

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Факультет біотехнології і біотехніки  
Кафедра біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології

До захисту допущено:

Завідувач кафедри

 Наталія ГОЛУБ

«6» червня 2024 р.

Дипломний проєкт

на здобуття ступеня бакалавра  
за освітньо-професійною програмою «Біотехнології»  
спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія»  
на тему: «Технологія отримання препарату Радостим, збагаченого  
цинком. Дільниця виробничого біосинтезу»

Виконав (-ла):  
студент (-ка) IV курсу, групи БМ-01  
Сидоренко Олександра Ігорівна


Керівник:  
Доцент, к.т.н., с.н.с.  
Маринченко Лоліта Вікторівна

Консультант з проєктування:  
Професор., д.т.н, професор  
Саблій Лариса Андріївна

Рецензент:  
Доцент, к.т.н., с.н.с.  
Яловенко Олена Ігорівна



Засвідчую, що у цьому дипломному  
проєкті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студентка 

Київ – 2024 року

Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет біотехнології і біотехніки

Кафедра біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології


Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність – 162 «Біотехнології та біоінженерія»

Освітньо-професійна програма «Біотехнології»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Наталія ГОЛУБ


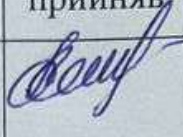
«15» квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проєкт студенту

Сидоренко Олександрі Ігорівні

1. Тема проєкту «Технологія отримання препарату Радостим, збагаченого цинком. Дільниця виробничого біосинтезу», керівник проєкту Маринченко Лоліта Вікторівна, доцент, к.т.н., с.н.с., затверджені наказом по університету від «27» травня 2024 р. № \_\_\_\_\_
2. Термін подання студентом проєкту 6.06.24
3. Вихідні дані до проєкту: продуктивність регулятора росту рослин – 1 т на місяць.
4. Зміст пояснювальної записки: характеристика біологічного агента, біохімічні основи виробництва, контроль виробництва, опис технологічної схеми, розрахунок обладнання для проведення технологічного процесу.
5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): креслення загального виду ферментеру – 1 арк. А1, технологічна схема – 1 арк. А1, апаратурна схема – 1 арк. А1
6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Графічна частина дипломного проекту (проектування)	д.т.н., проф. Саблій Л.А.		

7. Дата видачі завдання 15 квітня 2024 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Характеристика сировини, біологічного агента, обґрунтування технології	18.04.2024	
2.	Біохімічні основи технологічного процесу	22.04.2024	
3.	Технологічна схема	29.04.2024	
4.	Підбір та характеристика обладнання	06.05.2024	
5.	Складання апаратурної схеми	13.05.2024	
6.	Охорона праці та охорона довкілля	25.05.2024	
7.	Оформлення пояснювальної записки	05.06.2024	

Студент



Олександра СИДОРЕНКО

Керівник



Лоліта МАРИНЧЕНКО

**Пояснювальна записка**  
**до дипломного проєкту**  
**на тему: «Технологія отримання препарату Радостим, збагаченого**  
**цинком. Дільниця виробничого біосинтезу»**

Київ – 2024 року

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 78 с., 11 рис., 5 табл., 30 посилань.

Дипломний проєкт присвячено вдосконаленню технології виробництва препарату для регулювання росту рослин «Радостим», збагаченого цинком. Запропоновано використовувати гриб *Chaetomium globosum*, зокрема штам ND35, як продуцент. Цей гриб виділяє значну кількість фітогормонів, таких як цитокініни та ауксини.

Проєкт передбачає масштабування технології виробництва препарату «Радостим», збагаченого цинком, з глибинним культивуванням вибраного продуцента у ферментері з барботуванням і механічним перемішуванням та додаванням цинку в очищений продукт.

У проєкті розроблено технологічну та апаратурну схеми виробництва та наведено опис технологічної схеми виробництва регулятора росту рослин. Проведено розрахунки та виконано креслення ферментера, який відповідає вимогам для культивування біологічного агента і має обсяг, достатній для задоволення поточного попиту на продукт, а також потенційного збільшення обсягу виробництва через перспективність ринку.

Запропонована технологія відповідає санітарним і екологічним нормам та наведеним вимогам охорони праці.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** БІОСТИМУЛЯТОРИ РОСТУ РОСЛИН, *CHAETONIUM GLOBOSUM*, ФЕРМЕНТЕР, АУКСИНИ, ЦИТОКІНІНИ

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Архив</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Сидоренко О.І.</i>				<i>Д</i>	<i>6</i>	<i>78</i>
<i>Конс.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ</i>		
<i>Керівн.</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>						

## ABSTRACT

Explanatory note: 78 p., 8 figures, 5 tables, 30 references.

The thesis project is devoted to the improvement of the production technology of the zinc-enriched plant growth regulator Radostim. It is proposed to use the fungus *Chaetomium globosum*, in particular strain ND35, as a producer. This fungus secretes a significant amount of phytohormones, such as cytokinins and auxins.

The project involves scaling up the technology for the production of zinc-enriched Radostim with deep cultivation of the selected producer in a fermenter with bubbling and mechanical mixing and the addition of zinc to the purified product.

The project develops technological and hardware production schemes and provides a description of the technological scheme for the production of a plant growth regulator. Calculations were made and drawings were made of a fermenter that meets the requirements for cultivating a biological agent and has a volume sufficient to meet the current demand for the product, as well as a potential increase in production due to market prospects.

The proposed technology complies with sanitary and environmental standards and the given labor protection requirements.

**KEYWORDS:** PLANT GROWTH BIOSTIMULANTS, CHAETONIUM GLOBOSUM, FERMENTER, AUXINS, CYTOKININS

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Реферат</i>	<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Архивів</i>
<i>Розроб.</i>	<i>Сидоренко О.І.</i>					<i>Д</i>	<i>7</i>	<i>78</i>
<i>Конс.</i>								
<i>Керівн.</i>	<i>Маринченко Л.В.</i>							
						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ</i>		

## ПЕРЕЛІК СКОРОЧЕНЬ

РРР – регулятор росту рослин

ПС – поживне середовище

ДСТУ – державні стандарти України

БАР – біологічно активні речовини

PGPM – plant growth promoting microbes ризобактерії, що стимулюють ріст рослин

PGPF – plant growth promoting fungi, гриби, які вступають у симбіотичні стосунки

ІАА – індол-3-оцтова кислота

РНК – рибонуклеїнова кислота

МПА – м'ясо-пептонний агар

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

Зміст	
ВСТУП .....	10
Розділ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ.....	14
1.1 Характеристика сировини .....	14
1.2 Обґрунтування вибору технології .....	15
1.3 Характеристика біологічного агента.....	18
РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ .....	26
2.1 Схема перебігу процесів.....	26
2.2 Характеристика кінцевого продукту .....	35
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	38
3.1 Матеріали основні і допоміжні.....	38
3.2 Контроль виробництва.....	41
3.3 Матеріальний баланс .....	46
3.4 Опис технологічного процесу.....	48
РОЗДІЛ 4. ПІДБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ.....	57
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ .....	67
5.1 Охорона праці.....	67
5.2 Охорона довкілля .....	70
ВИСНОВКИ.....	73
ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ: .....	75

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>ЗМІСТ</i>		
<i>Розроб.</i>		<i>Сидоренко О.І.</i>					
<i>Конс.</i>							
<i>Керівн.</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>					
					<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
					<i>Д</i>	<i>9</i>	<i>78</i>
					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ</i>		

## ВСТУП

Сільське господарство України пережило період активного розвитку завдяки багатьом факторам: зростанню світового попиту на сільськогосподарську продукцію, реалізації державної політики у сфері агропромислового комплексу, впровадженню інноваційних технологій, стимулюючим заходам підтримки сільськогосподарського виробництва.

В даний час сільськогосподарські виробники вже не в змозі домагатися стабільно високих врожаїв без використання регуляторів росту рослин. Ці речовини сприяють зміні життєвих процесів рослин, покращують якість рослинної сировини, підвищують врожайність, полегшують збір і зберігання продукції [1].

Кліматичні зміни становлять серйозну загрозу для рослинництва. Глобальне потепління, яке все більше відчувають фермери по всьому світу, вже призвело до значних втрат врожаю через аномально високі температури та тривалу посуху в останні роки. Через нестачу опадів фермери змушені адаптувати технології вирощування польових культур, щоб скоротити терміни посіву та зберегти вологу в ґрунті. Наприклад, сівбу озимих зернових і ріпаку переносять на пізніші терміни, тоді як весняну сівбу соняшнику починають на 10-20 днів раніше від звичайного строку.

Недавні кліматичні зміни знизили здатність ґрунтів забезпечувати рослини необхідними життєвими факторами, що вимагає координації методів вирощування польових культур. Це включає використання багатофункціональних комбінованих препаратів, які компенсують стресові умови. Ці препарати містять мінеральні сполуки і бактеріальні компоненти, що мають профілактичні та лікувальні властивості, підвищують стійкість рослин

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разроб.</i>					<i>ВСТУП</i>	<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Архивів</i>
<i>Конс.</i>						<i>Д</i>	<i>10</i>	<i>78</i>
<i>Керівн.</i>						<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ</i>		





- розробити технологічну та апаратурну схему отримання препарату "Радостим" з використанням ферментеру об'ємом 0,63 м<sup>3</sup> для етапу виробничого біосинтезу;
- виконати розрахунки та креслення ферментера об'ємом 0,63 м<sup>3</sup>, який би задовольняв потреби виробництва;
- навести вимоги до охорони праці та довкілля.

Враховуючи важливість використання стимуляторів росту рослин для розвитку сільського господарства в Україні, реалізація цього дипломного проєкту має важливе теоретичне та практичне значення для розвитку біотехнологічних виробництв в Україні.

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

# Розділ 1. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ

## 1.1 Характеристика сировини

Вхідний контроль сировини для виробництва Радостиму проводять відповідно до ДСТУ 9027:2020.

