

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
факультет фармацевтичних технологій та менеджменту
кафедра біотехнології**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ЛІПІДІВ
МІКРОБНОГО ПОХОДЖЕННЯ»**

Виконав : здобувач вищої освіти 4 курсу, гр. БТб19(3,10д)-01
спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія
освітньої програми Біотехнологія

Катерина БОРИСОВА

Керівник: Доцент закладу вищої освіти кафедри біотехнології,
к.фарм.н, с.н.с. Наталія ДВІНСЬКИХ

Рецензент: Доцент закладу вищої освіти кафедри технологій
фармацевтичних препаратів, к.фарм.н, доцент Ірина САЙКО

АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі, присвяченій удосконаленню виробництва ліпідів мікробного походження у вигляді біожиру технічного у бідонах по 20 кг, запропоновано на стадії отримання засівних дріжджів замінити малий дріжджоростильний апарат об'ємом 5 м³ на сучасний апарат вдвічі більшого об'єму, що дозволяє інтенсифікувати процес підготовки посівного матеріалу, підвищити якість готового продукту та збільшити об'єм річного виробництва. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, десяти розділів, графічних матеріалів, висновку, списку використаної літератури із 24 найменувань та додатків. Загальний обсяг роботи - 101 сторінка, 15 рисунків, 21 таблиць, 4 креслень формату А1.

Ключові слова: мікробні ліпіди, дріжджі *Lipomyces lipoferus*, гідролізат торфу, дріжджоростильний апарат, культивування.

ANNOTATION

In the qualification work devoted to the improvement of the production of lipids of microbial origin in the form of technical biofat in 20 kg barrels, it is proposed to replace the small yeast-style apparatus with a volume of 5 m³ at the stage of obtaining seed yeast with a modern apparatus of twice the volume, which allows to intensify the process of preparation of seed material, improve the quality of the finished product and increase the volume of annual production. The qualification work consists of an introduction, ten chapters, graphical materials, a conclusion, a list of used literature from 24 items and appendices. The total volume of work is 101 pages, 15 figures, 21 tables, 4 A1 format drawings.

Key words: microbial lipids, *Lipomyces lipoferus* yeast, peat hydrolyzate, yeast culture apparatus, cultivation.

<i>Найменування виробу, об'єкту</i>	<i>Найменування документу</i>	<i>Формат</i>	<i>Кількість листів</i>	<i>Примітка</i>
	<u>Документація загальна</u>			
	<i>Завдання</i>	<i>A4</i>	<i>1</i>	
	<i>Пояснювальна записка</i>	<i>A4</i>	<i>101</i>	
	<u>Конструкторські документи</u>			
<i>Виробництво</i>	<i>Технологічна схема</i>	<i>A1</i>	<i>1</i>	
<i>мікробних ліпідів</i>				
<i>Те ж</i>	<i>Апаратурна схема</i>	<i>A1</i>	<i>2</i>	
<i>Дріжджоростильний</i>	<i>Креслення загального вигляду</i>	<i>A1</i>	<i>1</i>	
<i>апарат 10 мЗ</i>	<i>апарату</i>			
	<u>Проектна документація для</u>			
	<u>будівництва</u>			
<i>Цех з виробництва</i>	<i>План цеху</i>	<i>A1</i>	<i>1</i>	
<i>мікробних ліпідів</i>				
	<u>Плакати</u>			
<i>Економічні показники</i>	<i>Таблиця</i>	<i>A1</i>	<i>1</i>	

					162.01.01.00 000 ВР						
Змн	Арк	№ докум.	Підпис	Дата	Удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження			Лист	Арк	Аркушів	
Розроб.		Борисова К.В.									
Перев.		Двінських Н.В.							1	1	
Н. контр.					Відомість роботи			НФаУ кафедра БТ			
Утв.		Хохленкова Н.В.									

ЗМІСТ

Вступ.....	3
1 Маркетингові дослідження.....	6
2 Аналітичний огляд.....	12
3 Характеристика готового продукту, сировини, матеріалів, напівпродуктів.....	26
4 Технологічні розрахунки.....	33
5 Схеми виробництва та опис технологічного процесу.....	48
6 Контроль якості виробництва	72
7 Автоматизація технологічного процесу	78
8 Забезпечення якості виробництва згідно вимог НАССР.....	80
9 План цеху із компонуванням обладнання.....	85
10 Економічна частина.....	87
Висновок.....	98
Література.....	99

					162.01.01.00 000 ПЗ			
Змн..	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Борисова К.В.				Удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Двінських Н.В.						2	101
Н. контр.					Пояснювальна записка	НФаУ Кафедра біотехнології		
Затвердив	Хохленкова Н.В.							

ВСТУП

Актуальність теми. Ліпіди користуються великим попитом у виробництві продуктів харчування, харчових добавок, миючих засобів, мастильних матеріалів і біопалива. Різне насіння, отримане від олійних рослин, традиційно екстрагується для отримання ліпідів. Зі збільшенням населення та зменшенням кількості придатних для обробки земель традиційні методи виробництва ліпідів самі по собі не зможуть задовольнити зростаючий попит. [1, 2]

Ліпіди, вироблені з використанням різних мікробних джерел, вважаються стійкою альтернативою ліпідам рослинного походження. Різні мікроорганізми, що належать до родів водоростей, бактерій, дріжджів, грибів або мікроорганізмів морського походження, мають здатність накопичувати ліпіди у своїх клітинах. Для культивування цих організмів використовуються різноманітні технології мікробного виробництва, щоб бути конкурентоспроможними з ліпідами рослинного походження.

Серед біотехнологічних способів найвищий вихід ліпідів забезпечує культивування дріжджів роду *Lipomyces lipoferus* на гідролізатах торфу, що є дешевим і відновлюваним сировинним ресурсом, з подальшим виділенням ліпідів з клітинної маси одним з методів екстракції: в неполярному розчиннику (бензині або ефірі), в суміші хлороформ:метанол, сумішшю розчинників з низькою токсичністю гексан:ізопропанол, чистими спиртами тощо.

У зв'язку з цим удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження на стадії отримання засівних дріжджів шляхом заміни малого дріжджоростильного апарата на апарат вдвічі більшого об'єму та сучасної енергоємної конструкції є актуальним, тому що дозволить збільшити обсяги виробництва біожиру технічного та зменшити його собівартість.

Мета роботи - удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження шляхом впровадження сучасного дріжджоростильного апарату

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						3
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для отримання засівних дріжджів, який має вдвічі більший об'єм, що дозволить інтенсифікувати процес підготовки посівного матеріалу та збільшити кількість серій продукту за рік.

Завдання для досягнення мети наступні:

- провести огляд джерел літератури з питання виробництва та застосування ліпідів одноклітинних організмів;
- обґрунтувати доцільність та перспективи виробництва мікробних ліпідів;
- визначити основних продуцентів мікробних ліпідів, розглянути їх характеристики і особливості культивування;
- розглянути та проаналізувати відомі технологічні процеси отримання ліпідів мікробним синтезом;
- розглянути сировинну базу для культивування продуцентів ліпідів;
- розробити технологічну та апаратурну схеми виробництва;
- провести аналіз обладнання для отримання біожиру технічного, здійснити технологічні, конструктивні та інші розрахунки;
- визначити операцію та обладнання, оновлення якого дозволить удосконалити процес, зробити його більш сучасним та ефективним, збільшити дохід та рентабельність продукту;
- на основі вивчення ринку обладнання запропонувати заміну одного з ключових апаратів для досягнення мети проекту;
- провести техніко-економічні розрахунки проекту.

Об'єктом роботи є Біожир технічний у бідонах по 20 кг, що виробляється на вітчизняному підприємстві ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів», м. Люботин, Харківська обл.

Предметом роботи є вивчення технології отримання ліпідів шляхом мікробного синтезу при культивуванні дріжджів *Lipomyces lipoferus* на гідролізатах торфу та удосконалення виробництва за рахунок переоснащення операції отримання засівних дріжджів.

Методи, використані в роботі: літературно-аналітичний, математичний, порівняльний, графічний.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Практичне значення отриманих результатів. Заміна наявного на дільниці малого дріжджоростильного апарату для отримання засівних дріжджів, який мав застарілу конструкцію та недостатній об'єм, на апарат вдвічі більшого об'єму дозволить вдвічі скоротити час заповнення великого виробничого дріжджоростильного апарату. Ця інтенсифікація процесу приведе збільшення кількості серій продукту за рік: замість 500-550 серій отримувати близько 1000. Використання нового апарату сучасної енергоємної конструкції дозволить також зменшити кількість днів простою через проведення ремонтних робіт застарілого апарату та зменшити кількість персоналу для обслуговування, рівень керованості апаратом зменшить технологічні втрати та забезпечить більше та скоріше накопичення біомаси, енергоємність нового обладнання приведе до зменшення енергоспоживання.

Отже, запропоноване переоснащення сприятиме отриманню більш якісного цільового продукту, підвищенню продуктивності та економічності технологічного процесу.

За темою роботи опубліковано тези:

Двінських Н.В. Продуценти мікробних ліпідів / Двінських Н.В., Хохленкова Н.В., Борисова К.В. // Сучасні досягнення фармацевтичної технології : матеріали X міжнар. наук.-практ. конф., присвяч. 60-річчю з дня народж. д-ра фармацевт. наук, проф. Гладуха Євгенія Володимировича, м. Харків, 10-11 трав. 2023 р. – Харків : НФаУ, 2023. – С. 246-247.

Борисова К.В. Актуальність отримання ліпідів мікробного походження / Борисова К.В., Двінських Н.В., Азаренко Ю.М. // Проблеми та досягнення сучасної біотехнології: матеріали III міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (24 березня 2023 р., м. Харків). – Електрон. дані. – Х. : НФаУ, 2023. – С. 159-160.

