

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра біотехнології та хімії

До захисту допускається

Зав. Кафедрою, доцент

Владислав КОВАЛЕНКО

" ____ " _____ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти

на тему: «Технологія отримання кормових дріжджів»

ВИКОНАВЕЦЬ:

студентка 5 курсу спеціальність 162 -

Біотехнології та біоінженерія

Юлдуз ШЕЙКО

КЕРІВНИК:

к. с.-г. н., доцент

Володимир ДУБОВИК

СУМИ -2025

Сумський національний аграрний університет
Факультет агротехнологій та природокористування
Кафедра біотехнології та хімії

Освітній рівень – бакалавр
Галузь знань: 16 – Хімічна та біоінженерія

Спеціальність: 162 – біотехнології та біоінженерія
Освітньо–професійна програма – Біотехнологія та біоінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

Владислав КОВАЛЕНКО

« _____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Студентці **Шейко Юлдуз Махмудівні**

Тема роботи: **Технологія отримання кормових дріжджів**

1. Керівник бакалаврської роботи **Дубовик Володимир Іванович, к. с.-г. н., доцент**
2. Строк подання студенткою кваліфікаційної роботи _____
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи – _____

4. Зміст кваліфікаційної роботи _____

5. Перелік графічного матеріалу _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назви етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1.	Вибір теми і об'єкта досліджень	5-й семестр	
2.	Розробка завдання до кваліфікаційної роботи; складання календарного плану; формування змісту розрахунково-пояснювальної записки (формування переліку питань, які необхідно опрацювати в роботі). Підбір методик для проведення досліджень	5-й семестр	
3.	Виконання кваліфікаційної роботи		
3.1.	Підбір та аналіз літературних джерел з теми кваліфікаційної роботи	5-й семестр	
3.2.	Збір вихідних даних (проведення польових досліджень) для написання експериментальної частини кваліфікаційної роботи	6-й семестр	
3.3.	Підготовка загального варіанту кваліфікаційної роботи (розділ 1-3, висновки)	7-й семестр	
3.4.	Апробація результатів дослідження	За 40 днів до дати захисту	
4.	Перевірка роботи науковим керівником і допуск до попереднього захисту	За 35 днів до дати захисту	
5.	Перевірка кваліфікаційної роботи на унікальність	За 30 днів до захисту	
6.	Рецензування	За 15 днів до захисту	
7.	Попередній захист кваліфікаційної роботи	За 10 днів до захисту	
8.	Прилюдний захист кваліфікаційної роботи перед екзаменаційною комісією	Відповідно наказу ректора	

Керівник кваліфікаційної роботи _____ /

підпис

Здобувач

/

підпис

АНОТАЦІЯ

Шейко Юлдуз Махмудівна

ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ КОРМОВИХ ДРІЖДЖІВ

162 Біотехнології та біоінженерія

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Суми – 2025

Кваліфікаційна робота присвячена розробленню технологічної схеми для виробництва каротиновмісних кормових дріжджів шляхом культивування *Rhodotorula glutinis*.

Кваліфікаційна робота складається із вступу, семи розділів, списку використаної літератури з 40 найменувань, технологічної схеми та апаратурної схеми (формат А-1 два аркуші). Загальний обсяг роботи – 44 сторінки, 10 таблиць та 3 рисунки.

У порівнянні з іншими шатмами *Rhodotorula glutinis* дає більший вихід цільового продукту. Обґрунтовано склад поживного середовища для культивування. З урахуванням складу поживного середовища запропоновано схему його підготовки та підібрано режими стерилізації його компонентів. Вирощування *R. glutinis* буде відбуватись у колбах на качалках, культивуванні в інокуляторі об'ємом 40л, 400л та 3200л, а виробниче культивування у ферментері об'ємом 32м³ здійснюється з дотримання асептичних умов. Культивування припиняють тоді, коли концентрація каротиноїдів у культуральній рідині сягає 14 мг/мл. Ділянки виробництва каротиновмісних кормових дріжджів включають: блок допоміжних робіт (приготування титруючі розчинів, та підготовка та стерилізація поживних середовищ), стадії підготовки посівного матеріалу та вирощування культури у виробничому ферментері.

Ключові слова: каротиноїди, кормові дріжджі, *R. glutinis*.

ABSTRACT
Sheiko Yulduz Makhmudovna
TECHNOLOGY OF OBTAINING FEED YEAST
162 Biotechnology and bioengineering
SUMY NATIONAL AGRARIAN UNIVERSITY
Sumy - 2025

The qualification work is devoted to the development of a technological scheme for the production of carotene-containing feed yeast by cultivating *Rhodotorula glutinis*.

The qualification work consists of an introduction, seven chapters, a list of used literature of 40 items, a technological scheme and an equipment scheme (format A-1 two sheets). The total volume of the work is 44 pages, 10 tables and 3 figures.

Compared to other strains, *Rhodotorula glutinis* gives a higher yield of the target product. The composition of the nutrient medium for cultivation has been substantiated. Taking into account the composition of the nutrient medium, a scheme for its preparation has been proposed and sterilization modes for its components have been selected. Cultivation of *R. glutinis* will take place in flasks on rockers, cultivation in an inoculator with a volume of 40 l, 400 l and 3200 l, and production cultivation in a fermenter with a volume of 32 m³ is carried out in compliance with aseptic conditions. Cultivation is stopped when the concentration of carotenoids in the culture liquid reaches 14 mg/ml. The production sections of carotene-containing feed yeast include: a block of auxiliary works (preparation of titrating solutions, and preparation and sterilization of nutrient media), stages of seed preparation and cultivation of culture in a production fermenter.

Keywords: carotenoids, feed yeast, *R. glutinis*.

ЗМІСТ

	стор
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА АГЕНТА	8
1.1. Характеристика цільового продукту	8
1.2. Обґрунтування вибору агента та поживного середовища	10
1.3. Фізіолого-біохімічні та морфолого-культуральні ознаки агента	13
1.4. Таксономічний статус агента	15
РОЗДІЛ 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ	16
2.1 Потреба у цільовому продукті	16
2.2. Розрахунок потужності виробництва	16
2.3. Визначення об'єму ферментера та загальної кількості циклів виробництва	18
2.4. Розрахунок стадій підготовки матеріалу для посіву	19
РОЗДІЛ 3. ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ	22
3.1. Процеси ферментації та біосинтезу	22
3.2. Специфікація обладнання	36
3.3. Контроль виробництва	38
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	40
ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА	41
ДОДАТКИ	46

ВСТУП

Біотехнологія – це сукупність методів отримання біологічної продукції за допомогою технологічних, генно-інженерних, мікробіологічних методів. Це один із основних напрямків якісного розвитку в галузях аграрного виробництва. Біотехнологія є яскравим прикладом інноваційного розвитку у виробництві різноманітних товарів, яка характеризується високим темпом зростання виробництва. Біотехнологія пов'язана з вирішенням багатьох проблем людства, дефіцит продовольства, мінеральних ресурсів, енергії, поліпшення охорони здоров'я та якості навколишнього середовища. До 2030 року біотехнологія має забезпечити розвинутим країнам 2,7% ВВП. Це буде 80% препаратів медичної промисловості, 35% хімічної та 50% сільськогосподарської промисловості в галузевому сегменті. У 2015 році біоекономіка в Європі становила 2,2 млрд євро, це 17% від ВВП [1].

Збільшення на ринку України біотехнологічної продукції є необхідним для реалізації аграрного потенціалу виробництва біоенергії та біопалива. Потрібні нові методи до вимог безпеки і якості сільськогосподарської продукції, щоб модернізувати сировинне та переробне виробництво, зменшити енергоємність і збільшити глибину переробки сировини. З іншого боку, це вимагає швидкого впровадження сучасних агробіотехнологій і ветеринарних біотехнологій, що включає використання нових біодобрив, біопестицидів і біопрепаратів, а також покращення процесу переробки відходів.

Через його екологічну ефективність, можливість виконання і високий вихід та доступність цільових метаболітів, мікробіологічний синтез продовжує бути популярним методом вироблення біологічно активних речовин. Тож, важливим питанням є пошук продуцентів, покращення методів їх культивування та стимулювання біосинтетичних властивостей. Дріжджі *Rhodotorula glutinis* являються перспективними мікроорганізмами з високою синтетичною активністю корисних метаболітів і незначною залежністю від складу та умов середовища культивування [2].

Актуальність. Для переходу молодих риб і сільськогосподарських

тварин на екзогенне харчування живі корми є дуже важливими компонентом їх раціону. Водоросли роду *Haematococcus* і дріжджі *Rhodospiridium*, *Rhodotorula* і *Phaffia* є одними з різноманітних груп організмів, які можуть бути промисловими виробниками каротиноїдів. Здатність використання дріжджів для зоопланктону як кормового субстрату пов'язана з економічним методом отримання каротиноїдів. Склад поживного середовища значною мірою впливає на процес біосинтезу. Тож, додавання каротиноїдів в середовище вирощування, стимуляторів або індукторів субстрату може вплинути як на кількість, так і на якість каротиноїдів, які отримуються [3].

Мета роботи – дослідження використання *Rhodotorula glutinis*, дріжджі з великою біомасою та доступним середовищем для культивування.

Завдання:

1. Розробити технологічну схему виробництва каротиновмісних кормових дріжджів;
2. Обґрунтувати склад поживного середовища;
3. Підібрати режим стерилізації;
4. Надати рекомендації виробництву.

Робота містить всі необхідні розділи. Для написання роботи використано 40 джерел літератури. Обсяг кваліфікаційної роботи становить 44 сторінок, на яких наведено 10 таблиць і три рисунка.

РОЗДІЛ 1

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА АГЕНТА

1.1. Характеристика цільового продукту

Здатність утворювати каротиноїди і формувати забарвлених є однією з ознак аффінітета базидіоміцетових дріжджів. Дріжджі є перспективними мікроорганізмами з високою синтетичною активністю корисних метаболітів і незначною залежністю від складу середовища та умов культивування. Це прототрофні гриби з швидким ростом. Вони виробляють каротиноїди, такі як β -каротин, торулін і торулародин, а також ліпіди, ергостерол, екзополісахариди та інші ферменти, серед інших БАґ.

Оскільки вони зараз широко застосовуються у багатьох галузях виробництва, включаючи фармацевтичну, хімічну, промислову та харчову, ці пігменти є важливими продуктами мікробіологічного синтезу. Це через корисні властивості каротиноїдів, вони є природними барвниками, попередники вітаміну А, мають антиоксидантні, імуномодулюючі та канцеропротекторні властивості [5].

