

Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Кафедра біоінженерії і води



**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

на тему Розробка проектних рішень для виробництва вітаміну B12 з використанням продуцента *Propionibacterium shermanii*

(назва кваліфікаційної роботи згідно наказу ОНТУ)

Здобувачки Чайка Д.С.
(прізвище, ініціали)

4 курсу Біо-48 групи

Керівник Афанасьєва Т.М.
(посада, прізвище та ініціали)

Консультанти:

Зиков О.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Крупіна С.В.
(посада, прізвище та ініціали)

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від 13.09.2022 р., протокол № 565-03

Завідувачка кафедри БіВ проф. Коваленко О.О.
(назва кафедр) (підпис)

Одеса - 2023рік

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технології вина та туристичного бізнесу

Кафедра біоінженерії і води

Ступінь вищої освіти бакалавр

Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

Освітня програма Біотехнології та біоінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

БіВ

проф. Коваленко О.О.

« » 20 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Чайка Діана Сергіївна

1.Тема роботи: Розробка проектних рішень для виробництва вітаміну В12 з використанням продуцента *Propionibacterium shermanii*

Затверджена наказом ОНТУ від 13.09.2022 р. наказ №565-03

2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 06.06.2023 р.

3. Вихідні дані роботи:

технологія отримання вітаміну В12, мікроорганізм *Propionibacterium shermanii*, кристалічний порошок, потреба 1000 кг/рік, 300 роб. днів.

4. Перелік питань, які потрібно розробити:

Техніко-економічне обґрунтування проєкту, наукова частина, огляд літературних джерел за темою проєкту, технологічна частина, економічна частина, охорона праці та навколишнього середовища.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначення обов'язкових креслень:

Додаток А - Випарна установка,

Додаток Б - Технологічна схема виробництва вітаміну В12,

Додаток В -Апаратурна схема виробництва вітаміну В12,

Додаток Г - Планування і розріз цеху

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Економічна частина,	Крупіна С.В.		
Інженерна частина	Зиков О.В.		

7. Дата видачі завдання 13.09.2022 р.

Керівник

Афанасьєва Т.М.

Завдання прийняв до виконання

Чайка Д.С.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Аналіз ринку виробництва вітаміну В12	05.03-20.03.2023	виконано
2.	Наукова частина. огляд літературних джерел за темою проекту	20.03.-28.03.2023	виконано
3.	Обґрунтування технології переробки відповідної біомаси	28.03-11.04.2023	виконано
4.	Розборка технологій отримання вітаміну В12	11.04-20.04.2023	виконано
5.	Підбір і розрахунок технологічного обладнання	20.04-25.04.2023	виконано
6.	Продуктовий розрахунок біосинтезу вітаміну В12	25.04-10.05.2023	виконано
7.	Матеріальний баланс біосинтезу вітаміну В12	10.05.-15.05.2023	виконано
8.	Економічна частина	15.05-26.05.2023	виконано
9.	Охорона праці	26.05-01.06.2023	виконано

Здобувач-дипломник

Чайка Д.С.

Керівник роботи

Афанасьєва Т.М.

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-дипломник

Чайка Д.С.

ПІБ

Підпис

ЗМІСТ

Анотація	4
Вступ.....	6
1.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ	8
1.1 Аналіз стану ринку виробництва вітаміну В12 в Україні	8
1.2 Техніко-економічне обґрунтування отримання вітаміну В12.....	12
2. НАУКОВА ЧАСТИНА. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ПРОЄКТУ.....	15
2.1 Характеристика посівного матеріалу	19
2.2 Характеристика поживних середовищ.....	20
2.3 Підготовка поживного середовища, повітря, обладнання, комунікацій	21
3.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	26
3.1 Технологічна схема вітаміну В12	26
3.2 Опис технологічних процесів.....	27
3.3 Апаратурна схема та її опис	30
3.4 Вимоги до якості готової продукції.....	32
3.5 Продуктовий розрахунок і матеріальний баланс біосинтезу вітаміну В12.....	33
3.6 Інженерно-технічне забезпечення проєкту	42
4.ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ	52
4.1 Розрахунок економічної ефективності проєкту	52
5.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	62
5.1 Охорона праці	56
5.2 Охорона навколишнього середовища	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	67
Додаток А - Випарна установка.....	71
Додаток Б - Технологічна схема виробництва вітаміну В12.....	72
Додаток В - Апаратурна схема виробництва вітаміну В12.....	73
Додаток Г - Планування і розріз цеху.....	74

					КРБ.БіВ.1.565-03.1.1						
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розроб.		Чайка Д.С.			Розробка проектних рішень для виробництва вітаміну В ₁₂ з використанням продуцента <i>Propionibacterium shermanii</i>			Став.	Арк	Аркуші	
Консульт.		Зиков О.В.								4	74
Консульт.		Крупіна С.В.						Кафедра БіВ ОНТУ			
Керівник		Афанасьєва Т.М.									
Зав. каф.		Коваленко О.О.									

АНОТАЦІЯ

Робота складається з: 5 розділів, 74 аркушів друкованого тексту .

В ній використовується 3 ілюстрації, 14 таблиць, 1 схема, використано 36 джерел для написання роботи.

У першому розділі наведено техніко-економічне обґрунтування виробництва вітаміну B12 в Україні.

У другому розділі представлена наукова частина та огляд літературних джерел за темою проєкту.

У розділі третьому розроблено технологію виробництва вітаміну B12 та здійснено підбір основного технологічного обладнання виробничого цеху підприємства.

У четвертому розділі наведено розрахунок економічної ефективності проєкту.

У п'ятому розділі описано вимоги створення безпечного місця для кожного працівника. Розглянуто норми та заходи з охорони праці на підприємстві, де планується виробництво вітаміну B12.

Ключові слова: виробництво вітамінів, вітамін B12, *Propionibacterium shermanii*, поживне середовище, ферментація, біореактор.

ВСТУП

Вітаміни – група низькомолекулярних органічних речовин, які в дуже низьких концентраціях мають сильну і різноманітну біологічну дію. У природі джерелом вітамінів є головним чином рослини та мікроорганізми. В даний час більш сучасним способом одержання вітамінів є мікробіологічний синтез. Вітаміни беруть активну участь у багатьох процесах метаболізму людини і вищих тварин (процеси циклу трикарбонових кислот, розпад та синтез жирних кислот, синтез амінокислот), впливаючи на різноманітні фізіологічні процеси [1].

Структура вітаміну В12 була вперше визначена і 1956 Дороті Ходжкін методом дифракції рентгенівських пучків. Це була найбільша органічна молекула, структуру якої вдалося визначити методами рентгено-структурного аналізу. Циклічна система вітаміну В12 подібна до циклічної системи порфіринів, вона складається з чотирьох пірольних кілець з атомом кобальту в центрі. Нормативний рівень вітаміну В12 у крові становить -2-10-10М або трохи вище. Проте у вегетаріанців цей рівень може опускатися нижче половини цієї величини. Недостатність фолієвої кислоти також може викликати 1 мг/кг, щоб використовувати це джерело для промислових цілей. Активованій мул стічних вод містить 4-10мкг/кг вітаміну, але при цьому потрібен поділ великої кількості різних форм (аналогів). Хімічний синтез вітаміну В12 дуже складний. Більше 10 років знадобилося співробітникам двох великих лабораторій - Вудворта та Ешенмозера для здійснення хімічного синтезу вітаміну В12, що включає 70 стадій. Тому в даний час вітамін В12 у промисловості отримують виключно біосинтетичним шляхом. З 10 тонн вітаміну В12, що щороку випускається у світі, 3,5т припадає на ціанкобаламін (власне вітамін В12), 2т на гідроксокобаламін, 1,1т на коензим В12 і невелику кількість на метилкобаламін. Ці форми у зазначених кількостях використовують у медицині решта вітаміну використовується для тваринництва [2,3].

Вітамін В12 – одна з найважливіших біологічно-активних сполук, що беруть участь у багатьох процесах в організмі людини. У сучасних умовах життя часто спостерігається його дефіцит, через що необхідне введення в раціон спеціальних збагачених продуктів. Однак його синтез дуже складний і в даний час він є одним з найбільш дорогих вітамінів [3,4,5].

Вітамін В12 – група кобальтвмісних біологічно-активних корріноїдних з'єднань, відомих як кобаламін. Він також відомий як екзогенний (зовнішній) фактор Кастла, або тваринний білковий фактор. Вітамін В12 здійснює біокаталітичні реакції, що забезпечують кровотворну функцію організму. Він також сприяє нормалізації функції печінки, сприятливо впливає на регенерацію нервових волокон і активує дозрівання формених елементів крові [5].

Основним джерелом вітаміну є харчові продукти тваринного походження, а також мікрофлора шлунку та кишечника. В організмі людини кишкові бактерії також синтезують вітамін В12, але в звичайних умовах здійснюють цей синтез в тих областях, де всмоктування вітаміну в кров не відбувається, так як не відбувається зв'язування вітаміну з внутрішнім фактором, тому основне його кількість повинна надходити з їжею [6,7].

1.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

1.1 Аналіз стану ринку виробництва вітамінних препаратів, які використовуються в ветеринарії в Україні

Ветеринарні препарати є продукцією ветеринарної фармації (від термінів «ветеринарний» – той, що стосується лікування і профілактики хвороб свійських тварин, та «фармація» – наука, яка вивчає питання добування, обробки, виготовлення, стандартизації, зберігання та реалізації лікарських засобів). Ринок ветеринарних препаратів і ринок лікарських засобів гуманної медицини тісно взаємопов'язані і формують фармацевтичний ринок, що є частиною ринків хімічної продукції та біотехнологічної продукції. Водночас ринок ветеринарних препаратів є частиною ринку засобів захисту здоров'я тварин. Сегменти ринку ветеринарних препаратів, призначених для сільськогосподарських тварин, є складовими ринку товарів сільськогосподарського призначення (ресурсний ринок для АПК), а сегменти ринку ветеринарних препаратів для домашніх тварин належать до ринку споживчих товарів. На підставі аналізу розроблена модель, яка ілюструє місце ринку ветеринарних препаратів у системі товарних ринків (рис.1.1).

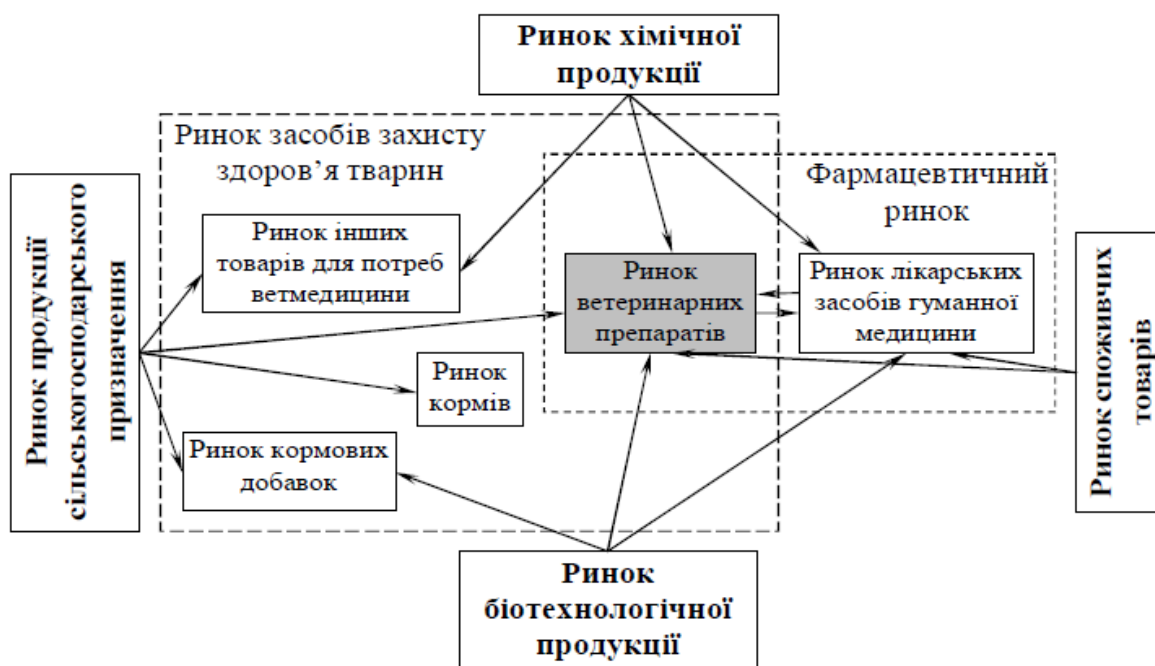


Рисунок 1.1 - Система товарних ринків і місце в ній ринку ветеринарних препаратів

Виробництво фармацевтичної продукції, призначеної для потреб ветеринарної медицини, є вагомим чинником формування пропозиції продуктів харчування тваринного походження, оскільки основною умовою забезпечення економічної ефективності сільськогосподарського тваринництва є утримання здорового поголів'я тварин, яке характеризується високими продуктивними якостями та необхідною репродуктивною здатністю.

За останні роки спостерігається активна інтеграція більшості галузей народного господарства у світовий економічний простір, розвиток агропромислового комплексу і відповідно ринку ветеринарних препаратів. Аналіз законодавства, що регламентує порядок контролю якості ветеринарних препаратів в Україні, та співставлення його з аналогічним в ЄС, свідчить про нагальну потребу вдосконалення нормативної бази з врахуванням усіх світових стандартів, щоб забезпечити сприятливі умови існування для вітчизняних компаній.

За наявної ситуації на національному ринку ветеринарних препаратів та лікарських засобів для ветеринарної медицини, спостерігається поступове зміцнення позицій українського виробництва, про що свідчить факт часткового збільшення споживання його товарів. Лідируючу позицію займають препарати для великої рогатої худоби, засоби для свиней та птиці.

Меншу частину займають лікарські препарати для коней, бджіл, кролів та дрібної рогатої худоби. Слід зазначити, що найбільший попит є на корми для тварин, вітаміни та антибіотики.

Більше 50% підприємств виготовляють якісну продукцію, що здатна конкурувати з іноземними аналогами. Найбільші з них: «O.L.KAR.-АгроЗооВет-Сервіс», «Укрзооветпромпостач», «Броварфарма», «Укрветпромпостач», «Біофарм», «Ветсинтез». Провідна компанія на ветеринарному гуртовому ринку країни – «Укрзооветпромпостач». Більше 15 років воно тримає лідируючу позицію за виготовленням ветеринарних препаратів, кормових добавок, вітамінів, кормів та зоопродукції в Україні.

Європейські профільні фахівці визнали лабораторію ветеринарного виробництва «Укрзооветпромпостач» найкращою в країні.

На сьогодні компанією випускається більше 1000 найменувань різної ветеринарної продукції. Протягом усього часу роботи, у компанії з'явилося близько п'яти тисяч постійних клієнтів (4000 ветаптек, 1500 ветклінік, 3000 зоомагазинів, зооклуби та 2500 господарств (виращування свиней, молочні ферми, птахофабрики). «Укрзооветпромпостач» також є дистриб'ютором основних відомих закордонних виробників (Bayer, INVESA, Biowet Pulawy, Inter Heat, PFIZER, Армавірська біофабрика, KB3, Хювефарма Болгарія), які складають 95% ветеринарного ринку України.

Окрім того, власна продукція експортується в понад 30 країн європейського, азіатського та арабського регіонів. За рахунок сучасного інноваційного виробничого комплексу компанія увійшла в десятку виробників України, що мають право постачати ветеринарні препарати на ринок різних країн світу.

Ще одним з великих виробників у галузі є «Бровафарма».

Продукція даної фірми представлена широким асортиментом ветеринарних препаратів (антигельмінтики, антимікробні, анти-протозойні, антисептики, протипаразитарні, препарати для лікування хвороб шкіри, сульфаніламід, дератизаційні, вітамінні препарати, дезінфіканти), біопрепаратів (вакцини, сироватки), кормів та кормових добавок.

Сумарно частки «двадцятки» фірм-лідерів вітчизняного ринку ветеринарних препаратів становлять близько 83%.

Лідером з виробництва з часткою 12,7% є корпорація «Укрзооветпромпостач» (табл. 1.1).

Серйозною проблемою на ринку ветеринарних препаратів України є зростання сфери тіньового обігу.

За оцінками експертів, тіньовий ринок може становити від 10 до 20% загального обігу на ринку ветеринарних препаратів України.

Орієнтовна структура споживання фальсифікованої та контрафактної продукції виглядає таким чином: недотримання рецептури, економія на основній сировині (25,6%); контрабанда (22,2%); виробництво препаратів виробниками із залишків сировини (13,3%); підробки препарату з діючою речовиною (11,1%) та без діючої речовини (11,1%); перефасування препаратів у ветеринарних аптеках з додаванням домішок (8,9%); зміна маркування протермінованих препаратів (7,8%).

Споживання ветеринарних препаратів і стан сільськогосподарського тваринництва в країні взаємопов'язані.

Обсяг споживання вітамінних препаратів на ринку ветеринарних препаратів України (у поточних споживчих цінах) 2020 р. становив близько 237,1 млн грн.