Сировиною для виробництва Радостиму є:

- Мінеральні та органічні речовини: використовують безпосередньо для приготування водного поживного середовища, на якому культивують гриби-продуценти.
- Етиловий спирт: застосовується як розчинник та екстрагент на стадії десорбції продуктів метаболізму з активованого вугілля (сорбенту). Він має відповідати вимогам ДСТУ 4248-2004 "Спирт етиловий ректифікований. Технічні умови" [5].
- Солі біогенних мікро- та макроелементів (К, Са, Fe, Cu, В, Mn, Zn, Мо, Mg, Si, N) [6].

Допоміжними матеріалами є всі витратні матеріали та речовини, що не використовуються безпосередньо для біосинтезу даних регуляторів росту рослин, але необхідні для проведення допоміжних технологічних операцій та санітарної підготовки виробничих приміщень, технологічного обладнання та посуду.

Вся сировина, яка надходить на виробництво, проходить вхідний контроль на відповідність маркуванню, зовнішньому вигляду, документу про якість, цілісності упакування та фізичному стану.

Наявність маркування на упаковці з чітким зазначенням назви сировини, виробника, номеру партії, дати виготовлення та закінчення терміну придатності перевіряється. Упаковка не повинна мати пошкоджень, що можуть призвести до зміни якості сировини. Сировина повинна відповідати

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Сидоренко О.І.</i>			<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Конс.</i>					<i>Д</i>	<i>14</i>	<i>78</i>
<i>Керівн.</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>			<i>КПІ ім. Ізгоря Сікорського ФБТ</i>		
					<i>ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, БІОЛОГІЧНОГО АГЕНТА. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ</i>		



















його використання не шкодить навколишньому середовищу;

- перспективність: дослідження показують, що *Chaetomium globosum* має значний потенціал для використання в медицині, сільському господарстві та інших сферах [16].

*Chaetomium globosum*, один з найпоширеніших видів аскоміцетів, має здатність продукувати метаболіти з біологічно активним потенціалом, такі як хетоглобозини, епіполітіодіоксопіперазини, азафілони, ксантони, антрахінони, хромони, депсидони, терпеноїди і стероїди. Він не лише захищає рослини від хвороб, але й стимулює їх ріст. Дослідження [17] показали, що *C. globosum* може збільшувати вміст фенілпропіонових кислот у корені, що веде до покращення використання рослиною поживних речовин та посилення первинного метаболізму. *C. globosum* також може підвищувати стійкість рослин до стресу, наприклад, до мідного стресу у проростків кукурудзи.

Спираючись на досліди вчених з Китаю [17], обробка штамом ND35 стимулювала ріст культурних рослин. Це проявлялося в збільшенні довжини коренеплоду насіння, свіжої та сухої ваги насіння, висоти рослини, довжини кореня, сухої маси пагону та сухої маси кореня. Цікаво, що енергія росту насіння на початку була нижчою, коли використовувалася суспензія спор штаму ND35, порівняно з неінокульованими групами. Проте через 48 годин швидкість росту значно випереджала контрольну групу, що показано на рисунку 1.3.



Рисунок 1.3 – Вплив *C. globosum* штаму ND35 на довжину корінця огірка.

А): Довжина корінця огірка, обробленого без штамів ND35 через 48 годин; В):

довжина корінця огірка, обробленого штамом ND35 через 48 годин; С): часовий хід довжини корінця за різного лікування [17]

У культуральних розчинах, виділених зі штаму ND35, було виявлено значну кількість фітогормонів та ергостерину:

- індолмасляна кислота (ІВА): 12,54 мг/л;
- індол-3-оцтова кислота (ІАА): 13,70 мг/л;
- гіберелін (GA): 0,78 мг/л;
- зеатин (ZT): 0,03 мг/л;
- ергостерин: 14,75 мг/л.

Ці речовини, ймовірно, відіграють роль у стимуляції росту культурних рослин, яку спостерігали у разі обробки штамом ND35. Неочищені продукти GA (GA-T) та ергостерину (Er-T), отримані з ферментаційного бульйону штаму ND35, також продемонстрували здатність стимулювати ріст. Ці результати свідчать про те, що фітогормони та ергостерин, які містяться в культуральних розчинах штаму ND35, можуть бути використані для стимуляції росту культурних рослин [17].

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		25

## РОЗДІЛ 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

### 2.1 Схема перебігу процесів

Ендофітні гриби, які живуть всередині рослин, часто ігноруються, але вони приховують у собі скарбницю невивченого біорізноманіття та біологічно активних речовин. Ці гриби є джерелом не лише 22 фітогормонів, таких як гібереліни та індолоцтова кислота, але й вторинних метаболітів, які можуть мати цінність для медицини, сільського господарства та інших галузей.

Взаємодія ендофітів з рослинами-господарями може бути як взаємовигідною (мутуалістичною), так і нейтральною. Характер цієї взаємодії може варіюватися залежно від виду рослини-господаря та умов навколишнього середовища.

Переваги для ендофітів:

- живлення: ендофіти отримують поживні речовини з рослини-господаря. Їх раціон може включати цукри, амінокислоти, ліпіди та інші сполуки;
- фізичний захист: ендофіти знаходяться всередині рослини-господаря, що захищає їх від несприятливих факторів навколишнього середовища, таких як посуха, високі або низькі температури, УФ-випромінювання та шкідники<sup>4</sup>
- розмноження: ендофіти можуть розмножуватися в тканинах рослини-господаря. Це може відбуватися за допомогою спор, вегетативного розмноження або статевого розмноження.

Ендофіти можуть виробляти метаболіти, корисні для рослини-господаря. Ці метаболіти можуть включати:

- алкалоїди: ці сполуки можуть захищати рослину від травоядних тварин, патогенів та інших шкідників;

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Сидоренко О.І.</i>			<i>БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ</i>	<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Архивів</i>
<i>Конс.</i>						<i>Д</i>	<i>26</i>	<i>78</i>
<i>Керівн.</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ</i>		



*Neurospora crassa*, *Sesamum indicum* та *Cladosporium sp. MH-6*, здатні продукувати різні фізіологічно активні та неактивні гібереліни.

Повідомлялося також, що ендofіти, які продукують ці фітогормони, відіграють важливу роль у рості та метаболізмі сільськогосподарських рослин. Симбіоз таких ендofітних грибів надає рослинам-хазяїнам переваги у транспортуванні та асиміляції біохімічних речовин, необхідних для росту рослин і протидії біотичним та абіотичним стресам [18].

Фітогормони, такі як ауксини та цитокініни, відіграють важливу роль у регуляції росту та розвитку рослин. Їх вплив на різні аспекти рослинного життя, включаючи розтягування клітин, розмноження, диференціацію та орієнтацію тканин, робить їх необхідними для правильного функціонування рослини.

Ендofітні гриби, які живуть всередині рослин, здатні виробляти власні фітогормони. Ці ендogenousні гормони можуть взаємодіяти з гормонами, що продукуються рослиною-господарем, впливаючи на різні аспекти її росту та розвитку.

Ауксини, що продукуються ендofітами і рослинами, можуть стимулювати ріст коренів та стебел, покращувати поглинання поживних речовин та збільшувати стійкість рослини до хвороб. Цитокініни, що продукуються ендofітами, можуть стимулювати поділ клітин, затримувати старіння листя та збільшувати стійкість рослини до стресу [19].

Індол-3-оцтова кислота (IAA) (рис 2.1) найпоширеніший гормон класу ауксинів.



бактеріальними, грибовими та вірусними інфекціями [20].

Найчастіше вона синтезується з триптофану (рис 2.2).

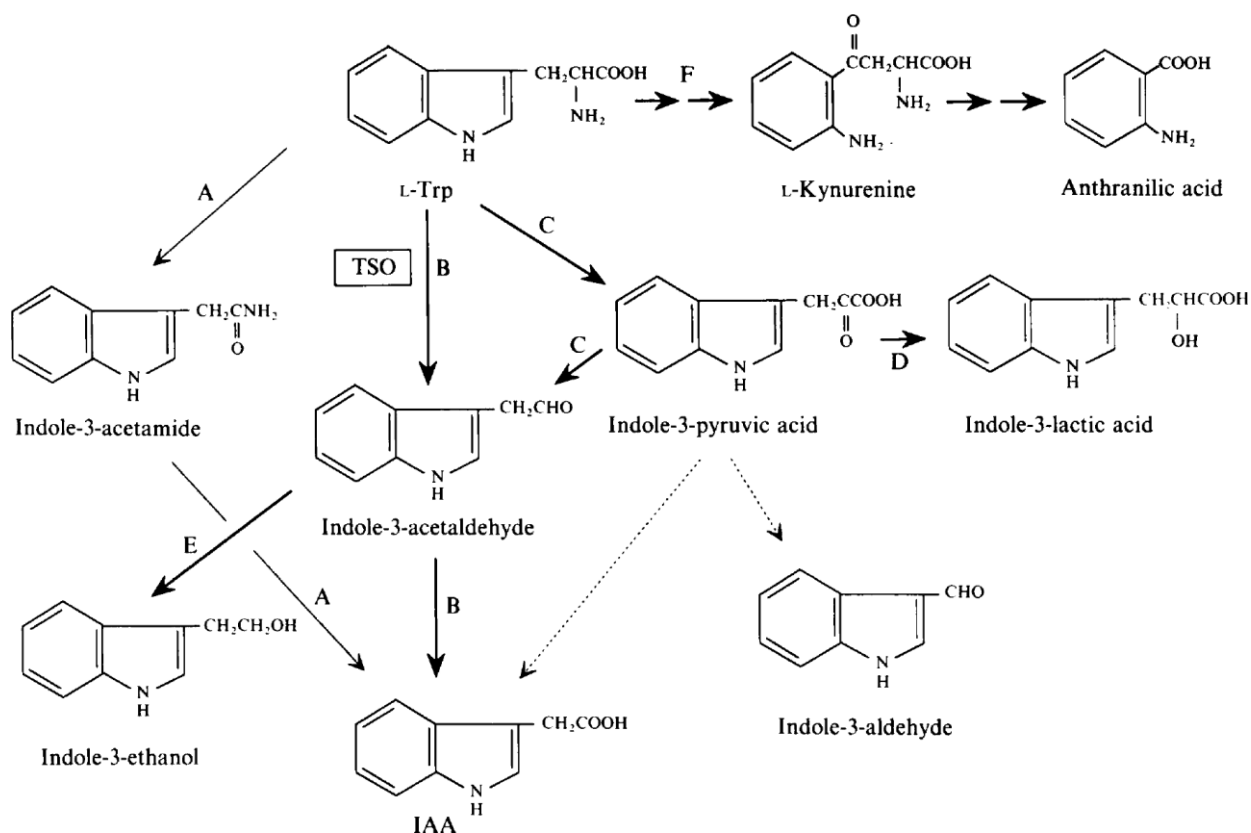
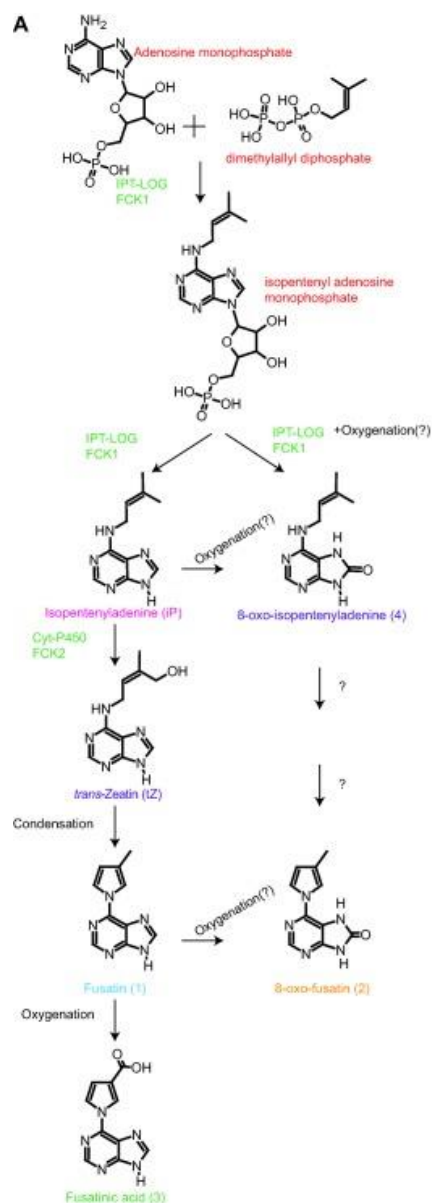