Нейроспорін, віолоксантин, флавоксантин, лютеїн зеаксантин, атаксантин, фітоїн, лікопін, бета-криптоксантин, віолоксантин, флавоксантин і каротин (попередник вітаміну А) – усе це каротиноїди, які можуть бути синтезовані червоними дріжджами [2]. Таким чином, кількість і якість каротиноїдних пігментів кожного виду дріжджів відрізняються.

Світовий ринок каротиноїдів. Виробництво каротиноїдів по всьому світу постійно збільшується завдяки їх широкому застосуванню в різних областях.

З близько 600 каротиноїдів, знайдених, лише десять відсотків мають про-А-вітамінну активність.

Каротиноїди покращують резистентність до мутагенезу та канцерогенезу організму, зупиняють проліферацію, активують утворення інтерлейкінів та цитокінів, регуляція транскрипцію генів і мають імуномодулюючу дію.

гідролізних підприємствах, до складу раціонів птахів і тварин, є одним із способів підвищити повноцінність раціонів цих птахів і тварин. Вони вирощуються за допомогою вуглеводів, які знаходяться в сульфідних лугах і гідролізатах [7].

Такі дріжджі є чудовим джерелом вітамінів, білку, мінеральних речовин. Білок складає 48–52%, вуглеводи 13–16%, жири 2–3%, безазотисті екстрактивні речовини 22–40% і зола 6–10%.

Кормові дріжджі збільшують для білків біологічну цінність у раціонах сільськогосподарських тварин. Незамінні амінокислоти присутні в мікробному білку кормових дріжджів. Містять також вітаміни В групи, що робить їх кращими, ніж будь-які інші білкові корми. Організм тварин має багато зв'язків із білковим обміном, а вітаміни є частиною ферментних систем і активними каталізаторами, необхідним для синтезу білків і засвоєння амінокислот.

Кормові дріжджі є багатим джерелом вітаміну Д₂, в їхній золі містяться корисні мікро- та макроелементи, як Р, К, Са, Fe, Mg, S, Cu і Со, серед інших. У кілограмі дріжджів міститься від 1,03 до 1,16 к.о., а кількість протеїну, який є найважливішим, становить 380–480 грам.

Зважаючи на це, розробка більш ефективних методів біотехнологічного отримання кормових дріжджів це вигідне та актуальне завдання.

1.2. Обґрунтування вибору агента та поживного середовища

Кормові дріжджі – концентрована суха біомаса клітин, які спеціально вирощуються для корму птиці, хутрових звірів, птиці та сільськогосподарських тварин.

Відомо багато виробників кормових дріжджів на сьогодні. Ми розглянемо деякі з них.

Порівняння продуцентів дріжджів наведена в таблиці 1.1.

Rhodotorula glutinis і *R. glutinis mutant 32* однаково культивуються за 72 години, тільки для першої поживне середовище простіше і дешевше, і її біомаса досягає 19,4 мг/л під час культивування [8,9].

Rhodotorula glutinis RCMB 028001 – дешевше, ніж *Rhodotorula glutinis*, яка містить картопляну воду та гліцерин, хоча має мало компонентного поживного середовища. При вирощуванні її біомаса досягає 13,95 г/л, культивування становить 120 годин [10].

PTCC 5256 має найвищі значення (біомаси 19,4 г/л та для каротину 6,544 мг/л), а також використовує доступні речовини поживного середовища.

Як підсумок, RCMB 028001 - найкращий біологічний агент. Це тому, що має найкращі показники біомаси та каротинів (13,95 г/л та 6,544 мг/л), і поживне середовище дешевше інших.

Таблиця 1.1

Порівняння продуцентів

Штам дріжджів <i>Rhodotorula glutinis</i>	Вміст середовища	Кількість біомаси, г/л	Кількість каратиноїдів, мг/л	Вимоги до умов культивування
RCMB 028001	Сироватка сирна – 0,87 л, хлорид натрія – 30 г/л	14	6,5	pH6,6, t30°C, T120 год
PTCC 5256	Вода картопляна – 0,95 л, гліцерин – 0,05 л	20	3,7	pH5, t28°C, T72 год
mutant 32	Глюкоза – 25 г, дріжджовий екстракт – 10 г, КН ₂ РО ₄ -2, К ₂ НРО ₄ -2, MgSO ₄ *7H ₂ O-0,1	8	14	pH5, t28°C, T72 год

Таблиця 1.1 показує недостатню порівняльну характеристику продуцентів. Таким чином, далі порівнювали вартість середовищ після вибору агента (табл. 1.2). Середовище для RCMB 028001 є найбільш дешевим, згідно з даними, наведеним у табл. 1.2. Розраховали вартість 1 г продукту, щоб остаточно визначити найбільш ефективний агент (табл. 1.3).

У результаті аналізу було встановлено, що отримання RCMB 028001 є найбільш ефективним методом. Середовище культивування найдешевше (0,95 грн за 1 л).

Таблиця 1.2

Вартість компонентів поживного середовища

Штам дріжджів Rhodotorula glutinis	Вміст середовища	Вартість компонента, грн	Вартість компонента в 1 л, грн	Література
RCMB 028001	Сироватка сирна – 0,87 л	1	0,9	1
	хлорид натрія – 30 г/л	5	0,2	1
	Собівартість 1 л – 1,1 грн			
PTCC 5256	Вода картопляна – 0,95 л	1	1	2
	гліцерин – 0,05 л	50	2,5	3
	Собівартість 1 л – 3,5 грн			
mutant 32	Глюкоза – 25 г	50	1,25	2
	дріжджовий екстракт – 10 г	1100	11	3
	KH_2PO_4 -2	50	0,1	1
	K_2HPO_4 -2	120	0,24	1
	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -0,1	14	0,0014	1
	Собівартість 1 л – 12,6 грн			

Підводячи підсумок, RCMB 028001 має найкраще співвідношення біомаси до каротину, та найбільш дешеве середовище культивування.

Вартість 1г продукту

Штам дріжджів Rhodotorula glutinis	Вартість 1 л, грн	Кількість біомаси, г/л	Вартість 1 г продукту, грн	Тривалість циклу, год.	Вихід продукту, г/год
RCMB 028001	1,1	14	0,1	120	0,12
PTCC 5256	3,5	20	0,2	72	0,27
mutant 32	12,6	8	1,5	72	0,12

1.3. Фізіолого-біохімічні та морфолого-культуральні ознаки агента

Георг Фресеній у 1850 році описав *Rhodotorula glutinis* який є для цього роду типовим видом. Спочатку дріжджі ідентифікували як *Cryptococcus glutinis*.

Багато дріжджів цього виду мезофіли, однак деякі можуть жити при нижчих температурах. Вони аеробні і мають рожеві, гладкі колонії з воском. Клітини можуть мати витягнуту, еліпсоїдальну або сферичну форму. *R. glutinis* може розмножуватися безстатевим шляхом багатостороннього або полярного брунькування. У деяких штаммах псевдоміцелій залишається [10].

Фізіолого-біохімічні ознаки. *R. glutinis* зазвичай зростається при ідеальній температурі 37 °С і потребує мінімальної активності для води це 0,92, рН 2,2. 100 мг/кг та менше бензойної або сорбінової кислот та рН 4 та вище запобігають зростанню. Не можна вирощувати гриба на середовищі MY50G або солодово-оцтовому агарі. Зрілі клітини - мукоїдні колонії з діаметром 3-5 мкм. Їх форма може бути круглою, овальною або витягнутою. Глюкоза, галактоза та манноза – це клітинні вуглеводи. *R. Glutinis*, який є рідким у дріжджах, стійкий до високих температур і може витримувати температуру 62,5°С десять хвилин. *Rhodotorula mucilaginosa* і *R. Glutinis* дуже схожі, але вони можуть використовувати як джерело азоту нітрат, *R. Glutinis* засвоїти не може [11].

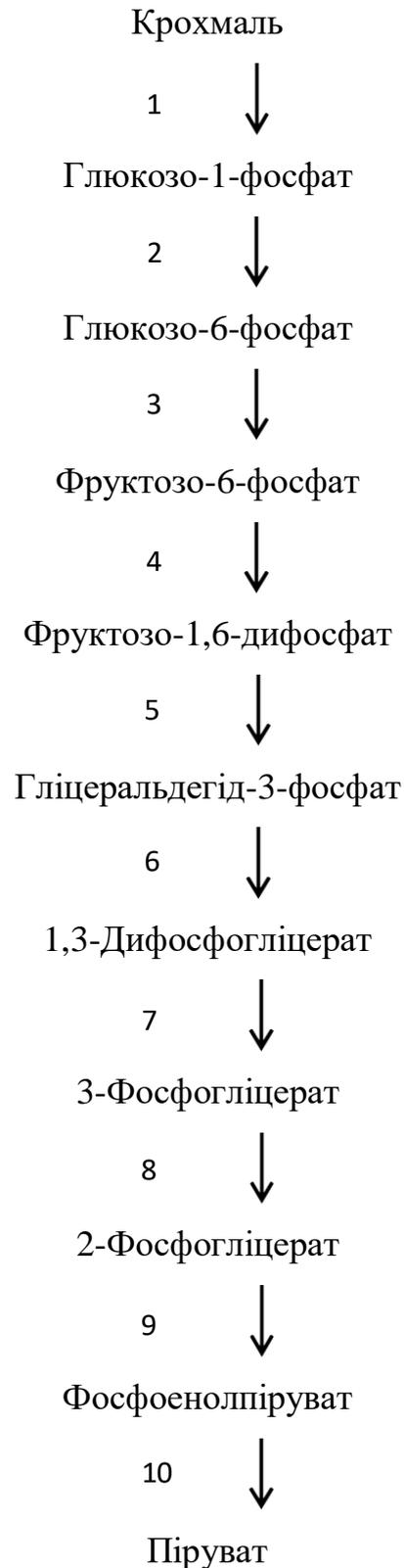


Рис.1.3. Шлях катаболізму *Xanthomonas citri* pv. *citri* 306.

Ферменти: з 1 по 4 альфа-глюканотрансфераза; 2 – фосфоглюкомутаза; 3 – глюкозо-6-фосфатна ізомераза; з 4 по 6 фосфофруктокіназа; 5 – фруктоза-бісфосфатна альдолаза; 6 – Фосфогліцерат мутази; 7 – гліцеральдегід 3-фосфатдегідрогеназа; 8 – фосфогліцерат кіназа; 9 – енолаза; 10 – піруваткіназа.