Загалом, аналізуючи ветеринарний ринок країни, за останні роки спостерігається ріст попиту на товари українського походження, а вітчизняні виробники активно зміцнюють свої позиції, виробляючи високоякісний, конкурентоспроможний із європейськими аналогами, товар. Здебільшого питання проблем ветеринарної галузі не вирішуються, оскільки державними органами створюються законопроекти, нормативні акти та інші установчі документи, які під впливом перевірки багатьох інших, суміжних їм інстанцій, просто так і не входять у дію. Поліпшення умов інтеграції ветеринарних препаратів на світовій арені, відповідно збільшення їх експорту, відбудеться тільки після реальних якісних змін, як на законодавчому рівні, так і в сфері державного управління.

№ з/п	Виробник	Обсяг реалізації, тис. грн	Частка ринку, %	Сума часток ринку, %
1.	БАТ ВВП „Укрзооветпромпостач”	26900,0	12,7	12,7
2.	СП „Бровафарма”	20738,0	9,8	22,5
3.	Intervet	18528,7	8,7	31,2
4.	Ceva SA	13322,4	6,3	37,5
5.	Сумська біофабрика	10872,0	5,1	42,6
6.	Bayer	10339,5	4,9	47,5
7.	Novartis + Lek	10192,0	4,8	52,3
8.	ТзОВ „Ветсинтез”	9903,6	4,7	57,0
9.	KRKA	8910,0	4,2	61,2
10.	Interchemi Werken	8721,0	4,1	65,3
11.	ДП „Укрветпромпостач”	7431,2	3,5	68,8
12.	Pfizer	5261,3	2,5	71,3
13.	Херсонська біофабрика	4748,4	2,2	73,5
14.	Харківська біофабрика	4275,6	2,0	75,5
15.	Дніпропетровська біофабрика	4003,2	1,9	77,4
16.	Fort Dodge	3520,0	1,7	79,1
17.	ПП „Фарматон”	2816,7	1,3	80,4
18.	ТзОВ „Зооветеринарний центр”	2277,6	1,1	81,5
19.	БАТ „Біоветфарм”	1908,0	0,9	82,4
20.	Elanco	515,2	0,2	82,6
21.	Решта	36815,6	17,4	100,0
Разом		212000,0	100,0	x

Таблиця 1.1 - Ринкові частки виробників на ринку ветеринарних препаратів України, 2022 р.

1.2 Техніко-економічне обґрунтування отримання вітаміну В12

У дипломному проекті наведені розрахунки для створення виробництва кобаламіна (вітаміну В12) за допомогою пропіоновокислих бактерій *Propionibacterium shermanii* для ветеринарної, фармацевтичної сфери, в харчовій промисловості. Опрацьована ситуація на ринку, закордонне та вітчизняне виробництво вітамінних препаратів для ветеринарії.

Характерною особливістю вітаміну В12 є його виготовлення синтезом. Це водорозчинний компонент, який можна додавати в корми. Його використовують у тваринництві для профілактики різних захворювань,

оскільки дефіцит вітаміну може проявитися через період, коли тварина вже має серйозні проблеми зі здоров'ям.

Це значущий компонент енергетичних обмінів, він бере участь у синтезі амінокислот.

Недолік вітаміну B12 у ВРХ може призвести до ожиріння печінки, молочної лихоманки та інших серйозних хвороб.

Вводити елемент в раціон можна різними способами. Для жуйних тварин практикується ін'єкційне введення препаратів, додавання до комбікорму. Особливо важливо приділити увагу раціону тварин взимку.

У тваринному організмі відіграє значну роль в процесі кровотворення, роботі червоного кісткового мозку і біосинтезі нуклеїнових кислот. У своєму складі містить кобальт. За допомогою вітаміну B12 здійснюється ресинтез в організмі незамінної амінокислоти метіоніну. Цей вітамін впливає на ріст тварин, активізацію білкового обміну, сприяє засвоєнню амінокислот.

Недостатня забезпеченість свиней, птиці, молодняку жуйних тварин і собак вітаміном B12 викликає у них злякисну анемію, що супроводжується різким зниженням продуктивності, припиненням зростання і повним виснаженням організму через низький засвоєння білків кормів рослинного походження. У птахів спостерігається зниження виводимості яєць в результаті підвищеної ембріональної смертності в останній тиждень інкубації з ознаками атрофії м'язів кінцівок, крововиливом в м'язи, аллантаис і жовтковий мішок.

У дорослої великої рогатої худоби та овець спостерігається поява злякисної анемії та її наслідків при порушенні мікробного синтезу вітаміну B12 в передшлунках, коли тварини отримують корми, бідні кобальтом.

Після проведеного аналізу стану фармацевтичного ринку вітамінних ветеринарних засобів України уточнюємо, що лінія виробництва кобаламіна (вітаміну B12) за допомогою використання мікроорганізмів планується на виробничих потужностях ТОВ «Відродження-М» (65031, Україна, м. Одеса, вул. С. Ядова, б.6), яке спеціалізується на випуску продукції для ветеринарії. Буде здійснена реконструкція виробничого цеху загальною

площею 380 м²: застаріле обладнання, яке використовувалося для випуску нерентабельної нині продукції, буде демонтовано і встановлено нове, яке застосовується для виробництва вітаміну В12 (збірники для миючого розчину – 2 шт., насоси відцентрові – 3 шт., реактори-змішувачі – 3 шт., ферментери (інокулятори) різного об'єму – 3 шт.)

В той же час, реконструкція не торкнеться допоміжних і складських приміщень, що зменшить капіталовкладення на нову лінію з виробництва кобаламіна.

2. НАУКОВА ЧАСТИНА. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ ЗА ТЕМОЮ ПРОЕКТУ

В організмі людини і тварин синтезуються мікрофлорою кишечника, звідки надходить органи, накопичуючись у найбільших кількостях у нирках, печінці, стінці кишечника. Синтезом у кишечнику потреба організму у вітаміні B12 повністю не забезпечується; додаткові кількості знаходять із продуктами тваринного походження. Вітамін B12 міститься у різних кількостях у лікувальних препаратах, одержуваних із печінки тварин [1,3,8,9].

Єдиним природним джерелом вітаміну B12 є продукти тваринного походження – м'ясо, риба, яйця, молочні і морепродукти (моллюски і ракоподібні), хоча деякі рослинні продукти – гриби і норі (їстівні червоні водорості) – можуть містити достатні кількості вітаміну B12. Разом з тим, слід відзначити, що в деяких продуктах харчування (спіруліна, деякі моллюски) присутній псевдовітамін B12 (корриноїд), який в організмі людини неактивний і не виконує біологічних функцій [10].

Вітамін B12 – низькомолекулярне органічне з'єднання, належить до водорозчинних вітамінів групи В. Його роль в нормальному функціонуванні організму важко переоцінити. Він необхідний для створення ДНК нових клітин, особливо важливий для виробництва еритроцитів кістковим мозком, має велике значення для утворення мієлінової оболонки нервових волокон. Грає важливу роль в регуляції кровотворних органів: він приймає участь в синтезі пуринових та піримідинових основ, нуклеїнових кислот, які необхідні для еритропоезу [11].

Відкриття вітаміну стало значною подією у вивченні механізму анемії та її лікуванні. Вітамін B12 людина отримує з їжею тваринного походження. Вітамін B12 призначений для лікування різних видів анемії – залізодефіцитної, фолієводефіцитної, вітамін B12-дефіцитної, а також анемії хронічних захворювань [10,11].

Таблиця 2.1.

Галузі застосування ціанокобаламіну (вітаміну B12)

Сфера застосування	Напрями використання
Медицина	Лікування злоякісних, постгеморагічних і залізодефіцитних анемій, апластичні анемій у дітей, анемій аліментарного характеру, спричинених токсичними речовинами і лікарськими засобами, пов'язаних з дефіцитом вітаміну B12, незалежно від причини дефіциту (резекція шлунка, глистові інвазії, порушення процесу всмоктування в кишечнику, вагітність). Поліневрити, невралгії трійчастого нерва, радикуліт, каузалгії, мігрень, діабетичні неврити, бічний аміотрофічний склероз, дитячий церебральний параліч, хвороба Дауна, алкогольний делірій. Застосовувати при дистрофії у дітей, після перенесених інфекційних захворювань, при спру (разом з фолієвою кислотою), захворюваннях печінки (гепатити, цироз, хвороба Боткіна), променевій хворобі, псоріазі, герпетичний дерматит, нейродермитах, фотодерматозах
Харчова промисловість	Входять до складу біологічно-активних добавок (БАД)
Ветеринарія	Призначають для лікування анемії, патологій печінки та інших травних органів, парезів, невритів, остеоартритів у тварин. Також ці ліки використовуються для усунення у тварин симптомів отруєння солями важких металів. Поросятам і курям його призначають з метою збільшення продуктивності і стимуляції росту.
Сільське господарство	Препарат сприяє росту і розвитку тварин

Враховуючи важливу функцію вітаміну в організмі людини (він є протианемічним фактором), його світове виробництво досягло 10 т на рік, з яких 6,5 т витрачають на медичні потреби, а 3,5 т — у тваринництві. Виробництво вітаміну B12 засноване головним чином на культивуванні пропіоновокислих бактерій (Великобританії, Угорщини), мезофільних та

термофільних меганогенних бактерій (Угорщина), а також актиноміцетів та споріднених форм (Італія) [9].

У СНД як продуцент вітаміну В12 використовують пропіоновокислі бактерії *P. shermanii*. Для отримання вітаміну В12 бактерії культивують періодичним методом в анаеробних умовах у середовищі, що містить кукурудзяний екстракт, глюкозу, солі кобальту та сульфат амонію [4,5,8,9].

Промисловість випускає різні форми лікувальних препаратів кобаламінів: ампули зі стерильним розчином CN - В12, приготованого на 0,9% розчині NaCl, таблетки CN - В12 та в суміші з фолієвою кислотою, таблетки (муковита), що містять CN - В12 і мукопротейд. Лікувальні препарати в ампулах: камполон, антианемін та гепавіт містять водний екстракт печінки великої рогатої худоби. Перспективними є дослідження з мутагенезу пропіоновокислих бактерій як один із способів підвищення продуктивності штаму, а також перевірки та впровадження у виробничі умови інших продуцентів, що ростуть на дешевій нехарчовій сировині. Промислове отримання вітаміну В12 з допомогою пропіоновокислих бактерій дозволяє повністю задовольнити потреби медицини [8,9].

Отримання кобаламіна (вітаміну В12) за допомогою використання мікроорганізмів є перспективним напрямком в сучасній біотехнології. Він також відомий як екзогенний (зовнішній) фактор Кастла, або тваринний білковий фактор. Вітамін В12 здійснює біокаталітичні реакції, що забезпечують кровотворну функцію організму. Він також сприяє нормалізації функції печінки, сприятливо впливає на регенерацію нервових волокон і активує дозрівання формених елементів крові. Цей єдиний вітамін, що синтезується майже виключно мікроорганізмами: бактеріями, актиноміцетами і синьо-зеленими водоростями. Вітамін виробляється мікроорганізмами в травному тракті будь-якої тварини, включаючи людину, як продукт діяльності мікрофлори. Наприклад вегетаріанці із-за неправильного живлення позбавленні можливості отримувати вітамін В12 природним чином від бактерій свого

кишечника. У нашій країні в якості продуцента вітаміну B12 використовують *Propionibacterium freundenreichii* var. *shermanii* за його продуктивність та чистоту кінцевого продукту. Цей вітамін відноситься до 20 групи мікроорганізмів по Берджі – грампозитивні палички неправильної форми. Бактерії нерухомі, не утворюють спор та розмножуються бінарним поділом. Бактерії роду належать до факультативних анаеробів, але вони є варіабельними по аеротолерантності. Пропіоновокислі бактерії ростуть в межах температури 15-40 °C, оптимум 30 °C. За типом харчування вони відносяться до хемоорганотрофів зі складним потребами в живильних речовинах. Кінцевим продуктом виробництва є кристали вітаміну B12, вміст основної речовини складає мінімум 98%, вміст залишкового розчинника-ізопропанолу становить не більше 0,5 %. Продукт мікробіологічно чистий, вміст мікроорганізмів складає менше 1000 КУО/г, пліснява та дріжджі відсутні, *E.coli* відсутні [13,14].

Завданням даної дипломної роботи є отримання вітаміну B12 за допомогою штаму дріжджів *Pr.shermanii*, та показати актуальність цієї теми, так як кобаломін є дуже важливим компонентом, який обов'язково повинен вироблятися нашим організмом. Потреба в кобаломіні дуже велика та охоплює багато сфер: ветеринарну, фармацевтичну: лікувальних препаратів, його використання знайшло своє місце і в додаванні його як харчової добавки для тварин, в харчовій промисловості.

2.1 Характеристика посівного матеріалу

Готують посівний матеріал шляхом серійного розмноження бактерій, спочатку в пробірках по 30 мл, а потім у 500 флаконах. Підготовку посівного матеріалу проводять в анаеробних умовах при 30 °С протягом 2-4 діб. Багатоступеневість процесу пов'язана з великою витратою посівних культур (10-20 об.% об'єму навколишнього середовища). В іншому випадку ріст бактерій сповільниться, що призведе до зниження рівня накопичення вітамінів та інфікування чужорідних мікробними контамінантами [14,15].

Біотехнологічний процес виробництва вітаміну В12 можна описати графічно. Інокулянт готували спочатку в пробірках об'ємом 30 мл, потім у колбах на 500 мл, а потім у ферменторах об'ємом 100 і 1000 літрів. Приготування посівного матеріалу проводили в анаеробних умовах при 30 °С протягом 2-4 діб на середовищі, подібній до акумуляторів за складом, доповненому 0,003 г хлориду кобальту. Початкові культури для виробництва вітаміну В12 можуть зайняти до 18 днів. Остаточне бродіння також проводять в анаеробних умовах [13].

Основний етап культивування проводять у два етапи. Перший протягом 72 год (з моменту засіву середовища культурою бактерій до внесення 5,6-ДМБ) і перебіг повинен бути забезпечений в строго стерильних умовах при 28-30 °С [16].

При цьому відбувається інтенсивний приріст біомаси (50-55 год ферментації), під час якого синтезується пропіонова і оцтова кислоти, які нейтралізують за допомогою 40% розчину їдкого натру або аміачної води, утримуючи таким чином рН на рівні 6,5-7,0. У першій фазі *P. shermanii* накопичує в основному (80% і більше) попередник вітаміну В12 (фактор В), а також невеликі кількості кориноїдних сполук, а саме кобаламін (8-10%), псевдовітамін В12 і фактор А [17,18].

Перетворення цих речовин в активну для людини і тварин форму вітаміну В12 (кобаламін) відбувається в другій фазі ферментації після внесення в середовище попередника вітаміну 5,6-ДМБ (10-20 мг / л) при

аерації середовища (2 м³ / год). В процесі цього фактор В та аналоги вітаміну В12 переводяться в кобаламін.

В культуральній рідині на кінець процесу міститься до 30 мг/л вітаміну В12, в вигляді внутрішньоклітинних елементів.

Ферментацію закінчують через 72 години. Вітамін В12 зберігається в клітинах бактерій. Тому після закінчення бродіння біомасу сепарують і екстрагують з неї вітамін водою, підкисленою до рН 4,5-5,0 при 85-90° С протягом 60 хв з додаванням в якості стабілізатора 0,25% розчину NaNO₂. Для того щоб здійснити перетворення на кобаламін, обробляють гарячий розчин клітин ціанідом або тіоціанатом, часто в присутності NaNO₂ або хлораміну В12 [19].

2.2 Характеристика поживних середовищ

Propionibacterium shermanii –представляють собою неспороутворюючі грампозитивні нерухомі палички розміром 0,5-0,6 або 1,5-2,0 мкм (в молодих культурах – викривлені, злегка розгалужені палички, в старіших – коковидної форми) Розташовані парами або короткими ланцюжками. На твердому живильному середовищі з кукурудзяним екстрактом колонії рожевого кольору круглі, маслянисті, пастоподібні з рівним краєм діаметром 3-5 мм. На синтетичному середовищі з агар-агаром колонії

ї жовтувато-рожеві круглі, маслянисті, пастоподібні з рівним краєм, діаметром 1-3 мм. Вирощують по всьому стовпчику рідини на рідкому синтетичному середовищі. На твердому середовищі з дріжджовим екстрактом жовтувато-рожеві округлі, маслянисті, пастоподібні з рівними краями, діаметром 2-4 мм. На рідкому середовищі дріжджовий екстракт росте по всьому стовпу рідини. На рідких середовищах кукурудзяний екстракт вирощують по всій колонії рідини [14]. Пропіоновокислі бактерії – це збудники, які ферментують пропіонову кислоту, ферментують глюкозу, лактозу тощо. Пропіоновокислі бактерії ростуть на різноманітних живильних середовищах, що містять кобальт. Оптимальна температура росту була

(29±)°C, і бактерії росли після нагрівання при 62,8°C протягом 20-30 хвилин [15,19].

