

Робочий розчин «Стерилліум» використовується для персоналу і доставляється на підприємство у готовому вигляді в каністрах об'ємом 5 л. Розчин «Стерилліум» розливають в ємкості об'ємом 1л. Термін зберігання 48 годин.

Розчини «Дезосепт» та «Полідез», які використовують в якості дезінфікуючого розчину для обладнання, доставляється на підприємство в каністрах об'ємом 22 кг.

Для приготування дезінфікуючих робочих розчинів використовують відповідні концентрати. Готують робочі розчини у відповідній ємності-збірнику шляхом розчинення необхідної кількості концентрату, відібраного за допомогою дозатора або ручного насоса, в питній воді згідно табл. 5.5

Таблиця 5.5 Приготування робочих розчинів засобу "Дезосепт"

Концентрація робочих розчинів, %	Кількість на 10 л розчину	
	Препарату, г	Води, г
0,05	5	9995,0
0,07	7	9993,5
0,1	10	9990,0
0,15	15	9985,0

Робочі розчини "Хлорантоїну" для приміщень готують у окремому збірнику з будь-яких матеріалів, за винятком оцинкованого заліза. Препарат вносять у збірник додають воду та розчиняють при перемішуванні протягом 1–2 хв.

"Хлорантоїн" зберігають у пакуванні виробника в критих неопалюваних складських приміщеннях, які захищені від вологи та прямого сонячного проміння. Препарат зберігають осторонь від джерел відкритого вогню та тепла не більше, ніж у 3 яруси.

Перед початком роботи кожної зміни проводиться підготовка виробничих технологічних приміщень (цехів та окремих ділянок).

Щодення прибирання приміщень проводять у гумовому взутті, гумових рукавичках і фартуху. Інструмент, призначений для миття (відра, губки, швабри) маркують і знезаражують на протязі 2–3 годин у 3% розчині перекису водню.

Стіни, двері і інші поверхні протирають поролоновою губкою, яка змочена дезінфікуючим розчином (3% перекис водню, «Хлорантіону») з розрахунку 100–150 мл/м поверхні, потім цим же розчином миють підлогу.

Генеральне прибирання приміщень проводять 1 раз в 5–6 днів.

У виробничих приміщеннях підлогу миють 0,1% розчином миючого засобу із розрахунку 100 мл/м² поверхні підлоги.

Електробезпека

Безпека від електричного струму забезпечується за допомогою наступних дій: струмоведучі частини устаткування ізолюються, деякі мають подвійну ізоляцію (мийні машини); передбачене заземлення електродвигунів, автоматичне захисне відключення, попереджувальна сигналізація; усі виробничі приміщення класифіковані за категоріями табл. 5. Робітники забезпечені засобами захисту: діелектричні килимки біля розподільних щитів.

Електродвигун конвеєра із пристроєм, що обполіскує, закритий і має обдув. Електропроводка прокладається в гумових трубах, захищається від механічного ушкодження, нагрівання вологи.

Для запобігання травматизму від статичної електрики заземлене все устаткування. Насоси, реактори, пневмотранспорт відділені та заземлені окремо. Виробничі та допоміжні приміщення, категорія приміщень за чинниками виробничого середовища, категорія приміщень з небезпеки ураження електричним струмом наведені у табл. 5.6.

Таблиця 5.6 – Визначення виробничих та допоміжних приміщень за категорією небезпеки ураження електричним струмом

№ з/п	Виробничі та допоміжні приміщення	Категорія приміщень за чинниками виробничого середовища	Категорія приміщень з небезпеки ураження електричним струмом
1	2	3	4
1	2	3	4
1	Ферментаційне відділення	Вологе	I
2	Лабораторія	Сухе	I
3	Відділення приготування дезрозчинів	Вологе	I
4	Трансформаторна	Сухе	II
5	Щитова	Сухе	II
6	Склад готової продукції	сухе	I

Примітка: I – приміщення без підвищеної небезпеки; II - приміщення з підвищеною небезпекою.

Визначення категорії приміщень з пожежовибухонебезпеки та класу можливих пожеж

Пожежна безпека відповідає вимогам стандартів, будівельних норм і правил, норм технологічного проєктування. [39]

До всіх будинків і споруджень забезпечений вільний доступ. У нічний час територія висвітлюється. Забороняється паління в невстановлених місцях.

Технологічне устаткування при нормальних режимах роботи пожа-робезпечне, а на випадок небезпечних несправностей і аварій передбачаються захисні заходи, що обмежують масштаб і наслідки пожежі.

Класифікація виробничих приміщень за категоріями вибухопожежної і пожежної небезпеки представлена в табл. 5.7.