1.4. Таксономічний статус агента

Сучасна класифікація *R. glutinis*

- Домен – *Fungi*
- Відділ – *Basidiomycota*
- Клас – *Microbotryomycetes*
- Родина – *Sporidiobolales*
- Рід – *Rhodotorula*
- Вид – *Rhodotorulaglutinis*

Катаболізм субстрату у агента. Агент може виробляти вуглець із змивів картоплі, що означає, що основний склад містить крохмаль. Припустимо, що метаболізм його відбувається наступним шляхом (рис. 1.3.), оскільки схему метаболізму не знайдено в KEGG.

РОЗДІЛ 2

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

2.1 Потреба у цільовому продукті

Червоні дріжджі, синтезуючі каротиноїди, є дуже цікавими для досліджень. Утворення каротиноїдів та формування колоній є однією з ознак аффінітета базидіоміцетових дріжджів. *Rhodotorula glutinis* – перспективні мікроорганізми з високою синтетичною активністю корисних метаболітів і незначною залежністю від складу середовища та умов культивування. Це прототрофні гриби з швидким ростом. Які можуть виробляти каротиноїди (β -каротин, торулін, торулародин) і різноманітні біологічно активні речовини (БАР), включаючи ліпіди, екзополісахариди, ергостерол і багато цінних ферментів [12].

Для підвищення виробництва тваринних продуктів треба надійну кормову базу. Птахи та тварини не можуть отримувати достатньо білка, вітамінів та інших елементів із зернових кормів. У світі кормовий білок недостатній. Додавання кормових дріжджів, отриманих на целюлозних і гідролізних підприємствах, до складу раціонів, є одним із способів підвищити повноцінність раціонів. Вирощують їх за допомогою вуглеводів, які складають 52%; вуглеводи 13–16%; жири 2–3%; безазотисті екстрактивні речовини 22–40%; і зола 6–10 % [13].

2.2. Розрахунок потужності виробництва

Наприклад, потреба курки несучки в кормовій добавці. За основу ми беремо Сумську область для забезпечення кормової добавки для курей. За статистикою, на 2024 рік поголів'я птиці складало понад 3,5 млн. штук [14].

Несучки повинні отримувати їжу три-чотири рази за день, бажано, щоб вони отримували їжу завжди в один час. Годівля курки становить в середньому 120-170 грам на день, припускаючи 120 грамів на день [15]. Найкраще давати їм дріжджі у корм. Для курей становлять вони приблизно 5–10% загальної маси

[16].

Для забезпечення 5% потреб ринку ми будемо проводити додаткові розрахунки на основі попереднього розрахунку. Птахи можуть отримувати збагачені корми лише з листопада по квітень, коли в раціоні немає зелені [17]. Отже, ми розраховуємо, щоб забезпечити курей кормом протягом шести місяців.

Визначаємо 4% від загальної кількості голів для забезпечення 140,1 тис. курей:

140100 курей - 100%

X. курей – 4%

$$X = \frac{140100 \times 4}{100} = 5604 \text{ голів} - 4\%$$

Коли ми знаємо кількість курей, ми можемо розраховувати, скільки дріждів потрібно для однієї курки на день:

120г – 100%;

X₂ – 10%

$$X = \frac{10 \times 120}{100} = 12\text{г}$$

Далі ми повинні розрахувати кількість продукту, отриманого для забезпечення 5604 курей:

5604 тис. × 12г ≈ 67кг/день

Тоді кількість корму на 6 МІСЯЦІВ:

67кг × 120днів = 8040 кг

Для отримання цих дріжджів за рік культуральної рідини об'єм повинен бути:

$$0,01395\text{кг} - 1 \text{ л}; 8040\text{кг} - X\text{л};$$

$$X = 8040 / 0,01395 = 576344\text{л} \approx 576 \text{ м}^3/\text{рік}$$

Враховуючи втрати продукту для виділення (40 %), треба отримати такий об'єм культуральної рідини:

$$V_{\text{кр.}} = 576344 / (1 - (0,3 + 0,1)) = 960573 \text{ л} \approx 961 \text{ м}^3$$

Тобто, для 7800кг дріжджів треба 961 м³ рідини культуральної.

2.3. Визначення об'єму ферментера та загальної кількості циклів виробництва

Культивування кормових дріжджів протягом 330 днів є доцільним, оскільки річна кількість рідини 961 м³/рік, оскільки це кормові дріжджі. Весь вільний час виробництво можна перенаправити на випуск альтернативних товарів. *Rhodotorula glutinis* має найвищу концентрацію біомаси (13,95 г/л) [18].

Беремо кількість трудоднів ($T_{рд}$) 330, кількість за добу продукту тоді буде:

$$V_d = V_{гп} / T_{рд} = 960573 / 330 = 2911 \text{ л/доба}$$

За цикл:

$$V_{кр} = (K_1 \times V_d \times T_{цф}) / 24 = (1,1 \times 2911 \times 131) / 24 \approx 17478 \text{ л/цикл}$$

де, $T_{цф}$ – є циклом ферментера включно з часом виробничого біосинтезу в 120 годин та підготовкою 11 годин.

Підготування та виробничий біосинтез займуть 131 годин (див. *табл. 2.1*).

Таблиця 2.1.

Тривалість біосинтезу дріжджів

Операція	Тривалість, год
Очистка та перевірка ферментеру	1,5
Перевірка герметичності	2,0
Нагрів ферментеру	0,5
Стерилізація ферментеру	2,0
Охолодження ферментеру	2,0
Наповнення середовищем	1,0
Посів дріжджів	0,5
Ферментація	120,0
Вивантаження продукту синтезу	1,5
Загальний час	131,0

Після цього таку кількість можна отримати:

$$V_{г} = V_{цк} / K_3 = 17478 / 0,6 = 29130 \text{ л} \approx 30 \text{ м}^3$$

Коефіцієнт заповнення:

$$K_{зф} = V_{цк} / V_{ф} = 17478 / 30000 = 0,58, \text{ не повинен перевищувати.}$$

2.4. Розрахунок стадій підготовки матеріалу для посіву

$V_{кр} = 17478$ л культурної рідини отримують протягом виробничого циклу. Втрати культуральної рідини через краплинос колектора відпрацьованого повітря 10-15%. Таким чином, перед біосинтезом кількість матеріалу та поживного середовища буде:

$$V_{роб.1} = V_{кр}/(1-E_f) = 17478/(1-0,15) = 20562\text{л,}$$

де E_f – це втрати в процесі біосинтезу культуральної рідини.

Виробничий біосинтез відбувається у ферментері робочого об'єму $V_{роб.1}=20562\text{л}$.

Розраховуємо можливий об'єм для ферментера (V_f), якщо вибраний $K_{зап} = 0,5-0,6$, і виходить, що $V_f = V_{роб.1}/K_{зап} = 20562/0,6 = 34270\text{л}$. Уточнюємо попередній коефіцієнт заповнення, приймаючи найближчий $V_{sf} = 32000$ л.

$$K_{зап1} = V_{роб.1}/V_{сф} = 20562/32000 = 0,64.$$

Вибрано вірно, бо коефіцієнт заповнення повинен бути в певних межах.

Посівний матеріал становить десять відсотків від об'єму середовища.

Таким чином, кількість середовища буде виражена таким чином: $V_{пс1} = V_{роб.1}/(1+X_f) = 20562/(1+0,1) \approx 18693\text{л}$, де $X_f = 0,1$ - кількість в ферментері посівного матеріалу.

Посівного матеріалу:

$$V_{пм1} = V_{роб.1} - V_{пс1} = 20562 - 18693 = 1869\text{л.}$$

Для отримання 1814 літрів інокуляту в апараті, ми враховуємо втрати краплиносу 10-15%.

У апараті $V_{роб.2} = V_{пм1}/(1-E_{па}) = 1869/(1-0,10) = 2077\text{л}$ посівного матеріалу та поживного середовища.

$V_{пс2} = V_{роб.2}/(1+X_{па}) = 2077/(1+0,1) = 1888\text{л}$, де $X_{па} = 0,1$ – це доза інокуляту.

Кількість для посівного апарату посівного матеріалу $V_{пм2} = V_{роб.2} - V_{пс2} = 2077 - 1888 = 189\text{л}$.

У апараті для посіву $V_{па2} = V_{роб.2}/K_{зап} = 2077/0,6 = 3462\text{л}$ можна одержати кількість інокуляту $V_{роб.2}=2015\text{л}$. Приймаємо стандартний

ферментер, який є найближчим за об'ємом $V_{сф}$, який становить 3200 л, і уточнюємо попередній коефіцієнт заповнення.

$$K_{з1} = V_{роб.2} / V_{сф} = 2077 / 3200 = 0,64.$$

Враховуємо затрати краплевиносу 10-15% для збору 189 літрів посівного матеріалу. До культивування кількість середовища і посівного матеріалу буде

$$V_{роб.3} = V_{пм2} / (1 - E_{ін}) = 189 / (1 - 0,10) = 210 \text{ л.}$$

Матеріалу для посіву (доза) буде 10 % від об'єму середовища.

Тоді в інокуляторі кількість середовища:

$$V_{пс3} = V_{роб.3} / (1 + X_{ін}) = 210 / (1 + 0,1) \approx 191 \text{ л, де } X_{ін} = 0,1 \text{ – це доза}$$

інокулятора.

Матеріал для посіву:

$$V_{пм3} = V_{роб.3} - V_{пс3} = 210 - 191 = 19 \text{ л.}$$

Об'єм $V_{роб.3} = 210$ л можемо отримати культивуванням дріжджів з об'ємом:

$$V_{ін3} = V_{роб.3} K_{зап} = 210 / 0,6 = 350 \text{ л.}$$

Приймаємо $V_{сф} = 400$ л, уточнюємо коефіцієнт прийнятий раніше.

$$K_{з1} = V_{роб.3} / V_{сф} = 210 / 400 = 0,52.$$

Для отримання 19 літрів посівного матеріалу ми враховуємо втрати 10-15% від краплевиносу в колекторі відпрацьованого повітря.

Перед культивуванням у малому інокуляторі об'єм поживного середовища:

$$V_{роб.4} = V_{пм3} / (1 - E_{ін}) = 19 / (1 - 0,10) = 21,1 \text{ л.}$$

Доза матеріалу в малому інокуляторі: десять відсотків об'єму середовища.