2.3 Підготовка поживного середовища ,повітря, обладнання, комунікацій

Підготовка поживного середовища та умови вирощування P. Shermanii

Склад живильного середовища та умови культивування є найважливішими критеріями для отримання продуктів різного мікробного походження (будь то дріжджі, бактерії), а також для отримання плодових тіл сапрофітних грибів.

Використане живильне середовище має бути повноцінним у межах бюджету інгредієнтів. Тому живильне середовище має містити необхідні джерела їжі: вуглець, азот, фосфор, вітаміни, неорганічні сполуки, що містять калій, натрій, кальцій, магній, залізо, сірку, фосфор, марганець, цинк, кобальт, молібден, мідь, бор тощо.

Наявність вітамінів у живильному середовищі позитивно впливає на якість росту культури, тобто вітаміни є стимуляторами росту культури. Іншою важливою вимогою до живильного середовища є її стерильність [14,16].

Вимоги до живильного середовища:

- містить усі легкозасвоювані речовини, необхідні для задоволення потреб у їжі та енергії. Сприяє росту факторів – вітамінів, деяких амінокислот в середовищі, в якій культивуються мікроорганізми.
- бути максимально однорідним, тобто містити постійну кількість окремих компонентів;
- при оптимальній концентрації іонів водню – рН, оскільки тільки при оптимальній реакції з навколишнім середовищем, що впливає на проникність оболонки, мікроорганізми можуть поглинати поживні речовини;

- ізотонічний для мікробних клітин, тобто осмотичний тиск у середовищі має бути таким же, як і в клітинах;

- стерильний, оскільки забруднювачі перешкоджають росту первинної культури, визначають її характеристики та змінюють характеристики навколишнього середовища;

- має певний окислювально-відновний потенціал, тобто співвідношення речовин, які віддають і приймають електрони, виражене індексом rH_2 .

Для забезпечення асептичності культивування, потрібна стерилізація середовища, повітря, обробка основного обладнання та трубопроводів гострою парою [14]. Пропіоновокислі бактерії займають ведучу роль серед інших продуцентів. Природні штами цих бактерій синтезують від 1,0 до 8,5 мг/л кориноїду, а промисловий мутант М-82, що використовується як продуцент, здатний утворювати до 58 мг/л вітаміну. Найсприятливішими для росту *Propionibacterium shermanii* є нейтральні умови, тому під час щоденного виробництва іноді буває вироблено більше кислоти, що виникає в результаті нейтралізації. Оптимальний діапазон рН для росту цих бактерій складає 6,3-7,5.

Найбільша кількість вітаміну В12 накопичується в середовищах, де рН живильного середовища підтримується на рівні 6,8-7,5. Набагато гірші результати були отримані, коли процес проводили при нижчих значеннях рН. Навіть через 72 години рН підвищився до 6,8 і 7,5, виробництво вітаміну все ще було низьким [21,26].

Таким чином, активний біосинтез вітаміну В12 відбувається у досить вузькому діапазоні рН, тоді як ріст бактерій відбувається в більш широкому діапазоні рН.

Найбільша кількість вітаміну В12 утворюється при культивуванні бактерій у повністю анаеробних умовах. Особливо згубним впливом на біосинтез вітаміну В12 є ріст бактерій в аеробних умовах протягом перших 50 годин.

Що стосується відношення до кисню, то при аеробних умовах бактерії накопичують стільки ж біомаси, ніж при анаеробних [17].

Продуценти вітаміну В12 часто використовують для живлення в якості компонентів поживних середовищ, харчову сировину: соєвого борошна, рибного борошна, м'ясного та кукурудзяного екстракту.

В Україні фармацевтичні форми вітаміну отримують з використанням мутантних штамів *Propionibacterium shermanii* і *Propionibacterium freudenreichii*, що синтезують понад 10 мг / л кінцевого продукту. Культивують продуцент періодичним методом на середовищах складного складу, що містять кукурудзяний екстракт, глюкозу, солі кобальту, сульфат амонію [21,22,23,24].

Обов'язковою умовою високого виходу вітаміну є наявність в середовищі попередника вітаміну – 5,6-діметилбензимидазола (23, 5,6-ДМБ). Виділення цільового продукту здійснюється екстракцією розчинником, сорбції на іонітах, осадженням або поєднанням цих способів.

Вихідну культуру підтримують на твердому живильному середовищі склад якого наведений в табл. 3.1 рН середовища після стерилізації – 6,8-7,0.

Таблиця 3.1.

Склад стандартного поживного середовища

Компонент	Маса, г
Глюкоза	20
Кукурудзяний екстракт	20
Амоній сірчаноокислий	2
Кальцій вуглекислий	20
Хлористий кобальт	0,005
Вода	1000

Підготовка повітря

Підготовка аераційного повітря.

У процесі культивування в посівному апараті та ферментері зростаюча культура аерується стерильним повітрям під надлишковим тиском 0,01–0,03 МПа для задоволення біологічної потреби мікроорганізмів [14].

Забір атмосферного повітря.

Забір повітря здійснюється повітрозбірником на висоті близько 15–20 м від поверхні землі.

Очищення повітря від пилу та механічних часток.

На цій стадії на фільтрі з повітря видаляється основна маса великих фракцій механічних та пилу. Для цього використовують фільтри попереднього очищення.

Стиснення повітря.

За допомогою турбокомпресора повітря стискають до 0,35 МПа, при температурі 120–200°C. Тиск повітря у компресорі забезпечують відповідно із розрахунку тиску на подолання опору в системі підготовки повітря.

Після компресора повітря охолоджується в теплообміннику до температури 26–30°C. Далі у ресивері відбувається стабілізація вологості повітря $W = 60\text{--}70\%$.

Нагрівання повітря.

Підігрів повітря відбувається в теплообміннику до температури, вищої від температури культивування на 5–10 °C, тобто до 50°C, його вологість становить $W = 50\%$.

Очищення повітря в головному фільтрі.

Охолодження повітря та видалення вологи.

Подальше очищення повітря відбувається у фільтрі з діаметром пор 1 мкм, як фільтрувальний матеріал використовують синтетичні волокна. Ступінь очистки такого повітря становить $E = 95\%$. Заміну

фільтрувального матеріалу проводять 2 рази на рік. Але в разі передчасного забруднення, або зволоження чи інфікування фільтруючого матеріалу, проводять позачергову заміну.

Очищення повітря в індивідуальному фільтрі. Остання операція цієї стадії – очищення повітря в індивідуальних фільтрах Ultra, клас U16, ступінь чистоти 99,99%.

Підготовка виробничих приміщень та обладнання.

Миття та ополіскування.

Ферментер та інокулятори обробляють 0,3 % Біомою, після кожного культивування. Проводять процес при температурі 60°C, по завантажувальній лінії ферментера.

Безпосередньо перед початком проведення технологічного процесу, ферментери, інокулятори та матеріальні лінії промивають очищеною водою та стерильним паром. Обладнання маркують. Відпрацьований розчин направляється на знешкодження відходів.

Ополіскування проводиться очищеною водою. З'ємні частини (вузли) обладнання, що безпосередньо стикаються з виробничою сировиною, слід зняти, розібрати і ретельно вимити в розчині 0,3% розчині Біомою при температурі 36 °C упродовж 30 хв. Відпрацьована вода йде до знешкодження відходів.

Технічний огляд.

Проводять технічний огляд обладнання для виявлення та усунення нещільностей. Перевірка на герметичність.

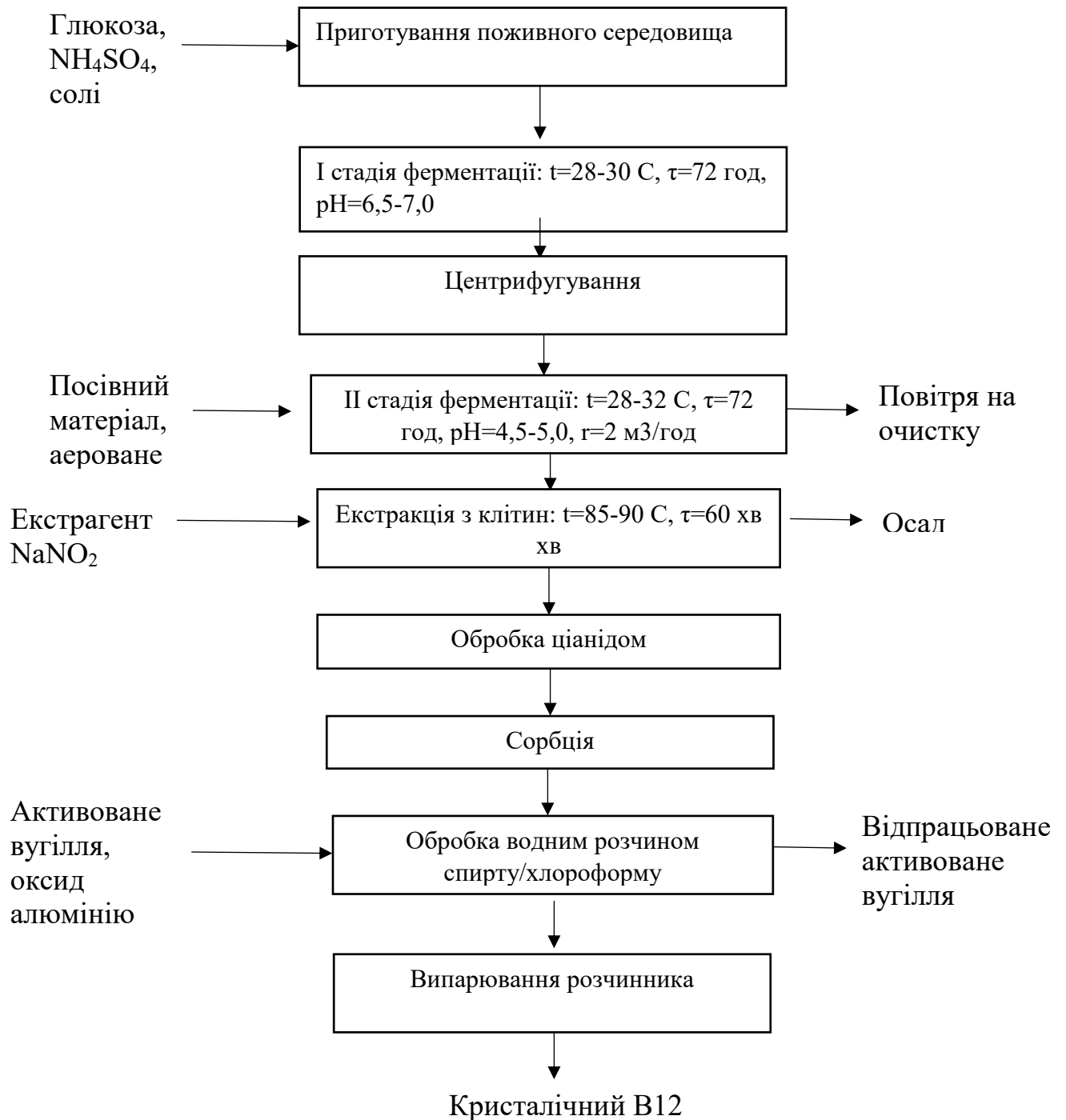
Проводять перевірку на герметичність ємнісної апаратури відповідно до технологічної інструкції.

Стерилізація обладнання.

Проводять стерилізацію обладнання при такому режимі: $t=125-130^{\circ}\text{C}$, $P=0,28\text{ МПа}$, тривалість процесу 1 год.

3.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Технологічна схема вітаміну B12



3.2 Опис технологічних процесів

Можливі деякі варіації у культивуванні [14,26]. Вітамін В12 зберігається в клітинах бактерій, тому проводять його екстракцію:

- 1) виділення вітаміну з клітин та перетворення його на ціанокобаламін;
- 2) виділення неочищеного продукту (80% чистоти), який можна використовувати у тваринництві;
- 3) подальше очищення рівня 91-98% (для медичних цілей).

Біотехнологічний процес виробництва вітаміну В12 можна описати графічно.

Інокулят готували спочатку в пробірках об'ємом 30 мл, потім у колбах на 500 мл, а потім у ферменторах об'ємом 100 і 1000 літрів. Приготування посівного матеріалу проводили в анаеробних умовах при 30 °С протягом 2-4 діб на середовищі, подібній до акумуляторів за складом, доповненому 0,003 г хлориду кобальту. Початкові культури для виробництва вітаміну В12 можуть зайняти до 18 днів. Остаточне бродіння також проводять в анаеробних умовах [12,13].

Основний етап культивування проводять у два етапи. Перший протягом 72 год (з моменту засіву середовища культурою бактерій до внесення 5,6-ДМБ) і перебіг повинен бути забезпечений в строго стерильних умовах при 28-30 °С.

При цьому відбувається інтенсивний приріст біомаси (50-55 год ферментації), під час якого синтезується пропіонова і оцтова кислоти, які нейтралізують за допомогою 40% розчину їдкого натру або аміачної води, утримуючи таким чином рН на рівні 6,5-7,0. У першій фазі *P. shermanii* накопичує в основному (80% і більше) попередник вітаміну В12 (фактор В), а також невеликі кількості кориноїдних сполук, а саме кобаламін (8-10%), псевдовітамін В12 і фактор А [12,13].

Перетворення цих речовин в активну для людини і тварин форму вітаміну В12 (кобаламін) відбувається в другій фазі ферментації після внесення в середовище попередника вітаміну 5,6-ДМБ (10-20 мг / л)

при аерації середовища ($2 \text{ м}^3 / \text{год}$). В процесі цього фактор В та аналоги вітаміну В12 переводяться в кобаламін.

В культуральній рідині на кінець процесу міститься до 30 мг/л вітаміну В12, в вигляді внутрішньоклітинних елементів.

Ферментацію закінчують через 72 години. Вітамін В12 зберігається в клітинах бактерій. Тому після закінчення бродіння біомасу сепарують і екстрагують з неї вітамін водою, підкисленою до рН 4,5-5,0 при 85-90° С протягом 60 хв з додаванням в якості стабілізатора 0,25% розчину NaNO_2 .

Для того щоб здійснити перетворення на кобаламін, обробляють гарячий розчин клітин ціанідом або тіоціанатом, часто в присутності NaNO_2 або хлораміну В12.

Для сорбції кориноїдів використовують різні носії: амберліт IRC-50, Al_2O_3 , активоване вугілля і елюцію здійснюють спиртовими розчинами або водно-фенольними сумішами [13].

З водних розчинів кориноїд екстрагують спиртом, фенолом або крезолу, або сумішшю цих фенолів з бензином, бутанолом, тетрахлорид вуглецю або хлороформом [14].

Основні точки контролю.

Важлива умова нормального процесу бродіння – контроль рівня жирних кислот і амонійного азоту. Вітамін В12 нестійкий при тепловій обробці, особливо в лужному середовищі. Тому перед випарюванням до метанової бражки додають HCl до оптимального значення рН 5,0-5,3 і сульфат Na (оптимальний вміст 0,07-0,1%) [45].

Вихід продукту зазвичай становить 50-60% від його вмісту у вихідній культуральній рідині. До кристалічного вітаміну В12 додають воду для ін'єкцій.

Очистка вітаміну B12.

Водний розчин вітаміну B12 охолоджують, доводять рН до 6,8-7,0 50%-ним розчином NaOH. До розчину додають $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ і безводний FeCl_3 для коагуляції білків і фільтрують через фільтр-прес.

Очищення розчину проводять на іонообмінній смолі СГ-1, з якої кобаламін елюють розчином аміаку. Далі проводять додаткове очищення водного розчину вітаміну органічними розчинниками, упарювання і очистку на колонці з Al_2O_3 . З окису алюмінію кобаламін елюють водним ацетоном. При цьому КО-B12 може бути відділений від CN- і оксикобаламіну.

Відділення та кристалізація вітаміну B12.

До водно-ацетонівих розчину вітаміну додають ацетон і витримують при 3-4° С 24-48 годин. Випадаючі кристали вітаміну відфільтровують, промивають сухим ацетоном і сірчаним ефіром і сушать у вакуум-ексикаторі над P_2O_5 . Для запобігання розкладання КО-B12 всі операції необхідно проводити в сильно затемнених приміщеннях або при червоному світлі. Таким чином, можна отримати не тільки суміш CN- і оксикобаламінів, але і коферментну форму, яка володіє високим терапевтичним ефектом.

Для хімічного очищення вітаміну B12 використовується його здатність утворювати аддукти з фенолом і резорцином. При цьому способі відділення вітаміну B12 від супутніх йому факторів спрощується.

Промисловий концентрат ціанкобаламіну обробляють водним розчином резорцину (або фенолу), виділяють комплекс вітаміну B12 з резорцином (або фенолом), далі розкладають його і отримують кристалічний препарат.

Промисловість України випускає різні форми лікувальних препаратів кобаламінів: ампули зі стерильним розчином CN-B12, приготованого на 0,9%-вому розчині NaCl, таблетки CN-B12 в суміші з фолієвою кислотою, таблетки (муковіту), що містять CN-B12 і мукопротеїд (внутрішній фактор) [12,14,19].