Основні положення робіт доповідались на XXIX Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених та студентів «Актуальні питання створення нових лікарських засобів», 19-21 квітня 2023 р., м. Харків. Тема доповіді: «Сучасні способи отримання мікробних ліпідів»

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 МАРКЕТИНГОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Мікробні олії, також відомі як олії одноклітинних організмів, мають багато переваг порівняно з ліпідами рослинного походження, такі як коротший життєвий цикл, менша потреба в роботі, незалежність від сезону та клімату, відсутність використання орних земель та легкість масштабування. [1-3]

В організмі людини жири виконують важливі функції, завдяки чому їх відносять до основних харчових речовин. Вони необхідні організму так само, як білки і вуглеводи, так як є носіями незамінних речовин. Насамперед, вони мають високу енергетичну цінність, перевищуючи енергію білків та вуглеводів більш ніж удвічі. В організмі завжди має бути певний запас жирів. При їх нестачі організм починає переробляти білки та вуглеводи, внаслідок чого уповільниться розвиток організму загалом. Жири беруть участь у пластичних процесах, вони необхідні для нормального засвоєння жиророзчинних вітамінів – ретинолу (вітаміну А), ергокальциферолу (вітаміну В2), токоферолу (вітаміну Е), філлохінонів (вітаміну К), деяких мікроелементів, наприклад кальцію та магнію. [2-4]

Вони підвищують смакові якості їжі, викликають почуття тривалої насичуваності. Завдяки тонкій жировій плівці волосся виглядає блискучим і здоровим, а шкіра ніжною і пружною. Жири є обов'язковою складовою повноцінного харчового раціону людини. Безжирове харчування або тривале обмеження жирів у харчуванні може завдати шкоди організму, що виражається у порушенні функції нервової системи, нирок, органів зору. Крім цього змінюється хімічний склад тканин, виникають захворювання шкіри, знижується фізична активність організму та його опірність хворобам, коротшає тривалість життя. [2-4]

Поряд із споживанням величезної кількості жирів для харчових цілей значна їх частина використовується і в різних галузях промисловості

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(медична, хіміко-фармакоцевтична, лакофарбова, шинна, виробництво мила, лакофарбова, мастила, металургія тощо) (рис. 1.1).

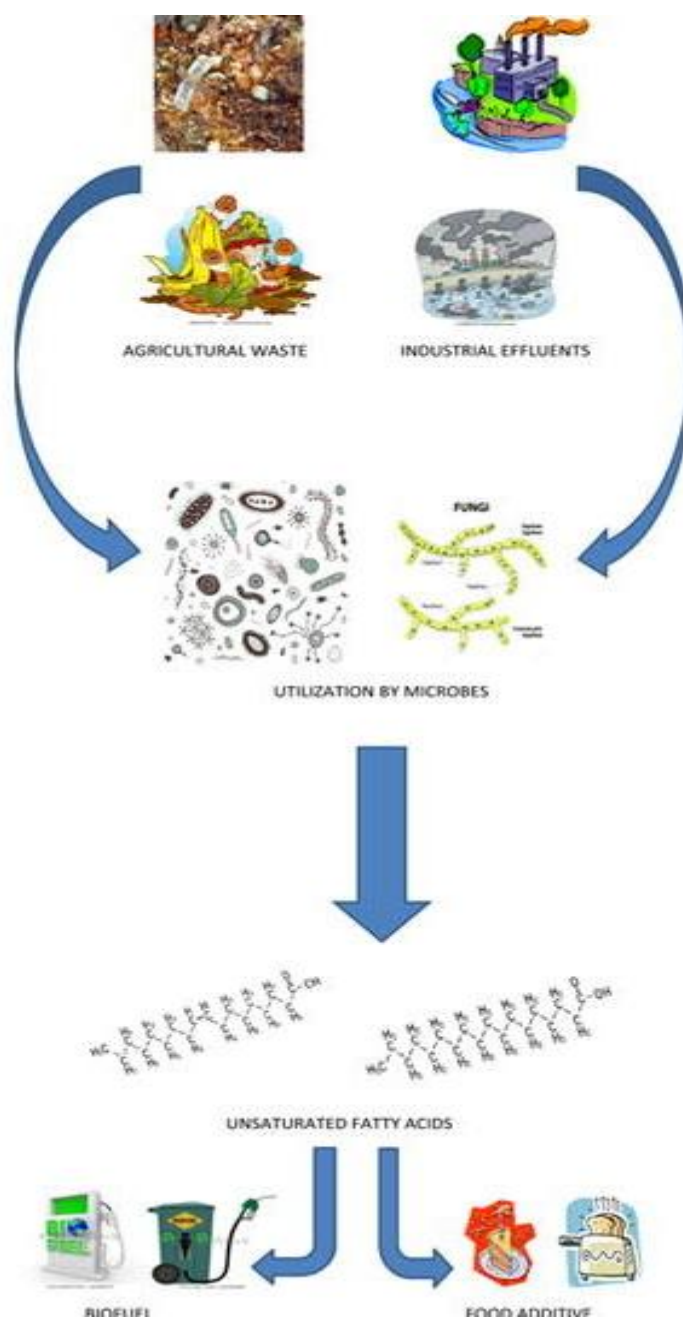


Рис. 1.1 – Отримання та використання мікробних ліпідів.

Продуктовані мікроорганізмами ліпіди накопичуються всередині клітини у вигляді запасних гранул. Вимоги при відборі продуцентів ліпідів ті ж, що і для продуцентів білка, тільки замість білка в клітині повинні накопичуватися ліпіди. Крім того, ряд продуцентів на відміну від продуцентів білка (зокрема, дріжджів) вимагають асептичних умов при вирощуванні.

Виробництво ліпідів за допомогою мікроорганізмів можливо за двома напрямками: спеціалізоване виробництво, засноване на направленому біосинтезі ліпідів мікробною клітиною, і отримання відходу виробництва у вигляді мікробного жиру при виробництві кормових дріжджів. [2-4]

У виробництві, де головним цільовим продуктом є мікробні ліпіди, в якості продуцентів використовують дріжджі родів *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Lypomyces*, *Candida*. Серед цієї групи дріжджів найбільшу продуктивність мають види: *Cryptococcus terricolus*, *Rhodotorula gracilis*, *R. glutinis*, *Lypomyces starkeyi*, *L. lipoferus* та ін. Мікроорганізми вирощуються при мінімальному азотистому харчуванні. У цьому випадку вони накопичують значні кількості (від 35 до 55% від сухої маси клітини) ліпідів, склад яких залежить від використовуваного джерела вуглецю. У ліпідну фракцію входять фосфоліпіди, стерини, вільні жирні кислоти, моно-, ди- і тригліцериди, стеринові ефіри і воски. [1, 2, 5]

Ліпіди витягують екстракцією, а біомасу, яка залишилася, використовують як білкову добавку в корми тварин, проте вміст білка в ній в 1,5-2,0 рази менше, ніж у звичайних кормових дріжджах.

Джерелом отримання ліпідів може бути біомаса дріжджів (в основному роду *Candida*), що накопичується при виробництві білкових речовин, але містить підвищену кількість жирів, які витягують екстракцією розчинниками.

При вирощуванні кормових дріжджів на середовищах з підвищеними концентраціями парафінів, на дизельному паливі в біомасі дріжджів накопичується значна кількість ліпідів, які є небажаним компонентом в готовому продукті, так як вони викликають його прогоркання при зберіганні. Тому ліпіди з кормових дріжджів екстрагують, відпрацьовані дріжджі висушують, а жири звільняють від розчинника і направляють на подальшу переробку.

Значна кількість рослинних і тваринних жирів витрачається на технічні потреби. Заміна харчових жирів мікробними дасть помітний економічний ефект.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

В даний час ведуться пошуки нових джерел отримання ліпідів, в тому числі і на технічні потреби. Цим джерелом можуть стати мікроорганізми, ліпіди яких після відповідної обробки (рис. 1.2) придатні для використання в різних галузях промисловості, що дозволить вивільнити значні кількості масел тваринного і рослинного походження [4].

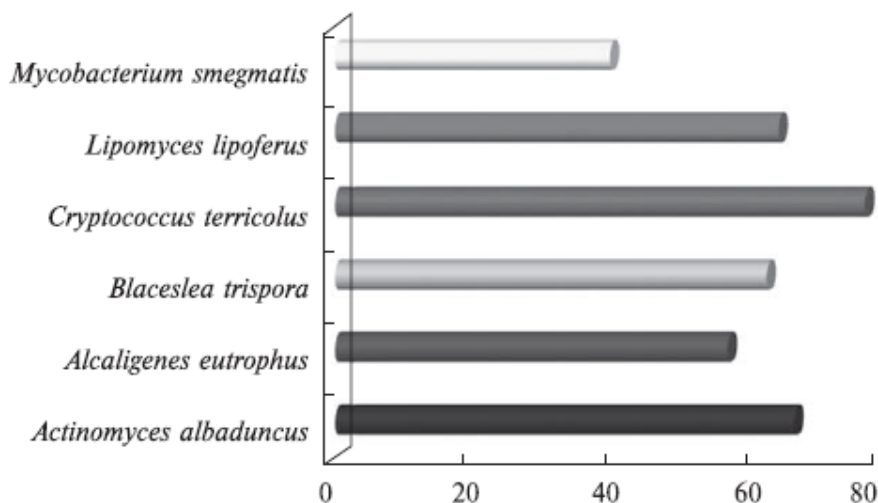


Рис. 1.2 – Загальний вміст ліпідів у деяких мікроорганізмів. По горизонталі – концентрація ліпідів у % від СРВ (сухих речовин клітини).

Ряд мікроорганізмів, що належать до родів дріжджів, грибів, бактерій і мікроводоростей, здатні накопичувати значну кількість олії, іноді навіть понад 70% ваги їхньої біомаси за певних умов культивування. Усереднений фракційний склад ліпідів мікроорганізмів наведений на рис. 1.3.