Тоді $V_{пс4} = V_{роб.4} / (1 + X_{ін}) = 21,1 / (1 + 0,1) = 19,9$ л, де $X_{ін} = 0,10$ – доза матеріалу посіву в інокуляторі.

$$V_{пм4} = V_{роб.4} - V_{пс4} = 21,1 - 19,9 = 1,2 \text{ л матеріалу.}$$

В процесі культивування в малому інокуляторі об'ємом $V_{ін4} = V_{роб.4} / K_{зап} = 21,1 / 0,6 = 35,2$ л отримаємо $V_{роб.4} = 21,1$ л інокуляту. Уточнюємо попередній коефіцієнт заповнення, приймаючи найближчий ферментер $V_{сф} =$

40л. .

$$K_{z1} = V_{роб.4} / V_{сф} = 21,1/40 = 0,53.$$

Культивування дріжджів на качалці у колбах дозволяє отримати малу кількість інокулятора для засіву $V_{пм4} = 1,2$ л. Використовують для цього качалочні колби з об'ємом $V_{колб} = 750$ мл і $K_{зк} = 0,2$. Після цього кількість колб, необхідна для отримання матеріалу, стане рівна $N_{колб} = V_{пм5} / (V_{колб} \cdot K_{зк}) = 1200 / (750 \cdot 0,2) = 8$. Так, щоб отримати посівний матеріал, потрібно вісім качалочних колб. Таким чином, процес отримання матеріалу для посіву буде виконуватися в чотири етапи, щоб забезпечити виробничий біосинтез дріжджів у ферментері з $K_{зк} 0,6$ та об'ємом 32 м^3 .

РОЗДІЛ 3

ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

3.1. Процеси ферментації та біосинтезу

Обґрунтування типу ферментера та способу культивування.

Апарати для посіву повинні забезпечувати асептичні умови під час культивування в час масообмінних процесів у біореакторі та аерації.

Для вибору найкращого ферментера культивування *Rhodotorula glutinis* треба визначити умови. Ці умови залежать безпосередньо від фізіолого-біохімічної характеристики продуцента.

Оскільки *R. glutinis* є аеробним дріжджем, треба забезпечити йому чисте повітря для технологічного процесу. Тоді ферментер або ж посівний апарат забезпечений аерацією барботером у нижньому блоці апарату, а також має бути забезпечений мішалкою, щоб збільшити продуктивність виробничого процесу[9].

Вирощування та виробництво посівного матеріалу відбуваються при температурі 30 °C і рН 6,6. Щоб уникнути контамінації, обладнання, комунікації, поживні середовища культивування і розчин титрувального агента стерилізуються. Щоб забезпечити нормальне забезпечення киснем, необхідно нанести невеликий шар рихлення на всю структуру середовища.

Це веде до контакту середовища та повітря, що вимагає великих площ та ручної праці за відсутності механізації та підвищеного ризику контамінації культури. Отже, ми обираємо глибинно-періодичний метод культивування. Крім того, через те, що поділ клітин проходить на експоненційній фазі, безперервне культивування є неефективним.

Перемішувачий пристрій також є важливим для виробничого біосинтезу. Мішалки швидкохідні та тихохідні. Швидкохідні мішалки включають турбінні та пропелерні мішалки, спеціальні типи, такі як дискові та лопатеві. Ці мішалки можуть генерувати осьові, радіальні та радіально-осьові потоки рідини залежно від типу лопаток і способу встановлення. Найчастіше апарати з відбиваючою

перегородкою використовують швидкохідні мішалки. Відсутність їх приведе до утворення воронки. Досягнення максимально можливого перемішування – головна мета, у цьому випадку кращого радіального потоку, рис 3.1.



Рис. 3.1. Лопатевий перемішувачий пристрій

Використовуємо цей пристрій для мішання, оскільки він створює такий потік рідини, що створює ідеальні умови для розвитку мікроорганізму. Найпростіша і найефективніша мішалка з радіальними прямими лопатями. Щоб зменшити витрати енергії та виділити її серед інших, лопатки можна нахилити під кутом до площини обертання.

Таким чином, дріжджі *R. glutinis* будуть культивуватися за допомогою інтенсивної аерації (за допомогою барботера), глибинно-періодичним методом і турбінною мішалкою при таких умовах: рН 6,6, 30 °С, 120 годин.

Вибір ферментера. Для вибору ферментера, необхідно переглянути дані про культивування.

Дивлячись на всі фізіолого-біохімічні характеристики та спосіб культивування RCMВ 028001, ми обираємо ферментер, у якому основний конструктивний компонент це перемішувачий пристрій, відомий також як лопатева мішалка, щоб забезпечити високу інтенсифікацію процесів.

Дані апарати повинні мати сорочку та датчик температури, щоб забезпечити ідеальні температурні умови культивування. Крім того, сорочка

має термозахист (захищає навколишнє середовище від вивільнення тепла).

Наукові джерела [18] виявили, що культивування RCMB 028001 задає ідеальний рН 6.6. Таким чином, ми використовуємо датчик рН в апараті.

Розрахунок кількості стадій, потрібних для підготовки матеріалу. Біосинтез проходить у ферментері 32 м³ коефіцієнтом 0,6 (табл. 3.1).

Для визначення робочого об'єму ферментера ($V_{роб.}$) використовується формула:

$$V_{роб.} = V_{г.ф.} \times K_{зап}$$

де: $V_{г.ф.}$ – об'єм ферментера; $K_{зап}$ – коефіцієнт заповнення, 0,6.

$$V_{роб.} = 5000 \times 0,6 = 3000 \text{ л.}$$

Таблиця 3.1

Розрахунок об'ємів обладнання для біосинтезу, м³

Загальний вміст	Відсоток заповнення, %	Робочий вміст	Обсяг матеріалу	Обсяг поживного середовища
0,004	60	0,021	0,01	0,02
0,4	60	0,210	0,02	0,20
3,2	60	2,080	0,19	1,89
32	60	20,560	1,87	18,69

Посівний матеріал становить десять відсотків об'єму середовища. Тож, щоб отримати 3000 літрів культурної рідини, треба:

$$V_{роб.1} = 3000 \times 0,1 = 300 \text{ л посівного матеріалу.}$$

$$V_{г.ф.} = 300/0,6 = 500 \text{ об'єм апарата}$$

У апараті для посіву об'ємом 500 літрів можна отримати стільки посівного матеріалу під час вирощування бактерій.

Посівний матеріал становить десять відсотків об'єму середовища. Таким чином, щоб отримати 300 літрів культурної рідини, треба:

$$V_{роб.2} = 300 \times 0,1 = 30 \text{ л матеріалу.}$$

$$V_{г.ф.} = 30/0,6 = 50 \text{ об'єм апарата}$$

У посівному апараті об'ємом п'ятдесят літрів можна отримати таку кількість матеріалу для культивування бактерій. Для отримання тридцяти літрів культуральної рідини:

$$V_{\text{роб.3}} = 30 \times 0,1 = 3 \text{ л посівного матеріалу.}$$

$$V_{\text{г.ф}} = 3/0,6 = 5 \text{ об'єм апарата}$$

Зважаючи на те, що кількість матеріалу посіву становить десять відсотків від об'єму, для отримання трьох літрів культурної рідини потрібно:

$$V_{\text{роб.4}} = 3 \times 0,1 = 0,3 \text{ л посівного матеріалу.}$$

Зазначену кількість інокуляту готують у двох качалочних колбах, в яких міститься 750 мл в кожній по 150 мл посівного середовища.

Таким чином, для того, щоб забезпечити біосинтез процес отримання посівного матеріалу буде виконуватися у ферментері з коефіцієнтом заповнення 0,6 та об'ємом 32 м³ в чотири етапи.

Вибір стадії підготовки повітря. Через те, що *R. glutinis* - аеробний, треба забезпечити чисте повітря для технологічного процесу, щоб уникнути забруднення. Таким чином, ферментер, повинен мати мішалку та постійну аерацію через барботер у нижній частині апарату та має бути забезпечений мішалкою, щоб збільшити продуктивність виробничого процесу[9].

УФ-лампи очищають повітря в лабораторіях і боксах, де працюють з інокулятом та посівною культурою.

Головні та індивідуальні фільтри стерилізують повітря для посіву та виробничого культивування.

Повітряні фільтри відповідно до вимог використовують для підтримки рівня чистоти повітря. З цієї причини фільтрувальні здатності класифікуються за ефективністю дії: грубе очищення (вловлює частинки більші 10 мкм); тонке очищення (більші 1 мкм); та «абсолютні» фільтри (індивідуальні частинки).

Найчастіше використовують фільтр тонкого виду очищення. Вони добре працюють і ефективні в системах вентиляції та кондиціонування повітря [19].

Фільтри такого очищення краще всіх затримує забруднюючі частинки в системі вентиляції. Спеціальний фільтрувальний матеріал є основною

характеристикою цього типу фільтрів. Складається він з тонких волокон, які затримують найдрібніші частинки. Найчастіше використовують їх як другу стадію очищення. Рекомендується використовувати модульний картриджний фільтр FMW. Це компактний фільтр із ступенем очищення 99%. Продуктивність його 3400 м³/год.

Техсхема очищення та стиснення повітря

Підсистема перша. Трубокомпресор забирає атмосферне повітря через шахту 20-30 метрів у висоту, де є стабільна кількість мікроорганізмів. Спочатку повітря йде до фільтрів попереднього очищення, там очищується від пилу та грубого аерозолі. Фільтри захищають від засмічення компресори, але й значно знижують ймовірність попадання контамінантів у другу підсистему [19].

Друга. Повітря потрапляє далі до компресора, а він потім стискає його. У теплообмінному апараті «переохолоджуючи повітря до 25–40 °С, для випадання в краплевловлювачі вологи. Потім повітря відправляють до ресиверу, там тиск стабілізується. Для правильної роботи фільтрів нагрівають повітря до 70–90 градусів Цельсія після ресиверу. При такій температурі пара і волокна фільтра не конденсуються. З цієї причини теплообмінник підігріває після краплевловлювача повітря. Після цього гаряче повітря можна трохи підмішувати. комп'ютера. Відносна вологість не повинна бути більше 40% [18].

Третя. Складається з фільтрів другого та третього рівня, а також фільтра для очищення. Головний фільтр, також відомий як фільтр другого рівня, розташований поблизу цеху. На ньому повітря для всіх ферментаторів цеху очищається. Колектор подає повітря з головного фільтра в фільтри третього рівня, які, незалежно від місткості ферментатора, встановлені на кожному з них [18].