3.3 Апаратурна схема виробництва та її опис

Технологічна схема виробництва вітаміну В12 складається з допоміжних робіт (підготовка виробничих приміщень, підготовка обладнання та приготування поживного середовища) та технологічного процесу (підготовка посівного матеріалу, біосинтез цільового продукту).

Технологічна схема представлена рисунку 3.1.

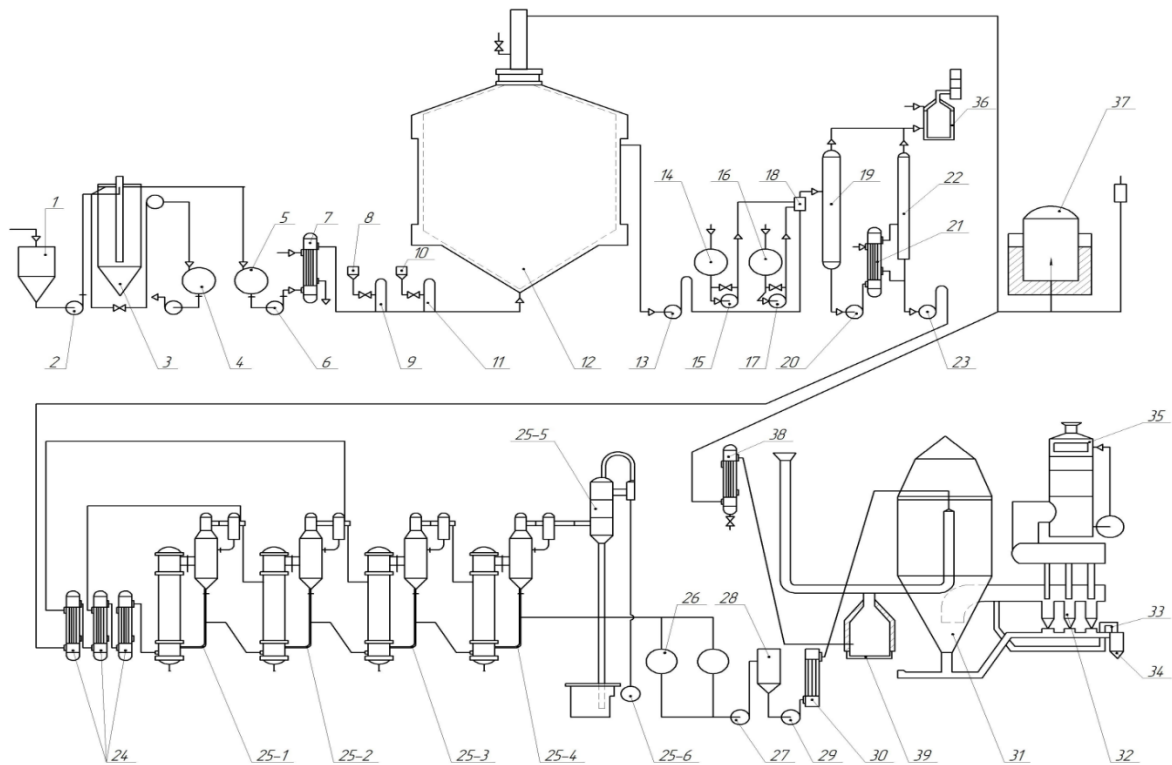


Рисунок 3.1 – Технологічна схема отримання концентрату вітаміну В12 за допомогою змішаної культури метанотворюючих бактерій

На рисунку 3.1 позначено: 1 – збірка барди; 2 – насос для барди; 3 – декантатор барди; 4 - збірка згущеної барди; 5 – збірник декантату барди; 6 – насос для декантату барди; 7 - холодильник для охолодження декантату барди; 8 - збірник-мірник метанолу; 9 - насос-дозатор метанолу; 10 - збірник-мірник розчину хлористого кобальту; 11 – насос-дозатор розчину хлористого кобальту; 12 - ферментатор для метанового бродіння; 13 - насос для метанової бражки; 14 - збірник-мірник соляної кислоти; 15 – насос-дозатор соляної кислоти; 16 -

збірник-мірник розчину сульфату натрію; 17 - насос-дозатор розчину сульфату натрію; 18 - змішувач метанової бражки, соляної кислоти та розчину сульфату натрію; 19 - реактор для стабілізації вітаміну В12 у метановій бражці; 20 - насос для стабілізованої метанової бражки; 21 - підігрівач стабілізованої метанової бражки; 22 - сепаратор газів, що виділяються з метанової бражки; 23 - насос для подачі стабілізованої метанової бражки на випарну установку; 24 - підігрівачі метанової бражки; 25 - випарна установка для згущення метанової бражки (25-1 - корпус, 25-2 - корпус, 25-3 - корпус, 25-4 - корпус, 25-5 - барометричний конденсатор, 25-6 - вакуум-насос); 26-збірник згущеної метанової бражки; 27- насос для згущеної метанової бражки; 28 - збірник згущеної метанової бражки (передаточний); 29 - насос для згущеної метанової бражки; 30 - підігрівач згущеної метанової бражки; 31 - розпилювальна сушарка з відцентровим розпиленням; 32 - циклони розпилювальної сушарки; 33 - бункер сухого концентрату; 34 - розфасовка в мішок; 35 - скруббер для очищення димових газів сушарки від порошку концентрату; 36 - установка для каталітичного спалювання газів, що виділяються при підкисленні та нагріванні метанової бражки; 37 - газгольдер для газів бродіння; 38 - холодильник для відділення води із газів бродіння; 39 - газова піч розпилювальної сушарки.

Ацетоно-бутилова барда з нижньої частини бражної колони надходить у збірник барди і подається насосом в декантатор 3. Відстій барди збирається в збірнику 4 і використовується на корм худобі. Декантат, охолоджений до температури 55-57°C, метанол і хлористий кобальт надходять у ферментер 12. Скинуту масу з верхньої частини ферментера відбирають і направляють в реактор 19, де здійснюють стабілізацію вітаміну В12 шляхом додавання змішаних сульфату натрію і соляної кислоти. Зі стабілізованої бражки видаляють гази в сепараторі газів 22, бражку упарюють у випарній установці 24 і збирають у збірниках 26. Згущена метанова бражка перекачується насосом 27 у збірник метанової бражки 28, а від туди насосом 29 в розпилювач 3 гази бродіння, спалювані в печі 39. Сухий порошок надходить у бункер 33 і

розфасовується поліетиленові мішки, вкладені в крафт-пакети. Відсутність промислових відходів, доступність сировини, безперервність методу, що не вимагає стерильних умов, роблять його економічним.

3.4 Вимоги до готової продукції

Стандарти на готову продукцію. Характеристика хімічного складу та екологічної чистоти готової продукції [23,25].

За органолептичними, фізико-хімічними та біологічними показниками кормовий вітамін В12 повинен відповідати вимогам та нормам, зазначеним у таблиці 3.1.

Кормовий вітамін приймають партіями. Партією вважають будь-яку кількість однорідного за органолептичними, фізико-хімічними та біологічними показниками кормового вітаміну В, фасовану та упаковану в однорідну тару та оформлену одним документом про якість.

У документі про якість мають бути зазначені:

- найменування підприємства-виробника та його товарний знак;
- найменування препарату;
- номер партії;
- маса нетто партії;
- дата виготовлення препарату;
- номер документа якості;
- дата видачі документа якості;
- кількість місць у партії;
- результати аналізу.

Органолептичні, фізико-хімічні та біологічні показники вітаміну B12

Назва показника	Норма для марки	
	А	Б
Зовнішній вигляд та властивості	Однорідний сипкий порошок коричневого кольору	
Запах	Властивий для цього продукту	
Масова частка вологи, %, трохи більше	8,0	
Масова концентрація вітаміну B, мг/кг	100,0-500,0	Не менше 500,0
Величина: залишок на ситі з шовкової тканини N	10,0	
27, %, не більше		
Нешкідливість у тест-дозі:		
на одного курча, мг	800,0-1200,0	
на одну мишу, мг	100,0	
Число мікробних клітин, тис/г, трохи більше	300,0	

3.5 Продуктовий розрахунок і матеріальний баланс біосинтезу вітаміну B12

З ТЕО потреба в продукті глюконової кислоти складає $G_{нд} = 1000$ кг. За умовами замовника цю кількість глюконової кислоти потрібно виробити за 300 днів. За даними максимальний синтез глюконової кислоти досягається за умов росту штаму *Aspergillus niger* на середовищі такого складу (г/л):
Глюкоза – $C_1 = 20$

Кукурузяний екстракт – $C_2 = 20$

Амоній сірчаноокислий – $C_3 = 2$

Кальцій вуглекислий – $C_4 = 20$

Хлористий кобальт – $C_5 = 0,005$.

Всього – $C_{\Sigma\phi}=110,65$ г/л.

Посівний матеріал вирощують на поживному середовищі такого складу(г/л):меляса $C_1 = C_{\Sigma\phi}=50$.

Вода.

Відповідно до нормативно-технічної документації вміст сухих речовин в готовому продукті має складати не менше 92%. Для розрахунку використовували наступні коефіцієнти: коефіцієнт запаса (втрати культуральної рідини або посівного матеріалу від нестерильних операцій) $K_1=1,1$; коефіцієнт заповнення ферментера, частка $K_{зп} = 0,6$; коефіцієнт заповнення посівного апарата, частка $K_{па} = 0,6$; коефіцієнт заповнення інокулятора, частка $K_{ін} = 0,6$; коефіцієнт заповнення колб, частка $K_{кол} = 0,2$; 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 $X_{ін} = 0,1$; кількість посівного матеріалу для качалочних колб, частка $X_{кол} = 0,1$; втрати культуральної рідини при біосинтезі, частка $E_{\phi} = 0,1$; втрати посівного матеріалу у процесі його культивування в посівних апаратах, частка $E_{па} = 0,05$; втрати посівного матеріалу у процесі його культивування в качалочних колбах, частка $E_{кол}=0,01$.

3.5.1 Розрахунок партій продукту (виробничих циклів)

Кількість продукту на добу, $G_{нтд} = G_{нт}/T_{рд} = 1000/300 = 3,33$ кг/добу

Кількість продукту за добу з урахуванням втрат за виробничий цикл($E_{св}$):

$$G_{пд} = G_{нтд}/(1 - E_{св}) = 3,33/(1-0,35) = 5,12 \text{ кг/доба}$$

Кількість вітаміну B12 за цикл:

$$G_{цд} = G_{пт} * T_{рд} / 24 = 5,12 * 10 \text{ подгот операц.} + 72 \text{ из ТСХ} / 24 = 17,49333$$

кг/цикл

Об'єм КР, що зливається за одну ферментацію (цикл)

$$V_{кр} = (K1 * V_d * T_{цф})/24 = (1,1 * 3,33 * 82)/24 = 12,52 \text{ м}^3/\text{цикл}$$

$K1=1,1-1,5$ – из методички – однаковий для всіх -запас при використанні нестерильних операцій

$$\text{Кількість ферментацій (циклів) на рік } N_{ц} = G_{зад} * G_{цд} = 1000/17,49333 = 57,16463 = 58.$$

3.5.2 Розрахунок кількості стадій підготовки посівного матеріалу для біосинтезу вітаміну B12 продуцентом *Propionibacterium shermanii*

За виробничий цикл отримують $V_{кр} = 12,52 \text{ м}^3$ 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:

$$V_{роб.1} = V_{кр}/(1-E_{ф}) = 12,52/(1-0,15) = 14.73 \text{ м}^3,$$

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

Виробничий біосинтез здійснюють у ферментері з робочим об'ємом

$$V_{роб.1} = 14.73 \text{ м}^3.$$

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

$$V_{ф} = V_{роб.1} / K_{зап} = 14.73 / 0,6 = 24,55 \text{ м}^3.$$

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

Уточнюємо раніше прийнятий коефіцієнт заповнення

$$K_{зап} = V_{роб.1} / V_{сф} = 14.73/25 = 0,58.$$

Уточнений коефіцієнт заповнення перебуває у вибраних межах ($0,5 - 0,65 \text{ м}^3$), отже геометричний об'єм ферментера вибрано вірно.

Кількість посівного матеріалу (доза) для ферментера становить 10% від

об'єму поживного середовища.

Тоді кількість поживного середовища в ферментері буде становити:

$$V_{\text{пс.1}} = V_{\text{роб.1}} / (1 + X_{\text{ф}}) = 14.73 / (1 + 0.1) = 13.39 \text{ м}^3,$$

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

Кількість посівного матеріалу становить:

$$V_{\text{пм1}} = V_{\text{роб.1}} - V_{\text{пс.1}} = 14.73 - 13.39 = 1.34 \text{ м}^3.$$

Для одержання 1.34 м^3 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:

$$V_{\text{роб.2}} = V_{\text{пм.1}} / (1 - E_{\text{па}}) = 1.34 / (1 - 0.10) = 1.49 \text{ м}^3.$$

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

$$V_{\text{пс2}} = V_{\text{роб.2}} / (1 + X_{\text{па}}) = 1.49 / (1 + 0.1) = 1.34 \text{ м}^3,$$

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

Кількість посівного матеріалу для посівного апарату становить

$$V_{\text{пм2}} = V_{\text{роб.2}} - V_{\text{пс2}} = 1.49 - 1.34 = 0.15 \text{ м}^3 \text{ або } 150 \text{ л.}$$

Кількість інокуляту $V_{\text{роб.2}} = 1.49 \text{ м}^3$ можна одержати під час культивування дріжджів у посівному апараті геометричний об'ємом

$$V_{\text{па2}} = V_{\text{роб.2}} / K_{\text{зап}} = 1.49 / 0.6 = 2.483 \text{ м}^3.$$

Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер $V_{\text{сф}} = 2.5 \text{ м}^3$.

Уточнюємо коефіцієнт заповнення: $K_{\text{з1}} = V_{\text{роб.2}} / V_{\text{сф}} = 1.49 / 2.5 = 0.596$.

Для одержання 150 л посівного матеріалу в інокуляторі враховуємо втрати в результаті краплевиносу через колектор відпрацьованого повітря, які становлять 10%. Тоді кількість поживного середовища та посівного матеріалу передкультивуванням в інокуляторі становитиме:

$$V_{\text{роб.3}} = V_{\text{пм2}} / (1 - E_{\text{ін}}) = 150 / (1 - 0.10) = 166.67 \text{ л.}$$

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

$$V_{\text{пс.3}} = V_{\text{роб.3}} / (1+X_{\text{ін}}) = 166,67 / (1+0,1) = 151,545 \text{ м}^3,$$

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

Кількість посівного матеріалу для інокулятора становить

$$V_{\text{пм.3}} = V_{\text{роб.3}} - V_{\text{пс.3}} = 166,67 - 151,545 = 15,122 \text{ л.}$$

Кількість інокуляту $V_{\text{роб.3}} = 166,67$ л можна одержати під час культивування мікроміцету в інокуляторі геометричним об'ємом

$$V_{\text{ін3}} = V_{\text{роб.3}} / K_{\text{зап}} = 166,67 / 0,6 = 277,78 \text{ л.}$$

Приймаємо найближчий за об'ємом ферментер $V_{\text{сф}} = 300$ л та уточнюємо коефіцієнт заповнення.

$$K_{\text{з1}} = V_{\text{роб.2}} / V_{\text{сф}} = 166,67 / 300,0 = 0,5556$$

Для одержання 15,122 л посівного матеріалу в малому інокуляторі враховуємо втрати в результаті краплиносу через колектор відпрацьованого повітря, які становлять 10%.

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

$$V_{\text{роб.4}} = V_{\text{пм3}} / (1-E_{\text{ін}}) = 15,122 / (1-0,1) = 16,802 \text{ л.}$$

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:

$$V_{\text{пс.4}} = V_{\text{роб.4}} / (1+X_{\text{ін}}) = 16,802 / (1+0,1) = 15,275 \text{ л,}$$

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

Кількість посівного матеріалу становить

$$V_{\text{пм4}} = V_{\text{роб.4}} - V_{\text{пс.4}} = 16,802 - 1,5275 = 15,2745 \text{ л.}$$

Кількість інокуляту $V_{\text{роб.4}} = 16,802$ л можна одержати під час культивування мікроміцету в малому інокуляторі

$$V_{\text{ін4}} = V_{\text{роб.4}} / K_{\text{зап}} = 16,802 / 0,6 = 28,003 \text{ л.}$$

Приймаємо найближчий за об'ємом стандартний ферментер $V_{сф} = 32,0$ л, уточнюємо коефіцієнт заповнення:

$$K_{з1} = V_{роб.4} / V_{сф} = 16,83888 / 32 = 0,5262.$$

Кількість інокуляту для засіву малого інокулятора можна одержати культивуванням мікроміцету у колбах на качалці. Для цього використовують качалочні колби об'ємом $V_{колб} = 1\ 500$ мл та коефіцієнтом заповнення $K_{зап} = 0,959$. $V_{пм.4} = 1,439$ л

Тоді кількість колб для отримання посівного матеріалу становитиме:

$$N_{колб} = V_{пм.4} / (V_{колб} * K_{зк}) = 1439 / (1500 * 0,959) = 1.$$

Таким чином, для одержання посівного матеріалу необхідно 1 качалочну колбу.