Рисунок 2.2 – А) Індолацетамідний шлях каталізується Trp-2-монооксигеназою та індолацетамід гідролазою. В) Утворення IAA, яке каталізується TSO та індолацетальдегідгидрогеназою. Окрім індолацетальдегіду, TSO також виробляє індолеглікольальдегід та індолегліоксаль. С) Шлях індолепіровиноградної кислоти, ініційований l-Trp трансаміназою. D) Ферментне утворення індолелактату. E) Індолетанолдегідрогеназа. F) Шлях розщеплення кільця, ініційований Trp-2,3-діоксигеназою, що приводить до кінуреніну та антранілової кислоти [21].

Крім ауксинів, також можуть вироблятися цитокиніни. Це група рослинних гормонів, які відіграють важливу роль у багатьох аспектах розвитку рослин, включаючи ріст, поділ клітин, диференціацію та відповіді на стрес.

Цитокініни синтезуються з аденінових нуклеотидів (рис. 2.3) (АМФ, АДФ або АТФ) через два основних шляхи. У шляху пренілювання аденіновий нуклеотид пренілюється диметилалілдіфосфатом (DMAPP) за допомогою ферменту аденілатізопентенілтрансферази (ІРТ). Проміжний продукт іРМР гідроксилується монооксигеназою цитохрому Р450, після чого трансформується в активні форми tZ та iP за допомогою нуклеотидази та нуклеозидази. Фермент LOG може виконувати активацію в один крок. У шляху тРНК залишок аденіну в тРНК N6 пренілюється тРНК-ІРТ і вивільняється з тРНК шляхом гідролізу. тРНК-ІРТ зустрічаються в усіх організмах, крім *Archaea*, і цей шлях приводить до синтезу cZ [22].



Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

31

Рисунок 2.3 – Біосинтез цитокінінів. Пропонований біосинтетичний шлях, заснований на накопиченні цитокінінів [22]

Зеатин (рис. 2.4), є найактивнішим цитокіном, дослідженим на цей час. Другим за активністю є 6-(2-метил-2-бутениламіно) пурин (2iP), який має трохи нижчу активність, ніж зеатин (рис 2.4).

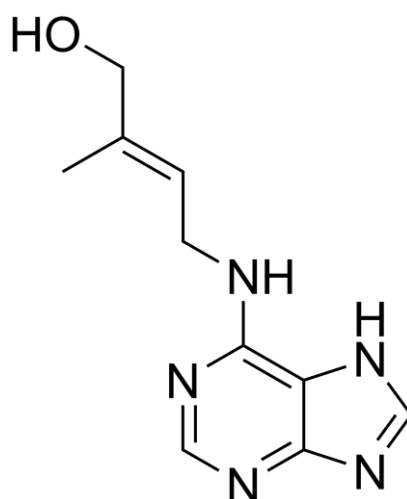


Рисунок 2.4 – Зеатин [23]

Зеатин, гормон росту рослин, має широкий спектр ефектів, що робить його цінним інструментом для садівників та фермерів.

Він стимулює калусоутворення, допомагаючи утворювати калус на зрізаних стеблах або коренях, особливо у разі використання разом з ауксином. Калус, скупчення клітин, яке формується на місці рани, є першим кроком у процесі регенерації рослин.

Зеатин також сприяє зав'язуванню плодів. Обприскування квітів розчином зеатину, гібереліну-3 та нафталінауксусної кислоти на 10-й, 25-й та 40-й день після цвітіння може покращити зав'язування плодів. Це пов'язано зі стимуляцією росту партенокарпічних плодів (плодів, які утворюються без запилення) та покращенням транспорту поживних речовин до плодів.

Ще одна важлива властивість зеатину – це затримка пожовтіння овочів. Обприскування овочів розчином зеатину може сповільнити пожовтіння листя та інших частин рослини, що робить його корисним для продовження терміну зберігання овочів та збереження їх свіжого вигляду.

Зеатин також стимулює ріст та цвітіння допоміжних стебел, відомих як пагони. Це може бути особливо корисно для деяких видів рослин, де допоміжні стебла дають додатковий урожай плодів [23].

Препарати з *Chaetomium globosum* також стимулюють фенілпропаноїдний шлях, що приводить до збільшення феніланіну та циклової кислоти в рослинах.

Шлях біосинтезу циклової кислоти показано на рисунку 2.5.

Феніланін перетворюється на коричну кислоту за допомогою ферменту феніланін аміак ліази. Корична кислота перетворюється на кумароїл-КоА за допомогою ферментів цинамат-4-гідроксилази та 4-кумараткоензим А ліази. Кумароїл-КоА перетворюється на кумароїлхінат або кумароїлшикімат за допомогою ферментів гідроксициннамоїлтрансфераз. Кумароїлхінат або кумароїлшикімат гідроксильється кумарат-30-гідроксилазою з утворенням похідних кофеїлу. Кофеїл-КоА використовується для синтезу кафтрової кислоти за допомогою гідроксициннамоїлтрансфераз винної кислоти. Хлорогенова кислота перетворюється на циклову кислоту за допомогою спеціалізованої серин-карбоксіпептидазоподібної ацилтрансферази.

					ДП БМ01.23.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

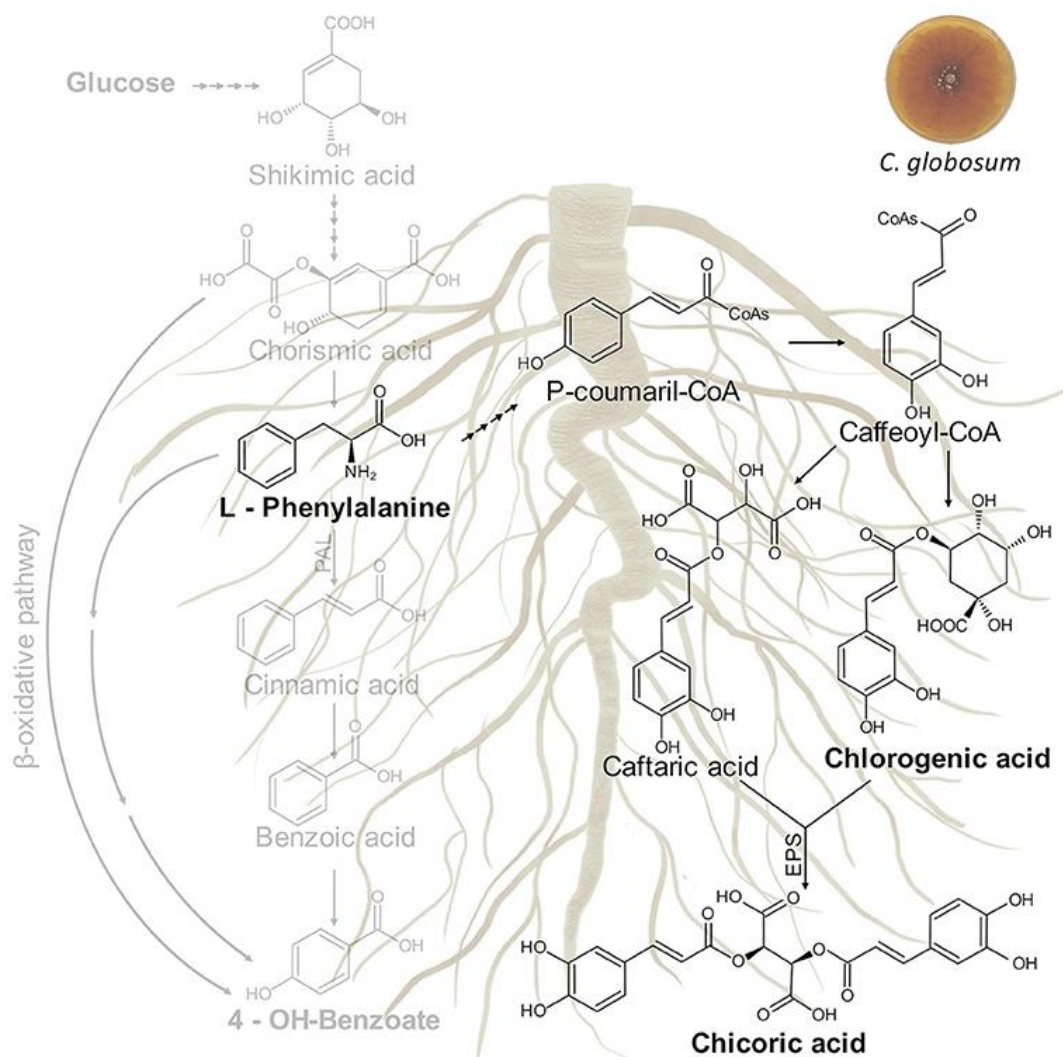


Рисунок 2.5 – Передбачуваний метаболічний шлях, залучений до біосинтезу цикорової кислоти в коренях [8]