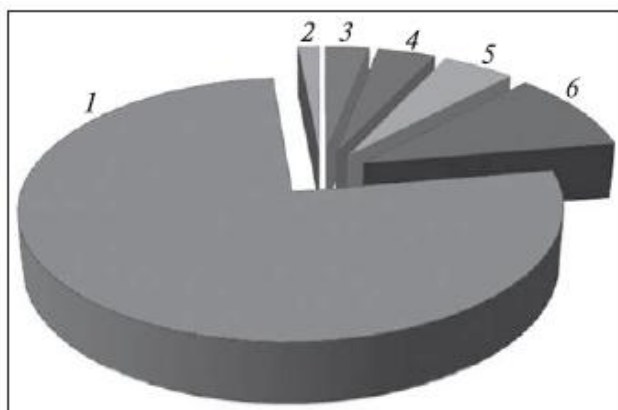


Рис. 1.3 - Усереднений фракційний склад ліпідів мікроорганізмів: 1- тригліцериди, 75 %; 2 - стерінові ефіри і воски, 2 %; 3 - фосфоліпіди, 3 %; 4 - стерини, 4,%; 5 - моно- і діацилгліцериди, 5 %; 6 - вільні жирні кислоти, 10 %.

Протягом майже 100 років безперервно досліджувалися комерційні можливості використання мікроорганізмів як джерел олії. Хоча було очевидно, що мікробні олії ніколи не зможуть комерційно конкурувати з основними товарними рослинними оліями, існували комерційні можливості для виробництва деяких високоцінних олій. Сьогодні, з великим прогресом метаболічної та генної інженерії, розробки зосереджені на високоцінних оліях, що містять важливі поліненасичені або специфічні жирні кислоти. Такі олії мають потенціал для використання в різних сферах застосування, як харчові продукти, корми та олеохімія. [3-5, 9]

Не знайдено даних про окреме виробництво мікробного жиру в Україні, але як побічне є таке виробництво на підприємствах з виробництва кормових дріжджів. Серед крупніших підприємств:

- «Ензим» (м. Львів) займається виготовленням пресованих та сухих хлібопекарських дріжджів, добавок для хлібопекарського та кондитерського виробництва, активних кормових дріжджів. Компанія займає близько 60% українського ринку дріжджів. 40% продукції відправляє на експорт до 16 країн світу. [6]
- «Караванський завод кормових дріжджів» (Харківська обл.) здійснює виробництво кормових добавок, які відповідають найвищим стандартам якості. Це підприємство виготовляє натуральні кормові дріжджі за ТУ. Виробничі потужності компанії знаходяться в Харкові, поруч зі спиртозаводом. Завдяки цьому спиртова барда, яка є головною сировиною для створення кормових дріжджів, надходить безпосередньо зі спиртзаводу. [7]
- ТОВ «СІВЕР-АГРО» (м. Чернігів) є вітчизняним виробником високоякісних кормових добавок для сільськогосподарських тварин. Основним напрямком діяльності компанії є виробництво кормових дріжджів. [8]

Саме ці підприємства на даний час є перспективними щодо отримання мікробних ліпідів.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Отже, виробництво мікробного жиру або мікробних ліпідів є перспективним напрямком для біотехнологічної галузі України, яке має високий потенціал через наявність сировинних джерел й промислових потужностей та ненасиченість ринку України.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД

2.1 Передумови отримання мікробних ліпідів

З нинішнім зростанням населення світу однією з головних проблем є те, як прогодувати 10 мільярдів людей у всьому світі до 2050 року. Але що важливіше, постає питання, як можна зробити це стабільно, ефективно та безпечно, одночасно вирішуючи проблеми зміни клімату та надлишкового утворення парникових газів, а також втрат лісів і біорізноманіття.

З початку пандемії COVID-19 на початку 2020 року ціни на продукти харчування значно зросли, що призвело до зростання бідності, особливо в нерозвинених і слаборозвинених країнах. Продовольча та сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй (ФАО) повідомила, що світові ціни на продукти харчування зросли в травні 2021 року найшвидшими місячними темпами за понад десять років (Глобальний індекс цін на продовольство ФАО, звіт, 3 червня 2021 р., Рим). Хоча наразі їжі достатньо для приблизно семи мільярдів людей на планеті Земля, через бідність і нерівний розподіл багатства майже мільярд людей голодують або недоїдають. [3]

Зростання населення, зміна клімату та дефіцит їжі призвели до збільшення попиту на альтернативні джерела ліпідів для задоволення наших потреб у їжі та енергії. Олійні мікроорганізми, такі як дріжджі, бактерії, мікроводорості, гриби та траустохітриди, є хорошими ресурсами для виробництва ліпідів. [1, 3-5]

2.2 Класифікація ліпідів

Ліпіди - це різноманітна і поширена група сполук, що виконують безліч ключових біологічних функцій. Вони є структурними компонентами клітинних мембран, слугують джерелами накопичення енергії та беруть участь у сигнальних шляхах.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Різноманітність функції ліпідів відображається величезними варіаціями в структурі молекул ліпідів. На відміну від випадку з генами та білками, які в основному складаються з лінійних комбінацій відповідно 4 нуклеїнових кислот та 20 амінокислот, ліпідні структури, як правило, набагато складніші через кількість різних біохімічних перетворень, що відбуваються під час їх біосинтезу. Цей рівень різноманітності робить важливим розробку всебічної класифікації, номенклатури та системи подання хімічних речовин для розміщення незліченних ліпідів, що існують у природі.

Ліпіди розділені на вісім категорій: жирні ацили, гліцероліпіди, гліцерофосфоліпіди, сфінголіпіди, сахароліпіди та полікетиди (отримані в результаті конденсації кетоацильних субодиниць); і ліпіди стеролу та ліпіди пренолу (отримані в результаті конденсації субодиниць ізопрену) (рис. 2.1).

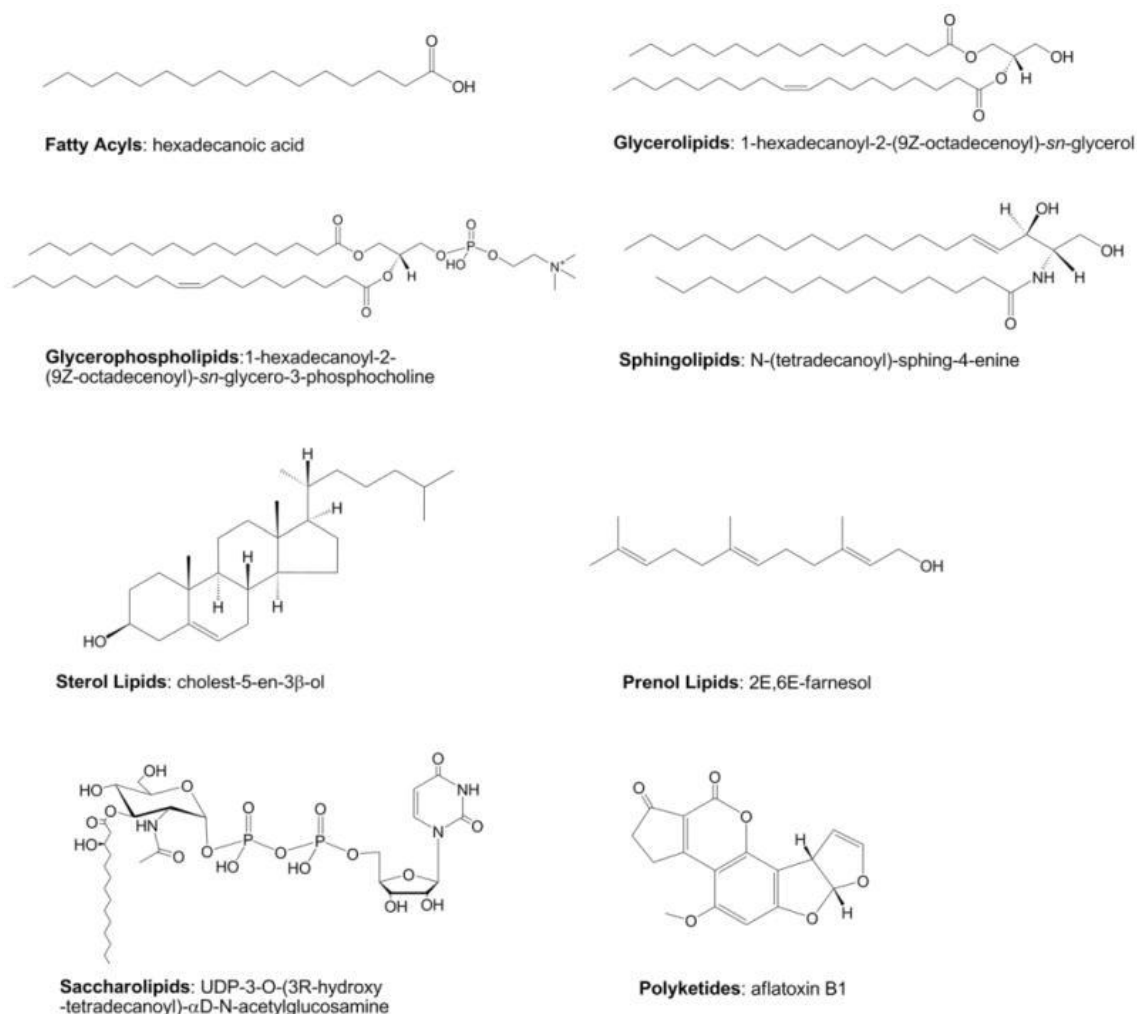


Рис. 2.1 - Категорії ліпідів.