Таблиця 5.7 - Категорії приміщень з пожежовибухонебезпеки

№ п.п	Виробничі та допоміжні	Категорія приміщень з поже-	Клас пожеж	Клас зони з пожежовибухо-не-
1	Ферментаційне від-	Д	А, В, Е	П-1
2	Лабораторія	В	А, В, С, Е	П-1
3	Відділення приготування дезрозчинів	В	А, В, Е	П-1

4	Трансформаторна	Д	Е	П-1
5	Щитова	Д	Е	П-1
6	Склад готової продукції	В	А	П-1

Примітка: Категорія В. Горючі та важкогорючі рідини, тверді горючі та важкогорючі речовини і матеріали. Категорія Д. Негорючі речовини та матеріали в холодному стані. Клас П-І — це приміщення, де є горючі рідини з температурою спалаху парів понад 61°C.

Засоби пожежогасіння

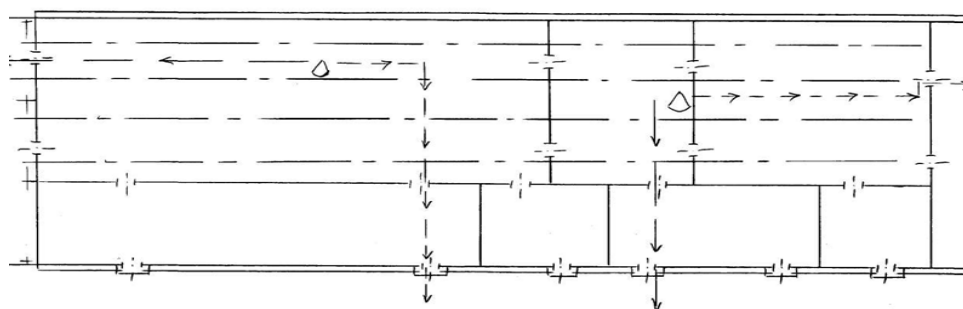
Гранична площа захисту від пожежі складає 1800 м² для приміщень категорії Д, 400 м² - для приміщень категорії В. Бочки з водою встановлюються на території підприємства. На входу у цех встановлений один пожежний щит, що включає в себе вогнегасник, відро, лопату, багри, ящик із сухим піском.

В залежності від категорії приміщення з пожежовибухонебезпеки та класу можливих пожеж, передбачені наступні засоби пожежогасіння:

- Пожежні сповіщувачі: ручні – кнопка; автоматичні – теплові.
- Переносні вуглекислотні вогнегасники марки ОУ-5 в кількості 8 шт. та переносні порошкові вогнегасники марки ОП-5 в кількості 8 шт. Встановлені у виробничому цеху 3 вогнегасники марки ОУ-5 та 3 - марки ОП-5), у відділенні оформлення та упакування готової продукції (2 вогнегасники марки ОУ-5 та 2 - марки ОП-5), на складі готової продукції (3 вогнегасники марки ОУ-5 та 3 - марки ОП-5).
- Система пожежогасіння: внутрішня – від пожежних кранів, встановлених на мережі внутрішнього протипожежного водопроводу; зовнішня – від пожежних гідрантів, встановлених на зовнішній мережі протипожежного водопостачання.

Загальні вимоги до шляхів евакуації

У будинках і приміщеннях на випадок виникнення в них пожежі або аварії передбачаються евакуаційні виходи, здатні забезпечити безпечну і швидку евакуацію людей і матеріальних цінностей (рис.5.1). До шляхів евакуації відносяться коридори, проходи, сходи, які ведуть до евакуаційного виходу. З виробничого будинку передбачено два евакуаційних виходи.



Δ - вогнегасник переносний;

Q - пожежний кран;

—————> —————> —————> —————> - основний вихід;

-----> -----> -----> -----> - запасний вихід.

Рис. 5.1 – План евакуації.

Евакуаційні шляхи і виходи втримуються вільними, нічим не зашарашуваними й у разі виникнення пожежі забезпечують безпеку під час евакуації всіх людей, які перебувають у приміщеннях будівель та споруд. Двері на шляхах евакуації відчиняються в напрямку виходу з приміщень.

Освітлення шляхів евакуації здійснюється тільки лампами. Освітлення вмикається з наступом сутінок, при наявності людей на робочих місцях.

Планування заходів з питань цивільного захисту

Методика розроблення планів з попередження НС. Комплекс організаційних та інженерно-технічних заходів щодо запобігання та мінімізації наслідків НС природного характеру.

Особливості планування дій персоналу щодо локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій на ПНО та пом'якшення їхніх наслідків. Вимоги до складання та змісту аналітичної і оперативної частини плану локалізації і ліквідації аварійних ситуацій.

Методика планування заходів із фізичного, функціонального, та комбінованого захисту персоналу, а також ліквідації наслідків НС, на основі прогнозу варіантів (сценаріїв) розвитку обстановки, аналізу власних та ресурсів третіх сторін щодо реагування на НС та ліквідації їхніх наслідків з урахуванням режиму функціонування системи.

Нормативно-методичні документи із створення і управління діяльністю спеціалізованих служб та (або) функціональних підсистем Єдиної державної системи цивільного захисту.

Планування заходів захисту в зонах радіоактивного, хімічного і біологічного зараження

Планування заходів із запобігання поширенню інфекційних захворювань з первинного осередку.