Ще одним із важливим компонентом препарату є цинк. Цинк відіграє важливу роль у житті рослин, активуючи ферменти, необхідні для ефективного поглинання сонячного світла та його перетворення на хімічну енергію, що забезпечує ріст та розвиток рослин. Він також бере участь у синтезі індолілоцтової кислоти, основного гормону росту, що регулює поділ клітин, розтягування стебел та формування коренів. Цинк активує захисні механізми рослин, підвищуючи їх стійкість до грибкових, бактеріальних та вірусних інфекцій, і впливає на активність ферментів, що відповідають за поглинання та транспорт макро- та мікроелементів, необхідних для росту та

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

34

розвитку рослин.

Дефіцит цинку призводить до затримки росту, зменшення розмірів листя та стебел, слабкості кореневої системи. Це також негативно впливає на утворення квіток, зав'язування плодів та знижує врожайність. Рослини, що відчують нестачу цинку, більш чутливі до інфекцій, повільно одужують та часто гинуть [24].

## 2.2 Характеристика кінцевого продукту

Препарат “Радостим” виготовляють відповідно до ТУ У 24.2-31168762-004:2007. Це продукт у рідкій формі, синього кольору, з невеликою кількістю осаду, який розливають у флакони по 5000 см<sup>2</sup>.

У цього регулятора росту рослин є широкий спектр переваг: він підвищує енергію проростання та схожість насіння, стимулює ріст рослин, підвищує врожайність, покращує якість вирощеної продукції, захищає рослини в період їх росту від фітонематод, комах-фітофагів, хвороб, збудниками яких є мікроскопічні гриби-фітопатогени.

Завдяки комплексному впливу за рахунок різних компонентів (таблиця 2.1) на всі аспекти росту та розвитку рослин, цей регулятор дає змогу збільшити врожайність ваших культур, отримати якісну продукцію з високими смаковими характеристиками, зменшити ризики, пов'язані з шкідниками та хворобами.

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		35

Таблиця 2.1 – Препаративна форма Радостиму: водно-спиртові розчини такого складу:

Назва компонентів	Одиниці вимірювання	Значення
Комплекс фізіологічно активних сполук	г/л	0,3
Калієва сіль 1-нафтилоцтової кислоти	г/л	0,001
Комплекс біогенних мікроелементів, загальний вміст:	г/л	1,76
$B^{3+}$	г/л	0,23
$Cu^{2+}$	г/л	0,26
$Mo^{6+}$	г/л	0,1
$Mn^{2+}$	г/л	0,2
$Zn^{2+}$	г/л	0,33
$Co^{2+}$	г/л	0,14
$Fe^{2+}$	г/л	0,5
Лікарський засіб «Брильянтовий зелений»	г/л	0,01
Спирт етиловий	см <sup>3</sup>	243,5 (96%)
Вода очищена питна	см <sup>3</sup>	602,5

Оскільки продуцент сам виробляє інсектициди, для покращання ростових якостей рослин доцільно збільшити вміст цинку в препараті.

Оскільки цинк важливий метал та він має широке значення для рослин, від активізації синтезу вуглеводів і хлорофілу, до того, що рослина легше переносить несприятливі фактори навколишнього середовища. Також цинк входить до рослинних ферментів. І позитивно впливає на стабільність клітинних мембран [25]

Препарат Радостим, збагачений цинком, відноситься до малотоксичних, які відповідають IV класу небезпеки. Препарат не має кумулятивних і

сенсibiliзуючих властивостей, не накопичується в ґрунті і у вирощеній продукції.

Спосіб використання препарату:

Біостимулятор рослин широкого спектру дії, яку застосовують у вигляді водного розчину в суміші з іншими препаратами, і яку готують в день використання. Дозування препарату для внесення на тонну насіння або гектар посівів досить мала, тому важливо, щоб він був рівномірно розчинений в робочому розчині.

Передпосівну обробку насіння препаратом Радостим проводять на насінневих і кукурудзокалібрувальних заводах, а також в господарствах. Цей агрозахід виконується відповідно до вимог для кожної культури, правил безпеки та санітарних норм. Роботи необхідно проводити якісно і швидко, щоб не допустити набухання насіння і пошкодження його оболонки.

Позакореневу (листову) обробку посівів проводять водними розчинами Радостиму за допомогою штангових обприскувачів або авіатехніки. Найефективнішим часом для обробки є ранкові години до 10-11 і вечірні години - після 17. Не рекомендується обприскування посівів у разі швидкості вітру вище 4 м/с [26].

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докцм.	Підпис	Дата		37

## РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 3.1 Матеріали основні і допоміжні

Для отримання препарату Радостим необхідне поживне середовище для продуцента, в яке входять мікроелементи. Також для виділення необхідне активоване вугілля та спирт, а ще мікроелементи для готового продукту.

Основну та допоміжну сировину наведено в таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Основні та допоміжні матеріали для виробництва Радостиму, збагаченого цинком

Найменування	Категорія і номер НТД, згідно з яким перевіряється сировина	Показники, що обов'язкові для перевірки та їх нормативне значення	Примітка
1	2	3	4
1.Основна сировина:			
1.1. D-глюкоза	ДСТУ 4464-2005	Зовнішній вигляд, запах, втрати маси при висушуванні.	Компонент ПС
1.2. Калій фосфорнокислий однозаміщений	ДСТУ 8145:2015	Масова частка %, не менше 98	Компонент ПС
1.3. Маннітол	ДСТУ EN 15086:2009	На 1 мл розчину містить маніту 150 мг	Компонент ПС
1.4. Дріжджовий екстракт	ТУ 9385-00739484474-2003	в 1 г продукту, не більше 1000 КУО	Компонент ПС
1.5. Пептон	ДСТУ 7999:2015	Вміст сухих речовин, 48 % Вміст золи, 21% Вміст азоту, 6,4%	Компонент ПС

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Сидоренко О.І.</i>				<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Конс.</i>					<i>Д</i>	<i>38</i>	<i>78</i>
<i>Керівн.</i>	<i>Маринченко Л.В.</i>				<i>ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</i>		
					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ</i>		

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
1.6. Магнію сульфат	ДСТУ 7274:2012	Масова частка (MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O), %, не менше 98	Компонент ПС
1.7. Кукурудзяний екстракт	ДСТУ 3976-2000	Масова частка сухих речовин, % не менше 74	Компонент ПС
1.8. Вода очищена питна	ДСТУ 7525-2014	Кольоровість, каламутність, смак, запах, рН, жорсткість, вміст мікроорганізмів згідно НТД	Компонент ПС та для мийних розчинів
1.9. Спирт етиловий 1 сорт	ДСТУ 4221:2003	Об'ємна частка етилового спирту, %, не менше 96	Для екстракції розчинниками
1.10. Кислота борна	ДСТУ 7258:2012	Масова частка борної кислоти, %, не менше 98	Для приготування готового препарату
1.11. Калій йодистий	ДСТУ 7274:2012	Масова частка калію йодистого, %, не менше 98	Для приготування готового препарату
1.12 Оксид цинку	ДСТУ 10262-73	Масова частка оксиду цинку, %, не менше 70	Для приготування готового препарату
1.13. Амоній молібденовокислий	ДСТУ 7274:2012	Масова частка амонію молібденовокислого, %, не менше 97	Для приготування готового препарату
1.14. Марганець (II) хлористий 4-водний	ДСТУ 7111:2009	Масова частка марганцю (II) хлористого 4-водного, %, не менше 96	Для приготування готового препарату

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

39

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
1.15. Вугілля активоване	ДСТУ EN 12903:2004	Масова частка вологи , %, не більше 5 Сумарний об'єм пор по воді , см <sup>3</sup> /г, не менше 0,8	Для процесу адсорбції
2. Допоміжна сировина			
2.1. Водню перекис, 1 сорт (пергідроль)	ДСТУ 4093:2002.	Масова частка перекису водню, %, в межах 30-34	Для підготовки приміщень
2.2. Натрій їдкий технічний (гідроксид натрію)	ДСТУ ISO 979-2001	Масова частка їдкого натрію, %, не менше 96	Для підготовки посуду
2.3. Кислота соляна синтетична технічна	ДСТУ 2904-94	Масова частка хлористого водню, %, не менше 35	Для підготовки посуду
2.4. Формалін технічний, 1 сорт	CAS 50-00-0	Безбарвна прозора рідина.	Для підготовки приміщень
2.5. Засіб синтетичний мийний	ДСТУ 2207.1-93	Показники згідно ДСТУ	Для підготовки приміщень та посуду
3. Матеріали			
3.1. Вата медична гігроскопічна	ДСТУ EN 980:2007	Показники відповідно	Для підготовки посівного матеріалу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМ01.23.000 ПЗ

Арк.