Незважаючи на всю різноманітність, в цілому ліпіди побудовані за єдиним принципом і складаються з трьох фрагментів: гідрофобної, гідрофільної і сполучної ланки. Гідрофобна частина представлена вуглеводневими фрагментами карбонових кислот. Гідрофільна частина може включати в себе залишки фосфорної кислоти (фосфоліпіди), азотистих основ (фосфатиди) або вуглеводів (цереброзидів, гангліозидів). Роль сполучної ланки виконують зазвичай складноефірні або амідні групи. Таким чином, ліпіди в різній мірі володіють біфільністю, тобто спорідненістю до полярної і неполярної фази. Характер цієї спорідненості визначається співвідношенням гідрофільної і гідрофобної частин ліпіда. Так, триацилгліцериди, практично не мають гідрофільної частини, переважно концентруються в безводній фазі. Фосфоліпіди і фосфатиди мають в своєму складі більшу кількість гідрофільних груп, внаслідок чого здійснюють свої функції на межі розділу фаз. [1-3]

2.3 Особливості синтезу мікробних ліпідів

Мікробні олії виробляються олійними мікроорганізмами, які визначаються як ті, що здатні виробляти та накопичувати понад 20% ліпідів на основі сухої маси. Ці мікробні масла можуть стати значним джерелом їжі в майбутньому або вивільнити олії рослинного походження від використання їх на технічні цілі. [3-5]

Важливо зазначити, що здатність еукаріотичних мікроорганізмів, таких як дріжджі та гриби, синтезувати та зберігати ліпіди у своїх клітинах, не є повсюдною. Наприклад, лише від 20 до 30 олійних видів дріжджів із понад 600 ідентифікованих видів можуть накопичувати триацилгліцериди. Накопичення олії в олійних мікроорганізмах зазвичай відбувається під час росту, коли основна поживна речовина (переважно азот як необхідна поживна речовина для синтезу білків і нуклеїнових кислот) у середовищі росту вичерпується. У цьому стані клітини залишаються життєздатними та починають перетворювати джерела вуглецю в середовищі (наприклад,

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

моносахариди, такі як глюкоза) на жирні кислоти, триацилгліцериди та/або фосфоліпіди. У деяких мікроорганізмів, таких як олійні дріжджі та мікроводорості, кількість накопичених триацилгліцеролів у клітинах досягає 70% їхньої біомаси.

Різні штами дріжджів використовують ті ж джерела сировини, що і для отримання кормового білка, причому від цінності вуглецевого харчування залежать вихід біомаси, кількість і склад ліпідів, що синтезуються. Для забезпечення спрямованого біосинтезу ліпідів в живильному середовищі використовуються джерела азоту, що легко асимілюються.

На зсув біосинтезу у бік утворення ліпідів чи білка впливає співвідношення вуглецю та азоту серед. Так, підвищення концентрації азоту викликає зниження ліпідоутворення, а недолік азоту при забезпеченості вуглецем веде до зниження виходу білкових речовин та високого відсоткового вмісту жиру. Встановлено, що оптимальне співвідношення N: C тим менше, чим важче доступне для дріжджів джерело вуглецю. Зазвичай для вуглеводневої сировини співвідношення N: C = 1:30, а вуглеводної - 1:40.

Накопичення ліпідів можливе лише за наявності у середовищі фосфору. При його нестачі джерела вуглецю використовуються в повному обсязі, при надлишку - накопичуються неліпідні продукти. На фракційний склад ліпідів зміна вмісту фосфору не впливає.

Вплив інших елементів середовища (мікро- і макроелементів) позначається на інтенсивності зростання дріжджів і швидкості утилізації джерела вуглецю, що впливає на кількість накопичених ліпідів, але не на їх якість.

Багато факторів впливають на кількість і склад накопичення ліпідів у мікроорганізмах, таких як генетичний склад і умови навколишнього середовища під час росту, такі як джерела вуглецю та азоту, рН, температура та вплив природного світла на середовище для вирощування. Досягнення харчової біотехнології, такі як удосконалення технології бродіння, генетична та метаболічна інженерія олійних мікроорганізмів, а також використання

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

недорогих джерел вуглецю, таких як харчові та сільськогосподарські відходи, роблять виробництво ліпідів із використанням мікробних джерел більш можливим. [3-5, 9]

2.4 Історія та перспективи отримання мікробних ліпідів

У той час як багато класичних академічних досліджень мікробних олій датуються 1970-ми роками, перші звіти датуються 1870-ми роками, коли було з'ясовано, що гриб ріжків зберігає 30% своєї біомаси у формі олії. Після цього звіту в середині 1870-х років було виділено та охарактеризовано більше олійних мікроорганізмів, переважно грибів (*Claviceps purpurea*) та дріжджів (*Saccharomyces cerevisiae*).

Протягом 1899–1922 рр., особливо під час Першої світової війни, Ліндер та його команда провели перше серйозне пілотне дослідження в Німеччині щодо виробництва мікробної олії за допомогою *Trichosporon pullulans* і *Torula utilis*. Німецькі вчені залишалися піонерами в цій галузі до кінця Другої світової війни; однак проблеми, пов'язані з масштабуванням і видобутком нафти, призвели до комерційної невдачі проектів з виробництва мікробної нафти. [3-5, 9]

У 1942 році Harter і Witsch повідомили про виробництво олії з мікроводоростей *Pennales spp.*, які могли накопичувати до 50% ліпідів (на суху речовину (СР)) у своїх клітинах. Між 1940-1950-ми роками в багатьох країнах, таких як Великобританія, США, Швейцарія, Югославія та Японія, було проведено більше досліджень щодо комерціалізації мікробних масел. Однак значний розвиток масового виробництва сільськогосподарської продукції, включаючи рослинні олії та великомасштабне виробництво дешевих рослинних олій, таких як соєва олія, призвело до насичення ринку харчової олії та падіння цін, що зробило мікробні олії неекономічними. Важливою подією в 1964 році стало присудження німецькому вченому, професору Мюнхенського університету Ф. Лінену Нобелівської премії з хімії за роботу з біосинтезу жирних кислот у дріжджах. [3-5, 9]

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Питання промислового отримання ліпідів за допомогою мікроорганізмів у останні часи знов набуло активного розвитку. Цьому процесу приділяється пильна увага як у нашій країні, так і зарубежем. Розроблюються технології, за якими мікроорганізми можна використовувати для отримання фосфоліпідів, гліколіпідів, незамінних жирних кислот та препаратів на їх основі, необхідних у медичній практиці, сільському господарстві, харчовій та інших галузях промисловості.

Ряд дріжджів та міцеліальних грибів розглядається як потенційні продуценти ліпідів, у тому числі ліпідів – аналогів деяких типів рослинних олій. У світовій практиці поки що немає виробництв із цільовим призначенням отримання мікробних ліпідів. Однак зміна кон'юнктури на світовому ринку не виключає доцільності організації виділення ліпідів шляхом мікробіологічного синтезу. [3-5, 9-11]

В даний час у невеликих об'ємах одержують ліпіди тільки за допомогою дріжджів, причому ліпіди є побічним продуктом основного виробництва (наприклад, при отриманні білково-вітамінних концентратів на вуглеводнях нафти). Виробництво ліпідів з міцеліальних грибів, а також бактерій, водоростей та найпростіших поки не вийшло за межі лабораторних досліджень. Однією з причин повільного вирішення питань отримання бактеріальних ліпідів слід визнати наявність у їхньому складі сполук, токсичних для макроорганізму. [9-11]

В результаті багаторічних досліджень було з'ясовано, що вміст і склад жирних кислот, отриманих за допомогою мікробного синтезу, може змінюватися залежно від типу процесу та використовуваного субстрату. Основними факторами для оцінки потенціалу мікроорганізму для виробництва біоліпідів є:

- Кількість продукованих ліпідів; чим більше жирів може накопичити мікробна клітина, тим привабливішою вона буде з комерційної точки зору.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Якість жирів; профіль жирної кислоти сильно варіюється від мікроорганізму до мікроорганізму. Деякі гриби та мікроводорості виробляють поліненасичені жирні кислоти з довжиною вуглецевого ланцюга та ступенем ненасиченості, більшими, ніж у рослин.
- Здатність використовувати дешеву сировину: вартість сировини є головним джерелом витрат.

Ці три параметри стали ключовими в останніх дослідженнях виробництва мікробних масел. [3-5, 9]

Вважають, що ліпіди одноклітинних організмів є дуже цікавими біотехнологічними продуктами для застосування у різних галузях промисловості. Проте вартість субстрату, мікробна продуктивність та подальша обробка були визначені як основні проблеми для комерційного виробництва мікробних олій. Для підвищення економічної життєздатності процесу вирішальне значення має використання альтернативних недорогих джерел вуглецю, і великі зусилля спрямовані на підвищення зручності використання таких субстратів у промисловості. [10, 11]

2.5 Продуценти мікробних ліпідів

Розглянемо характеристики основних олійних мікроорганізмів, що становлять інтерес, і одержуваних олій в порівнянні з рослинними оліями.

Дріжджі

Штами дріжджів гетерогенні за ознакою біосинтезу ліпідів. Виявлено штами з підвищеним та зниженим синтезом ліпідів. Типовими ліпідоутворювачами є дріжджі *Cryptococcus terricolus*, які синтезують велику кількість ліпідів (до 60% від сухої маси) у будь-яких умовах культивування. Дріжджі *Candida guilliermondii* синтезують переважно фосфоліпіди, до вмісту майже 20 %. Накопичують великі кількості ліпідів та активно розвиваються на вуглеводних субстратах (на мелясі, гідролізатах торфу та деревини) дріжджі видів *Lipomyces lipoferus* та *Rhodotorula gracilis*. Ці види, на відміну від *Cr. terricolis* відрізняються певною примхою культивування, їх

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

ліпогенез сильно залежить від умов культивування, проте може накопичуватися до 70 % триацилгліцеридів.

У природі найбільш поширені такі ліпідоутворювачі, як *Rhodotorula* та *Pichia*. Вони можуть продукувати ліпіди в межах 30–40 % від сухої речовини клітини (СРК). [9-11]

Візуалізація накопичення ліпідів у ліпідних тілах при зростанні *Yarrowia lipolytica* у середовищі з глюкозою представлена на рис. 2.2. [9]

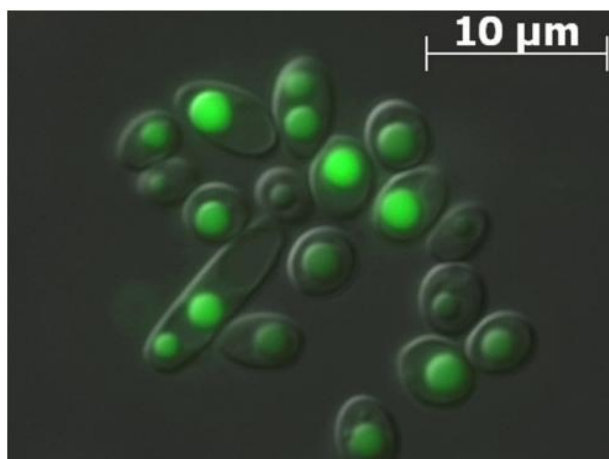


Рис. 2.2 - Накопичення ліпідів у дріжджах.