Розрахунок сил і засобів з:

- укриття виробничого персоналу в захисних спорудах, визначення коефіцієнту їхнього захисту від дії проникної радіації:

- організації спостережень та дозиметричного контролю;

- проведення робіт з дезактивації ОГ та АТО;

- організації санітарного обслуговування людей та знезаражування одягу і техніки:

- обмеження зони хімічного забруднення створенням рідинних завіс;

- розведення розливу водою;

- локалізації розливу твердими сипучими матеріалами.

Забезпечення заходів і дій в межах єдиної системи цивільного захисту

Використання захисної тари і матеріалів для схову, виготовлення фасованих продуктів у надійному упакованні.

Способи герметизації складських приміщень і транспортних засобів. Захист продовольчої сировини, напівфабрикатів, води і готової продукції від зараження радіоактивними, отруйними речовинами і бактеріологічними засобами при технологічному процесі і при транспортуванні. Утилізація й знищення продуктів харчування, які не піддаються знезаражуванню.

Моніторинг за можливим поширенням забруднення та зараження включаючи поширення карантинних бур'янів, організація епізоотичного, фітопатологічного і токсикологічного контролю.

Організація біологічного, радіаційного та хімічного контролю сировини для виробництва продуктів харчування.

Організація виробництва незабруднених та якісних продуктів харчування та води в умовах зараження або забруднення, чи з зараженої або забрудненої сировини.

5.2 Охорона навколишнього середовища

Активною проблемою міст світу є запобігання утворенню великої кількості відходів. У промисловості для цього необхідно застосувати особливі технології. У побуті в багатьох випадках досить змінити характер упаковки товарів, щоб різко знизити кількість побутових відходів.

Обов'язок забезпечити безпеку персоналу підприємств повинна супроводжуватися такими ж заходами щодо захисту всіх інших людей від якого б то не було впливу всіх видів відходів, що утворюються на підприємстві.

Повітря, що відводиться, має бути піддано фільтрації і контролюватися на чистоту. Для заміни фільтрів і їх знешкодження повинні бути розроблені безпечні процедури. Контроль за викидами шкідливих речовин в атмосфері відбувається згідно ДСП-201-97.

Тверді відходи підлягають автоклавуванню, а потім зазвичай викидаються на звалище. Охорона ґрунту від забруднень повинна відповідати Сан-ПіН 42-128-49-690. Обробка рідких відходів частково визначається місцем розташування підприємства. Місцеві інструкції регламентують головним чином такі фактори, як сприятливе біологічне споживання кисню і заходи по виключенню зі стоків солей, що володіють, наприклад, корозійною дією.

Існують можливості знешкодження різних промислових та побутових стоків. Вони повинні містити як хімічне, так біологічне очищення. Використовуються різні методи, які складаються з таких елементів:

- попередня очистка, метою якої є звільнення стоків від крупного сміття. Вона полягає в проціджуванні стоків крізь грати та відстоювання;
- первинна очистка в спеціальних відстійниках до отримання мулу-сирцю;

- вторинна очистка, при якій використовуються живі організми для остаточної очистки стоків від органічної речовини.

Метод застосування «активного мулу» для своєї реалізації використовує систему неглибоких біологічних ставків, в яких йде змішування стічних вод з мулом, що утворився при попередньому окисленні стічних вод. В активному мулі багато мікроорганізмів, які завершують знешкодження ставків.

Високоєфективний метод крапельного фільтрування, який полягає у виведенні стічних вод на шар піску, завтовшки до 1,5 метра на час до 6 годин. Потім протягом 18 годин здійснюється продувка киснем або повітрям, що створює сприятливі умови для роботи мікроорганізмів, які знешкоджують органічну речовину таких стоків. Як модифікація цього методу може застосовуватися розбризкування на шар щебеню.

Присутність в стічних водах мікробних клітин не обов'язково буде являти собою небезпеку, так як вміст їх в звичайних стічних водах буває досить високим. Однак окремі види або навіть штами мікроорганізмів можуть виявитися небезпечними або незвичайними для побутових стоків даного району. Стічні води після очищення повинні відповідати вимогам СанПіН 4630. Вплив же на характер стоків і на їх безпеку (або небезпеку) таких факторів, як внутрішньоклітинні матеріали і ендотоксини, вивчено поки тільки частково.

ВИСНОВКИ

1. Аналізуючи ринок виробництва препаратів бактерій в Україні та світові тенденції його розвитку, можна зробити висновок, що цю галузь необхідно в подальшому розвивати в Україні і впроваджувати технології нового промислового виробництва біотехнологічних препаратів.
2. Запропоновано технологію виробництва біотехнологічного препарату суміші декстранів, який призначено для використання в харчовій промисловості для досягнення певної вязкості продукту, зокрема овочевих пюре та паст.