40

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4
3.2. Марля медична	ДСТУ 7052:2009	Показники відповідно	Для підготовки посівного матеріалу
3.3. Тара пластикова	ДСТУ 4260:2003	Зовнішній вигляд, основні розміри, форма, стійкість, якість.	Для пакування готового продукту

### 3.2 Контроль виробництва

Точки контролю виробництва та параметри наведені в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Перелік контрольних точок

№ п/п	Найменування стадії процесу, місце заміру параметра або відбору проби	Параметр, що контролюється	Частота контролю	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Метод контролю параметра, тип приладу
1	2	3	4	5	6
1.	ДР 1.2.1. Приготування 2% розчину хлораміну Б Кт 1.2.1.1. Кх 1.2.1.2. Розчин	Концентрація, температура	Після кожної операції	Концентрація 1-6% Температура 60 °C ± 5	Візуально, мірний посуд, ваги, термометр
2.	ДР 1.2.2 Приготування розчину мийного засобу Кт 1.2.2.1. Кх 1.2.2.2. Розчин	Концентрація, температура	Після кожної операції	Концентрація визначається виробником Температура 60 °C ± 5	Візуально, мірний посуд, ваги, термометр

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

41

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
3.	ДР 1.2.3 Приготування піногасника Кт 1.2.3.1. Кх 1.2.3.2. Розчин	Концентрація	Після кожної операції	Концентрація визначається виробником	Візуально, мірний посуд, ваги
4.	ДР 1.3.1. Щоденне прибирання Км 1.3.1.1. Приміщення	Кількість мікроорганізмів (МО) в 1 м <sup>3</sup> повітря	Після кожної операції	500 клітин на 1 м <sup>3</sup>	Седимента- ційний метод, кількість колоній на чашці Петрі
5.	ДР 1.3.2. Генеральне прибирання Км 1.3.2.1. Приміщення	Кількість МО в 1 м <sup>3</sup> повітря	Після кожної операції	500 клітин на 1 м <sup>3</sup>	Седимента- ційний метод, к-сть колоній на чашці Петрі
6.	ДР 2.1. Миття лабораторного посуду Кт 2.1.1. Вода	Температура	Кожну операцію	40 °С	Термометр
7.	ДР 3.1. Миття обладнання і комунікацій Кт 3.1.1 Вода	Температура	Кожну операцію	40 °С	Термометр
8.	ДР 3.2. Перевірка на справність та герметичність Кт 3.2.1.	Тиск	Перед кожною операцією	Відсутність несправностей , подання тиску 0,2 МПа, 30 хв,	Манометр, годинник, візуально

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

42

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
9.	ДР 3.3. Стерилізація обладнання і комунікацій Кт 3.3.1.	Темпера-тура, тиск,	Перед кожною операцією	120 °С, 0,2 МПа	Термометр манометр, візуально
10.	ДР 4.2. Попередня очистка повітря Кт 4.2.1. Фільтрувальний матеріал	Діаметр пор	Кожну операцію	5 мкм	Вимірювальне обладнання
11.	ДР 4.3. Стиснення та транспортуван- ня повітря Кт 4.3.1	Темпера-тура, тиск повітря	Кожну операцію	0,4 МПа, 110 °С	Вимірю- вальне обладнання
12.	ДР 4.5. Груба очистка Кт 4.5.1	Ефективність очистки повітря.	Кожну операцію	КУО = 0,1 мкм	Седимента- ційний метод
13.	Др 4.6. Тонка очистка Кт 4.6.1.	Ефективність очистки повітря.	Кожну операцію	КУО = 10 <sup>-5</sup> мкм	Седимента- ційний метод
14.	ДР. 5.1. Стерилізація води Кт 5.1.1 Кмб 5.1.2	Температура, тиск	Кожну операцію	130 °С, 0,2 МПа	Термометр, манометр

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

43

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
15.	ДР 5.2 Подвійна фільтрація води Кт 5.2.1 Кмб 5.2.2	Тиск	Кожну операцію	0,2 МПа	Манометр
16.	ДР 6. Приготування поживного середовища Кт 6.1.1, Кт 6.2.1.	Температура	Кожну операцію	25 °С	Термометр
17.	ДР 6.3 Стерилізація поживного середовища Кт 6.3.1 Кмб 6.2.1	Температура, тиск	Кожну операцію	30 хв, 121 °С, 0,05 МПа	Термометр, манометр
18.	ДР 6.5 Приготування та стерилізація розчину компонентів поживного середовища Приготування та стерилізація розчину глюкози Кт 6.5.1	Діаметр пор. Температура розчину глюкози до стерилізації. Критерії стерилізації. Час, температура	Кожну операцію	0,2 мкм, 50 °С,  121 °С, 40 хв	Тест мікроорга- нізми, годинник, термометр

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

44

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6
19.	ДР 7. Підготовка розчинів мікроелементів Кт 7.1	Температура	Кожну операцію	30 °С, 30 хв	Термометр
20.	ТП 8.1 Відновлення культури продуцента Кт 8.1.1. Км 8.1.2.	Ефективність очистки повітря. Час, температура	Кожну операцію	9 днів, 25°С, відсутність контамінації, відповідність морфології еталонної культури	Термометр, оксиметр, спектро- фотометр, мікроско- піювання, візуально
21.	ДР 8.2. Накопичення культури Кт 8.2.1	Час, температура,	Кожну операцію	9 діб, 28 °С	Термометр
22.	ТП 8.3. Культивування в колбі Кт 8.3.1. Кх 8.3.2. Км 8.3.3.	Ефективність очистки повітря. Час, температура	Кожну операцію	25 °С, 9 днів, відповідність морфології еталонної культури	Термометр, оксиметр, спектро- фотометр, мікроско- піювання, візуально
23.	ТП 9. Виробничий біосинтез Кт 9.1. Кх 9.2. Км 9.3.	Температура, час, швидкість перемішування, інтенсивність аерації, мікробіологічна чистота	Кожну операцію	28 °С 9 днів 220 об/хв відповідність морфології еталонної культури	Термометр, календар, оксиметр, спектрофото- метр, мікроско- піювання, візуально

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

45

Продовження таблиці 3.2

24.	ТП 10 Адсорбція БАР Десорбція БАР Кт 10.1.1., Кт 10.2.1.	Режим адсорбції. Температура	Кожну операцію	8 год, 22 °С	Термометр, візуально
22.	ТП 11 додавання мінеральних компонентів Кт 11.1. Кх 11.2. Км 11.3.	Вміст спирту, вміст компонентів препарату, активність препарату	Кожну операцію	32%, 5%, 20%	Ареометр Ваги Дія на цільовий об'єкт
23.	ТП 12. Фасування пакування та маркування продукції Кт 12.1.	Правильність пакування, маркування, наявність пошкоджень Точність розливу	Після кожної операції	Відсутність пошкоджень  4,75-4,85 кг	Візуально  Ваги

**3.3 Матеріальний баланс**

Матеріальний баланс із врахуванням витрат виробництва наведено для 1 циклу у 350 л в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Матеріальний баланс виробництва

Використано					Отримано				
Стадія	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Одиниці вимірювання			Стадія	Назва сировини, матеріалів та напівпродуктів	Одиниці вимірювання		
		кг	шт	л			кг	шт	л
ТП 9	Вегетативний посівний матеріал в колбах зі стадії ТП 8.3			20	ТП 9	Культуральна рідина			343,3

Продовження таблиці 3.3

	Д-глюкоза	6,8				Втрати з виносом повітря (4%)			15,3	
	Манітол	6,8				Проби (1%)			4	
	Дріжджовий екстракт	1,7				Втрати (5%)			19	
	Пептон	3,4								
	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1,7								
	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	1,02								
	Кукурудзяний екстракт	0,034								
	Дистильована вода				340					
	Всього				381,5	Всього			381,5	
ТП 10.1	Культуральна рідина				343,3	ТП 10.1	Культуральна рідина			306,2
	Активоване вугілля	0,7					Активоване вугілля з грибом (10%)	34		
							Втрати (1%)	3		
	Всього				344,0		Всього			344,0
ТП 10.2	Культуральна рідина				306,2	ТП 10.2	Культуральна рідина			290,8
							Витрати (5%)			15,3
	Всього				306,2		Всього			306,2
ТП 10.3	Активоване вугілля з грибом	33				ТП 10.3	Екстракт фільтрату			120
	Спирт 96%				60		Втрати (10%)			13,3
	Дистильована вода				40					
	Всього				133		Всього	133		

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

47

Продовження таблиці 3.3

ТП 10.4	Екстракт фільтрату			119,7	ТП 10.4	Екстракт фільтрату			71,82
						Витрати (30%)	35,91		
						Сухий залишок спиртового розчину (10%)	11,97		
	Всього		119,7			Всього		119,7	
ТП 11	Екстракт фільтрату			71,82	ТП 11	Готовий препарат			365,0
	Культуральна рідина			290,8		Втрати (1%)			3,7
	Мікроелементи від ДР 7.1			6					
	Цинк від ДР 7.2								
	Мікродобриво універсальне «Реаком»								
	Всього		368,7			Всього		368,7	
ТП 12	Готовий препарат			365,0	ТП 12	Радостим		66	361
	Тара		67			Втрати (1%)		1	4
	Всього		432,0			Всього		432	

### 3.4 Опис технологічного процесу

ДР 1 Санітарно-гігієнічна підготовка виробництва

ДР 1.1 Підготовка персоналу

ДР 1.1.1 Медичне обстеження персоналу

Згідно з чинним законодавством України, а саме відповідно до Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій, працівники підприємств з шкідливими умовами праці зобов'язані проходити:





тиску на манометрі не повинен змінюватися. Фланцеві з'єднання та трубопроводи обмилюються для перевірки герметичності. Відсутність утворення бульбашок свідчить про герметичність.

### ДР 3.3 Стерилізація обладнання та комунікацій

Стерилізація обладнання та комунікацій здійснюється гострою парою за тиску 0,2 МПа, температури 120°C протягом 1,5 години. Пара подається в середину апаратів та в прилеглі комунікації [27].

### ДР 4 Підготовка повітря

#### ДР 4.1 Забір повітря з атмосфери

Повітря забирається з атмосфери за допомогою повітрязабірника Пз-8, розташованого на висоті 8-10 метрів. Повітря надходить на фільтр попередньої очистки Ф-9 до ДР 4.2.