Спочатку повітря забирають повітрязабірником на висоті двадцять-тридцять метрів. Потім очищається повітря фільтром грубого очищення. Повітря йде до теплообмінного апарату після попередньої очистки, де його «переохолоджують» до 25–40 °С, щоб видалити зайву вологу. Після цього повітря йде до ресиверу, де тиск системи стабілізується. Для правильної роботи

фільтрів після ресиверу нагрівають повітря до 70–90 градусів. Пара і волокна фільтра при таких температурах не конденсуються. Далі головний і індивідуальний фільтри фільтрують повітря в систему. Індивідуальний фільтр розташований безпосередньо біля кожного ферментера, а головний робить очистку всіх ферментерів.

Вибір мийних та дезінфікуючих засобів

Загальна характеристика засобів. Очищення та дезінфекція є критично важливими для виробничих процесів в промисливості. Якщо дані процедури не виконуються належним чином, вони мають руйнівні наслідки. Щоб провести дезінфекцію та очищення якісно та ефективно, важливо знати, які забруднювачі або залишки необхідно видалити. Вони будуть або органічними, або неорганічними.

Дезінфекція та очищення не пов'язані. Ефективне очищення передбачає видалення залишків та забруднень з поверхні, а потім коли вони є чистими візуально, наступним кроком є дезінфекція. Незважаючи на те, що поверхні не будуть забруднені, мікроорганізми все одно залишаться. [21].

Миття та дезінфекція

Етап 1:

Очищення за допомогою миючого засобу. На цьому етапі поверхню або обладнання очищають за допомогою миючого засобу, щоб видалити бруд, частинки харчових продуктів, жир і сміття. Завжди потрібно починати та завершувати цей етап полосканням, щоб видалити будь-яке видиме забруднення з поверхні.

Етап 2:

Дезінфекція: полягає в тому, щоб переконатися, що кількість бактерій, які присутні, зменшилася до стандартного рівня. Дезінфікуючу речовину потрібно використовувати лише за призначенням. Треба пам'ятати, дезінфекція не працює на брудній поверхні. Коли дезінфікуюча речовина це не розчин якому потрібно полоскання, дезінфекцію треба закінчити полосканням водою, як і на першому етапі [22].

Підприємства повинні перевіряти санітарно-гігієнічний стан. Кожне підприємство повинно розробити програму НАССР, яка включає робочу програму дезінфекції та миття. Об'єкти або місця, які треба прибрати; відповідальні співробітники; частота, методи збирання та санітарна обробка; і хімічні речовини включені до програми [23].

Виробництво, зберігання, транспортування, реалізація та застосування дезінфекційних засобів здійснюється відповідно до вимог. Використання дезінфекційних матеріалів, які не були зареєстровані в Україні та які мали порушення під час виготовлення, транспортування чи зберігання будь-які вимоги до технологічних регламентів і інших документів не повинні бути виконані.

Наука дезінфектології надає теоретичні та методологічні основи для створення препаратів, які будуть високоефективні, цільові та безпечні для довкілля та людей препаратів, а також найкращих методів їх використання. Накази МОЗ України визначають засоби та концентрації робочих розчинів, які потрібні для санітарної обробки приміщень [24].

Дезінфекція полягає в тому, щоб перешкоджати накопиченням, розмноженню та поширенню інфекційних захворювань у навколишньому середовищі. Дезінфекцію можна здійснити за допомогою механічних, фізичних, біологічних, хімічних та комбінованих методів.

Механічний видаляє патогенні та умовно-патогенні мікроорганізми з зовнішнього середовища за допомогою струшування, провітрювання, вологого протирання, вентиляції, вологого прибирання, очищення предметів та прання. Перевагами такого методу є простота та доступність. Одним із недоліків методу є те, що він не може повністю знезаразити об'єкт.

Фізичні методи дезінфекції дозволяють видалити мікроорганізми з об'єктів за допомогою фізичних елементів: високі температури, гаряче повітря, пари, ультрафіолетні промені та ультразвук [25].

Основним методом дезінфекції є хімічний, який використовує різні хімічні речовини та їх сполуки, щоб знищити патогенні та умовно патогенні

мікроорганізми на поверхні або всередині об'єктів, у повітрі та в субстратах [26]. Кожна хімічна речовина, яка використовується в дезінфекційних процедурах, може бути класифікована за активною діючою речовиною. Ці основні групи включають галоїдовмісні сполуки, гуанідиновмісні сполуки, поверхнево-активні речовини (ПАР), альдегідовмісні засоби, луги, кислоти, спирти, альдегіди та композиції, які включають деякі з діючі речовини із наведених дезінфектантів [25].

Розчини хлору, такі як хлорне вапно (10–20%), освітлений розчин хлорного вапна (0,2–0,5%), комбіновані засоби, хлорамін Б і ХБ, формалін, та фенол, широко використовують.

Розщеплення білків та зневоднення цитоплазми є функціями кислот, але їх недоліком є пошкодження поверхонь, які вони обробляють. Луги мають основні бактерицидні, вірулоцидні та спороцидні властивості. Вони також викликають гідроліз білків, розщеплення вуглеводів, омилювання жирів та зміни осмосу клітини [27].

Етиловий, пропіловий та ізопропіловий спирти є найбільш поширеними спиртами, які використовуються як дезінфекційні самостійні засоби та як речовини, що підсилюють бактерицидну дію. Спирти коагулюють білок; 70% спирту етилового має найсильнішу бактерицидну здатність. Вибір дезінфекційної речовини, концентрація та тривалість залежать від середовища контакту та мікроорганізму [27, 28].

Дезінфікуючі засоби, які найшвидше діють, включають хлор і алкоголь, які працюють за два хвилини на поверхні, яка безпосередньо контактує з бактеріями. Міл, мийні засоби, жорстка вода та пластик можуть інактивувати дезінфікуючі засоби [28].

Якщо дезінфікуючі речовини, які використовують у харчовій та фармацевтичній промисловості, мають бути безпечними як для людей, так і для тварин, вони повинні мати антимікробну дію, бути мінімально корозійними та агресивними, бути легко розчинними у воді, не мати різкого запаху, бути стійкими до зберігання, використання, транспортування, бути високоактивним,

дешевим та доступним та можливість для відбілення та очищення.

Фактори, які впливають на антимікробну активність, : досяжність бактерій – повинен контактувати з мікроорганізмами; температура – усі дезінфікуючі засоби активніші при високій температури; концентрація – концентрація не повинна бути нижче за рекомендовану; об'єм – ефективність дезінфектанта зростає з більшим об'ємом при тій самій концентрації; зміна рН [28].

Біологічна дезінфекція винищує збудників інфекцій за допомогою мікробів-антагоністів. Використовується такий метод для компостування сміття та відходів, знезараження стічних вод та фільтрації та дезінфекції у біотермічних камерах побутового сміття.

Комбінований поєднує різні види дезінфекції [25].

Хімічні препарати можна маркувати різними способами.

Упаковка миючих засобів маркується за складом: кислотні - червоний, лужні - синій, хлорні - зелений, нейтральні - білий.

У широкому поширенні використовується таке маркування: червоний колір для приміщень санітарних; зелений для «догляду за компонентами», блакитний для підлог та поверхонь.

Мийний засіб – це поверхнево-активна речовина (ПАР), а також суміш ПАР, які мають «очисні властивості в розчинах».

Миючі засоби повинні бути безпечними для людини та не містити токсичних, алергічних або шкірно-резорбтивних компонентів. не мати мутагенних, тератогенних, канцерогенних або ембріотоксичних ефектів на організм; бути добре розчинними у воді; змиватися легко з посуду та інвентарю; і руйнуватися біологічно у воді, оскільки вони шкодять водним організмам і процесам природного самоочищення.

Миючі засоби не повинні: накопичуватися в людському організмі; мати стійкий та різкий запах; впливати на продукти та їх якість; і шкодити предметам, які миються [31].

Документація виробника містить: 1) результати випробувань розкладу ПАР, які входять до складу засобу; 2) результати вмісту фосфатів та сполук

фосфору 3) опис інгредієнтів.

Миючі засоби класифікуються:

За агрегатним станом: пастоподібні; порошкоподібні, гранульовані; рідкі та гелеві,. Наразі це найпоширеніші методи, оскільки вони універсальні та дешеві.

За способом використання: порошки для прання, гігієнічні, спеціальні та господарські.

Обґрунтування вибору дезінфікуючих засобів для вироблення дріжджів

Виробництво складається з таких цехів: цех вирощування інокуляту та виробничого біосинтезу; кімната для качалки; і лабораторне приміщення з автоклавами, бокси, центрифуги, термостати, холодильники та апаратура для контролю, як ваги та рН-метри. Відстань між пристроями та стінами становить 1,0-1,5 метри. Середня ширина між апаратами-ємкостями один метр.

Таблиця 3.2 показує розміри обладнання.

Таблиця 3.2

Габаритні розміри основного обладнання

Устаткування	Об'єм, л
Ферментер	32 тис.
Лабораторний ферментер	20
Інокулятор	2 тис.
Інокулятор	200
Реактори-змішувачі поживного середовища:	
для культивування середовища в інокуляторі	1,6 тис
-//-	160
-//- у лабораторному ферментері	20
та стерилізації розчину гідроксиду натрію	5
Загальний обсяг	36 тис.

Згідно з табл. 3.2, апарати для вирощування та біосинтезу мають

загальний об'єм 36 м³.

Генеральне прибирання (стіни, вікна, підлога) проводиться два рази на місяць. Для визначення кількості засобів треба визначати площу оброблення, враховуючи підлогу і стіни на висоту 2,5 м. У виробничому цеху біосинтезу інокуляту оптимальна площа підлоги буде $20 \times 17 = 340$ м². Площа стін – $((20 \times 2,5) + (17 \times 2,5)) \times 2 = 185$ м², а загальна площа становить – $340 + 185 = 525$ м².

Для створення ПАР потрібно десять виробничих циклів. Коли обладнання миється до кожного циклу, кількість миття становить одинадцять за все виробництво.

Щоб вибрати мийучий і дезінфікуючий засіб, важливо враховувати його вартість і витрати на обробку відповідної площі приміщення. Згідно з методичними рекомендаціями, на кожен квадратний метр потрібно приблизно 100 мілілітрів мийного робочого розчину чи деззасобу.

Підготовка виробничих приміщень включає дезінфекцію, вологе прибирання та ультрафіолетове опромінення стін, підлог, стель, поверхонь обладнання та комунікацій. Процес підготовки виробничих приміщень поділяється на щоденний і загальний. Щодня після кожної зміни вологим способом прибирають «чисті» приміщення.