Розроблено технологічну схему виробництва препарату декстранів на основі штаму *Leuconostoc mesenteroides*

3. У роботі наведено характеристику бактерій *Leuconostoc mesenteroides* та визначені основні вимоги для їх вирощування.
4. Визначено оптимальний склад поживного середовища для культивування бактерій *Leuconostoc mesenteroides*, проведено продуктивний розрахунок потреб відповідних інгредієнтів (на основі сахарози, дріжджового екстракту з ростовими добавками) для виробництва готового продукту 1000кг/рік та складено матеріальний баланс технології.
5. Наведена схема постадійного контролю біосинтезу виробництва препарату декстранів для попередження виникнення небезпечних факторів та забезпечення відповідної якості готового продукту.
6. Підібрано обладнання для розробленої технології та проведено розрахунок ферментера для культивування біомаси.
7. Розроблений в проєкті цех отримання препаратів бактерій планується на території існуючого біотехнологічного підприємства. В перспективі в цеху поступово планується розроблення та впровадження нових виробничих ліній у комплексне виробництво біотехнологічних препаратів.

8. Наведено заходи охорони навколишнього середовища на біотехнологічному виробництві, що стосується обробки стічних вод. Рекомендовано заходи, що необхідно впровадити в проєкті цеху для забезпечення охорони праці співробітників у відповідності до діючих стандартів.
9. В результаті установки технологічної лінії для виробництва обсяг виробленої продукції цеху виробництва складе 1000 кг, що в грошовому вираженні складає 1456 тис. грн. Інвестиції у запропонований проєкт необхідні у сумі 744,4 тис. грн., строк окупності яких складе 1,7 років, що є достатньо високим показником для біотехнологічного виробництва.
10. Проєктування цеху з виробництва біопрепаратів на основі культивування штамів *Leuconostoc* є перспективним для широкого використання в різних галузях харчової промисловості та економічно доцільним рішенням.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Aline Lonvaud-Funel. *Leuconostoc*//Encyclopedia of Food Microbiology. – 1999. – P. 1183-1194
2. Javad B., Zohreh S. Optimization of production by *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B-512 using cheap and local sources of carbohydrate and nitrogen // *Biotech. And Applied Bioch.* – 2003. – Vol.38. - № 5. – P. 267-269.
3. Hamed A.,Mohsen G. Fermentativ production of dextran using Food industry wastes // *Int. Sch. and Sci..* – 2010. – Vol.4. - № 1. – P. 1015-1017.
4. Moosavi-Nasab M., Alahdad Z., Nazemi S. Characterization of the Dextran Produced by *Leuconostoc mesenteroides* from Date Fruit Extract // *Iran Agricultural Research.* – 2009–2008. – Vol. 27–28. –№ 1-2.
5. QaderSAU, AmanA. Production of Dextran by Newly Isolated Strains of *Leuconostoc mesenteroides* PCSIR-4 and PCSIR-9 // *Turk.J.Biochem.* – 2006. – Vol. 31. – № 1. – P. 21-26.
6. Naussens .M, Cerdobble A. *Leuconostoc* dextransucrose and dextran: production, properties and application // *Journal of Chemical Technology and Biotechnology.* – 2005. – Vol.4. - № 6. – P. 845-860.
7. Santos M., Teixeira J. Production of dextransucrose, dextran and fructose from sucrose using *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B512 (f) // *Bio. Engin. Journal.* – 2000. – Vol 4. – P. 177-188.
8. Qader SAU, Aman A. Production & Characterization of a Unigua Dextran from an Indigenous *Leuconostoc mesenteroides* CMG713 // *Int. J. Biol. Sci.* – 2008. – Vol 4. – № 6. – P. 379-386.
9. Пирог Т.П., Ігнатова О.А. Загальна біотехнологія: Підручник – К.: НУХТ, 2009. – 336с.
10. Mary Helen P. B., Kate C. B. Dextran: effect process parameters on production, purification and molecular weight application // *Dialogos & Ciencta.* – 2012. – Vol. – 10. - № 7. – P. 171-186.
11. А.с. 2147316. C12N1/20, A61K39/00, C12N1/20, C12R1:01. Штам бактерій *Leuconostoc mesenteroides* – продуцент антигенного комплексу, що містить білок / Суханов Ю.С., Баснак'ян І.А., Алексахіна Н.Н., Артем'єва Т.А. – Опубл. 10.04.2002.
12. Пат. 2039754, C08B37/02, Спосіб отримання низькомолекулярного декстрана / Петров П. Т., Гапанович В. Н. – Опубл. 20.07.2000.
13. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: Підручник –2-е вид., доп і перероб. – К.: НУХТ, 2010. – 632с.

14. Ghosal T., Thaslim J. Production and Cross Linking Studies of Dextran from *Leuconostoc mesenteroides* MTCC10508 for Biopolymer Preparation // J. Pharm. And Tech. – 2014. – Vol. 7. – № 1. – P. 8-11.

15. Милешко М.И. Кровозаменители: Учебно-методическое пособие – Г.: ГрГМУ, 2012. – 108с.