Маслянисті дріжджі є цікавими мікробними фабриками. Це гетеротрофні мікроорганізми, здатні рости та накопичувати високі рівні ліпідів, більш відомих як олії одноклітинних мікроорганізмів. Їхнє швидке зростання, а також здатність використовувати широкий спектр сировини та їх легке культивування у великих ферментерах роблять їх найкращими кандидатами для процесів біопереробки порівняно з грибами, мікроводоростями та бактеріями. Маслянисті дріжджі накопичують ліпіди у вигляді нейтральних ліпідів у вигляді моноацилгліцеринів, діацилгліцеринів та триацилгліцеридів. В цілому, найбільш поширеними жирними кислотами, що продукуються маслянистими дріжджами, є C16:0 (пальмітинова кислота), C16:1 (пальмітолеїнова кислота), C18:0 (стеаринова кислота), C18:1 (олеїнова кислота) і C18:2 (лінолева кислота, тоді як жирні кислоти, такі як C14:0 (миристонова кислота) і C18:3 (ліноленова кислота), менш поширені. В останні роки гена інженерія зосередилася на виробництві ПНЖК і довголанцюгових жирних кислот, таких як C20:0 (арахідова кислота), C20:4

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

(арахідонова кислота), C22:0 (бегенова кислота) і C24: 0 (лігноцерінова кислота). Крім того, інтерес до цих мікроорганізмів також пов'язаний з їх додатковою здатністю продукувати поліоли, органічні кислоти та каротиноїди [10, 14-16].

Гриби

Ліпідний склад грибів представлений в основному нейтральними жирами та фосфоліпідами. Вихід жирів у *Aspergillus terreus*, наприклад, на вуглеводних середовищах досягає 51% від СРК. Жир грибів за своїм складом близький до рослинного. Нитчасті гриби, такі як *Yarrowia isabellina*, виробляють масла, багаті моно- та поліненасиченими жирними кислотами, вони здатні накопичувати до 80% ліпідів. Як правило, штам використовується для отримання біопалива, але отримані дані, які свідчать, що склад олії змінюється в залежності від умов культивування, тому ці гриби є перспективним «виробником» мікробної олії для харчового використання. Більшість грибів досліджують в основному на предмет продукції особливих ліпідів, таких як докозагексаєнова кислота (ДГК), гамма-ліноленова кислота (ГЛК), ейкозапентаєнова кислота (ЕПК). та арахідонова кислота (АРА). [1, 3, 4, 9]

Бактерії

Бактерії відрізняються специфічністю фракційного складу та різноманітністю складу жирних кислот. Переважно це фосфоліпіди. Мікобактерії містять значну кількість восків, архебактерії – нейтральні ліпіди (ізопропілгліцерінові ефіри). Еубактерії містять жирні кислоти довжиною від 10 до 20 атомів вуглецю. Серед них поширені насичені кислоти. Для актиноміцетів та бацил характерний високий вміст розгалужених жирних кислот (до 80 % від загальної суми жирних кислот).

У порівнянні з іншими мікроорганізмами, регуляція багатьох генів механізми синтезу жирних кислот у бактерій вже зрозумілі. Таким чином, відносно легко використовувати технології біологічної інженерії, генної інженерії та метаболічної інженерії для модифікації бактерій для покращення

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

накопичення жиру. Є дані, що метаболічно модифікована *Escherichia coli* здатна виробляти біодизель безпосередньо, а концентрація складних ефірів жирних кислот від 0,7 г/л до 3,8 г/л була досягнута шляхом періодичної ферментації з підживленням з використанням відновлюваних джерел вуглецю (Kalscheuer, et al., 2006 рік; Стін та ін., 2010; Чжан та ін., 2012). Хоча вихід був низьким, це дало нову ідею для виробництва біодизеля. [9, 12]

Водорості

Водорості здатні накопичувати в оптимальних умовах культивування до 85% жиру від СРК. Як і вищі рослини, мікроводорості містять нейтральні та полярні ліпіди. Нейтральні ліпіди складаються в основному зі складних ефірів гліцерину. За сприятливих умов мікроводорості виробляють в основному полярні ліпіди (наприклад, фосфоліпіди).

Мікроводорості, вирощені в потоці стічних вод, використовуються при виробництві біопалива, біогазу та мікробної олії для технічних цілей. Якщо мікроводорості, наприклад виду *Chlorella vulgaris*, культивувати в стерильних умовах, їх можна використовувати у виробництві мікробного масла для харчового застосування. Але мала швидкість росту водоростей не дозволяє широко застосовувати їх у промисловому виробництві.

Мікроводорості та дріжджі

Для подолання недоліків використання водоростей та з урахуванням їх переваг запропоноване спільне культивування мікроводоростей з дріжджами, що мають високу здатність до ліпогенезу, оскільки дріжджі мають низку цінних біотехнологічних характеристик (швидкість росту, використання простих та дешевих субстратів, відсутність токсинів, високий вихід ліпідів, їх цінний склад). Найчастіше використовуються представники так званих «жирових дріжджів», т. е. здатних синтезувати у нормі до 40 % ліпідів.

При такому способі культивування можна досягти синергетичного ефекту: при зростанні дріжджів виділяється вуглекислий газ, який споживається мікроводоростями, а вони, у свою чергу, виділяють кисень для реалізації процесів дихання дріжджів. Також мікроводорості вивільняють

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

органічний вуглець та вторинні метаболіти, які можуть споживати дріжджі, що сприяє накопиченню та зростанню кількості ліпідів.

Мікроорганізми-продуценти унікальних ліпідів

Також можна відмітити, що деякі ліпіди, одержувані з мікроорганізмів, не мають аналогів у рослинних та тваринних клітинах. Наприклад, полігідроксибутират – термопластичний полієфір, який є резервною енергозапасною сполукою і накопичується найрізноманітнішими мікроорганізмами, такими як представники родів *Alcaligenes*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Nocardia*, *Pseudomonas* та *Rhizobium*. В деяких умовах окремі види, зокрема *Alcaligenes eutrophus* і *Azotobacter beijerinckii*, здатні акумулювати цей полімерний матеріал у кількості до 70 % від СРК. Корисні властивості цього полімеру, особливо його схильність до біодеградації, можуть сприяти його застосуванню в ряді галузей.

Продуценти мікробних ліпідів створюються із застосуванням традиційних селекційно-генетичних підходів та ступінчастого відбору на підвищений синтез продукту.

Найбільш перспективними продуцентами для промислового використання є дріжджі, та перспективним напрямком підвищення продуктивності є сумісне використання дріжджів та мікроскопічних водоростей для отримання мікробних ліпідів.

2.6 Сировинні джерела для отримання мікробних ліпідів

Дріжджі здатні використовувати кілька джерел вуглецю для виробництва клітинної маси і ліпідів. Цими джерелами можуть бути глюкоза, ксилоза, гліцерин, крохмаль, гідролізати целюлози, промислові та міські органічні відходи. В усіх випадках накопичення ліпідів відбувається за умов обмежень, викликаних поживними речовинами, відмінними від вуглецю.

Коли в клітинах закінчується ключова поживна речовина, зазвичай азот, надлишок вуглецевого субстрату продовжує асимілюватися клітинами і перетворюватися на запасний жир. Однак клітини перестають

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розмножуватися, азот необхідний біосинтезу білків і нуклеїнових кислот. Ця закономірність спостерігається у накопичуючих ліпіди дріжджів і міцеліальних грибів, хоча вона може бути незастосовна до фотосинтезуючих водоростей або гетеротрофних водоростей. У цих організмів швидкість зростання, ймовірно, нижча за власну швидкість біосинтезу ліпідів.

Істерлінг досліджував вироблення ліпідів дріжджами *R. glutinis* на різних джерелах вуглецю. Найвища продукція ліпідів при 34% триацилгліцеридів (ТАГ) у перерахунку на СРК була виміряна при використанні суміші декстрази та гліцерину. Частка ненасичених жирних кислот ТАГ залежала від джерела вуглецю, з найвищим значенням 53% для гліцерину і найнижчим значенням 25% для ксилози. При використанні сироваткового пермеату для виробництва ліпідів різними штамми дріжджів було виявлено, що *L. starkeyi* ATCC 12659 має найвищий потенціал накопичення ліпідів серед *Apiotrichwn curvatum* ATCC 10567, *Cryptococcus albidus* ATCC 56297 та *L. starkeyi* ATCC 12659. Дріжджі *L. starkeyi* унікальні тим, що вони не можуть повторно використовувати ліпіди, що продукуються ними. [9]

Джерела вуглецю можуть сильно впливати на вироблення та склад жирних кислот у ліпідах грибів через відмінності в їх метаболізмі. Глюкоза, лактоза, крохмалі, олії, кукурудзяний екстракт та сільськогосподарські продукти використовувалися як джерела вуглецю для виробництва ліпідів з грибів. Целюлолітичний гриб *Aspergillus oryzae* A-4 дав вміст ліпідів у 36,6 мг/г сухого субстрату при прямій мікробній конверсії пшеничної соломи. [9, 13]

Мікроводорослі можуть використовувати вуглекислий газ як джерело вуглецю та сонячне світло як енергію для фотоавтотрофної культури або використовувати органічний вуглець як джерело вуглецю замість сонячного світла для гетеротрофної культури. І вони також можуть використовувати світло з органічним вуглецем як додаткові джерела вуглецю для міксотрофної культури. Масштабування автотрофних мікроводоростей є

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

складнішим, оскільки у процесі культивування необхідне світло. Щоб звести до мінімуму витрати, виробництво олії з мікродоростей повинне залежати від вільного сонячного світла, незважаючи на щоденні та сезонні коливання рівня освітленості.

Гетеротрофні мікродорості легко культивуються та контролюються у звичайних ферментерах. Але їм потрібні джерела органічного вуглецю для накопичення олії, що може обмежити застосування таких мікродоростей, що використовуються для виробництва цінних продуктів.