Таблиця 3.3

Розрахунок площі підлоги і стін приміщень, м²

Виробничі приміщення	S_{підлоги}	S_{стін}	S_{загальна}
Лабораторія	10	25	35
Лабораторія мікробіологічна	15	30	45
Виробничий цех	340	185	525
Всього	365	240	605

Об'єм розчину для миття має бути близько половини об'єму загального. Для кожного циклу миття інокуляторів, ферментеру, збірника та ректорів-змішувачів потрібно 72 кубометри, тобто $36 \times 0,5 = 72$ кубометри. Тоді для

миття та дезінфекції за все виробництво препарату буде використано: $72 \times 11 = 6,5 \text{ м}^3$. Як показано в табл. 3.4, загальна площа миття стін, підлоги, дверей та вікон становить 22380 квадратних метрів (21900 квадратних метрів додати до 480 квадратних метрів).

Таблиця 3.4

Розрахунок площі дезінфекції та миття об'єкту, м²

Об'єкт	S _{об'єкту}	Кількість обробок	S _{загальна}
Устаткування	41	11	452
Вертикальні елементи	240	2	480
Горизонтальні елементи	365	60	21,9 тис.

Каустична сода (NaOH) – це кристалічна біла речовина, яка розчиняється легко у воді. Також розчиняється добре в метилових і етилових спиртах, але в етоксигетані не розчиняється. Він є високо гігроскопічним твердим матеріалом, який швидко перетворюється на концентрований сильно розчин, коли є доступ повітря. Гарячі її розчини (2–3%) розчіплюють вуглеводи, гідролізують білок і омилують жири. Такі розчини дезінфікують при 60–70°C [33, 34].

За ГОСТ 12.1.007 вона є токсичним, їдким та корозійно-активним матеріалом. Здатна викликати дратівливий вплив, він може призвести до опіків, якщо він потрапляє на слизову або шкіру. При ковтанні шкідливий вплив посилюється, а якщо він потрапляє в очі, сітківка очей страждає і зір погіршується. З вищезазначеного випливає, що не можна ігнорувати заходи безпеки під час роботи з цією речовиною [34].

Концентрація її у миючому розчині не повинна перевищувати 0,2 відсотка при митті обладнання вручну, та 2 відсотка при митті механічному [33].

Біомой є біоактивним миючим засобом з ефектом дезінфекції, складається він з багатьох компонентів і виконує багато функцій (ТУ У

22902465.005-96). Рекомендовано Міністерством охорони здоров'я України та схвалено для використання [35].

Це порошок, світлого відтінку, який може містити ензими, які були пофарбовані. При концентрації 30 г/дм³ продукт добре розчиняється у воді. Робочі розчини Біомою мають сильні миючі та емульгуючі властивості, не мають кольору та не пошкоджують матеріали, що обробляються. Вони видаляють легко білково-жирову плівку і легко змиваються, не залишаючи на поверхні нальоту.

За ГОСТ 12.1.007, належить він до 4-го класу небезпеки мало небезпечних речовин. Він не проявляє кумулятивних, подразнюючих або сенсебілізуючих властивостей, коли потрапляє на шкіру та шлунок. Не впливає на кон'юнктиву в рекомендованих концентраціях [35, 36].

Застосування Біоми для певних цілей має значні економічні переваги порівняно з іншими методами миття. Концентрація від 0,15-0,5% використовується для приготування Біомою. Готують його розчиненням у воді з будь-якого матеріалу [35].

Для дезінфекції вимитого заздалегідь технологічного устаткування, як теплообмінники, резервуари, ємності, лінії розливу, фасування та пакування, трубопроводи, оборотні полікарбонатні пляшки та поліефірні (ПЕТФ, ПЕН) пляшки, інвентар, занурення та зрошування, тари методом циркуляції; для боротьби використовується засіб дезінфікуючий «ЕСТЕР ДЕЗ».

Склад включає надоцтову кислоту 8,0–16,0%, перекис водню 16,0-26,0%, оцтову кислоту 12,5–20,5%, стабілізуючу добавку та воду до 100% [38]. Цей препарат має сильні бактерицидні, фунгіцидні та спороцидні властивості. При низькій температурі та нетривалому часі він ефективний проти вірусів і мікроорганізмів. У концентраціях 0,015-0,1% по НОК має сильну бактерицидну дію проти дріжджів, кишкової палички та спороутворювальних бактерій. Мікроорганізми не здатні протистояти дезінфікуючому засобу. «ЕСТЕР ДЕЗ» нешкідливий в навколишньому середовищі, оскільки після використання він розпадається на воду, кисень і оцтову кислоту [37].

Продукт для дезінфекції та миття «РЗ-Торах 990», який містить діючу речовину N-(3-амінопропіл)-N-додецилпропан-1,3-діамін, який має концентрацію 2.0%–5.0%, використовується для дезінфекції механізмів та поверхонь підлоги та стін, якщо використовується у вигляді 1–2% робочого розчину під час пінної обробки. Придатність: тридцять шість місяців при температурі від 0 до 30 градусів Цельсія у невідкритій упаковці.

Засіб має антимікробну активність щодо бактерій, таких як кишкові палички, стафілококи, сальмонели та інші, а також дріжджів та дріжджоподібних грибів, які є характерними для мікрофлори, яка присутня в харчовій промисловості. За ГОСТ 12.1.007-76 препарат відносять до 3 класу небезпечності речовин; насичені концентрації мало небезпечні при інгаляції.

Розчин для зрошення подразнює слизову оболонку ока та органи дихання при використанні однократно.

Засіб призначений для поверхонь, які знаходяться в промислових приміщеннях, технологічному обладнанні, тарі, інвентарю та санітарного обладнання [39].

Фамідез Саноксіл 100 –концентрований на основі пероксиду водню засіб та срібла, його можна використовувати для швидкої та ефективної дезінфекції поверхонь, які не схильні до вологи. Не містить поверхнево-активних речовин, фенолів, спиртів або альдегідів. включено до Державного реєстру дезінфікуючих засобів, номер 75. Поверхні дезінфікують за допомогою зрошування, оприскування, протирання робочим розчином. Складається з 50% пероксиду водню, 0,08% нітрату срібла та кислоти фосфорної [40].

Фамідез Саноксіл 100 є надзвичайно ефективним засобом для боротьби з бактеріями (наприклад, туберкульозом), спорами, вірусами (наприклад, вірусами перентеральних гепатитів і СНІДу) і грибками (наприклад, грибками роду *Candida*). Не приймайте препарат всередину. Уникайте контакту зі шкірою та очима. сильний опроміник Будьте обережні з органічними продуктами, такими як вата та мастила. Використання засобу вимагає захисту [41].

3.2. Специфікація обладнання

Таблиця 3.5

Специфікація обладнання для виробничого біосинтезу та допоміжних робіт

Номер	Назва	Кількість	Характеристика
1	Забірник повітря	два	Має сітку металеву для усунення механічного забруднення. Країна-виробник: Україна. «ТОВ НПЦ Вектор-Кондвент»
2	Фільтр очистки повітря грубий	два	Фільтр виготовлений з поліестеру, E=80%, продуктивність 3 м ³ /год.
3	Компресор	один	Серія «ВКП F Industrial». Країна-виробник: Україна, «Лідер». Потужність 8-15 кВт, продуктивність до 2,2 м ³ /хв.
4	Теплообмінник- охолоджувач	два	Виготовлений з нержавіючої сталі у Швеції. Діапазон робочих температур від -195 до +220°C. Робочий тиск досягає 140 атм. Продуктивність до 640 м ³ /год.
5	Ресивер	один	Країна виробник: Україна. Робочий об'єм – 900 л
6	Теплообмінник- нагрівач	два	Продуктивність до 7500 м ³ /год. Робочий діапазон температур від -100 до +200 °C. Теплова потужність – 80 кВт
7	Фільтр тонкої очистки	один	Продуктивність – 3400 м ³ /год. Відсоток очищення повітря складає 99. Модель FMW
8	Ультра фільтраційна установка	одна	Модель UF-30

9, 11, 12, 14, 16, 18, 20	Реактор–змішувач	сім	Країна виробник: Україна. Модель сталі 12X18Н10Т. Швидкість обертів за хвилину – 100. Має різні об’єми: 2500, 300, 40 л.
10, 23, 24, 33	Насос відцентрований	чотири	Виробляє компанія Pedrollo. Температура робочої рідини від -10 до 90 °С, напір максимальний 95 м. Робоча напруга – 380-400 V. Продуктивність – 345 м ³ /год
13, 15, 17, 19, 22	Дозатор об’ємно-ваговий	п’ять	Модель ДВСВ-50, напівавтоматичний, гравітаційного типу. Країна виробник: Україна.
25, 27, 29	Інокулятор	три	Потужність до 800 Вт, швидкість обертів за хвилину від 20 до 1500. Об’єми: 40, 400, 3200 л
26, 28, 30, 32	Фільтр очистки повітря (індивідуальний)	чотири	Виробляє італійська компанія General filter. Модель НЕРАFII, ТАМ–141212, клас H14, вогнетривкий. Продуктивність до 7 м ³ /хв., E=99,99%, діапазон тиску 140–600 Па. В якості фільтру використовують мікроскловолокно, боросилікат з анодовими алюмін. розділювачами.
21	Установка пезперервної стерилізації	одна	Продуктивність складає 20 м ³ /год. Складається з таких компонентів: реактор–змішувач, колонка нагріву поживного середовища, теплообмінник–витримувач, пластинчастий рекуператор
31	Ферментер	один	Об’єм – 32 тис. л., робоча температура до 150°С, потужність двигуна 3-15 кВт

3.3. Контроль виробництва

У біосинтезі контролюються регулярно джерела азоту та вуглецю, концентрація біомаси. Крім того, вони здійснюють контроль по стадіям.

Мікробіологічний контроль. Оскільки *Rhodotorula glutinis* RCMB 028001 вирощуються в асептичному оточенні для отримання кормових дріжджів, на кожному етапі процесу необхідно проводити мікробіологічний контроль, щоб переконатися, що не відбувається контамінації.

Кожні чотири години відбирають з ферментера для аналізу двадцять мілілітрів культуральної рідини.

Досягають мікробіологічного контролю за допомогою двох методів: мікроскопії та висів на поживні середовища.