Розрахунок об'ємів поживного середовища та посівного матеріалу для виробничого біосинтезу

Об'єм готового поживного середовища та посівного матеріалу у виробничому ферментері з врахуванням втрат при біосинтезі, частка $E_{ф} = 0,1$ складе: $V_{ф} = V_{кр} / (1 - E_{ф}) = 12520 / (1 - 0,1) = 13911,111$ л

Об'єм готового поживного середовища для виробничого ферментера, л: $V_{псф} = V_{ф} / (1 + X_{ф}) = 13911,111 / (1 + 0,1) = 12646,4646$ л = $12,646$ м³

Витрати посівного матеріалу на засів виробничого ферментера: $V_{пмф} = V_{ф} - V_{псф} = 13911,111 - 12646,4646 = 1264,64645$ л

Розрахунок кількості компонентів поживного середовища виробничого ферментера. У відповідності з прийнятим складом поживного середовища для виробничого біосинтезу загальні витрати компонентів на визначений об'єм поживного середовища $V_{псф}$ складуть:

$$G_{ф} = V_{псф} * C_{\Sigma ф} = 12,646 * 62,005 = 784,11523 \text{ кг, в тому числі:}$$

$$\text{Глюкоза } G_1 = G_{ф} * C_1 / C_{\Sigma ф} = 784,11523 * 20 / 62,005 = 252,92$$

$$\text{Кукурузяний екстракт } G_2 = G_{ф} * C_2 / C_{\Sigma ф} = 784,11523 * 20 / 62,005 = 252,92$$

Амоній сірчаноокислотний $G_3 = G_{\phi} * C_3 / C_{\Sigma\phi} = 784,11523 * 2 / 62,005 = 25,292$

Кальцій вуглекислий $G_4 = G_{\phi} * C_4 / C_{\Sigma\phi} = 784,11523 * 20 / 62,005 = 252,92$

Хлористий кобальт $G_5 = G_{\phi} * C_5 / C_{\Sigma\phi} = 784,11523 * 0,005 / 62,005 = 0,06323$

Всього 531,19523 кг

Розрахунок матеріального балансу (із врахуванням кількості стадій підготовки посівного матеріалу)

Таблиця 3.2

Матеріальний баланс на один цикл виробничого біосинтезу

1. Приготування ПС для вирощування інокуляту в колбах качалках			
Меляса	0,068	Нестерильне ПС	1,086113
Вода	1,086113		1,086113
Всього	1,086113	Всього	1,086113
2. Стерилізація ПС в автоклаві			
Нестерильне ПС	1,086113	Стерильне ПС	1,086113
Всього	1,086113	Всього	1,086113
3. Вирощування посівного матеріалу в колбах на качалках			
Стерильне ПС	1,086113	посівний матеріал	1,108162
Посівний матеріал з колб	0,010967418		
Втрати (частка)	0,01	Втрати (кількість)	0,011082
Всього	1,09708038	Всього	1,09708038
4. Приготування ПС для інокулятора 3.2 л			
Глюкоза	0,221617	Нестерильне ПС	10,074198
Кукурудзяний екстракт	0,221617		
Амоній сірчаноокислий	0,022162		
Кальцій вуглекислий	0,221617		
Хлористий кобальт	0,000055		
Вода	9,382985		
Всього	10,074198	Всього	10,074198
5. Стерилізація ПС для інокулятора 3.2 л			
Нестерильне ПС	10,074198	Стерильне ПС	11,081618
Конденсат	1,0074198	(втрат немає)	
Всього	11,081618	Всього	11,081618
6. Вирощування посівного матеріалу в малому інокуляторі 3.2л			
Стерильне ПС	11,081618	Посівний матеріал	11,5803
Посівний матеріал з колб	1,108162		
Втрати (частка)	0,05		0,570384
Всього	12,18978	Всього	12,18978
7. Приготування ПС для інокулятора 0.16 м3			
Глюкоза	2,1055	Нестерильне ПС	105,27545
Кукурудзяний екстракт	2,1055		
Амоній сірчаноокислий	0,21055		
Кальцій вуглекислий	2,1055		
Хлористий кобальт	0,00057		
Вода	100,85333		
Всього	105,27545		105,27545

8. Стерилізація ПС для інокулятора 0.16 м ³			
Нестерильне ПС	105,27545	Стерильне ПС	115,803
Конденсат	10,527545	Втрат немає	
Всього	115,803		115,803
9. Вирощування посівного матеріалу в інокуляторі 0.16 м ³			
Стерильне ПС	115,803	Посівний матеріал	121,0142
Посівний матеріал зінокулятора	11,5803		
Втрати (частка)	0,05	Втрати (кількість)	6,369
Всього	127,3833		127,3833
10. Приготування ПС для посівного апарату 2.5м ³			
Глюкоза	24,20284	Нестерильне ПС	1 100,129
Кукурудзяний екстракт	24,20284		
Амоній сірчаноокислий	2,420284		
Кальцій вуглекислий	24,20284		
Хлористий кобальт	0,00605		
Вода	1 025,094146		
Всього	1 100,129	всього	1 100,129
11. Стерилізація ПС в посівному апараті 2.5м ³			
Нестерильне ПС	1 100,129	Стерильне ПС	1 210,142
Конденсат 10%	110,0129	(втрат немає)	
Всього	1 210,142	Всього	1 210,142
12. Вирощування посівного матеріалу в посівному апараті 2.5м ³			
Поживне середовище	1 210,142	посівний матеріал	1264,6
Посівний матеріал з інокулятора 10%	121,0142		
втрати	0,05	втрати (кількість)	66,557
Всього	1 331,156	всього	1 331,156
13. Приготування ПС для ферментера 12.5м ³			
Глюкоза	252,92	Нестерильне ПС	10 117,1716
Кукурудзяний екстракт	252,92		
Амоній сірчаноокислий	25,292		
Кальцій вуглекислий	252,92		
Хлористий кобальт	0,06323		
Вода	9 333,05637		
Всього	10 117,1716	всього	10 117,1716
14. Стерилізація ПС для ферментера 16м ³			
Нестерильне ПС	10 117,1716	Стерильне ПС	12646,4645
розбавлення конденсатом 20%	2 529,2929		
Всього	12646,4645	Всього	12646,4645
15. Виробничий біосинтез			
Стерильне ПС	12646,4645	культуральна рідина	2311,2

посівний матеріал з посівного апарату 10 %	1264,6		
Втрати (частка) 10%	0,1	Втрати (кількість)	1391,1111
Всього	13911,111		13911,111

Розрахунок випарного апарату

Вихідні дані

Продуктивність по початковому продукту

$$G_H = 8000 \text{ кг/год}$$

$$G_H = 2.2 \text{ кг/с}$$

Початковий вміст сухих речовин

$$a_H = 15 \%$$

Кінцевий вміст сухих речовин

$$a_K = 60 \%$$

Тиск грюючої пари

$$P_{гр} = 0.25 \text{ МПа}$$

Тиск вторинної пари

$$P_{вт} = 0.015 \text{ МПа}$$

Початкова температура продукту

$$t_H = 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Ступінь сухості пари, що гріє

$$x = 1 \text{ Вт/м К}$$

Коефіцієнт теплопровідності стінки

$$\lambda_{ст} = 46.5 \text{ Вт/м К}$$

Теплофізичні властивості продукту:

За рекомендаціями [1] визначаємо за таблицею:

Теплоємність продукту на вході в апарат

$$C_p = 4050 \text{ Дж/кг К}$$

Властивості теплоносія:

Ентальпії пара

$$i_H = 2717.2 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$$

Ентальпії конденсату

$$i_K = 535.4 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$$

Температура пари

$$t_H = 127.43 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Прихована теплота пароутворення

$$r_H = 2182 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$$

Властивості вторинної пари:

Температура вторинної пари

$$t_{вт} = 54 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Прихована теплота пароутворення

$$r_{вт} = 2373 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$$

Ентальпія вторинної пари

$$i_{вт} = 2599 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$$

1. Кількість випареної води W , кг/с:

$$W_{в\text{вип}} = G_H \cdot \left(1 - \frac{a_H}{a_K}\right) = 2.2 \cdot \left(1 - \frac{15}{60}\right) = 1.65 \text{ кг/с}$$

2. Кількість тепла на процес випарювання $Q_{обц}$, Вт розраховуємо за формулою:

$$Q_{обц} = Q_1 + Q_2 + Q_{пот} \quad (1)$$

де кількість тепла на підігрів продукту до температури кипіння Q_1 , Вт:

$$Q_1 := G_H \cdot C_p \cdot (t_{кип} - t_H) \quad (2)$$

де температура кипіння продукту:

$$t_{кип} = t_{вт} + \Sigma \Delta \quad (3)$$

Сумою температурних втрат задаємося заздалегідь:

$$\Sigma \Delta = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

остаточно отримуємо:

$$t_{кип} = t_{вт} + \Sigma \Delta = 54 + 5 = 59 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$Q_1 := G_H \cdot C_p \cdot (t_{кип} - t_H) = 2.2 \cdot 4050 \cdot (59 - 50) = 80190 \text{ Вт}$$

3. Кількість тепла на випарювання з продукту води Q_2 , Вт:

$$Q_2 := W_{в\text{вип}} \cdot r_{вт} = 1.65 \cdot 2372.9 \cdot 10^3 = 3915285 \text{ Вт}$$

4. Кількість тепла втрат $Q_{пот}$, Вт:

$$Q_{пот} = 0.05 \cdot (Q_1 + Q_2) = 0.05 \cdot (80190 + 3915285) = 199773.8 \text{ Вт}$$

Загальна кількість тепла:

$$Q_{обц} = Q_1 + Q_2 + Q_{пот} = 80190 + 3915285 + 199773.8 = 4195248.8 \text{ Вт}$$

5. Визначення поверхні теплообміну:

$$F = \frac{Q_1 + Q_2}{K \cdot \Delta t_{\text{пол}}} \quad (4)$$

де корисна різниця температур:

$$\Delta t_{\text{пол}} = t_{\text{гр}} - t_{\text{кш}} = 127.4 - 59 = 68.43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Коефіцієнтом теплопередачі $D = 2000 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$, задаємося

Отримуємо:

$$F = \frac{Q_1 + Q_2}{K \cdot \Delta t_{\text{пол}}} = \frac{80190 + 3915285}{2000 \cdot 68.43} = 29.2 \text{ м}^2$$

За значенням поверхні теплообміну вибираємо випарний апарат з примусовою циркуляцією та записуємо його дані з [2] стор.

Довжина труб, м: $l = 6$

Внутрішній діаметр труб, м: $d_{\text{вн}} = 38 \cdot 10^{-3}$

Товщина стінки, м: $\delta = 2 \cdot 10^{-3}$

Висота парового простору, м: $H_1 = 3$

Площа поверхні, м²: $F = 25$

Перевірочний розрахунок теплового навантаження та коефіцієнта теплопередачі

1. Визначаємо суму температурних втрат за такою формулою:

$$\Sigma \Delta = \Delta_{\text{фх}} + \Delta_{\text{гс}} + \Delta_{\text{гд}} \quad (5)$$

де температурні втрати від фізико-хімічної депресії для продукту за рекомендацією [2] розраховуємо:

$$\Delta_{\text{фх}} = 0.38 \cdot 2.718^{(0.05 + 0.045 \cdot t_{\text{ж}})} = 0.38 \cdot 2.718^{(0.05 + 0.045 \cdot 60)} = 1.09 \text{ } ^\circ\text{C}$$

де температурні втрати від гідростатичної депресії, С:

$$\Delta_{\text{гс}} = t_{\text{ср}} - t_{\text{вт}} \quad (6)$$

де $t_{\text{ср}}$, температура кипіння води при тиску в середніх шарах продукту $P_{\text{ср}}$:

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{вт}} + 0.5 \cdot l_{\text{опт}} \cdot \rho_{\text{прк}} \cdot g \quad (7)$$

де $l_{\text{опт}}$ - оптимальний рівень продукту в трубках, м:

$$l_{\text{опт}} = 0.26 + 0.0014 \cdot (\rho_{\text{прк}} - \rho_{\text{в}}) \quad (8)$$

де $\rho_{\text{прк}}, \rho_{\text{в}}$

відповідно щільності кінцевого продукту та води.

За рекомендаціями [2] визначаємо за таблицею:

$$\rho_{\text{прк}} = 1350 \text{ кг/м}^3$$

За рекомендаціями (2) визначаємо за таблицею:

$$\rho_{\text{в}} = 983 \text{ кг/м}^3$$

$$l_{\text{опт}} = 0.26 + 0.0014 \cdot (\rho_{\text{прк}} - \rho_{\text{в}}) = 0.26 + 0.0014 \cdot (1350 - 983) = 0.774 \text{ м}$$

Отримуємо середній тиск в апараті:

$$P_{\text{ср}} = P_{\text{вт}} + 0.5 \cdot l_{\text{опт}} \cdot \rho_{\text{прк}} \cdot g = 0.015 \cdot 10^6 + 0.5 \cdot 0.774 \cdot 1350 \cdot 9.81 = 20125.2 \text{ Па} = 0.02 \text{ МПа}$$

Температура кипіння води при середньому тиску в апараті:

$$t_{\text{ср}} = 61 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta_{\text{гс}} = t_{\text{ср}} - t_{\text{вт}} = 61 - 54 = 7 \text{ } ^\circ\text{C}$$

температурні втрати від гідродинамічної депресії приймаємо рівними.

$$\Delta_{\text{гд}} = 1.5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

остаточно отримуємо

$$\Sigma \Delta = \Delta_{\text{фх}} + \Delta_{\text{гс}} + \Delta_{\text{гд}} = 1.09 + 7 + 1.5 = 9.59 \text{ } ^\circ\text{C}$$

уточнюємо температуру кипіння

$$t_{\text{кип}} = t_{\text{вт}} + \Sigma \Delta = 54 + 9.59 = 63.59 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

2. Витрата пари D, кг/с, що гріє, з урахуванням втрат у навколишнє середовище:

$$D = \frac{Q_{\text{общ}}}{i_{\text{п}} - i_{\text{к}}} = \frac{4195248.8}{(2717.2 - 535.4) \cdot 10^3} = 1.92 \text{ кг/с}$$

3. Питома витрата пари, що гріє d, кг/кг, з урахуванням втрат у навколишнє середовище:

$$d = \frac{D}{W_{\text{вып}}} = \frac{1.92}{1.65} = 1.164 \text{ кг/кг}$$

4. Визначення дійсного коефіцієнта теплопередачі.

Коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінки визначаємо наступним чином:

Необхідно вирішити систему рівнянь графічним способом:

$$\begin{cases} q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 \\ q_2 = \alpha_2 \cdot \Delta t_2 \end{cases} \quad (9)$$

Різницю температур між парою та стінкою змінюємо в межах 5...20 градусів

У першому наближенні приймаємо $\Delta t_1 = 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Властивості конденсату при середній температурі плівки:

$$t_{\text{пл}} = t_{\text{гр}} - \frac{\Delta t_1}{2} = 127.4 - \frac{5}{2} = 124.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

За рекомендаціями (2) визначаємо за таблицею:

$$\rho_{\text{к}} = 935 \text{ кг/м}^3$$

За рекомендаціями (2) динамічну в'язкість конденсату визначаємо за таблицею:

$$\mu_{\text{к}} = 2.12 \cdot 10^{-4} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

Теплопровідність конденсату

$$\lambda_{\text{к}} = 0.686 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі при конденсації пари, Вт/м² К

$$\alpha_1 = 2.04 \cdot \sqrt[4]{\frac{(\lambda_{\text{к}}^3 \cdot \rho_{\text{к}}^2 \cdot r_{\text{п}})}{1 \cdot \mu_{\text{к}} \cdot \Delta t_1}} = 2.04 \cdot \sqrt[4]{\frac{0.686^3 \cdot 935^2 \cdot 2181.8 \cdot 10^3}{6 \cdot 2.12 \cdot 10^{-4} \cdot 5}} = 6399.1$$

Питоме теплове навантаження q_1 Вт/м²

$$q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 = 6399.1 \cdot 5 = 31995.5 \text{ Вт/м}^2$$

Теплофізичні характеристики продукту при температурі кипіння $t_{\text{кип}}$, С:

$$t_{\text{кип}} = 63.6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Теплоємність продукту

$$C_p = 4050 \text{ Дж/кг} \cdot \text{К}$$

В'язкість

$$\mu_{\text{р}} = 1.6 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$$

густина

$$\rho_{\text{р}} = 1300 \text{ кг/м}^3$$

Теплопровідність

$$\lambda_{\text{р}} = 0.541 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$$

Поверхневий натяг

$$\sigma_{\text{р}} = 0.043 \text{ Н/м}$$

Щільність пари при тиску в апараті

$$P_{\text{вт}} = 0.015 \text{ МПа}$$

$$\rho_{\text{п}} = 0.0997 \text{ кг/м}^3$$

Щільність пари при атмосферному тиску

$$\rho_{\text{о}} = 0.5901 \text{ кг/м}^3$$

Прихована теплота пароутворення при тиску в апараті

$$r = 2372.9 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки до киплячого продукту визначаємо за формулою

$$\alpha_2 = A \cdot q^{0.6} \quad (10)$$

$$A = \left(780 \cdot \frac{\lambda_p^{1.3} \cdot \rho_p^{0.5} \cdot \rho_{\Pi}^{0.06}}{\sigma_p^{0.5} \cdot \tau^{0.6} \cdot \rho_o^{0.66} \cdot C_p^{0.3} \cdot \mu_p^{0.3}} \right) = 780 \cdot \frac{0.541^{1.3} \cdot 1300^{0.5} \cdot 0.0997^{0.06}}{0.043^{0.5} \cdot 2373 \cdot 10^3^{0.6} \cdot 0.5901^{0.66}} = 6.43$$

$$\frac{4050^{0.3} \cdot 1.6 \cdot 10^{-3}^{0.3}}{0.3} = 6.43$$

$$\alpha_2 = A \cdot (\alpha_1 \cdot \Delta t_1)^{0.6} = 6.43 \cdot (6399.1 \cdot 5)^{0.6} = 3245.4 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

Різниця між температурою стінки з боку продукту та температурою кипіння визначаємо за формулою, приймаючи термічне опір забруднень з боку продукту

$$r_{\text{загр}} = \frac{1}{5800} \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

Сумарний термічний опір розраховуємо за такою формулою:

$$R_{\text{загр}} = \left[\frac{\delta}{\lambda_{\text{ст}}} + r_{\text{загр}} \right] = \left(\frac{2 \cdot 10^{-3}}{46.5} \right) + \frac{1}{5800} = 0.0002 \frac{\text{м}^2 \text{ К}}{\text{Вт}}$$

Перепад температур на стінці визначаємо за такою формулою:

$$\Delta t_{\text{ст}} = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 \cdot R_{\text{загр}} = 6399.1 \cdot 5 \cdot 0.0002 = 6.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Різницю між температурою стінки з боку продукту та температурою кипіння продукту визначаємо за формулою:

$$\Delta t_2 = \Delta t_{\text{пол}} - \Delta t_{\text{ст}} - \Delta t_1 = 68.43 - 6.4 - 5 = 57.03 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q_2 = \alpha_2 \cdot \Delta t_2 = 3245.4 \cdot 57.03 = 185085.2 \text{ Вт/м}^2$$

У другому наближенні приймаємо $\Delta t_1 = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$

Властивості конденсату при середній температурі плівки:

$$t_{\text{пл}} = t_{\text{гр}} - \frac{\Delta t_1}{2} = 127.4 - \frac{16}{2} = 119.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

За рекомендаціями (2) визначаємо за таблицею:

$$\rho_{\text{к}} = 943 \text{ кг/м}^3$$

За рекомендаціями (2) динамічну в'язкість конденсату визначаємо за таблицею:

$$\mu_{\text{к}} = 2.31 \cdot 10^{-4} \text{ Па с}$$

Теплопровідність конденсату

$$\lambda_{\text{к}} = 0.686 \text{ Вт/м К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі при конденсації пари, Вт/м² К

$$\alpha_1 = 2.04 \cdot \sqrt[4]{\frac{(\lambda_{\text{к}}^3 \cdot \rho_{\text{к}}^2 \cdot \tau_{\text{пл}})}{1 \cdot \mu_{\text{к}} \cdot \Delta t_1}} = 2.04 \cdot \sqrt[4]{\frac{0.686^3 \cdot 943^2 \cdot 2181.8 \cdot 10^3}{6 \cdot 2.31 \cdot 10^{-4} \cdot 16}} = 4702.9$$

Питоме теплове навантаження q_1 Вт/м²

$$q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 = 4702.9 \cdot 16 = 75246.4 \text{ Вт/м}^2$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки до киплячого продукту:

$$\alpha_2 = A \cdot (\alpha_1 \cdot \Delta t_1)^{0.6} = 6.43 \cdot (4702.9 \cdot 16)^{0.6} = 5421.3 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

Перепад температур на стінці визначаємо за такою формулою:

$$\Delta t_{\text{ст}} = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 \cdot R_{\text{загр}} = 4702.9 \cdot 16 \cdot 0.0002 = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Різницю між температурою стінки з боку продукту та температурою кипіння продукту визначаємо за формулою:

$$\Delta t_2 = \Delta t_{\text{пол}} - \Delta t_{\text{ст}} - \Delta t_1 = 68.43 - 15 - 16 = 37.43 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q_2 = \alpha_2 \cdot \Delta t_2 = 5421.3 \cdot 37.43 = 202919.3 \text{ Вт/м}^2$$

У третьому наближенні приймаємо $\Delta t_1 = 28.4 \text{ } ^\circ\text{C}$

Властивості конденсату при середній температурі плівки:

$$t_{\text{пл}} = t_{\text{гр}} - \frac{\Delta t_1}{2} = 127.4 - \frac{28.4}{2} = 113.2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

За рекомендаціями (2) визначаємо за таблицею:

$$\rho_{\text{к}} = 943 \text{ кг/м}^3$$

За рекомендаціями (2) динамічну в'язкість конденсату визначаємо за таблицею:

$$\mu_{\text{к}} = 2.31 \cdot 10^{-4} \text{ Па с}$$

Теплопровідність конденсату

$$\lambda_{\text{к}} = 0.686 \text{ Вт/м К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі при конденсації пари, Вт/м² К

$$\alpha_1 = 2.04 \cdot \sqrt[4]{\frac{\lambda_{\text{к}}^3 \cdot \rho_{\text{к}}^2 \cdot t_{\text{пл}}}{1 \cdot \mu_{\text{к}} \cdot \Delta t_1}} = 2.04 \cdot \sqrt[4]{\frac{0.686^3 \cdot 943^2 \cdot 2181.8 \cdot 10^3}{6 \cdot 2.31 \cdot 10^{-4} \cdot 28.4}} = 4074.4$$

Питоме теплове навантаження q_1 Вт/м²

$$q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 = 4074.4 \cdot 28.4 = 115712.96 \text{ Вт/м}^2$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки до киплячого продукту:

$$\alpha_2 = A \cdot \{\alpha_1 \cdot \Delta t_1\}^{0.6} = 6.43 \cdot (4074.4 \cdot 28.4)^{0.6} = 7018.4 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

Перепад температур на стінці визначаємо за такою формулою:

$$\Delta t_{\text{ст}} = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 \cdot R_{\text{зарп}} = 4074.4 \cdot 28.4 \cdot 0.0002 = 23.1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Різницю між температурою стінки з боку продукту та температурою кипіння продукту визначаємо за формулою:

$$\Delta t_2 = \Delta t_{\text{пол}} - \Delta t_{\text{ст}} - \Delta t_1 = 68.43 - 23.1 - 28.4 = 16.93 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q_2 = \alpha_2 \cdot \Delta t_2 = 7018.4 \cdot 16.93 = 118821.5 \text{ Вт/м}^2$$

У четвертому наближенні приймаємо $\Delta t_1 = 30 \text{ } ^\circ\text{C}$

Властивості конденсату при середній температурі плівки:

$$t_{\text{пл}} = t_{\text{гр}} - \frac{\Delta t_1}{2} = 127.4 - \frac{30}{2} = 112.4 \text{ } ^\circ\text{C}$$

За рекомендаціями (2) визначаємо за таблицею:

$$\rho_{\text{к}} = 951 \text{ кг/м}^3$$

За рекомендаціями (2) динамічну в'язкість конденсату визначаємо за таблицею:

$$\mu_{\text{к}} = 2.56 \cdot 10^{-4} \text{ Па с}$$

Теплопровідність конденсату

$$\lambda_{\text{к}} = 0.685 \text{ Вт/м К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі при конденсації пари, Вт/м² К

$$\alpha_1 = 2.04 \cdot \sqrt[4]{\frac{\lambda_{\text{к}}^3 \cdot \rho_{\text{к}}^2 \cdot t_{\text{пл}}}{1 \cdot \mu_{\text{к}} \cdot \Delta t_1}} = 2.04 \cdot \sqrt[4]{\frac{0.685^3 \cdot 951^2 \cdot 2181.8 \cdot 10^3}{6 \cdot 2.56 \cdot 10^{-4} \cdot 30}} = 3929.3$$

Питоме теплове навантаження q_1 Вт/м²

$$q_1 = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 = 3929.3 \cdot 30 = 117879 \text{ Вт/м}^2$$

Коефіцієнт тепловіддачі від стінки до киплячого продукту:

$$\alpha_2 = A \cdot \{\alpha_1 \cdot \Delta t_1\}^{0.6} = 6.43 \cdot (3929.3 \cdot 30)^{0.6} = 7097 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

Перепад температур на стінці визначаємо за такою формулою:

$$\Delta t_{ст} = \alpha_1 \cdot \Delta t_1 \cdot R_{загр} = 3929.3 \cdot 30 \cdot 0.0002 = 23.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

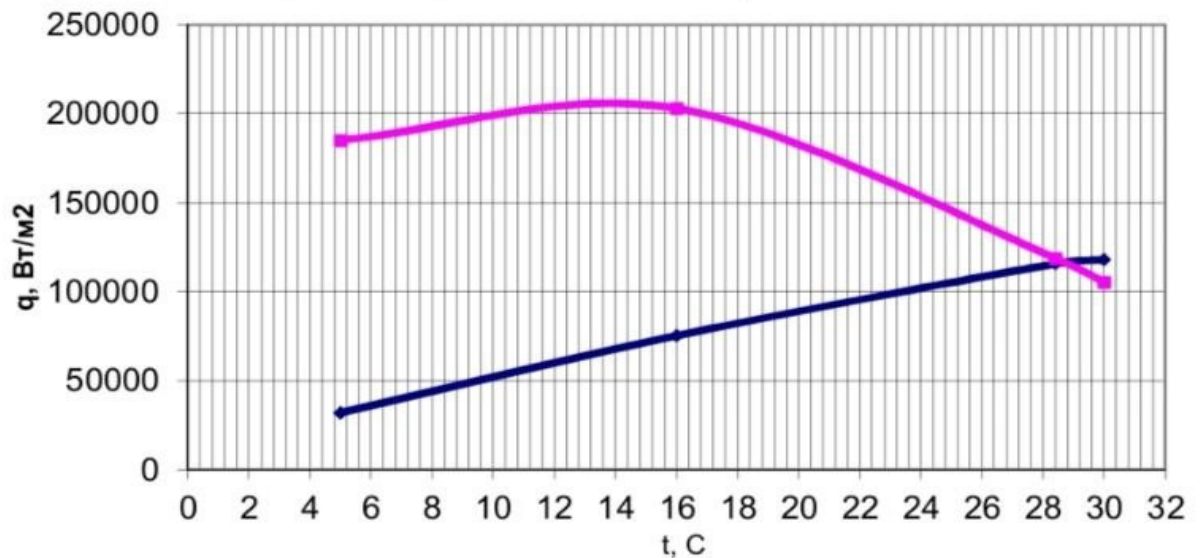
Різницю між температурою стінки з боку продукту та температурою кипіння продукту визначаємо за формулою:

$$\Delta t_2 = \Delta t_{пол} - \Delta t_{ст} - \Delta t_1 = 68.43 - 23.6 - 30 = 14.83 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$q_2 = \alpha_2 \cdot \Delta t_2 = 7097 \cdot 14.83 = 105248.5 \text{ Вт/м}^2$$

Розрахункові дані вносимо до таблиці

Δt_1	5	16	28.4	30
q_1	31995.5	75246.4	115712.96	117879
q_2	185085.2	202919.3	118821.5	105248.5



$$\frac{(q_1 - q_2)}{q_1} \cdot 100 = \frac{115712.96 - 118821.5}{115712.96} \cdot 100 = 2.686 \%$$

Розбіжність між питомими тепловими навантаженнями в третьому наближенні вбирається у 3%. Коефіцієнт теплопередачі K , Вт/м² визначаємо за формулою:

$$K_p = \frac{1}{\left(\frac{1}{\alpha_1}\right) + \left(\frac{\delta}{\lambda_{ст}}\right) + \left(\frac{1}{\alpha_2}\right)} = \frac{1}{\frac{1}{4702.9} + \frac{2}{46.5 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{5421.3}} = 2272.2 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$$

Поверхню теплообміну F , м² визначаємо за такою формулою:

$$F_p = \frac{Q_1 + Q_2}{K_p \cdot \Delta t_{пол}} = \frac{80190 + 3915285}{2272.2 \cdot 68.43} = 25.7 \text{ м}^2$$

Розбіжність між прийнятою поверхнею теплообміну F і розрахованою F_p % визначаємо за формулою:

$$\frac{F - F_p}{F} \cdot 100 = \frac{29.2 - 25.7}{29.2} \cdot 100 = 11.99 \%$$

5. Розрахунок барометричного конденсатора

Витрата охолоджувальної води визначаємо за формулою:

$$G_B = \frac{W_{в\pi\pi} \cdot (i_{BT} - C_B \cdot t_{BK})}{C_B \cdot (t_{BK} - t_{BH})} \quad (10)$$

де початкова температура охолоджувальної води $t_{BH} = 20^\circ\text{C}$

кінцева температура води, що охолоджує, приймається за формулою:

$$t_{BK} = t_{BT} - 5 = 54 - 5 = 49^\circ\text{C}$$

теплоємність охолоджувальної води

$$C_B = 4200 \text{ Дж/кг К}$$

щільність охолоджувальної води $\rho_B = 992 \text{ кг/м}^3$

в'язкість $\mu_B = 0.657 \cdot 10^{-3} \text{ Па с}$

$$G_B = \frac{W_{в\pi\pi} \cdot (i_{BT} - C_B \cdot t_{BK})}{C_B \cdot (t_{BK} - t_{BH})} = \frac{1.65 \cdot (2598.9 \cdot 10^3 - 4200 \cdot 49)}{4200 \cdot (49 - 20)} = 32.4 \text{ кг/с}$$

Діаметр барометричного конденсатора:

швидкість пари приймаємо $\omega_{\pi} = 20 \text{ м/с}$

щільність пари приймаємо $\rho_{\pi} = 0.068 \text{ кг/м}^3$

$$d_K = \sqrt{\frac{4 \cdot W_{в\pi\pi}}{\pi \cdot \rho_{\pi} \cdot \omega_{\pi}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.65}{3.14 \cdot 0.068 \cdot 20}} = 1.24 \text{ м}$$

Висота барометричної труби:

$$H_T = 10.33 \cdot \frac{B}{102} + \left[2.5 + \left[\lambda \cdot \left(\frac{H_T}{d_{TP}} \right) \cdot \left(\frac{\omega_B^2}{2 \cdot g} \right) \right] \right] + 0.5 \quad (11)$$

де В-вакуум в барометричному конденсаторі :

атмосферний тиск : $P_{атм} = 102 \text{ кПа}$

$$B = (P_{атм} - P_{BT}) = 102 - 15 = 87 \text{ кПа}$$

Швидкість води у барометричній трубі, де діаметр труби конденсатора визначаємо по таблиці залежно від розміру конденсатора

$$d_{TP} = 280 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

$$\omega_B = \frac{4 \cdot (G_B + W_{в\pi\pi})}{\pi \cdot \rho_B \cdot d_{TP}^2} = \frac{4 \cdot (32.4 + 1.65)}{3.14 \cdot 992 \cdot (280 \cdot 10^{-3})^2} = 0.558 \text{ м/с}$$

Число Рейнольдса:

$$Re = \frac{(\rho_B \cdot d_{TP} \cdot \omega_B)}{\mu_B} = \frac{(992 \cdot 280 \cdot 10^{-3} \cdot 0.558)}{1 \cdot 10^{-3}} = 235906$$

Коефіцієнт тертя:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 1.8 \cdot \lg Re - 1.5 = 1.8 \cdot \lg 235906 - 1.5 = 8.2$$

$$\lambda = \frac{1}{(8.2^2)} = 0.015$$

$$H_T = 10.33 \cdot \frac{B}{102} + \left[2.5 + \left[\lambda \cdot \left(\frac{H_T}{d_{TP}} \right) \cdot \left(\frac{\omega_B^2}{2 \cdot g} \right) \right] \right] + 0.5 = 10.33 \cdot \frac{87}{102} + (2.5 + (0.015 \cdot$$

$$\cdot \left(\frac{11.3}{280 \cdot 10^{-3}} \right)^2 \cdot \left(\frac{0.558}{2 \cdot 9.81} \right) + 0.5 = 11.8 \text{ м}$$

Продуктивність вакуум-насоса

Кількість повітря, яке необхідно відводити з конденсатора, кг/с:

$$L = [0.025 \cdot (G_{\text{в}} + W_{\text{в\piп}}) + 10 \cdot W_{\text{в\piп}}] \cdot 10^{-3} = (0.025 \cdot (32.4 + 1.65) + 10 \cdot 1.65) \cdot 10^{-3} = 0.017 \text{ кг/с}$$

Об'ємну продуктивність вакуум-насоса визначаємо в м3/с:

$$V = \frac{R \cdot L \cdot (t_{\text{возд}} + 273)}{P_{\text{возд}}} \quad (12)$$

де $R = 288$ Дж/кг К - універсальна постійна газова

температуру повітря розраховуємо за формулою:

$$t_{\text{возд}} = t_{\text{вт}} + 0.1 \cdot (t_{\text{вк}} - t_{\text{вн}}) + 4 = 54 + 0.1 \cdot (49 - 20) + 4 = 60.9 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

парціальний тиск повітря, де тиск сухої насиченої пари при $t_{\text{возд}}$

$$P_{\text{п}} = 0.02 \text{ МПа}$$

$$P_{\text{возд}} = P_{\text{п}} - P_{\text{вт}} = 0.02 - 0.015 = 0.005 \text{ МПа}$$

$$V = \frac{R \cdot L \cdot (t_{\text{возд}} + 273)}{P_{\text{возд}}} = \frac{288 \cdot 0.017 \cdot (60.9 + 273)}{0.005 \cdot 10^6} = 0.334 \text{ м3/с} =$$

$$= 20.04 \text{ м3/хв}$$

знаючи продуктивність підбираємо вакуум-насос табл. 9

Підбір конденсатівідвідника

Перепад тисків лінії відведення конденсату приймаємо по таблиці 6.

$$\Delta P = 1.3 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт пропускної спроможності

$$K = 0.575 \cdot \frac{D}{\sqrt{\Delta P}} = 0.575 \cdot \frac{1.92}{\sqrt{1.3}} = 0.97 \approx 1$$

Знаючи діаметр умовного проходу патрубка $d_y = 20$ мм

за табл. 6 вибираємо необхідний конденсатівідвідник.