#### ДР 4.2 Попередня очистка повітря

Попередня очистка здійснюється на фільтрі попередньої очистки Ф-9. Фільтр Ф-9 видаляє з повітря частинки розміром більше 5 мкм. Термічна обробка та стискання Для запобігання інфекцій далі необхідно нагріти повітря у повітрянагрівачі То-11 до 115-120 °С після чого повітря охолоджується у ресивері задачею якого є також збирання вологи. На даному етапі повітря стискають компресором К-10 до тиску  $P = 0,2$  МПа.

#### ДР 4.3 Стиснення та транспортування повітря

Попередньо очищене повітря стискається компресором К-10 до тиску 0,4МПа. Це робиться для забезпечення необхідних параметрів подачі повітря. Під час стиснення повітря нагрівається до 110°C.

#### ДР 4.4 Груба очистка

Подальша очистка від мікробіологічних забруднень проводиться методом пропускання повітря через фільтри грубої очистки Р-12. Ця конструкція є циліндром, що змазаний машинною олією. 10% мікробіологічних агентів пропускають, але це полегшує подальшу очистку.

#### ДР 4.5 Тонка очистка

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51





скошеним агаром кожні 6 місяців.

#### ТП 8.2 Накопичення культури

Косяки чистої культури від ТП 8.1 вносять в колбу Кб-24 об'ємом 1 л з коефіцієнтом заповнення 0,6 із стерильним рідким ПС від ДР 6.4 в кількості 5% від номінального об'єму. Параметри культивування: температура: 28 °С, тривалість: 9 днів.

#### ТП 8.3 Культивування в колбах

Вирощування посівного матеріалу відбувається в колбах із загальним об'ємом 20 л з коефіцієнтом заповнення 0,6. Посівний матеріал ін'єкційно переноситься до стадії ТП 9.

#### ТП 9 Виробничий біосинтез

У ферментер з простерилізованим поживним середовище об'ємом 0,63 м<sup>3</sup>. Об'єм інокуляту складає 1/20 від об'єму рідини в апараті, тобто 20 л. Культивування проводиться 9 діб,  $t = 28$  °С, частота обертів мішалки  $n = 220$  об/хв, рН = 6,5-7,5, аерація – 0,4 л повітря на 1 л ПС на хвилину. У ферментері для збільшення асептичності умов створюється додатковий тиск 0,012 МПа [8].

#### ТП 10 Виділення цільового продукту

##### ТП 10.1 Адсорбція БАР

Культуральна рідина від ТП 9 подається в реактор Р-36 з механічним перемішуючим пристроєм (пропелерною мішалкою). Через люк додається активоване вугілля. Параметри процесу: Тривалість перемішування: 8 год, Температура: 22 °С. Після адсорбції, зливається культуральна рідина без гриба і подається насосом Н-38 в нутч-фільтр в стадії ТП 10.2.

##### ТП 10.2 Перше фільтрування

Культуральна рідина від ТП 10.1 фільтрується на нутч-фільтрі Нф-39. Далі рідина переходить в Реактор-збірник Р-41 до стадії ТП 11.

##### ТП 10.3 Десорбція БАР

Дозатором Д-37 в реактор з біомасою та вугіллям Р-36 з пропелерною

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54



### ЗВ 13. Знешкодження відходів

#### ЗВ 13.1 Знешкодження твердих відходів

Після фільтрації залишки (вугілля з біомасою продуцента) сушать і разом з іншими твердими відходами виробництва відправляють на полігони.

#### ЗВ 13.2 Знешкодження рідких відходів

Рідкі відходи відправляються на стадію ДР 5.

#### ЗВ 13.3 Знешкодження газоподібних відходів

Повітря, яке вже використовувалося, проходить очистку за допомогою патронних фільтрів. Ефективність очищення складає 99,995%. Очищене повітря випускається в атмосферу.

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		56

## РОЗДІЛ 4. ПІДБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ

*C. globosum* ND35, як продуцент, необхідно культивувати глибинним способом. Для цього має використовуватися ферментер. За наданою інформацією із науковій досліджень [17] на даному виробництві повинен використовуватися ферментер з лопатевою мішалкою та барботером, оскільки продуцент – аероб.

### Технологічний, конструктивний, гідравлічний розрахунки

Вихідні дані

Номінальний об'єм, $V_H, \text{м}^3$	0,63 ;
Температура середовища в апараті, $t_c, ^\circ\text{C}$	28;
Коефіцієнт заповнення апарату, $\varphi$	0,6;
Тиск, $P, \text{МПа}$	0,012;
Тривалість змішування, $\tau, \text{дїб}$	9;
Кількість мішалок, $Z_M, \text{шт}$	1;
Частота обертання валу мішалки, $n, \text{с}^{-1}$	3,667;
Тип мішалки	лопатева;
Середовище	поживне середовище;
Температура води в сорочці:	
на вході, $t_1, ^\circ\text{C}$	20;
на виході, $t_2, ^\circ\text{C}$	26;
Теплоємність середовища $C, \text{кДж}/(\text{кг} \cdot \text{град})$	3461
Густина середовища, $\rho, \text{кг}/\text{м}^3$	1463
Час $\tau_H, \text{год}$	2.
Конструктивний розрахунок реактора	

Мета – визначення розмірів апарата та його конструктивних елементів

<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Сидоренко О.І.</i>		
<i>Конс.</i>				
<i>Керівн.</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>		
<i>ПІДБІР ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЛАДНАННЯ</i>				
		<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
		<i>Д</i>	<i>57</i>	<i>78</i>
<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ</i>				

Робочий об'єм середовища:

$$V_p = V_n \cdot \varphi = 0,63 \cdot 0,6 = 0,378$$

Було обрано апарат з еліптичним днищем і еліптичною знімною кришкою. Приймаємо внутрішній діаметр апарату:

$$D = 1 \text{ м}$$

Висота відбортової частини:

$$h_b = 0,04 \text{ м}$$

Оскільки еліптичні днища є стандартними виробами, то знаходимо решту конструктивних розмірів днища апарату:

Внутрішня поверхня еліптичного днища :  $F = 1,21 \text{ м}^2$

Товщина стінки еліптичного днища :  $S_{\text{дн}} = 10 \text{ мм} = 0,014 \text{ м}$

Об'єм еліптичного днища :  $V_{\text{д}} = 0,162 \text{ м}^3$

Маса днища :  $m_{\text{дн}} = 137 \text{ кг}$

#### Розрахунок перемішуючого пристрою

$$d_M = \frac{D}{1,6} = \frac{1}{1,6} = 0,625 \text{ м}$$

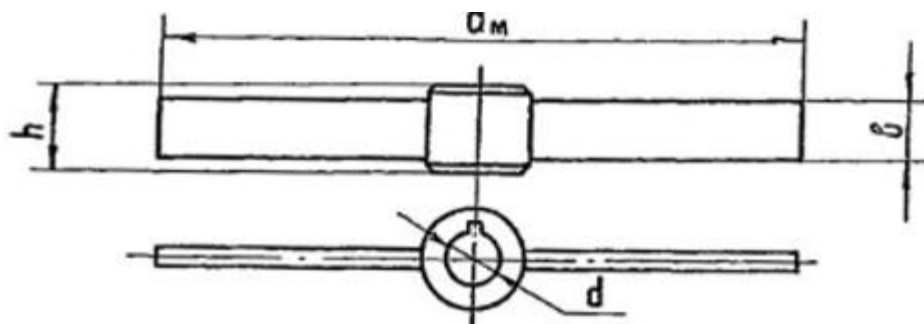


Рисунок 4.1 – Будова лопатевої мішалки

Відстань від днища реактора до мішалки

$$h = 0,4 \cdot d_M = 0,4 \cdot 0,625 = 0,25 \text{ м.}$$

Довжина лопатей:

$$l = 0,25 \cdot d_M = 0,25 \cdot 0,625 = 0,159 \text{ м.}$$

$$b = 0,1 \cdot d_M = 0,1 \cdot 0,63 = 0,063 \text{ м.}$$

Мішалку обираємо згідно з АТК 24.201.17-90 «Мішалки типи, параметри, конструкція, основні розміри та технічні вимоги»:

									ДП БМО1.23.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата						58

$$d_M = 0,63 \text{ м}; h = 70 \text{ мм}; S_1 = S = 8 \text{ мм}, b = 64 \text{ мм}.$$

Знаходимо висоту рідини в апараті:

$$H_p = \frac{V_p - V_{дн}}{0,785 \cdot D^2} + H_d = \frac{0,378 - 0,162}{0,785 \cdot 1^2} + 0,04 + 0,25 = 0,565 \text{ м}.$$

Параметр висоти завантаження апарата реактора:

$$\gamma = 8 \cdot \frac{H_p}{D} + 1 = 8 \cdot \frac{0,56}{1} + 1 = 5,5$$

Визначаємо критерій Рейнольдса:

$$Re = n \cdot d_M^2 \cdot \frac{\rho}{\mu} = 3,66 \cdot 0,63^2 \cdot \frac{14363}{5,32 \cdot 10^{-4}} = 4 \cdot 10^6,$$

Параметр гідравлічного опору мішалки:

$$E = \frac{\gamma}{\xi_M \cdot z_M \cdot Re^{0,25}} = \frac{5,5}{0,86 \cdot 1 \cdot (4 \cdot 10^6)^{0,25}} = 0,144,$$

$z_M = 1$  – кількість мішалок. За рис. 4.2 знаходимо для лопатевою відкритої мішалки  $\psi_1 = 0,2$  та  $B = 10$ .