16. Медведев В. С. Разработка технологии получения полиальдегиддекстранов окислением декстранов перманганатом калия: Дис. кандидата техн. наук, доцент. – Бийск, 2014. – 129 с.

17. Hamdy M. K., Gardner E. Factors affecting production and clarification of dextran // Ohio Journal of Science. – 2001. – V.54. - № 5. – P. 316-328.

18. Caligur V. Dextran and Related Polysaccharides // BioFiles. – 2008. – № 17. – P. 1-4.

19. Панфилова Л. А. Кровезаменители и перфузионные растворы заводского изготовления. Обзор рынка, предложения, фармакоэкономическая оценка, динамика оптовых цен // Провизор. – 2000. - № 18. – С. 1-9.

20. Колесніченко С.Л., Безусов А.Т./ Використання декстрану в ламелярних косметичних емульсіях (Use of dextrane in lamellar cosmetic emulsions)
<https://journals.ontu.edu.ua/index.php/swonaft/article/download/1521/1949>

21. Пат. RU2346037C2 Способ культивирования бактерий *Leuconostoc mesenteroides* ВКПМ В-9280
<https://patents.google.com/patent/RU2346037C2/ru>

22. Пат. 2021284 РФ, С08В37/02, А61К31/715, Спосіб очищення клінічних фракцій декстрана/ Донецький І. А., Персанова Л. В. – Опубл. 15.10.2000.

23. Настанова 42-04-2008 «Лікарські засоби. Належна виробнича практика»

24. Про затвердження документів з питань забезпечення якості лікарських засобів. Настанова СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2008 "Лікарські засоби. Належна виробнича практика".

25. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою

26. Калунянц К. А., Голгер Л. И. Оборудование микробиологических производств. – М.: Агропромиздат, 1987. – 398 с.

27. Нормативне забезпечення: Метод. вказівки для студ. напряму 6.051401 «Біотехнологія» ден. форм. навч. / Уклад: С.В. Ігнатенко - К.: НУХТ, 2008. – С 55.

28. Сидоров Ю. И. Промислові ферментери // Львівська політехніка. – 2011. - № 1. – С. 33-39.

29. ДСТУ 3138-95 Організація промислового виробництва. Праця та заробітна плата. Терміни та визначення

30. Закон України «Про охорону праці». – 21.11.2002 р.

31. ДСТУ 2293:2014 Охорона праці. Терміни та визначення основних понять

32. ДСТУ-НБА 3.2-1:2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів

33. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

34. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

35. МОЗ. Державні санітарні норми допустимих рівнів шуму в приміщеннях житлових та громадських будинків і на території житлової забудови

(Дата набрання чинності: 16.04.2019).

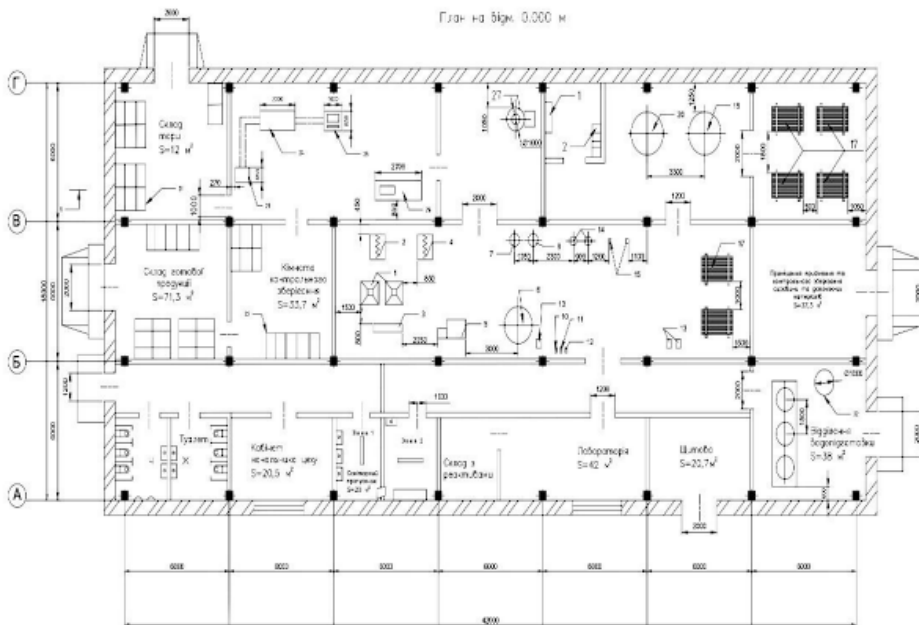
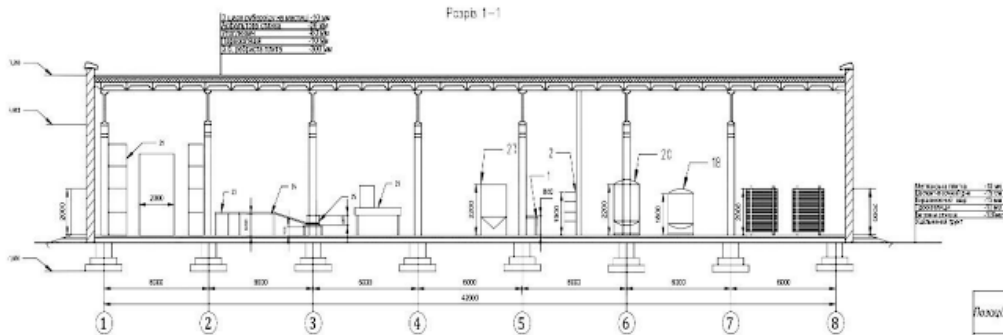
36. ДСТУ 7239:2011 Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту

37. ДСТУ 3038-95 Гігієна. Терміни та визначення основних понять

38. ДБН В.2.5-28-2006. Природне та штучне освітлення.

39. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки в Україні.

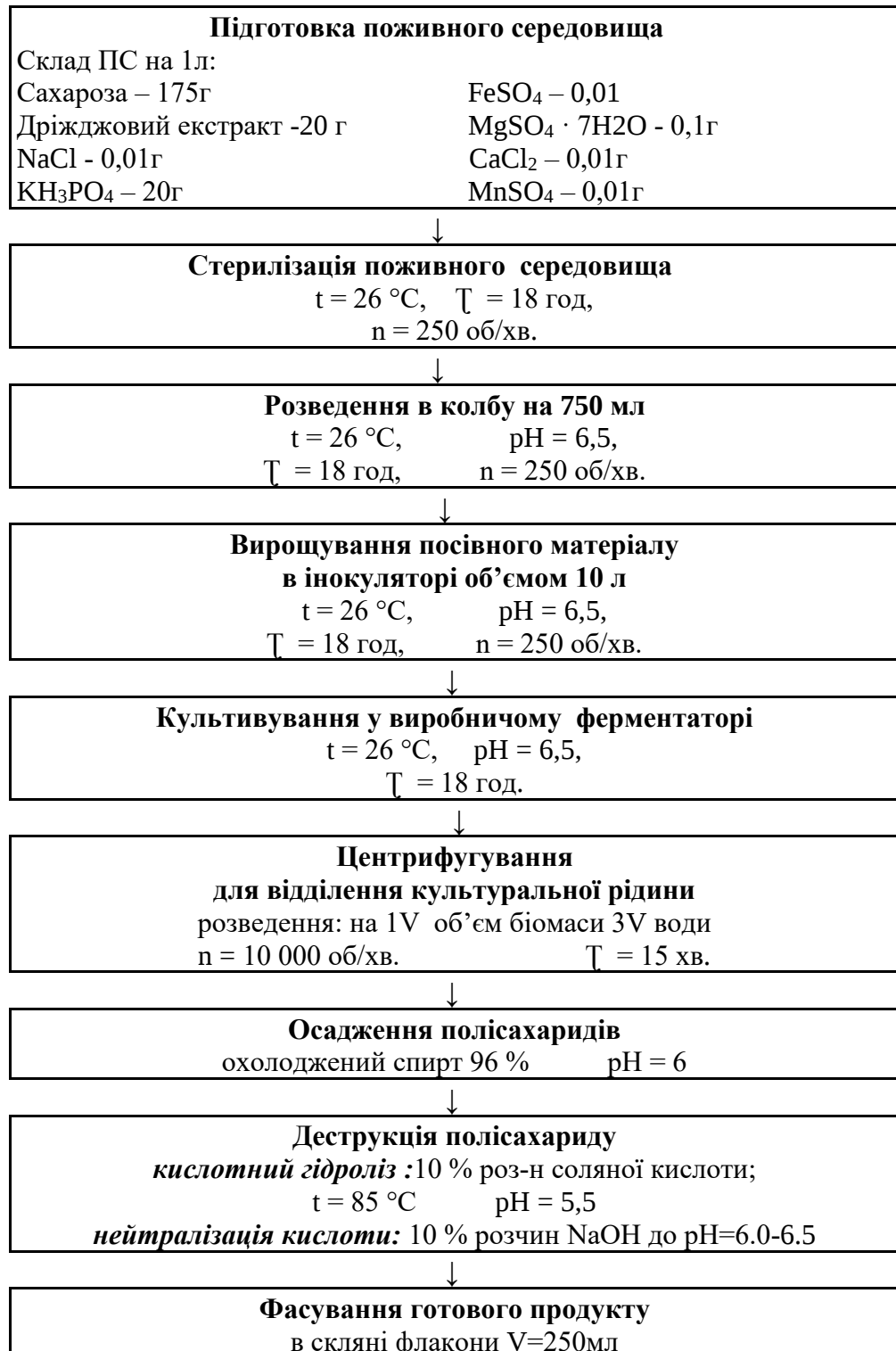
Додаток А



Розряд	Позначення	Найменування	К-сть
1	Емність 6-2,8	Бункер	1
2	Емність 10-2,8	Шпек	1
3	Величчина 10-100	Автоматичний ваги	1
4	Емність 10-3,8	Шпек	1
5	ЦНМ-20-25Н1	Наріз	1
6	Neufa	Замовув	1
7	ГФ-3,8	Головний фільтр	1
8	ПР-ОС-5	Стерилізатор для пивоваріння	1
9	Емність	Мирин для пивоваріння	1
10	10-3,8	Індивідуальний фільтр	1
11	10-3,8	Індивідуальний фільтр	1
12	10-3,8	Індивідуальний фільтр	1
13	Насос НРМ-3	Насос	1
14	Емність	Інкубатори	1
15	ФЧ-3,8	Фільтри для очиски випарованого повітря	1
16	ПР-ОС-5	Стерилізатор середовища	1
17	Емність	Охолоджувач	6