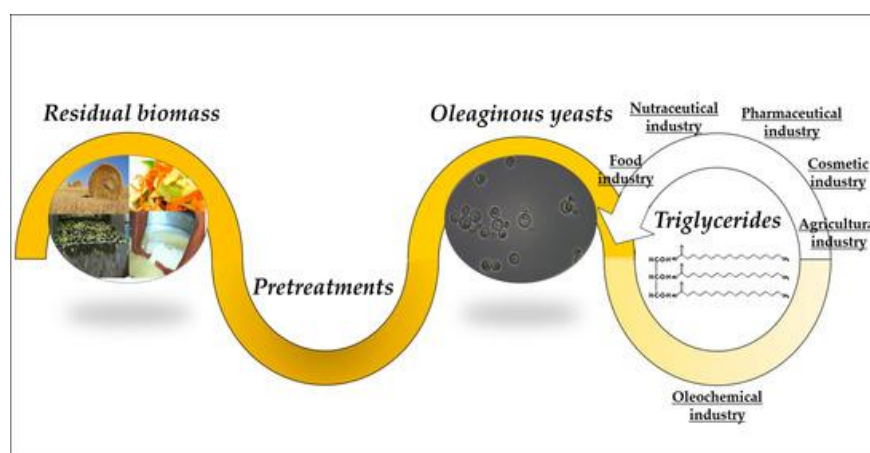


Рис. 2.3 – Схема отримання мікробних ліпідів з відходів біологічного походження за допомогою масляних дріжджів. [10]

2.7 Особливості технологічного процесу отримання мікробних ліпідів

Процес утворення ліпідів у більшості дріжджів складається з двох чітко розмежованих стадій: перша характеризується швидким утворенням білка в умовах рясного постачання культури азотом і супроводжується повільним накопиченням ліпідів (переважно фосфогліцеридів та нейтральних жирів); друга - припинення зростання дріжджів і посиленням накопиченням ліпідів (в основному нейтральних ліпідів).

Механізмів, пов'язаних із прямим перетворенням субстрату на виробництво ліпідів та жирних кислот, по суті, є два: синтез *de novo* та синтез *ex novo*. Синтез *de novo* відбувається, коли мікроорганізм знаходиться в

умовах азотного голодування та надлишку вуглецю. Це призводить до метаболічного перемикання, через що ріст припиняється, сприяючи ліпогенній фазі. Навпаки, синтез *ex novo* відбувається, коли гідрофобні субстрати (містять ЖК, ТАГ, стеринові ефіри тощо) вбудовуються в клітину та використовуються для енергетичних цілей або накопичуються як запасні ліпіди [10, 17].

Технологічний процес отримання мікробних ліпідів, на відміну отримання білкових речовин, обов'язково включає стадію виділення ліпідів з клітинної маси методом екстракції в неполярному розчиннику (бензині або ефірі). При цьому отримують одночасно два готові продукти: мікробний жир (біожир) та знежирений білковий препарат (біошрот). Сировиною для цього процесу є ті ж середовища, що й для виробництва кормової біомаси, що вдвічі вигідніше. [9-11]

В розділі 3 розглянуто та проаналізовано проблеми нестачі харчових продуктів та необхідності в нових альтернативних джерелах ліпідів як харчового, так і інших призначень, розглянуто класифікацію ліпідів, особливості їх мікробного синтезу, історію та перспективи отримання мікробних ліпідів. Охарактеризовано основних продуцентів та визначено перспективність дріжджів як джерел мікробного жиру. Наведено сировинні джерела для вирощування продуцентів ліпідів, проаналізовано основні особливості технологічного процесу отримання мікробних ліпідів. Проаналізовано стратегії метаболізму ліпідів та метаболічної інженерії для покращення кількості накопичених ліпідів або ліпідного профілю, а також економічні фактори, пов'язані з цим виробництвом.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОТОВОГО ПРОДУКТУ, СИРОВИНИ, МАТЕРІАЛІВ, НАПІВПРОДУКТІВ

3.1 Характеристика готового продукту

Продукт «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг виробляється на потужностях ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів». Відповідає вимогам технічних умов, затверджених на підприємстві.

Показники якості продукту наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Показники якості продукту «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг

Показники	Допустимі норми	Методи контролю
1	2	3
Опис	Коричнева або темно-коричнева в'язка майже застигла маса	Візуальний, органолептичний
Вміст розчинника	не більше 0,4 мас.%	Спектрофотометричний
Вологість	до 5%	Ваговий
Густина	890-950 кг/м ³	ДФУ, метод 3
Вміст фосфоліпідів	близько 30%	
Вміст неомилюваних речовин	45%	
Номінальний об'єм	Відхилення номінального обсягу не має перевищувати 2%	Ваговий
Упаковка	По 20 кг у бідонах	
Транспортування	При температурі не вище 25 °С	
Зберігання	У сухому, захищеному від світла місці при температурі не вище 25 °С	
Термін придатності	2 роки	

Такий біожир може бути перероблений з отриманням п'яти продуктів: технологічного мастила на основі ацилгліцеридів; концентрату фосфоліпідів; жирних кислот; ергостерину; убіхінона.

3.2 Характеристика сировини, матеріалів, напівпродуктів

Характеристика сировини для виробництва продукту «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг наведена у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Характеристика сировини, що використовується при виробництві продукту «Біожир технічний»

Найменування	Категорія та номер НТД	Показники НТД, обов'язкові для перевірки	Примітка
1	2	3	4
1. Основна сировина			
Торф	ДСТУ 2043-92	Зовнішній вигляд, масова доля загальної вологи, зольність, механічна міцність	Для приготування гідролізату
Сірчана кислота	ДСТУ ГОСТ 2184:2018	Масова частка моногідрату (H_2SO_4), масова частка вільного сірчаного ангідриду (SO_3), масова частка заліза (Fe), асова частка залишку після прожарювання, масова частка оксидів азоту (N_2O_3), масова частка нітросполук, масова частка миш'яку (As), масова частка хлористих сполук (Cl), масова частка свинцю (Pb), прозорість, колір	Те ж
Вода питна	ДСТУ 7525:2014	Органолептичні показники (запах, смак та присмак, кольоровість, каламутність), рН, сухий залишок, жорсткість, лужність, сульфати, хлориди, залізо, марганець, мідь, цинк, кальцій, магній, натрій, калій, нафтопродукти, феноли, хлорфеноли, мікробіологічні, вірусологічні, паразитологічні, мікологічні	Для приготування гідролізату, розчину кислоти сірчаної, на промивку дріжджів

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4
		показники, рівень токсичності, радіологічна безпека	
Калію дигідрофосфат	ГОСТ 4198-75, ч	Зовнішній вигляд, масова частка: однозаміщеного фосфорнокислого калію (KH_2PO_4), не розчинних у воді речовин, втрат при висушуванні, загального азоту (N), сульфатів (SO_2), хлоридів (Cl), заліза (Fe), важких металів (Pb), миш'яку (As), кальцію (Ca)	Для приготування живильного середовища
Магнію сульфат	ГОСТ 4523-77, ч	Масова частка 7-водного сірчаноокислого магнію ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), нерозчинних у воді речовин, масова частка фосфатів (P_2O_4), хлоридів (Cl), заліза (Fe), кальцію (Ca), миш'яку (As), важких металів (Pb), кислотність (H_2SO_4), лужність (MgO)	Для приготування живильного середовища
Кальцію хлорид	ГОСТ 450-77, 1-й сорт	Зовнішній вигляд, масова частка хлористого кальцію, масова частка магнію в перерахунку на MgCl_2 , масова частка нерозчинного у воді залишку	Для приготування живильного середовища
Біомаса штаму <i>Lipomyces lipoferus</i>	Паспорт	Активність, кількість м/о, відповідність м/о	Для приготування засівних дріжджів
Дістиловий ефір	Сертифікат постачальника	Зовнішній вигляд, кислотність, відносна густина, нелеткий залишок, вода	Екстрагент
2. Матеріали			
Бідон харчовий з кришкою	СПЦ-ПМ-, Євро Пласт пластиковий, 20 л	Загальний вигляд, номінальний вміст	Первинний пакувальний матеріал
Етикетки	СПЦ-ПМ-	Зовнішній вигляд. Розмір шрифту. Якість печаті. Текст. Цілісність упаковки виробника, маркування, комплектація.	Для пакування

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

162.01.01.00 000 ПЗ

Арк.

28

1	2	3	4
3. Проміжні продукти			
Гідролізат торфу	Методика постадійного контролю	Маса, вміст редукуючи речовин, температура, рН	Стадія 2
Засівні дріжджі	Те ж	Відсутність сторонніх м/о, не більше 5 % мертвих клітин, морфологічні та культуральні ознаки відповідають, кількість біомаси	Стадія 3
Культуральна рідина	Те ж	рН, накопичення дріжджів, відсутність сторонньої мікрофлори та грибів	Стадія 4
Дріжджовий концентрат	Те ж	Кількість, густина	Стадія 5
Місцела	Те ж	Вміст мікробного жиру, кількість	Стадія 6
Біожир	Те ж	Маса, опис, вміст розчинника, густина, вологість, вміст фосфоліпідів, неомилюваних речовин	Стадія 7
Бідони з біожиром	Те ж	Об'єм наповнення, якість укупорки, етикетування	Стадія 8

3.3 Характеристика біологічного агента

У 1946 році було виділено і описано ґрунтові дріжджі, що характеризуються особливим способом утворення спор після відносно тривалого періоду росту на твердому середовищі.

Клітини великі (до 8-10 мкм), круглі, у старих культурах майже повністю заповнені великою краплею жиру. Зазвичай мають добре виражені капсули. Розмноження багатостороннім брунькуванням, часто материнська клітина утворює відразу кілька бруньок. Можуть формувати примітивний псевдоміцелій, у якому є перетяжки та клітини розділені септами.

Великі круглі вегетативні клітини дають початок випинанням неправильної форми, в яких згодом утворюються 4–16 або більше легкопигментованих спор. Вчені Лоддер і Крегерван Рій вважали ці спори аскоспорами і виділили рід *Lipomyces*, щоб включити до нього дріжджі *L.*

starkeyi, а також інші ґрунтові дріжджі (*L. lipofer*), які спочатку були описані як *Torula*. Ці два види були розрізнені головним чином на основі асиміляції лактози, *L. starkeyi* не має цієї здатності. Жоден вид не здатний до бродіння, і досі не спостерігалось проростання спор. [9, 18]

Рід *Lipomyces* описаний як аскоспорові дріжджі, які продукують ліпіди.