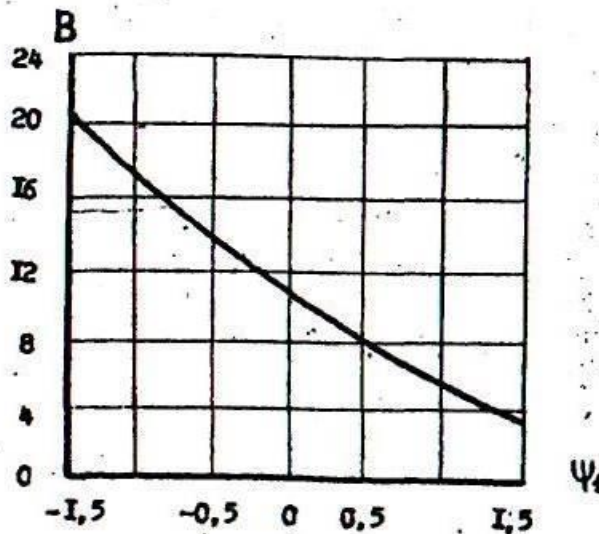


Рис.4.2. Параметр глибини воронки  $B=f(\psi_1)$

Для лопатевою мішалки за рис 4.3 знаходимо  $K_N = 0,7$ .

Зм.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата

ДП БМО1.23.000 ПЗ

Арк.

59



Коефіцієнт рівня рідини:

$$K_H = \sqrt{\frac{H_p}{D}} = \sqrt{\frac{0,56}{1}} = 0,75.$$

Потужність електродвигуна:

$$N_{\text{ел}} = \frac{K_n \cdot K_H \cdot \sum K_i \cdot N_p + N_{\text{ущ}}}{\eta} = \frac{1,15 \cdot 0,75 \cdot 1 \cdot 5 + 616}{0,6} = 8 \text{ кВт},$$

$K_n = 1,15$  – коефіцієнт, що враховує наявність перегородок,

$\sum K_i = 1$  – якщо в реакторі встановлені гільзи для термопари.

Вибираємо двигун К 18/70 з номінальною потужністю  $N_H = 8$  кВт.

### Розрахунок барботеру

Для процесу культивування обираємо барботер кільцевого типу, розміщений під мішалкою.

Висота перемішуючого пристрою над барботером:

$$h_{\zeta} = 0,25 \cdot d_M = 0,25 \cdot 0,63 = 0,158 \text{ м.}$$

Середній діаметр барботера:

$$D_{\zeta} = 0,5 \cdot d_M = 0,5 \cdot 0,63 = 0,315 \text{ м.}$$

Діаметр отворів:

$$d_o = 0,005 \text{ мм}$$

Питома секундна витрата повітря:

$$V_c = \frac{1}{60} = 0,017 \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3 \cdot \text{с}}$$

Для аерації даного об'єму необхідно об'єму повітря:

$$V_{\text{заг}} = V_c \cdot V_a = 0,016 \cdot 0,1 = 1,1 \cdot 10^{-2}$$

Внутрішній діаметр труби барботера, м:

$$d_B = \sqrt{4 \cdot \frac{V_{\text{заг}}}{\pi \cdot w_{\zeta}}} = \sqrt{4 \cdot \frac{1,1 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 25}} = 2,3 \cdot 10^{-2}$$

де  $w_{\zeta} = 25$  м/с - швидкість газу на виході з отворів барботера

За стандартом приймаємо  $d_B = 2,1$  м, товщину стінки  $s = 2$  мм .

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Швидкість газу в отворах барботеру

$$w_0 = 3,4 \cdot \sqrt{\rho_2 \cdot \frac{d_B}{\rho_{\text{пов}}}} = 3,4 \cdot \sqrt{1463 \cdot \frac{0,21}{1,3}} = 52 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

де  $\rho_{\text{пов}} = 1,3 \text{ кг/м}^3$  – густина повітря за температури культивування.

Загальна кількість отворів у барботері:

$$z_0 = \frac{4 \cdot V_{\text{заг}}}{\pi \cdot d_0^2 \cdot w_0} = \frac{4 \cdot 1,1 \cdot 10^{-2}}{3,14 \cdot 0,005^2 \cdot 44} = 1,9$$

Кількість отворів в одному ряду: 2.

Кількість рядів отворів:

$$z_p = \pi \cdot \frac{D_0}{t} = 3,14 \cdot \frac{0,315}{0,025} = 40$$

$t = 25 \text{ мм}$  – крок між отворами. Кількість рядів 40:

$$n_1 = \frac{z_0}{z_p} = \frac{2}{40} = 0,258$$

Приймаємо  $n_1 = 1$  шт.

### Тепловий розрахунок

Метою теплового розрахунку є визначення необхідної площі теплообміну та перевірка, чи забезпечить стандартна площа теплообміну рубашки та кількість теплоти.

Розрахуємо потрібну кількість теплоти для нагрівання середовища

$$Q_1 = p_2 \cdot V_p \cdot C_{2p} \cdot t = 1463 \cdot 0,378 \cdot 3461 \cdot 28 = 5,36 \cdot 10^7 \text{ Дж.}$$

Теплота, що виділяється в результаті дисипації:

$$Q_3 = N_p \cdot \tau_H = 5011 \cdot 7200 = 3,6 \cdot 10^7 \text{ Дж}$$

Кількість теплоти, витраченої на нагрівання реактора та середовища:

$$\begin{aligned} Q_5 &= (p_2 \cdot V_p \cdot C_{2p} + m_a \cdot C_a) \cdot (t_c) \\ &= (1463 \cdot 0,378 \cdot 3461 + 230 \cdot 1463 \cdot 1^3 \cdot 500) \cdot (28) \\ &= 5,1 \cdot 10^7 \text{ Дж} \end{aligned}$$







$$N_n = V_p \cdot 9,81 \cdot H \cdot \rho_2 = 0,378 \cdot 9,81 \cdot 5 \cdot 1463 = 54,2 \text{ Вт},$$

де  $H = 5\text{м}$  - напір

Потужність електродвигуна

$$N_{pe} = \frac{N_n}{\eta_n \cdot \eta_{\pi}} = \frac{54,2}{0,88 \cdot 0,98} = 63 \text{ Вт}$$

Де  $\eta_n = 0,88, \eta_{\pi} = 0,98$  – коефіцієнти корисної дії (ККД) насоса та передачі від електродвигуна до насоса, відповідно.

Висновок: встановлюємо консольний насос марки К 20/1, з такою характеристикою:

- продуктивність –  $0,0001 \text{ м}^3/\text{с}$ ;
- напір –  $5 \text{ м}$ ;
- номінальної потужності  $1 \text{ кВт}$  [30].

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

### 5.1 Охорона праці

Основною законодавчою базою в сфері охорони праці є закон “ Про охорону праці”. Закон введено в дію з дня опублікування - 24 листопада 1992 року (згідно з Постановою Верховної Ради України від 14 жовтня 1992 року N 2695-XII) із змінами і доповненнями.

Відповідно до закону: Умови трудового договору не можуть суперечити законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці. Це означає, що роботодавець не може змушувати працівника працювати в умовах, які не відповідають вимогам законодавства. Наприклад, роботодавець не може змушувати працівника працювати більше 40 годин на тиждень без його згоди, або не може змушувати його працювати в небезпечних умовах без належного захисту.

Під час укладання трудового договору (за винятком договорів про дистанційну та надомну роботу) роботодавець зобов'язаний:

- Поінформувати працівника під розписку про умови праці. Це включає інформацію про тривалість робочого дня, заробітну плату, відпустки, соціальне забезпечення та інші важливі умови роботи.
- Попередити працівника про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Це можуть бути хімічні речовини, фізичні фактори (шум, вібрація), біологічні фактори (мікроорганізми) та інші.
- Роз'яснити можливі наслідки впливу цих факторів на здоров'я працівника.
- Поінформувати про права працівника на пільги та компенсації за роботу в таких умовах. Це можуть бути додаткові виплати, скорочений робочий день, додаткові відпустки та інші пільги.

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Сидоренко О.І.</i>				<i>Ст</i>	<i>Арк</i>
<i>Конс.</i>						<i>Д</i>	<i>78</i>
<i>Керівн.</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>			<i>ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ</i>		
					<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ</i>		





- Палити.
- Пити воду.
- Вживати їжу на робочому місці.

До роботи з препаратом не допускаються:

- Люди з хронічними захворюваннями дихальних шляхів.
- Люди, схильні до алергічних реакцій.
- Вагітні жінки.
- Годуючі матері.

Вимоги до мікроклімату, контролю повітря робочої зони, освітлення та рівня шуму на робочих місцях виробничих приміщень:

Температура на робочих місцях повинна бути в межах +17-+29°C, а вологість не більше 75%. Контроль здійснюється за допомогою термометра та психрометра кожну зміну, відповідальність несе персонал цеху. Повітря робочої зони контролюється на вміст парів етилового спирту, які не повинні перевищувати 5 мг/м<sup>3</sup>. Для цього використовується газоаналізатор, контроль проводиться кожну зміну в цеху екстракції, відповідальна санітарна служба цеху. Освітлення має бути не менше 150 люкс, контроль здійснюється за допомогою люксометра Ю-116 кожну зміну за графіком, відповідальний персонал цеху. Рівень шуму на робочих місцях не повинен перевищувати 80 дБА, контроль проводиться за допомогою приладу ВШВ-003 кожну зміну, відповідальність несе персонал цеху [28].

## 5.2 Охорона довкілля

Основною законодавчою базою в сфері охорони довкілля є закон “Про охорону навколишнього природного середовища” та законодавства земельне, водне, лісове, про надра, про охорону атмосферного повітря, про охорону і використання рослинного і тваринного світу.

Питаннями охорони навколишнього середовища, які виникають на даному виробництві є:

- споживання енергії;

						<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			70



Ці відходи можуть містити спори грибів, тому важливо запобігати їх розповсюдженню.

Непридатні до використання ватно-марлеві пробки застосовуються для фільтрації рідин або газів, але після використання стають непридатними.

Розбитий склопосуд утворюється внаслідок випадкового падіння або інших причин.

Важливо зазначити, що ці відходи не становлять підвищеної шкоди для навколишнього середовища чи здоров'я людей. Однак, їх слід правильно утилізувати, щоб запобігти забрудненню довкілля. Відпрацьоване вугілля та мертва біомаса грибів можуть бути використані як паливо або компост. Непридатні ватно-марлеві пробки можна спалити або утилізувати на звалищі. Розбитий склопосуд слід утилізувати окремо від інших відходів, щоб уникнути травмування людей.