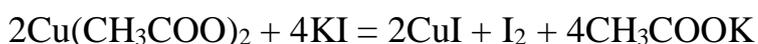
У процесі мікроскопіювання використовується світловий мікроскоп. На чисте предметне скло наносять невелику краплю культуральної рідини за допомогою стерильної петлі, повинні бути асептичні умови. Краплю з мікроорганізмами за допомогою петлі, діаметром приблизно 1 см розподіляють по склу. До моменту повного випаровування вологи висушують за кімнатної температури без нагрівання. Мають спостерігатися тільки клітини *Rhodotorula glutinis*, розміром 3–5 мкм і округлої, видовженої або овальної форми. Базидіоспори є основними компонентами статевого розмноження. Інтенсивні червоні та жовті пігменти, які під час росту утворюються на більшості субстратів, відрізняють вид від його найближчих родичів[42].

Після завершення процедури об'єktiv світлового мікроскопу протирають ватою з етиловим спиртом.

Вміст азоту амінного. Для визначення вмісту в рідині азоту амінного використовується мідний метод. Він базується на здатності різних пептидів та амінокислот утворювати з міддю розчинні сполуки, які потім можна визначити за допомогою йодометричного методу.

Принцип в тому, що до суспензії фосфорнокислої міді, що міститься у боратному буфері додають до певної кількості розчину, в якому суміш пептидів та амінокислот, за допомогою слаболужної реакції. У результаті після

збовтування більшість пептидів та амінокислот перетворюються на мідні солі. Після цього відфільтровують зайвий фосфат міді і додають йодистий калій та оцтову кислоту до освітлення розчину.



Йод титрують розчином тіосульфату. Мілілітр 0,01 наносекундного $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ містить 0,28 міліграма амінного азоту.

Для досліду наливають у 25 мл колбу 10 мл культуральної рідини нейтрального супернатанту, після додають тимолфталейну одну-дві краплі та NaOH 1 н. по краплі, до блідо-синього кольору. Додають у боратний буфер десять-п'ятнадцять мілілітрів суспензії міді ортофосфат. Потім вміст доводять дистильованою водою до мітки. Зботвують та фільтрують фільтрувальним папером з низькою пористістю або центрифугують.

Щоб результат був кращим, має бути прозорий повністю фільтрат. У колбу або фарфорову чашку відбирають від 5 до 10 мл фільтрату, далі додають 0,25–0,5 мл оцтової кислоти 80% та 0,2–0,4 г KI . Йод, який утворився, титрують розчином $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ тіосульфату 0,01 н., додаючи 1-4 краплі крохмалю в кінці процесу, щоб зникнути синє забарвлення.

Проводять паралельно контрольний дослід, у якому дистильовану воду використовують замість розчину.

Обчислюємо результат за допомогою формули.

$$X = \frac{(a - \epsilon) \cdot 0,28}{n}$$

Вміст амонійного газу, мг/л - X ; a – кількість розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в мл, що використовували для титрування зразка дослідження; b – кількість розчину $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ в мл, використаного для титрування контрольного варіанту; n – обсяг взятого для аналізу розчину [45].

Оскільки в надлишку додається джерело карбону, стандартизація складу поживного середовища буде базуватися на вмісті амінного азоту.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Дана кваліфікаційна робота присвячена дослідженню, щодо підбору виду дріжджів та оптимізації їх виробництва для кормових цілей. В підсумку можна викласти наступні висновки:

1. За результатами аналізу літературних джерел виявлено, що найбільш привабливими є каротиновмісні кормові дріжджі *Rhodotorula glutinis*. Удосконалення схеми їх одержання є актуальним і має практичну цінність.
2. В якості найбільш привабливого продуцента каротину обрано *R. glutinis* РСМВ 028001. Вони мають оптимальне утворення біомаси до 14 г/л.
3. Для потреби 5600 курей у дріжджах у зимовий період необхідно 7,8 т продукту. Для отримання такої кількості дріжджів необхідно каротинів 6,5 мг/л, до того ж дешевший склад поживного середовища – 0,95 грн./л.
4. В результаті зроблених розрахунків визначено обсяг культурального середовища 961 м³.
5. Культивування дріжджів *R. glutinis* проводимо глибинно періодичним способом, з інтенсивною аерацією, з дотриманням показників: 30°C, рН 6,6, 120 год.
6. Процес отримання посівного матеріалу для потреб біосинтезу у ферментері ємністю 32 м³, коефіцієнт заповнення 0,6, проходить у 4 етапи.
7. Розрахунковим шляхом встановлена площа миття виробничих приміщень – 22,4 тис. м². Тобто загальна потреба розчину дезінфікуючого засобу складає 2,24 м³.

ПРОПОЗИЦІЯ ВИРОБНИЦТВУ

Для забезпечення потреб виробництва використовувати каротиновмісні кормові дріжджі *Rhodotorula glutinis* РСМВ 028001.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Руденко Є.В., Кунець В.В., Седюк І.Є., Мандигра М.С. та ін. Пріоритети розвитку аграрної біотехнології. *Вісник аграрної науки*, 2017, 12: С. 5-9.
2. Краєвська І. М., Васіна Л. М. Динаміка накопичення біомаси і каротинсинтезуюча активність *Rhodotorula glutinis* (Fresenius) F. C. Harrison (1982) за дії ультрафіолету. *Біологічні системи*. 2017. Т. 9, Вип. 2. С. 183-186. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/biolsist_2017_9_2_7.
3. Кушнірик О. В. Застосування кератинсинтезуючих дріжджів *Rhodotorula glutinis* для культивування *Simoccephalus vetulus* (Müller, 1776) лабораторних умовах [Електронний ресурс]. 2014. Т. 6, Вип. 1. С. 24-29. [Електронний ресурс] // Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvchu_biol_2014_6_1_7.
4. Краєвська, І. М., and Л. М. Васіна. "Динаміка накопичення біомаси і каротинсинтезуюча активність *Rhodotorula glutinis* (Fresenius) FC Harrison (1982) за дії ультрафіолету." *Біологічні системи* 9, Вип. 2. 2017: 183-186.
5. Сімонова, М. "Каротиноїди: будова, властивості та біологічна дія." *Біологічні студії* 4.2. 2010: 159-170. [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.researchgate.net/profile/Maryana-Simonova/publication/326078871_Carotenoids_their_structure_properties_and_biological_action/links/5ea718f545851553fab34e79/Carotenoids-their-structure-properties-and-biological-action.pdf.
6. Крупей, К. С., et al. "Перспективи використання пігментосинтезуючих мікроорганізмів у біоіндикації." *Актуальні питання біології, екології та хімії* 16, № 2. 2018: 48-60. [Електронний ресурс] // Режим доступу: [file:///C:/Users/1/Downloads/apd_2018_16_2_7%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/1/Downloads/apd_2018_16_2_7%20(1).pdf)
7. Майстер кормів [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://vita.biz.ua/oberezhno-kormovi-drizhzhzhi>.
8. Kot, A. M., Błażejczak, S., Kurcz, A., Bryś, J., Gientka, I., Bzducha-Wróbel, A., & Reczek, L. "Effect of initial pH of medium with potato wastewater and glycerol on protein, lipid and carotenoid biosynthesis by *Rhodotorula glutinis*." *Electronic*

- Journal of Biotechnology 27 (2017): 25-31.
9. Bhosale, P., and R. V. Gadre. " β -carotene production in sugarcane molasses by a *Rhodotorula glutinis* mutant." *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology* 26.6, 2001: 327-332.
 10. Kot A. M., Włażejak S. *Rhodotorula glutinis*—potential source of lipids, carotenoids, and enzymes for use in industries. *Appl Microbiol Biotechnol.* 2016, 100:6103–611. DOI: 10.1007/s00253-016-7611-8.
 11. Pitt JJ, Hocking AD. *Fungi and food spoilage* (2nd ed.). Gaithersburg, Md.: Aspen Publications. 1999.
 12. Краєвська, І. М., and Л. М. Васіна. "Динаміка накопичення біомаси і каротинсинтезуюча активність *Rhodotorula glutinis* (Fresenius) FC Harrison (1982) за дії ультрафіолету." *Біологічні системи* 9, Вип. 2. 2017: 183-186.
 13. Майстер кормів [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://vita.biz.ua/oberezhno-kormovi-drizhzhzhi>.
 14. Державна служба статистики України [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/>
 15. Скільки корму потрібно в день курці-несушке: норми вживання, складання раціону [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://poradum.com.ua/the-hands/doglyad-za-tvarinami/81894-skilki-kormu-potribno-v-den-kurci-nesushke-normi-vzhivannya-skladannya- racionu.html>.
 16. Фермерство в Україні [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.fermerstvo.org.ua/kormovi-drigdgi-dly-kyrey.html>.
 17. Як правильно давати дріжджі курям і що таке дріжджування кормів [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://line24.com.ua/yak-pravilno-davati-drizhdzhi-kuryam-i-shho-take-drizhdzhuvannya-kormiv/index.htm>.
 18. Heba M. Kazy, N.F. Nasr. Optimization of Carotenoids production by yeast strains of *Rhodotorula* using salted cheese whey. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* 2015, 4(1), 456-469
 19. Пирог Т. П., Ігнатова О. А. *Загальна біотехнологія: Підручник.* К.: НУХТ, 2009. 336 с.

20. Модульний картриджний фільтр [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.trion.in.ua/fm.html>
21. Очищення і дезінфекція в харчовій промисловості [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.bettaservice.com.ua/novyny-kompanii/item/1172-ochistki-i-dezinfektsiya-v-pishchevoy-promyshlennosti.html>.
22. Методичні настанови з дотримання вимог законодавства України щодо безпечності харчових продуктів у закладах ресторанного господарства [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://www.vosst.vn.ua/19-normatyvni-akty/182-metodychni-nastanovy-z-dotrymannia-vymoh-zakonodavstva-ukrainy-shchodo-bezpechnosti-kharchovykh-produktiv-u-zakladakh-restorannoho-hospodarstva-ukrkoopspilka>.
23. Використання профхімії на підприємствах відповідно до стандарту ХАССП [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://officem.com.ua/uk/eksperty-rekomendujut/vikoristannja-profhimii-na-pidприємствah-vidpovidno-do-standartu-hassp>.
24. Постанова КМУ «Про затвердження Порядку державної реєстрації (перереєстрації) дезінфекційних засобів» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/908-2006-%D0%BF#Text>.
25. Дезінфекція. Методичні вказівки для самостійної роботи студентів 5-го курсу медичного факультету з дисципліни «Епідеміологія». [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://repo.knmu.edu.ua/bitstream/123456789/28042/1/%D0%A7%D1%83%D0%BC%D0%B0%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%20%D0%94%D0%B5%D0%B7%D1%96%D0%BD%D1%84%D0%B5%D0%BA%D1%86%D1%96%D1%8F%20%E2%84%9620-347073.pdf>.
26. Методи дезінфекції [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://uk.interdez.com.ua/press/metody-dezinfektsii.html>.
27. Дезінфекція [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/9855/dezinfekciya>.
28. Дезінфектанти або дезінфекційні засоби [Електронний ресурс] // Режим

доступу: <https://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/2423/dezinfektanti-abo-dezinfekciji-zasobi>.