Таксономічними фенотипами ліпоміцетів є здатність продукувати крохмалоподібні полісахариди та нездатність ферментувати d-глюкозу, асимілювати нітрати та утворювати псевдогіфи. Багато дріжджів роду *Lipomyces* можуть накопичувати ліпіди, і дріжджі, що демонструють цю характеристику, відомі як маслянисті дріжджі. [9, 18]

Геном *Lipomyces starkeyi* був проаналізований та опублікований Об'єднаним інститутом геному (Joint Genome Institute (JGI)), і до цього штаму були застосовані методи генної інженерії. Таким чином, нові види *Lipomyces*, виділені з природного довкілля і здатні до високого виробництва ліпідів, викликають зростаючий інтерес через можливість того, що генетичні методи, що застосовуються до *L. starkeyi*, також можуть бути використані для цих видів для збільшення виробництва ними ліпідів і, отже, їхньої потенційної промислової корисності.

Нині цей рід складається із 17 відомих видів. [9, 18, 19]

При безстатевому розмноженні клітини мають еліпсоїдальну або кулясту форму і розмножуються багатостороннім брунькуванням, а іноді рудиментарним поділом клітин з утворенням мікропор (плазмодесмальних каналів). Можуть зустрічатися гігантські клітини від яйцеподібних до циліндричних. Клітини гіалінові та здебільшого оточені слизовою капсулою. Псевдогіфи відсутні чи рудиментарні. Колонії рідкі або слизові до клейких.

При статевому розмноженні аски розвиваються по-різному. Вони можуть виникати в результаті збільшення випинання однієї клітини (активна брунька), якому може передувати або не передувати кон'югація, або вони можуть виникати після кон'югації між окремими клітинами. Коли аски розвиваються з активних бруньок, вони часто збільшуються до подовженої

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

грушоподібної форми. Стінка цього виду асків тонка. Дві або більше асків можуть виникнути з однієї клітини, і вони можуть відокремитись від клітини при дозріванні. Коли аск є результатом кон'югації активної бруньки та виступу клітини, стінка аска більш товста. [9, 18, 19]

Аскоспори можуть мати на поверхні клітинної стінки різні скульптурні утворення, які добре виявляються в електронному мікроскопі. За рахунок таких утворень аскоспори можуть бути бородавчастими, сатурноподібними, що нагадують волоський горіх та ін. (рис. 3.1, А). Деякі види ґрунтових дріжджів із роду *Lipomyces* утворюють характерні мішковидні аски з численними аскоспорами (рис. 3.1, Б)



Рис. 3.1 – Форма аскоспор (А), мішковидний тип асків (Б).

Цитоплазма *Lipomyces* містить численні водянисті вакуолі різного розміру, ниткоподібні мітохондрії, блискучі крапельки ліпиду та дрібні щільні гранули, природа яких не встановлена. Ліпіди в дріжджових клітинах добре помітні у світловому мікроскопі і видні, як різко заломлюючі світло, блискучі круглі тільця - жирові краплі. Таких крапель у клітинах може бути кілька, або ж вони зливаються в одну велику глобулу, яка може займати більшу частину клітини (рис. 3.2).

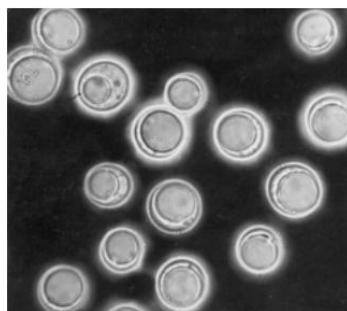


Рис. 3.2 - Ліпіди у клітинах *Lipomyces*

Ядро чітко виділяється як сфера низької щільності, що містить ексцентричне щільне кругле ядерце. У культурах предметних стекол клітини *Lipomyces* залишаються живими протягом багатьох годин у хорошому стані (рис. 3.3). [9, 17-19]

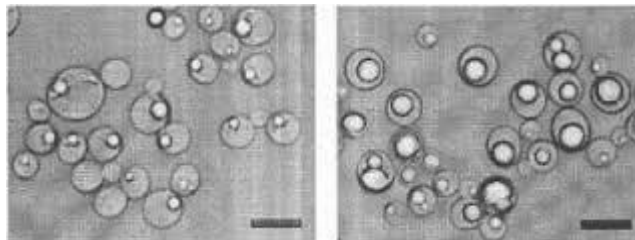


Рис. 3.3 - Клітини *Lipomyces*.

У дріжджів роду *Lipomyces* колонії пастоподібні, сухі, культура при зростанні на скошеному агарі не стікає на дно пробірки. Колонії білі, старі колонії при багатому спороутворенні темніють і стають бурими.

При зростанні у рідких середовищах дріжджі викликають помутніння, утворюють осад, кільце на стінках пробірки, різного характеру плівки.

Дріжджі роду *Lipomyces* зустрічаються в ґрунтах південної та північної півкулі Землі, крім високогірних районів і ґрунтів тундри, де ґрунтоосвітні процеси знаходяться на ранніх стадіях розвитку, проте багаті на ці дріжджі ґрунти степової та лісової зон.

З точки зору приросту біомаси найбільшу увагу привертають штами дріжджів *Lipomyces lipofer* КБП У-6267 та КБП У-6265, особливо при знижених температурах. З підвищенням температури приріст біомаси у цих дріжджів помітно знижується. Як продуценти позаклітинного полісахариду варто відзначити штами КБП У-6267 і КБП У-6264 при 20 °С і штами КБП У-6268 і КБП У-6234 при 30 °С, що вказує на можливість використання для цих цілей різних видів роду *Lipomyces*. При 30 °С штами *Lipomyces lipofer* КБП У-6268 і *Lipomyces kononenkoae* КБП У-6234 мали найбільші активності ферментів, проте, залежність між активностями ферментів, приростами біомаси і виходами полісахариду при знижених температурах не було відзначено. [17-19]

4 ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ

4.1 Розрахунок матеріального балансу

Матеріальний баланс – співвідношення між кількістю вихідної сировини, матеріалів, напівпродуктів та проміжної продукції, що використовуються у виробництві, та кількістю фактично одержаної готової продукції, побічних продуктів, відходів та втрат, тобто співвідношення теоретично можливого та практично отриманого виходу готової продукції..

Загальний матеріальний баланс виробництва продукту «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг наведено в таблиці 4.1.

Матеріальний баланс за стадіями наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.1 – Загальний матеріальний баланс виробництва продукту «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг.

Найменування	Вміст осн. речов ини, %	Витрачено та отримано				
		Маса, кг			Об'єм, л	Кількіс ть, шт
		загальна	Основ- ної речови ни	Кг/ моль		
1	2	3	4	5	6	7
Витрачено						
<i>А. Сировини:</i>						
Торф	Вол. 70 %	34000				
Сірчана кислота	92,5%	328				31032
Вода (для отримання розчину кислоти сірчаної 0,5%)		88682				30000
Вода (у вигляді пари)		570				24640
Калію дигідрофосфат	0,1 г/л	6,6				3010
Магнію сульфат	0,04 г/л	2,64				
Кальцію хлорид	0,04 г/л	2,64				
Дріжджі <i>Lipomyces lipoferus</i>		0,00005				
Діетиловий ефір після рекуперації		17200				

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6	7
Діетиловий ефір зі склада		200				
<i>Б. Матеріалів:</i>						
Бідон Євро Пласт пластиковий харчовий 20 літрів з кришкою						75
Етикетки						77
Всього:		140991,9				152
Отримано на стадії 2						
<i>А. Готового продукту:</i>						
Технічний біожир по 20 л у бідонах, в т.ч.		1500				75
біожир		1500				
бідон Євро Пласт пластиковий харчовий 20 літрів з кришкою						75
етикетки						75
<i>В. Відходів:</i>						
Негідролізований залишок торфу		14560				
Біошрот		5230				
Суміш парів з діетиловим ефіром на рекуперацію		18931				
<i>Г. Втрат:</i>		1728,9				
Пара самовипаровування		11840				
Технологічні						
Фугат (відпрацьована культуральна рідина)		52704				
Вода промивна		34392				
Дріжджовий концентрат (на грануляції)		84				
Біожир		22				
Етикетки						2
Всього:		140991,9				152

Таблиця 4.2 – Матеріальний баланс стадій виробництва продукту
«Біожир технічний» у бідонах по 20 кг.

Найменування	Вміст осн. речов ини, %	Витрачено та отримано				
		Маса, кг			Об'єм, л	Кількіс ть, шт
		загальна	Основ- ної речови ни	Кг/ моль		
1	2	3	4	5	6	7
Витрачено на стадії ТП 2 Приготування гідролізату торфу						
<i>А. Сировини:</i>		На серію (4 заванта- ження)	На 1 заванта ження			
Торф	Вол. 70 %	34000	8500			
Сірчана кислота	92,5%	168	42			
Вода (для отримання розчину кислоти сірчаної 0,5%)		31032	7758			
Сірчана кислота	92,5%	160	40			
Вода (для отримання розчину кислоти сірчаної 0,6%)		24640	6160			
Всього:		90000	22500			
Отримано на стадії 2						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Гідролізат торфу		63050	15800			
<i>В. Відходів:</i>						
Негідролізований залишок торфу		14560	3640			
<i>Г. Втрат:</i>						
Пара самовипаровування		11840	2960			
Технологічні		550	100			
Всього:		90000	22500			
Витрачено на стадії ТП 3 Отримання засівних дріжджів						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Гідролізат торфу		3050				
<i>А. Сировини:</i>						
Калію дигідрофосфат	0,1 г/л	0,6				
Магнію сульфат	0,04 г/л	0,24				
Кальцію хлорид	0,04 г/л	0,24				