Визначено товщину теплової ізоляції.

Визначаємо з рівності питомих теплових потоків

$$\left(\frac{\lambda_{\text{из}}}{\delta_{\text{из}}} \right) \cdot (t_{\text{ст1}} - t_{\text{ст2}}) = \alpha_{\text{пов}} \cdot (t_{\text{ст2}} - t_{\text{пов}}) \quad (13)$$

де коефіцієнт теплопровідності ізоляції визначаємо з таблиці для мінеральної вати

$$\lambda_{\text{из}} = 0.051 \text{ Вт/мК}$$

температура ізоляції з боку апарату приймаємо

$$t_{\text{ст1}} = 127.4 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

температура ізоляції з боку довкілля

$$t_{\text{ст2}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Температура повітря

$$t_{\text{пов}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

коефіцієнт тепловіддачі у довкілля

$$\alpha_{\text{пов}} = 9.76 \cdot 0.07 \cdot (t_{\text{ст2}} - t_{\text{пов}}) = 9.76 \cdot 0.07 \cdot (30 - 20) = 6.83 \text{ , Вт/м2 К}$$

$$\delta_{\text{из}} = \lambda_{\text{из}} \cdot \frac{(t_{\text{ст1}} - t_{\text{ст2}})}{[\alpha_{\text{пов}} \cdot (t_{\text{ст2}} - t_{\text{пов}})]} = 0.051 \cdot \frac{(127.4 - 30)}{6.83 \cdot (30 - 20)} = 0.07 \text{ м}$$

Перевіряємо, чи вкладається $Q_{\text{пот}}$ у 3..5% від $Q_{\text{обш}}$

$$Q_{\text{пот}} = \alpha_{\text{пов}} \cdot F_{\text{пов}} (t_{\text{ст2}} - t_{\text{пов}}) = 6.83 \cdot 5 (30 - 20) = 341.5 \text{ Вт}$$

$$Q_{\text{общ}} = 4195248.8 \text{ Вт}$$

Величина $Q_{\text{пот}}$ становить менше 3% від $Q_{\text{общ}}$

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Чубик І. А., Маслов А. М. Довідник з теплофізичних констант харчових продуктів і напівфабрикатів. - М: Харчова промисловість, 1965.-154 с.
2. Методичні вказівки до курсового проектування "Вакуум-випарна установка". Упорядник Шиянов А. І. - Одеса, ОДАПТ, 2000 р. - 20 с.
3. Стабніков В.М., Баранцев В.І. Процеси та апарати харчових производств.- М.: Легка та харчова пром-сть, 1983.-328 с.
4. Баранцев В.І. Збірник завдань з процесів та апаратів харчових производств.- М.: Агропромиздат, 1985.-136 з.
5. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Приклади та завдання за курсом процесів та апаратів хімічної технології.-Л.: Хімія, 1987. - 576 с.
6. Розрахунки та завдання щодо процесів та апаратів харчових виробництв /С.М.Гребенюк, Н.С.Міхєєва, Ю.П.Грачев та ін.-М.: Агропромиздат, 1987. - 307 с.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

4.1 розрахунок економічної ефективності проєкту

Розрахунок економічної ефективності проєкту

4.4.1 Розрахунок інвестицій у проєкт

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

$$I = I_{\text{БУД}} + V_{\text{УСТ}} + T + M + H + V_{\text{ЗАЛ}} + D - L + \Delta O A,$$

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

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

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

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

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

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

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

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

$\Delta O A$ – приріст власних обігових активів, тис. грн.

Для отримання кобаламіна (вітаміну B12) за допомогою використання мікроорганізмів потрібно таке основне устаткування для функціонування технологічної лінії на підприємстві:

- Збірник для миючого розчину об'ємом 1500 л «Аттіс» (Україна), потрібно 2 одиниці, вартість 1 одиниці 8 тис. грн.;

- Насоси відцентрові 25/50К-5,5-5 «Grundfos», потрібно 3 одиниці, вартість 1 одиниці 46 тис. грн;
- Реактор-змішувач 500 л «New Brunswick Scientific an Eppendorf Company» потрібно 7 одиниць, вартість 1 одиниці 105 тис. грн;
- Ферментер (інокулятор) «Applikon» 6 л, потрібна 1 одиниця, вартість 1 одиниці 2 тис. грн.;
- Ферментер (інокулятор) «Applikon» 60 л, потрібна 1 одиниця, вартість 1 одиниці 7 тис. грн.;
- Ферментер (інокулятор) «Applikon» 600 л, потрібна 1 одиниця, вартість 1 одиниці 35 тис. грн.;

Вартість обладнання складає:

$$\text{Вуст} = 2 \cdot 8 + 3 \cdot 46 + 7 \cdot 105 + 2 + 7 + 35 = 933 \text{ тис. грн.}$$

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 кобаламіна (вітаміну В12) за допомогою використання мікроорганізмів ВУСТ = 933 тис. грн.

$$\Delta OA = C_{3A\Gamma} * k,$$

де СЗАГ – 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 20 %:

$$\Delta OA = 1\,913\,655 \cdot 0,15 = 287\,048 \text{ грн.}$$

Розрахуємо капітальні вкладення у проект виробництва отримання кобаламіна (вітаміну В12) за допомогою використання мікроорганізмів:

$$I = 933\,000 + 287\,048 = 1\,220\,048 \text{ грн.}$$

Розрахунок виробничої програми

Коефіцієнт використання виробничої потужності розраховують за формулою:

$$К_{вп} = ОВ_{річ} / ВП ,$$

де $ОВ_{річ}$ – річний обсяг виробництва продукції, кг

$ВП$ – річна виробнича потужність, кг

$$ОВ_{річ} = ОВ_{доб} * Ф_{факт} ,$$

де $ОВ_{доб}$ – обсяг виробництва за добу, кг

$Ф_{факт}$ – фактична кількість робочих діб

$$ВП = ВП_{доб} * Ф_{еф} ,$$

де $ВП_{доб}$ – виробнича потужність за добу, кг

$Ф_{еф}$ – кількість можливих робочих діб за рік.

$$Ф_{еф} = Кд - Дпр - Дв - КР ,$$

де $Кд$ – кількість діб в році;

$Дпр$ – кількість святкових днів за рік;

$Дв$ – кількість вихідних днів за рік;

$КР$ – кількість днів на капітальний ремонт за проектом.

Розраховуємо кількість можливих робочих діб за рік:

$$Ф_{еф} = 365 - 10 - 105 - 10 = 240 \text{ д.}$$

Розраховуємо річну виробничу потужність:

$$ВП = 5 * 240 = 1200 \text{ кг}$$

За один виробничий цикл виробляється 17,4 кг вітаміну В12, кількість виробничих циклів у рік – 58 (див. п. 3.1).

Річний обсяг виробництва продукції

$$ОВ_{річ} = 58 * 17,4 = 1\,009,2 \text{ кг} \approx 1000 \text{ кг}$$

З отриманих даних розраховуємо коефіцієнт використання виробничої потужності:

$$К_{вп} = 1000 / 1200 = 0,83$$

Розрахунок чисельності працівників

Технологічна лінія з виробництва отримання кобаламіна (вітаміну B12) за допомогою використання мікроорганізмів працює весь рік, не потребує великої кількості робітників. Щодо розстановки чисельності, плануємо чисельність основних робітників (Чроб) - 3 оператори лінії другого розряду (по 1 особі на зміну по 12 годин + 1 додатковий робітник).

Розрахунок собівартості виробництва кобаламіна (вітаміну B12) за допомогою використання мікроорганізмів

Складемо калькуляцію на 1000 кг виробленої продукції.

Витрати за статтею «Сировина і основні матеріали» наведено у таблиці 4.2.

Річні витрати поживного середовища на виробництво (див. п. 3.1) - 733494,9 л (із них 20,54 т сухого поживного бульйону і 713 м³ води питної).

Таблиця 4.1

Вартість основних матеріалів на 1000 кг

Назва	Норма затрат	Ціна	Загальна вартість, грн
Біомаса <i>Propionibacterium shermanii</i>	64,38 л	350 грн/ л	22533
Сухий поживний бульйон	20,54 т	7930 грн/т	162882
Вода питна	713 м ³	400 грн/т	285200
Разом			470615

Таблиця 4.2

Вартість допоміжних матеріалів на 1000 кг

Найменування	Кількість на 1000 кг	Ціна за од., грн.	Загальна вартість, грн
Пакети полімерні, 1 кг	1000	2,70	2700
Етикетки, 6х9 см	1000	1	1000
Всього	-	-	3700

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

Таблиця 4.3

Вартість палива і енергії на технологічні потреби на 1000 кг

Найменування	Одиниця вимірювання	Кількість	Ціна, грн	Загальна вартість, грн
Електроенергія	кВт/год	5916	5,54	32775
Вода	м ³	30	36,24	1087
Всього	-	-	-	33 862

Розрахуємо заробітну плату основним виробничим робітникам (на 3 працюючі робітника). Для виробництва 1000 кг продукту потрібна оплата

12 годинного робочого дня робітників, плануємо оплату 27,8 грн за одну годину, тобто:

$$\text{Возп} = 3 * 27,8 * 12 * 365 = 365\,292 \text{ грн.}$$

де 3 - кількість працівників;

27,8 грн. – годинна тарифна ставка (заробітна плата робітника в середньому 10000 грн/місяць);

12 – кількість годин у зміні;

365 – кількість робочих днів (цикл виробництва безперервний).

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

$$\text{Вдзп} = 365\,292 * 0,2 = 73\,058 \text{ грн.}$$

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

$$\text{Всз} = (365\,292 + 73\,058) * 0,22 = 96\,437 \text{ грн.}$$

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 заводу їх норматив складає 100 % від основної заробітної плати: 365 292 грн.

Розрахуємо витрати за статтею «Загальновиробничі витрати», за даними заводу їх норматив складає 100 % від основної заробітної плати: 365 292 грн.

Виробнича собівартість складає суму перелічених витрат, яка дорівнює:

$$470615 + 3700 + 33\,862 + 365\,292 + 73\,058 + 96\,437 + 365\,292 + 365\,292 = 1\,739\,686 \text{ грн.}$$

Розрахуємо витрати за статтею «Адміністративні витрати», які плануємо 5 % від виробничої собівартості: $1\,739\,686 * 0,05 = 86\,984$ грн.

Розрахуємо витрати за статтею «Витрати на збут», які плануємо 3 % від виробничої собівартості: $1\,739\,686 * 0,03 = 52\,191$ грн.

Розрахуємо витрати за статтею «Інші операційні затрати», які плануємо 2 % від виробничої собівартості: $1739686 * 0,02 = 34\,794$ грн.

Таблиця 4.4

Повна собівартість 1000 кг готового продукту

Статті витрат	Вітамін B12 кормовий
1. Сировина і основні матеріали	470615
2. Допоміжні матеріали	3700
3. Паливо і енергія на технологічні цілі	33 862
4. Основна заробітна платня виробничим працівникам	365 292
5. Додаткова заробітна платня виробничим працівникам	73058
6. Відчислення на соціальні потреби	96 437
7. Затрати на утримання і експлуатацію обладнання	365 292
8. Загальновиробничі затрати	365 292
Виробнича собівартість	1 739 686
9. Адміністративні затрати	86 984
10. Витрати на збут	52 191
11. Інші операційні витрати	34 794
Повна собівартість	1 913 655

Розрахунок калькуляції собівартості 1000 кг «Вітаміну B12 кормового» показав, що повна собівартість складає 1 913 655 грн., собівартість 1 кг дорівнює 1913,66 грн.

За даними маркетингових досліджень було виявлено, що середня ринкова ціна складає в середньому 2400 грн. (за 1 кг).

Плануємо ціну «Вітаміну B12 кормового» за 1 кг - 2350 грн.

Таблиця 4.5

Розрахунок собівартості реалізованої продукції

Найменування продукції	Річний обсяг виробництва, кг	Собівартість 1 кг, грн	Собівартість виробленої продукції, грн
Вітамін B12 кормовий	1000	1913,66	1 913 660

Розрахуємо обсяг виробленої продукції, яку планується виробляти (таблиця 4.6).

Таблиця 4.6

Розрахунок обсягу виробленої продукції

Найменування продукції	Обсяг продукції, кг	Дійсна оптова ціна, грн. за 1 кг	Обсяг виробленої продукції, грн
Вітамін В12 кормовий	1000	2350	2 350 000

Розрахунок прибутку та чистого прибутку

Розрахуємо прибуток від виробництва та реалізації продукції «Вітамін В12 кормовий»

Оподаткований прибуток від збільшення обсягу виробництва продукції визначимо за формулою:

$$\Pi = \text{ВП} - \text{С},$$

де Π - прибуток за рік, тис. грн.,

ВП - обсяг виробленої продукції, грн.,

С - собівартість виробленої продукції, грн.

$$\Pi = 2\,350\,000 - 1\,913\,660 = 436\,340 \text{ грн.}$$

Розрахуємо чистий прибуток за формулою:

$$\text{ЧП} = \Pi - \Pi_{\text{п}},$$

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

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

$$\text{ЧП} = 436\,340 - (436\,340 * 0,18) = 357\,798,8 \text{ грн.}$$

4.4.6 Розрахунок терміну окупності інвестицій

Розрахуємо термін окупності капітальних вкладень.

Термін окупності капітальних вкладень визначаємо за формулою:

$$T = I / \text{ЧП},$$

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

ЧП - чистий прибуток, тис. грн.

$$T = 1\,220\,048 / 357\,798,8 = 2,8 \text{ року.}$$

З економічних розрахунків отримуємо термін окупності виробництва «Вітаміну В12 кормового» – 2,8 років.

Таблиця 4.7

Техніко-економічні показники проекту виробництва «Вітаміну В12 кормового»

Найменування показників	Значення показників
1. Виробнича потужність, кг	1200
2. Обсяг виробленої продукції, кг	1000
3. Обсяг виробленої продукції, тис. грн.	2350
4. Собівартість виробленої продукції, тис. грн.	1913,66
5. Оподаткований прибуток, тис. грн.	78,54
6. Чистий прибуток, тис. грн.	357,798
7. Чисельність працюючих, люд.	3
8. Середньорічний виробіток одного працівника, тис. грн.	783,3
9. Інвестиції, тис. грн.	1 220
10. Строк окупності інвестицій, років	2,8

Висновки

В результаті установки технологічної лінії для отримання кобаламіна (вітаміну В12) за допомогою використання мікроорганізмів обсяг виробленої продукції цеху виробництва “Вітаміну В12 кормового” складе 1000 кг, що в грошовому вираженні складає 2350 тис. грн. Собівартість виробленої продукції складає 1913,66 тис. грн. Прибуток складає 436,34 тис. грн., з якого чистий прибуток складає 357,8 тис. грн. Інвестиції у проект необхідні у сумі 1 220 тис. грн., строк окупності яких складе 2,8 року, що є у межах нормативного терміну.

Всі розраховані показники дозволяють стверджувати, що виробництво лінії для отримання кобаламіна (вітаміну В12) за допомогою використання мікроорганізмів на комплексному біотехнологічному заводі є економічно вигідним.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Безпека виробництва та застосування є невід'ємними вимогами до будь-якого технологічного процесу. 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 [28-32].