18	Ф-4,6	Ферментер	1
19	Е-3,6	Промісна емність	1
20	Аппарат ПР-4РЗ	Збірник культуральної рідини	1
21	— — —	Спелізи металеві	5
22	ОМНС-5 Polaris	Холодильна камера	2
23	— — —	Спін для пакування в вакуумі тару	1
24	— — —	Спін для маркування	1
25	FRT-800	Машина для пакування	1
26	— — —	Спін з вагами	1
27	LPG-5	Розширювальна сушка	6

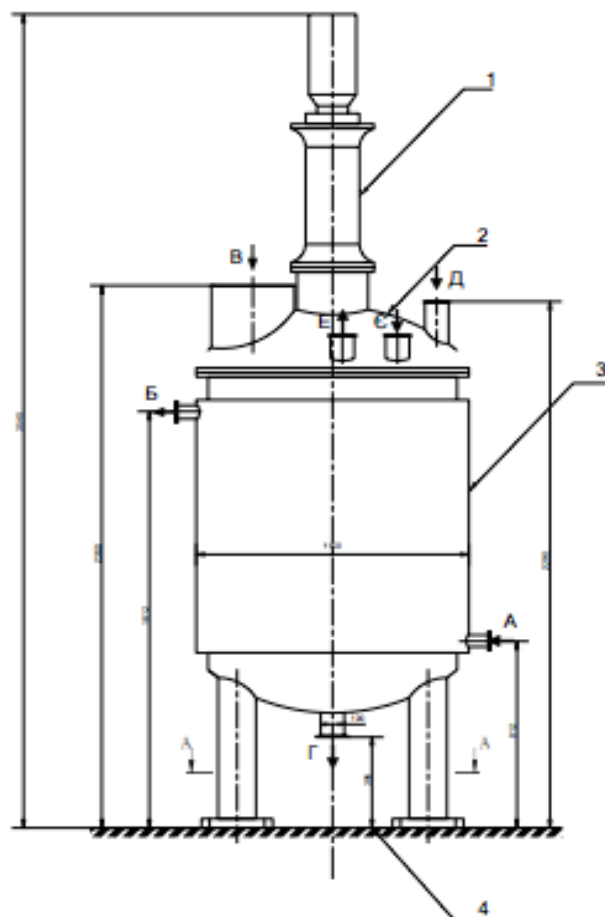
Додаток Б

Технологічна схема виробництва препарату декстранів на основі штаму *Leuconostoc mesenteroides*



Додаток В

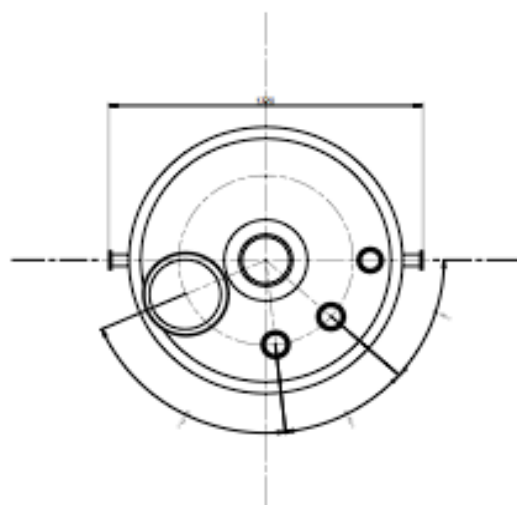
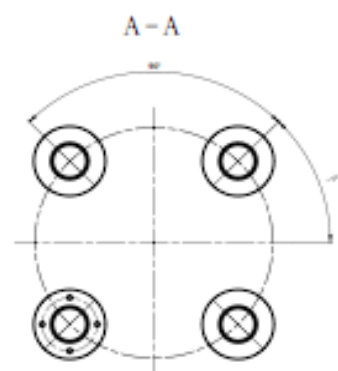
Ферментатор для культивування бактерій



Позиція	Назва	Кільк.	Умовний прохід, мм
А	Вхід води	1	150
Б	Вихід води	1	150
В	Вхід продукту	1	250
Г	Вихід продукту	1	100
Д	Вхід повітря	1	100
Е	Вихід повітря	1	100
с	Відбір проб	1	100