29. Грегірчак Н.М. Мікробіологія, санітарія і гігієна виробництв з основами НАССР [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» освітньо-професійної програми «Біотехнологія» денної та заочної форм навчання / Н.М.Грегірчак К.: НУХТ, 2020. 177 с.
30. Кабінет Міністрів України. Постанова Про затвердження Технічного регламенту мийних засобів (Технічний регламент, п.2) [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/717-2008-%D0%BF#Text>.
31. Гігієнічні вимоги до мийних засобів [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://medbib.in.ua/gigienicheskie-trebovaniya-moyuschim.html>.
32. Класифікація мийних засобів [Електронний ресурс] // Режим доступу: <http://vitus-lviv.com.ua/novynu/klasifikatsiya-muyuchyh-zasobiv>.
33. Дезінфектант «ЕСТЕР ДЕЗ» – новинка ТОВ НВП «Електрогазохім» [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://harch.tech/2021/03/03/ester/>.
34. Дезінфектант "ЕСТЕР ДЕЗ" [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://egh-ingredients.com/catalog/dlya-dezinfektsii/ester-dez/>.
35. Засіб дезінфекційний на основі перекису водню "Фамідез Саноксіл 100", 1000 мл [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://clean-ua.com/famidez-sanoksil-100-1000ml/>.
36. Фамідез® Саноксіл 100 [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://famidez.ua/index.php/produksiya/dezinfektsiya/spetsialni-zasoby/sanoksil-100>.
37. Hernández-Almanza, A., Montanez, J.C., Aguilar-Gonzalez, M. A., Martínez-Ávila, C., Rodríguez-Herrera, R., & Aguilar, C. N. "Rhodotorula glutinis as source of pigments and metabolites for food industry." Food Bioscience 5. 2014: 64-72. doi:10.1016/j.fbio.2013.11.007
38. Красінько В.О. Основи екобіотехнології: Конспект лекцій для студ. Напрямку 6.051401 «Біотехнологія» ден. та заоч. форм навч. К.: НУХТ, 2011. 143 с.

- 39.Грегірчак Н.М. Мікробіологія харчових виробництв: Лаборатор. Практикум. К.: НУХТ, 2009. 302 с.
- 40.Пирог Т.П. Загальна мікробіологія./ Т.П. Пирог. К.:НУХТ, 2010. 632 с.

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Карта постадійного контролю

Номер контрольної точки та назва стадії	Об'єкт контролю і показник, що визначається	Засоби та методи контролю	Періодичність перевірки та порядок відбору проб	Нормативна характеристика показника, що визначається
Кт 1.2 Очищення від пилу і механічних часточок	Повітря на виході з фільтра грубого очищення, ступінь очищення, перепад тисків	Манометр, перевірка ступеня очищення згідно паспорту фільтра	Після очистки повітря у фільтрі грубого очищення	E = 80 %, тиск згідно паспорту
Кт 1.3 Стиснення повітря	Повітря на виході з фільтра, ступінь очищення, перепад тисків	Манометр, перевірка ступеня очищення згідно паспорту фільтра	Після очистки повітря у фільтрі грубого очищення	P=0,35–0,5 МПа t=200 °C
Кт 1.4 Охолодження та видалення вологи	Охолоджене повітря	Термометр технічний	Під час проведення операції	t = 25-40°C W=50-70°
Кт 1.5 Стабілізація та нагрівання	Нагріте повітря, температура	Термометр технічний	Після нагрівання повітря	t = 60 °C
Кт 1.6 Очищення в головному фільтрі	Очищене повітря	Перевірка ступеня очищення	Під час проведення операції 1 раз на тиждень	E = 99,92 %

Кт, Км 4.2.1 Приготування та стерилізація композиції А	Композиція А, температура, час, тиск, стерильність	Манометр технічний, годинник, мікробіологічни й контроль	Тиск визначається безперервно під час стерилізації, мікробіологічний контроль після стерилізації	P = 0,05 МПа t = 112 °С τ = 30 хв Відсутність мікробіоти
Кт, Км 4.2.2 Приготування та стерилізація композиції Б	Композиція Б, температура, час, тиск, стерильність	Манометр технічний, годинник, рН- метр, мікробіологічни й контроль	Тиск визначається безперервно під час стерилізації, мікробіологічний контроль після стерилізації	P = 0,15 МПа t = 131 °С τ = 60 хв Відсутність мікробіоти
Кт, Км 4.3.1 Приготування та стерилізація композиції А	Композиція А, температура, час, тиск, стерильність	Манометр технічний, годинник, мікробіологічни й контроль	Тиск визначається безперервно під час стерилізації, мікробіологічний контроль після стерилізації	P = 0,05 МПа t = 112 °С τ = 30 хв Відсутність мікробіоти
Кт, Км 4.3.2 Приготування та стерилізація композиції Б	Композиція Б, температура, час, тиск, стерильність	Манометр технічний, годинник, рН- метр, мікробіологічни й контроль	Тиск визначається безперервно під час стерилізації, мікробіологічний контроль після стерилізації	P = 0,15 МПа t = 131 °С τ = 60 хв Відсутність мікробіоти
Кт, Км 4.4.1 Приготування та стерилізація композиції А	Композиція А, температура, час, тиск, стерильність	Манометр технічний, годинник, мікробіологічни й контроль	Тиск визначається безперервно під час стерилізації, мікробіологічний контроль після стерилізації	P = 0,05 МПа t = 112 °С τ = 30 хв Відсутність мікробіоти
Кт, Км 4.4.2 Приготування та стерилізація композиції Б	Композиція Б, температура, час, тиск, стерильність	Манометр технічний, годинник, рН- метр, мікробіологічни й контроль	Тиск визначається безперервно під час стерилізації, мікробіологічний контроль після стерилізації	P = 0,15 МПа t = 131 °С τ = 60 хв Відсутність мікробіоти
Кт, Км 4.5.1 Приготування та стерилізація композиції Б	Композиція Б, температура, швидкість перемішування, стерильність	Манометр технічний, мікробіологічни й контроль	Мікробіологічни й контроль після операції	t = 40 °С W=50об/хв Відсутність мікробіоти
Кт, Км 4.5.3 Стерилізація	Композиція Б, температура,	Манометр технічний,	Тиск визначається	P = 0,15 МПа t = 130 °С

композиції А та композиції Б в УБС	час, тиск, стерильність	годинник, рН-метр, мікробіологічний контроль	безперервно під час стерилізації, мікробіологічний контроль після стерилізації	$\tau = 120$ хв Відсутність мікробіоти
Кт, Км 5.1 Підтримання колекційної культури	Температура, час, мікробіологічна чистота	Термометр технічний, годинник, мікробіологічний контроль	Температура визначається безперервно під час збереження, мікробіологічний контроль після збереження	$t = 4^{\circ}\text{C}$ 2-3 місяці відсутність сторонньої мікробіоти
Кт, Км 5.2 Одержання робочої культури на агаризованому середовищі	Тривалість культивування, температура, мікробіологічна чистота	Термометр технічний, годинник, мікробіологічний контроль	Температура визначається безперервно під час культивування, мікробіологічний контроль після культивування	$t = 30^{\circ}\text{C}$, $\tau = 120$ год, відсутність сторонньої мікробіоти
Кт, Км 5.3 Вирощування культури на агаризованому середовищі	Тривалість культивування, температура, мікробіологічна чистота	Термометр технічний, годинник, мікробіологічний контроль	Температура визначається безперервно під час культивування, мікробіологічний контроль після культивування	$t = 30^{\circ}\text{C}$, $\tau = 120$ год, відсутність сторонньої мікробіоти
Кт, Км 5.4 Вирощування в колбах на качалках	Посівний матеріал, тривалість вирощування, температура, швидкість перемішування, мікробіологічна чистота культури	Термометр технічний, годинник, мікробіологічний контроль	Температура, час і кількість обертів мішалки визначається безпосередньо під час виробничого процесу.	$t = 30^{\circ}\text{C}$, $\tau = 120$ год, 150 об/хв, Відсутність сторонньої мікробіоти
Кт, Км, 5.5 Вирощування в інокуляторі 40л	Посівний матеріал, тривалість вирощування, температура, швидкість перемішування, мікробіологічна чистота культури	Термометр технічний, годинник, рН - метр, мікробіологічний контроль	Температура, час і кількість обертів мішалки визначається безперервно під час виробничого процесу.	$t = 30^{\circ}\text{C}$, $\tau = 120$ год, 150 об/хв, рН6.6, Відсутність сторонньої мікробіоти
Кт, Км, 5.6 Вирощування в інокуляторі 400л	Посівний матеріал, тривалість вирощування,	Термометр технічний, годинник, рН - метр	Температура, час і кількість обертів мішалки визначається	$t = 30^{\circ}\text{C}$, $\tau = 120$ год, 150 об/хв, рН6.6,

	температура, швидкість перемішування, мікробіологічна чистота культури	мікробіологічний контроль	безперервно під час виробничого процесу.	Відсутність сторонньої мікробіоти
Кт, Км, 5.7 Вирощування в інокуляторі 3200 л	Посівний матеріал, тривалість вирощування, температура, швидкість перемішування, мікробіологічна чистота культури	Термометр технічний, годинник, рН - метр мікробіологічний контроль	Температура, час і кількість обертів мішалки визначається безперервно під час виробничого процесу.	t = 30°C, τ = 120 год, 150 об/хв, рН6.6, Відсутність сторонньої мікробіоти
Кт, Км, 6.1 Виробниче культивування	Культуральна рідина, температура, тривалість культивування, мікробіологічна чистота культури, концентрація біомаси	Термометр технічний, годинник, мікробіологічний контроль, непрямий метод визначення біомаси за оптичною густиною	Температура, час і кількість обертів мішалки визначається безперервно під час виробничого процесу. Відбір проб культуральної рідини – кожні 4 год	t = 30 °C, τ = 120 год, 300 об/хв., рН6.6, Конц. кл. =13,95г/л Відсутність сторонньої мікробіоти