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.

До хімічних НШВФ відносяться хімічні речовини, які по характеру дії на організм людини поділяються на токсичні, задушливі, наркотичні, подразнюючі, сенсibilізуючі, 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 проектуваному цеху з виробництва вітаміну В12 встановлено наступне обладнання:

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

5. Фільтри для очистки повітря
6. Компресори
7. Реактор-змішувач
8. Сушарка

У процесі роботи виникає ряд потенційно небезпечних і шкідливих виробничих факторів: фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні які показані у табл. 5.1 (згідно Державних санітарних норм і правил [28]).

Таблиця 5.1.

Небезпечні і шкідливі виробничі фактори, нормоване значення, нормативний акт, джерело виникнення та можливі наслідки від їх дії

№ п.п.	Найменування небезпечних і шкідливих виробничих факторів	Нормоване значення	Нормативний акт	Джерело виникнення
1	2	3	4	5
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, електродвигуни, сепаратор, при роботі електричного устаткування

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5
9	Підвищений рівень статичної електрики	-	НПАОП 40.1-1.01-97 Правила безпечної експлуатації електроустановок 40.1-1.32-01	електродвигуни, сепаратор, при роботі електричного устаткування
10	Недостатня освітленість робочої зони	КПО $\geq$ 1,5 %	ДБН В.2.5-28-2006 природне і штучне освітлення	ферментер, посівний апарат, інокулятор, електродвигуни, сепаратор
11	Гострі краї, задирки і шорсткість	-	НПАОП 15.3-1.19-98	на поверхнях заготівель, 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	I 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(за ДСН 3.36.042-99) [29], які представлені у табл.5.2.

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.

Таблиця 5.2.

Виробниче приміщення, період року, категорія роботи, що виконується, температура, відносна вологість, швидкість руху повітря

№ п.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

5.2 Охорона навколишнього середовища

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 [34]. Тверді відходи підлягають автоклавуванню, а потім зазвичай викидаються на звалище. Охорона ґрунту від забруднень повинна відповідати ДСТУ 7875:2015 [35]. 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. 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 [36]. Вплив же на характер стоків і на їх безпеку (або небезпеку) таких факторів, як внутрішньоклітинні матеріали і ендотоксини, з'ясовано поки тільки частково.

Список використаної літератури

1. В. Г. Ребров. Витамины, макро- и микроэлементы. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 128 с.
2. И.В. Данилова, Н.В. Дорониная, Ю.А. Троценко, А.И. Нетрусов, И.П. Рыжикова. Участие витамина В12 в биосинтезе ДНК у *Methylobacterium dichloromethanicum*, зависимое от интенсивности аэрации // Микробиология. 2004. № 2. С. 169–174.
3. Т.Н. Перекатова, М.Н. Остроумова. Еще раз о дефиците витамина В12 // Клиническая онкогематология. 2009. Т. 2. № 1. С. 185–195
4. Ю.А. Старчина. Витамины группы В в лечении заболеваний нервной системы // Неврология, нейропсихиатрия, психоматика. 2009. № 2. С. 84–87.
5. И.С. Луцкий, Л.В. Лютикова, Е.И. Луцкий. Витамины группы В в неврологической практике // Международный неврологический журнал. 2008. № 2. С. 89–93.
6. Nyholm E., Turpin P., Swain D. et al. C. Oral vitamin B12 can change our practice // Postgrad. Med. J. 2003; 79: 218–219. DOI: 10.1136/pmj.79.930.218
7. Hughes C.F., Ward M., Hoey L. et al. Vitamin B12 and ageing: current issues and interaction with folate Ann. Clin. Biochem. 2012; P. 315–329. DOI: 10.1177/0004563212473279
8. Clarke R. et al. Screening for vitamin B12 and folate deficiency in older persons Am. J. Clin. Nutr. 2003; P. 1241–1247. DOI: 10.1093/ajcn/77.5.1241
9. Допоміжні речовини у виробництві ліків : навч. посіб. для студ. вищ. фармац. навч. закл. / О. А. Рубан, І. М. Перцев, С. А. Куценко, Ю. С. Маслій ; за ред. І. М. Перцева. – Х. : Золоті сторінки, 2016. – 720 с.
10. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л., Бородай В.В., Коломієць Ю.В. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник/ – Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. - 252 с.

11. І. Р. Збаражська. Особистісно орієнтований урок з теми "Вітаміни, їх значення, способи збереження" / І. Р. Збаражська // Біологія : наук.-метод. журн. – 2010. – № 4. - С. 15-17.

12. В.Б. Спиричев. Теоритические и практические аспекты современной витаминологии / В.Б. Спиричев // Украинский биохимический журнал. – 2004. – Т. 76, № 4. – С. 32 – 49.

13. Э.А. Сейдаметова, М.Р. Шакирзянова, Д.М. Рузиева, Т.Г. Гулямова. Получение кобальтоустойчивых штаммов пропионовокислых бактерий – активных продуцентов витамина В12 // Прикладная биохимия и микробиология. 2004. № 6. С. 645–648.

14. Пирог Т.П. Загальна мікробіологія: Підручник. — К.: НУХТ, 2004. — 471 с.

15. О.Н. Гора, И.Н. Павлов. Исследование некоторых основных факторов, определяющих получение сухих препаратов пропионовокислых бактерий // Техника и технология пищевых производств. 2011. № 4. С. 78–81.

16. European Pharmacopoeia 8.0 [8th edition] / European Directorate for the Quality of Medicines & HealthCare. – Strasbourg, 2013. – 3638 p.

17. S. Zhou, S. Ashok, Y. Ko, D.-M. Kim, S. Park. Development of a deletion mutant of *Pseudomonas denitrificans* that does not degrade 3-hydroxypropionic acid // Applied Microbiology and Biotechnology. 2014. V. 98. Issue 10. P. 4389–4398.

18. X. Cheng, W.Chen, W.-F. Peng, K.-T. Li. Improved vitamin B12 fermentation process by adding rotenone to regulate the metabolism of *Pseudomonas de-nitrificans* // Applied Biochemistry and Biotechnology. 2014. V. 173. Issue 3. P. 673–681.

19. Буценко Л.М., Пенчук Ю.М., Пирог Т.П. Технології мікробного синтезу лікарських засобів: Навч. посіб. — К.: НУХТ, 2010. — 323 с.

20. Широбоков В. П., Янковський Д. С., Димент Г. С. Нові стратегії в області створення і клінічного використання пробіотиків // Вісн. фармакології та фармації. 2010. № 2. С. 18–30.

21. Особливості використання вітаміну В12 у тваринництві. веб-сайт. URL: <https://kreon-d.com.ua/ua/a456741-osobennosti-ispolzovaniya-vitamina.html> (дата звернення 12.05.2023 р.)

22. Вітамінний склад кормів для тварин. АЛТ Україна: веб-сайт. URL: <https://kreon-d.com.ua/ua/a456741-osobennosti-ispolzovaniya-vitamina.html> (дата звернення 16.05.2023 р.)

23. Вітамін В12 кормовий. URL: <http://surl.li/ianxp> (дата звернення 19.04.2023 р.)

24. Стан та перспективи розвитку ринку ветеринарних препаратів України. ВГОЛОС.ZT: веб-сайт. URL: <https://www.vgolos.zt.ua/stan-ta-perspektyvy-rozvytku-rynku-veterynarnykh-preparativ-ukrayiny/>_____ (дата звернення 28.04.2023 р.)

25. Vitamins — інтернет-магазин вітамінів та мінералів. URL: <https://vitamins.in.ua/ua/p597013977-zea-biotik-polnyj.html> (дата звернення 05.03.2023 р.)

26. Практикум з технології ветеринарних препаратів: Для студентів спеціальності «Фармація» спеціалізації «Технологія ветеринарних препаратів»/ Т.Г. Ярних, Н.Ф. Орловецька, Н.В. Хохленкова, В.Б. Духницький, В.М. Чушенко / Під ред. Т.Г. Ярних. – Х.: Вид-во НФаУ, 2009. – 175 с.
URL: <https://tl.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2016/03/Praktikum-po-veterinari.pdf> (дата звернення 05.05.2023 р.)

27. О.Г. Гаврилюк. Маркетинговий аналіз спільних рис і відмінностей ринків ветеринарних препаратів та лікарських засобів гуманної медицини. URL: <https://ena.lpnu.ua:8443/server/api/core/bitstreams/440487db-f198-4262-9ecf-c62bb0665b35/content> (дата звернення 25.04.2023 р.)

28. ДСанПіН «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу», МОЗ України. Наказ від 08.04.2014 № 248.

29. ДСН 3.3.6.042 – 99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Київ. 2000.

30. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Чинний з 01 січня 2013 року.

31. ДБН В.2.5-28-2018. Державні будівельні норми. Природне і штучне освітлення. Київ: Мінбуд України. 2018.

32. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. МОЗ України, Постанова № 37 від 01.12.99.

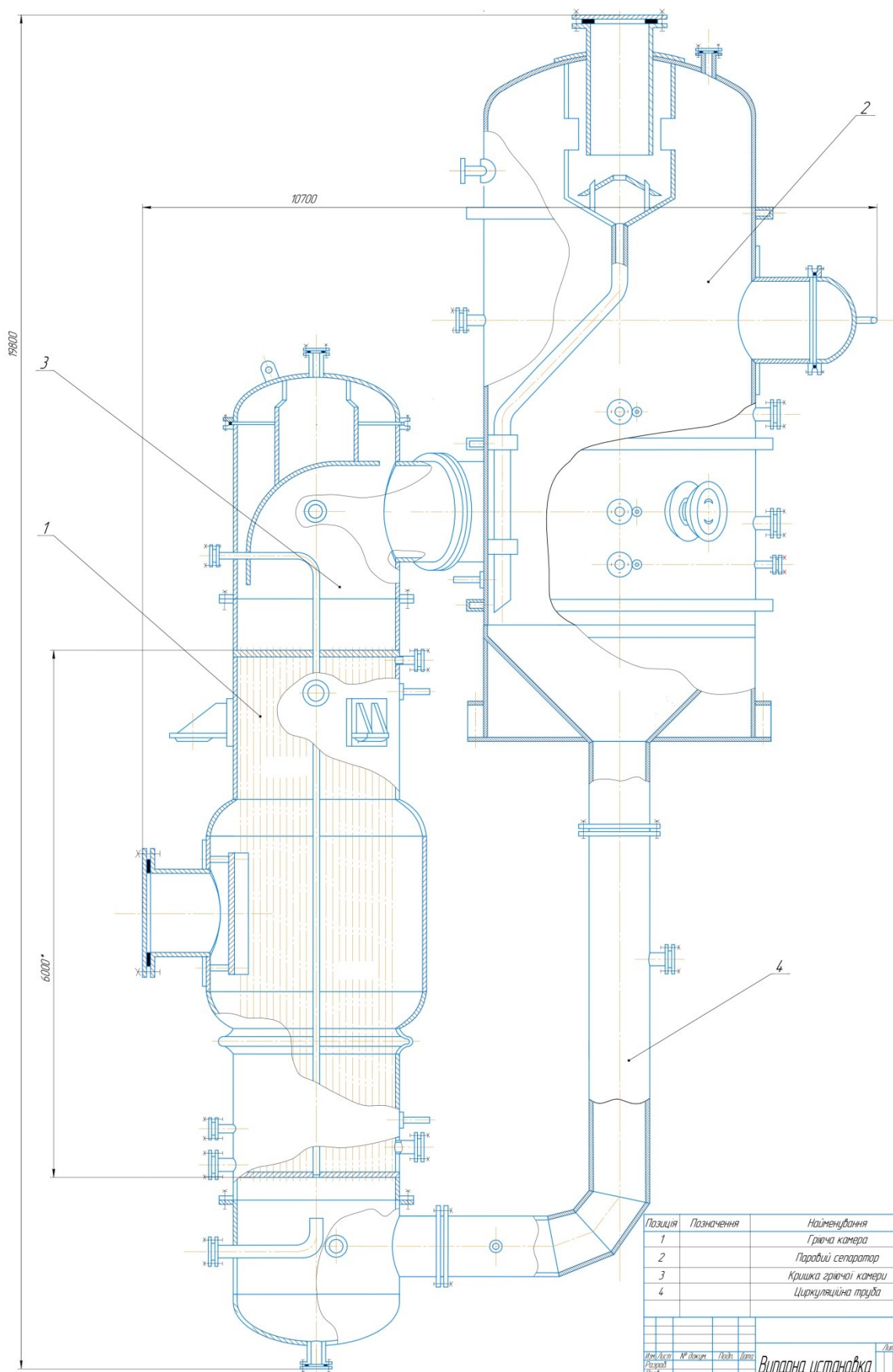
33. ДБН В.2.5-56-2014. Системи протипожежного захисту. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. Київ. 2014. Чинний з 01.07.2015.

34. ДСП-201-97. "Державні санітарні правила охорони атмосферного повітря населених місць" (від забруднення хімічними та біологічними речовинами).

35. ДСТУ 7875:2015 Охорона ґрунтів. Екологічне нормування антропогенного навантаження на ґрунтовий покрив. Основні положення

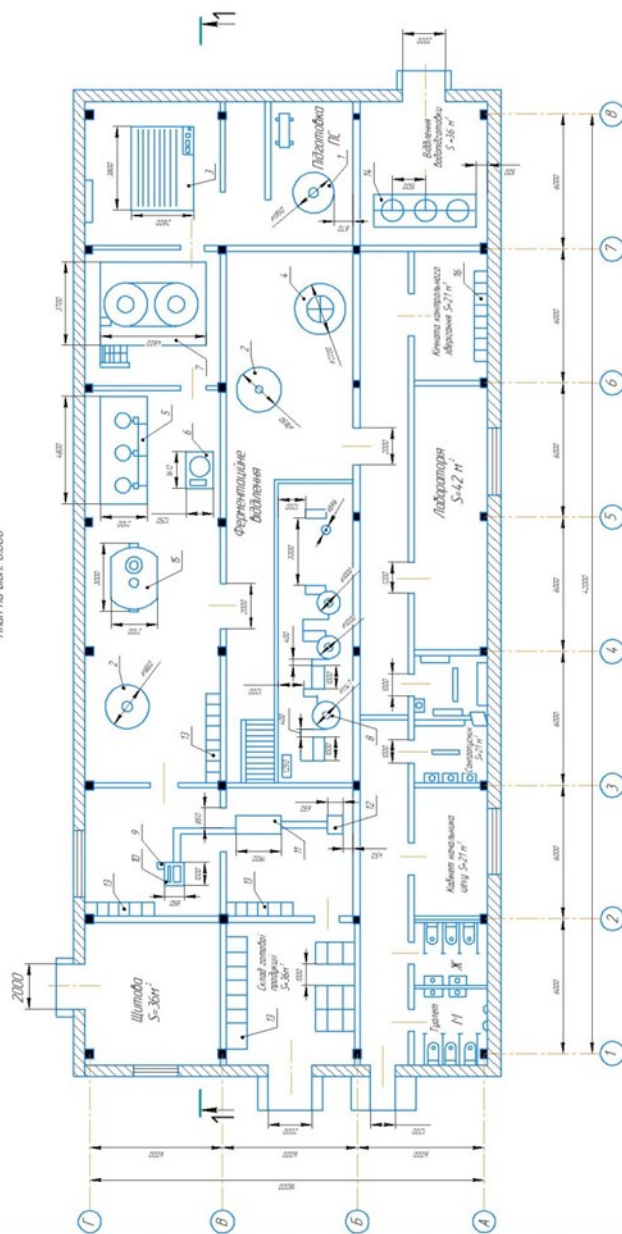
36. СанПіН 4630 "Санітарні правила та норми охорони поверхневих вод від забруднення".

ДОДАТКИ



Позиція	Позначення	Найменування	К-ть
1		Гриюча камера	1
2		Пародий сепаратор	1
3		Кришка гриуючої камери	1
4		Циркуляційна труба	1

Акт	Детей	№ док-та	Подп.	Детей	Акт	Масса	Масса
Визарна установка							125
Акт	Детей	Детей					
ОНУ							
Копия							



Позиция	Позначения	Назначение подразделения	К-ть
1	MRSC	Экшн для ПК	1
2	Amis	Прочный резервуар	2
3	Pa-100-5	Специальная установка	1
4	Pa-3000	Борданный вакуум-фильтр	1
5	OK-30000	Кристаллизация установка	1
6	MRVCH	Сепаратор	1
7	Возмат-8000	Возмат-двигательный аппарат	1
8	Arplan	Ферментер	4
9	Grindis	Насос гидротехнический	1
10	FR1-800	Установка для пахования	1
11	-	Стан для маркировки	1
12	-	Стн для пахования у ферментера	1
13	-	Специал. методы	6
14	USF	Водоподготовка	1
15	RISU1000	Борданный вакуумная сушилка	1
16	CP-2021	Вредные вещества для сериологических исследований	1

[illegible]