Технічна характеристика:

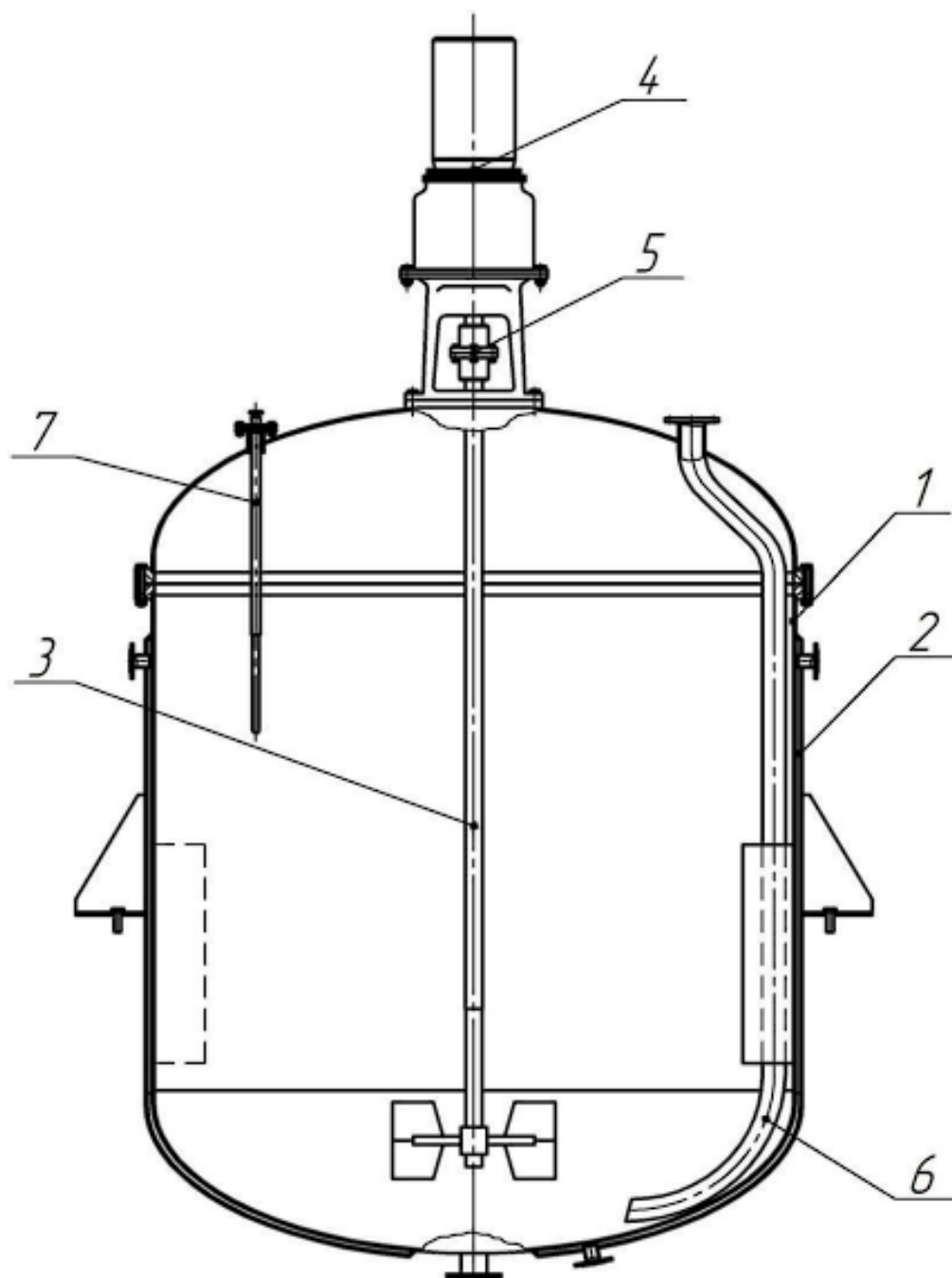
Робочий об'єм апарата, м ³ :	1,5
Внутрішній діаметр оболонки, м:	1,15
Висота корпусу загальна, м:	3,54
Коефіцієнт заповнення, %:	65
Площа поверхні охолодження, м ² :	4,6
Тип мішалки:	турбінна
Частота обертання мішалки, об/хв:	150
Електродвигун привода: потужність, кВт:	3,0



Позначення	Назва	Кільк.	Примітка
1	Пристрій для перемішування	1	
2	Кришка	1	
3	Ферментер	1	
4	Фундамент	1	

Додаток Г

Реактор з турбінною мішалкою



1.	Теплообімна сорочка
2.	Перемішувачий пристрій
3.	Привід перемішувачого пристрою
4.	Вал
5.	Вал перемішувачого пристрою і вал приводу з'єднуються між собою муфто
6.	Труба передавлювання
7.	Термометр
8.	Вимірювання рідини