Ось кілька рекомендацій щодо правильної утилізації цих відходів:

- Відпрацьоване вугілля та мертва біомаса грибів повинні бути утилізовані відповідно до місцевих правил і норм. Їх можна спалити, закопати на звалищі або компостувати.
- Непридатні ватно-марлеві пробки слід спалити або утилізувати на звалищі.
- Розбитий склопосуд необхідно утилізувати в спеціальних контейнерах для скла.

## ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті було масштабовано технологію отримання регулятора росту рослин “Радостим”, збагаченого цинком.

1. Серед можливих продуцентів регуляторів росту рослин, наприклад *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Mycobacterium*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Trichoderma*, було вибрано штам ендofітного цвілевого гриба *Chaetomium globosum* ND35, описано його особливості.

2. За науковими літературними джерелами показано механізми синтезу ауксинів з триптофану та цитокінінів – з аденінових нуклеотидів рослинами та продуцентами регуляторів росту рослин. Наведено дані, що *C. globosum* може збільшувати вміст фенілпропіонових кислот у корені, що веде до покращення використання рослиною поживних речовин та посилення первинного метаболізму, а також підвищувати стійкість рослин до стресу

3. Запропоновано та описано технологічну та апаратурну схему отримання препарату “Радостим”, збагаченого цинком, з використанням культивування, вибраного продуцента у ферментері об'ємом 0,63 м<sup>3</sup>, параметри культивування: t = 28 °C, рН = 6,5-7,5, термін культивування – 9 діб. Передбачене відділення культуральної рідини та додаткове виділення біологічно активних речовин із сорбованого активованим вугіллям міцелію продуценту за допомогою екстракції етиловим спиртом, очищення культуральної рідини та екстракту на нутч-фільтрі, додавання мінеральних компонентів, зокрема розчину оксиду цинку та консервування готового продукту.

4. Виконано конструктивний та тепловий розрахунок і креслення ферментеру об'ємом 0,63 м<sup>3</sup>, який оснащено барботером та турбінною мішалкою з робочою частотою обертів 220 об/хв. Використання ферментеру

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Сидоренко О.І.</i>			<i>Висновки</i>	<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Конс.</i>						<i>Д</i>	<i>73</i>	<i>78</i>
<i>Керівн.</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>				<i>КПІ ім. Ігоря Сікорського ФБТ</i>		

для культивування продуценту сприяє скороченню часу культивування до 9 діб замість 30 діб за рахунок виключення ручної праці, кращого тепломасообміну, аерації, контролю виробництва.

5. Описано заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища, які необхідно виконувати під час виробництва препарату "Радостим", збагаченого цинком.

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докцм.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		74

## ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ:

1. “Інститут ґрунтознавства і агрохімії імені О.Н. Соколовського; ДІДКОВСЬКА Т.П., Поліська дослідна станція Національного наукового центру;
2. Стимулятори росту та комбіновані препарати біологічного походження як невід’ємний елемент екологізації технології вирощування технічних культур Домарацький, ОО Домарацький, ОП Козлова - 2019 - 188.190.43.194;
3. *Землеробство, ґрунтознавство, агрохімія*, СТИМУЛЯТОРИ РОСТУ РОСЛИН У СИСТЕМІ ОРГАНІЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА, Ю.О. Тараріко, Г.І. Личук, УДК 631.11.1. 2014;
4. Державне підприємство МНТЦ Агробіотех НАН України і МОН України URL: <https://www.agrobiotech.com.ua/ua/biostimulyatori-mntts-agrobiotech-sertifikovano-v-organic-standard>.
5. ТУ У 24.2-31168762-004:2007 “Радостим. Загальні умови”
6. ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ РІДКОГО АМІНОСТИМУЛЯЦІЙНОГО ПРЕПАРАТУ «ГРОУСТИМ» ПРИ ВИРОЩУВАННІ КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО, В. А. Гаврилюк, Т. П. Бортнік, А. М. Бортнік, Н. С. Ковальчук С. В. Гаврилюк, URL: <https://doi.org/10.31713/vs120234>
7. Manufacture and use of a plant growth regulating compound HELENA HOLDING COMPANY Inventors VOLGAS GREG; ROBERTS JOHNNIER; BAKER TREY; THOMAS JAMES, US2005288188A1
8. Preparation method and application of chaetomium globosum E, UNIV DALIAN, Inventors SHI LIYING; WANG LIU; CHEN HUIYI CN114854804A
9. *Frontiers in Plant Science*. Biostimulant Effects of Chaetomium globosum

					<i>ДП БМ01.23.000 ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Сидоренко О.І.</i>			<i>ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</i>	<i>Ст</i>	<i>Арк</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Конс.</i>						<i>Д</i>	<i>75</i>	<i>78</i>
<i>Керівн.</i>		<i>Маринченко Л.В.</i>				<i>КПІ ім. Ізгоря Сікорського ФБТ</i>		

Minimedusa polyspora Culture Filtrates on Cichorium intybus Plant: Growth Performance and Metabolomic Traits Veronica Spinelli, Elisa Brasili, Fabio Sciubba, Andrea Ceci, Ottavia Giampaoli, Alfredo Miccheli, Gabriella Pasqua and Anna Maria Persiani. URL:

<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.879076>

10. *Plant growth promoting microbes*: Diverse roles for sustainable and ecofriendly agriculture, Mahesh Kumar, Poonam, Shamshad Ahmad, R.P. Singh URL: <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100133>
11. Preparation method and application of biological seedling raising substrate of chaetomium globosum, UNIV SHANDONG AGRICULTURAL, Inventors GAO KEXIANG; ZHANG RUI; TIAN YEHAN; LIU XIAOGUANG; HE BANGLING CN109315265A
12. *Chaetomium globosum* URL: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=38033&lvl=3&p=has\\_linkout&p=blast\\_url&p=genome\\_blast&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=38033&lvl=3&p=has_linkout&p=blast_url&p=genome_blast&lin=f&keep=1&srchmode=1&unlock)
13. Taxonomy, phylogeny and identification of Chaetomium and related genera, Jos Houbraken URL: <https://www.linkedin.com/pulse/taxonomy-phylogeny-identification-chaetomium-related-genera-jos>
14. *Studies in Mycology*. Phylogenetic reassessment of the Chaetomium globosum species complex URL: DOI: 10.3767/003158516X689657
15. *Studies in Mycology*. Diversity and taxonomy of Chaetomium and chaetomium-like fungi from indoor environments— 2016. — Vol. 84. — P. 175—177. Wang X. W., Houbraken J., Groenewald J. Z. et al. doi:10.1016/j.simyco.2016.11.005.
16. Chaetomium globosum HJF 13 strain and application thereof, INST OF MEDICINAL PLANTS YUNNAN ACADEMY OF AGRICULTURAL SCIENCES Inventors LI WANYI; LI ZHIMIN; ZUO ZHITIAN; WANG YUANZHONG; ZHANG TING; ZHANG JI; ZHAO YANLI CN113337403A

						ДП БМ01.23.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			76

17. *J. Fungi* **2022**, 8(2) , 180; Mechanisms in Growth-Promoting of Cucumber by the Endophytic Fungus *Chaetomium globosum* Strain ND35 by Yehan Tian, Xuesong Fu, Gongchen Zhang, Rui Zhang, Zhensheng Kang, Kexiang Gao, Kurt Mendgen URL: <https://doi.org/10.3390/jof8020180>
18. BioMed Research International Endophytic Fungi Produce Gibberellins and Indoleacetic Acid and Promotes Host-Plant Growth during Stress URL: DOI: 10.3390/molecules170910754
19. *BMC plant biology*, Plant hormone-mediated regulation of stress responses. vol. 16 86. 14 Apr. 2016, Verma, Vivek та ін. URL: doi:10.1186/s12870-016-0771-y
20. Indole-3-acetic acid URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Indole-3-acetic\\_acid](https://en.wikipedia.org/wiki/Indole-3-acetic_acid)
21. *Microbiology*. Indole-3-acetic acid (IAA) synthesis in the biocontrol strain CHA0 of *Pseudomonas fluorescens*: role of tryptophan side chain oxidase. Thomas Oberhänsli, Geneviève Défago and Dieter Haas. URL: <https://doi.org/10.1099/00221287-137-10-2273>
22. *Mol Plant Pathol*. The cereal pathogen *Fusarium pseudograminearum* produces a new class of active cytokinins during infection. URL: doi: 10.1111/mpp.12593
23. Zeatin. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Zeatin>
24. *Front Plant Sci*. Functions and strategies for enhancing zinc availability in plants for sustainable agriculture. Muhammad Hamzah Saleem, Kamal Usman, Muhammad Rizwan, Hareb Al Jabri, and Mohammed Alsafran. URL: doi: 10.3389/fpls.2022.1033092
25. Агроном. Цинк. Системний підхід у мінеральному живленні рослин. URL: <https://www.agronom.com.ua/tsynk-systemnyj-pidhid-u-mineralnomu-zhyvlenni-roslyn/>
26. Агробіотех. Радостим. Застосування. URL:

					ДП БМ01.23.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

<https://www.agrobiotech.com.ua/ua/radostim#%D0%B7%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F>

27. Конспект лекцій з дисципліни «Проектування біотехнологічних виробництв-2. Основи проектування» для здобувачів вищої освіти зі спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». – НТУУ «КПІ», Київ, 2022 р. Поводзинський В. М..
28. НАСТАНОВА МІНІСТЕРСТВА ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ СТ-Н МОЗУ 42-4.0:2020. ЛІКАРСЬКІ ЗАСОБИ: “Належна виробнича практика.” Затверджено Наказ Міністерства охорони здоров'я України 16 лютого 2009 року № 95
29. Potato Dextrose Agar URL: <https://sharebiology.com/potato-dextrose-agar-pda/>
30. Оборудование микробиологических производств / Калунянц К. А., Голгер Л. И., Еллашов В. Е. – М.: Агропромиздат, 1987. – 398 с.

					<i>ДП БМО1.23.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78