1	2	3	4	5	6	7
Вода		3010				
Дріжджі <i>Lipomyces lipoferus</i>		0,00005				
Всього:		6061,08				
Отримано на стадії ТП 3						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Засівні дріжджі		6000				
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Г. Втрат:</i>						
Технологічні		61,08				
Всього:		6061,08				
Витрачено на стадії ТП 4 Культивування дріжджів						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Засівні дріжджі		6000,0				
Гідролізат торфу		60000,0				
<i>А. Сировини:</i>						
Калію дигідрофосфат	0,1 г/л	6,0				
Магнію сульфат	0,04 г/л	2,4				
Кальцію хлорид	0,04 г/л	2,4				
Всього:		66010,8				
Отримано на стадії ТП 4						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Культуральна рідина		65880,0				
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Г. Втрат:</i>						
Технологічні		130,8				
Всього:		66010,8				
Витрачено на стадії ТП 5 Відділення біомаси						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Культуральна рідина		65880				
<i>А. Сировини:</i>						
Вода на промивку		30000				
Всього:		95880				
Отримано на стадії ТП 5						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Дріжджовий концентрат		8784				
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Г. Втрат:</i>						

1	2	3	4	5	6	7
Фугат (відпрацьована культуральна рідина)		52704				
Вода промивна		34392				
Всього:		95880				
Витрачено на стадії ТП 6 Екстрагування ліпідів						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Дріжджовий концентрат		8784				
Діетиловий ефір після рекуперації		17200				
<i>А. Сировини:</i>						
Діетиловий ефір зі склада		200				
Всього:		26184				
Отримано на стадії ТП 6						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Місцела		20870				
<i>В. Відходів:</i>						
Біошрот		5230				
<i>Г. Втрат:</i>						
Дріжджовий концентрат (на грануляції)		84				
Всього:		26184				
Витрачено на стадії ТП 7 Відгін розчинника з місцели						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Місцела		20870				
<i>А. Сировини:</i>						
Вода (у вигляді пари)		570				
Всього:		21440				
Отримано на стадії ТП 7						
<i>Б. Напівпродуктів:</i>						
Біожир		1522				
<i>В. Відходів:</i>						
Суміш парів з діетиловим ефіром на рекуперацію		18931				
<i>Г. Втрат:</i>						
Технологічні		987				
Всього:		21440				

1	2	3	4	5	6	7
Витрачено на стадії ПМВ 8. Пакування, маркування та відвантаження готового продукту						
<i>Б. Проміжного продукту:</i>						
Біожир		1522				
<i>А. Матеріалів:</i>						
Бідон Євро Пласт пластиковий харчовий 20 літрів з кришкою						75
Етикетки						77
Всього:		1522				152
Отримано на стадії ПМВ 8						
<i>А. Готового продукту:</i>						
Технічний біожир по 20 л у бідонах, в т.ч.		1500				75
біожир		1500				
бідон Євро Пласт пластиковий харчовий 20 літрів з кришкою						75
етикетки						75
<i>В. Відходів:</i>						
<i>Б. Втрат:</i>						
Біожир		22				
Етикетки						2
Всього:		1522				152

4.2. Розрахунок і вибір основного та допоміжного обладнання

Підбір обладнання для виробництва здійснювали з урахуванням його відповідності процесам, які відбуваються на всій стадії, для забезпечення високопродуктивної роботи підприємства.

За даними матеріального балансу серія продукту «Біожир технічний» складає 1500 кг або 75 бідонів по 20 кг.

4.2.1. Обладнання для отримання гідролізату торфу 3М 1 – Ф 18.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Продуктивність дільниці з отримання гідролізату – 15,8 т за один цикл робіт.

Для отримання серії біожиру необхідно 3,05 т гідролізату для приготування живильного середовища для отримання засівних дріжджів та 60 т гідролізату для отримання виробничого середовища культивування.

$$3,05 + 60,00 = 63,05 \text{ т}$$

Отримання проміжного гідролізату проходить поступово через змішувач ЗМ 1 (30-40 хв), нагрівач Т 3 (10 хв), трубчастий реактор Р 4 (10 хв), сепаратор-самовипарник СВ 6 (60 хв), збірник З 7 та фільтр-прес Ф-9 (30 хв). Загальна тривалість – 2,5 год.

Отримання гідролізату другої ступені відбувається на такому ж обладнанні з поз. ЗМ 10 до Ф 18. Загальна тривалість – 2,5 год.

Таким чином, протягом зміни (8 годин) можна отримати гідролізат торфу з 3-4 циклів роботи обладнання.

Розрахуємо необхідну кількість циклів отримання гідролізату:

$$63,05 / 15,8 = 4.$$

З урахуванням підготовки до роботи, вантажно-розвантажувальних робіт тощо, за 1-2 зміни можна отримати необхідну кількість гідролізату. Основне культивування триває 5 діб, отже це оснащення є прийнятним, і має потенціал для розширення виробництва.

4.2.2. Стерилізатор-нейтралізатор СН 22.

В стерилізаторі-нейтралізаторі СН 22 проводять приготування середовища на основі гідролізату торфа. Ємність стерилізатора-нейтралізатора 12 м³. Кількість – 6 шт.

Кількість середовища для отримання серії 60,05 м³. Тривалість циклу стерилізації, нейтралізації та відстоювання триває 5-8 год. Потрібна для отримання середовища кількість апаратів наявна на підприємстві, що приведено у специфікації.

4.2.3 Апарати для вирощування дріжджів Д 24, Д 26, ВДА 29.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Здійснюється культивування дріжджової культури з масштабуванням. Ферментери об'ємом Д 24 500 л, Д 26 5 м³, ВДА 29 - 100 м³.

Кількість ферментаційного середовища:

Д 24 320 л, Д 26 2,510 м³, ВДА 29 – 66,01 м³

Проведемо розрахунок необхідної кількості ферментерів для виробництва однієї серії.

Завантаження ферментеру має бути 70 % (коефіцієнт 0,7).

$500 * 0,7 = 350$ л (мала дріжджанка Д 24)

$5 * 0,7 = 3,5$ м³ (велика дріжджанка Д 26)

$100 * 0,7 = 70,0$ м³ (виробничий дріжджоростильний апарат ВДА 29)

Таким чином, всі ферментери відповідають за об'ємом для виробництва вказаної серії.

4.2.4. Сепаратори С 31, С 33.

Проведемо розрахунок необхідної кількості таких апаратів для концентрування дріжджової суспензії протягом однієї зміни.

Як для апаратів безперервної дії:

$$N = \frac{M_{зм}}{T_{\text{еф.р.}} \cdot m}, \quad (4.7)$$

де N – кількість апаратів; $M_{зм}$ – кількість суспензії на I (або на II) ступінь сепарації, т; $T_{\text{еф.р.}}$ – ефективний час роботи апарату за зміну, год (має бути 4-6 годин); m – годинна продуктивність апарату, шт./год.

$$N_{С31} = 65,88 / (5 * 30) = 0,44$$

$$N_{С33} = 43,176 / (5 * 20) = 0,43$$

Таким чином, продуктивності обох сепараторів достатні для виробництва вказаної серії.

4.2.5. Гранулятор Г 36, плющильний верстат ПВ 38, стрічкова сушарка біомас СС 40, класифікатор КЛ 41.

Проведемо розрахунок необхідної кількості таких апаратів для отримання дріжджової пелюстки протягом однієї зміни.

Як для апаратів безперервної дії:

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{M_{зм}}{T_{\text{еф.р.}} \cdot m}, \quad (4.7)$$

де N – кількість апаратів; $M_{зм}$ – кількість проміжного продукту, яка поступає на апарат, т; $T_{\text{еф.р.}}$ – ефективний час роботи апарату за зміну, год (має бути 4-6 годин); m – годинна продуктивність апарату, шт./год.

$$N_{Г\ 36} = 8,784/(5 \cdot 3) = 0,58$$

$$N_{ПВ\ 38} = 8,608/(5 \cdot 3) = 0,57$$

$$N_{СС\ 40} = 8,522/(5 \cdot 3) = 0,57$$

$$N_{КЛ\ 41} = 7,925/(5 \cdot 4) = 0,40$$

Таким чином, продуктивності цих апаратів достатні для виробництва вказаної серії.

4.2.6. Напівавтомат вагового дозування ГФ 50.

На підприємстві наповнення бідонів здійснюють на напівавтоматі моделі ПРК.026 з продуктивністю для ємностей 10,0 л, шт./год 360.

Напівавтомат ГФ 50 обирали в залежності від продуктивності з урахуванням розміру серії та характеристик продукту.

Вихідні дані для розрахунку:

- продукт, що підлягає поміщенню у тару – в'язка маса, продуктивність приймемо 200 шт/год;
- на стадію наповнення надходить 1522 кг напівпродукту;
- об'єм наповнення бідонів - 20 кг.

Визначення часу, необхідного на процес наповнення:

- кількість доз по 20 кг в напівпродукті, що надійшов для фасовки: $1522/20 = 76,1$ доз.
- тривалість наповнення: $76,1/200 = 0,38$ год.

Таким чином, тривалість наповнення менше 1 години, що є прийнятним для цього технологічного процесу та має потенціал для збільшення серії.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

4.3. Розрахунок теплового балансу, електроенергії, витрат води, пари, стиснутого повітря, інертного газу

Розрахунок витрати води для отримання продукту «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг (ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів») розраховується за даними: кількість води для виробництва однієї серії, кількість бідонів у серії – 75 шт., річний об'єм виробництва – 1000 серій на рік.

Витрата води:

- для приготування середовищ на серію – 88,682 м³;
- для інших потреб та санітарної підготовки виробництва проводимо розрахунок, виходячи із регламентних норм витрат на одну серію $V_c = 112,77$ м³.

Сумарна витрата води на серію складає:

$$88,682 + 112,77 \text{ л} = 201,452 \text{ м}^3$$

Витрата води (V_i) на річний об'єм виробництва:

$$N \cdot V_c = V_i$$

де V_c – кількість води, яка необхідна для виробництва однієї серії добавки, л.

$$V_i = (88,682 + 112,77) \cdot 1000 = 201452 \text{ м}^3$$

4.3.2 Розрахунок витрати стисненого повітря

Стиснене повітря у технологічному процесі виробництва препарату не використовується, так як всі виробничі апарати оснащені насосами.

4.3.3 Розрахунок витрат електроенергії.

Загальні витрати електроенергії на освітлення приміщень та роботу термостатів згідно технологічного регламенту на одну серію препарату складає близько 120000 кВт/год для усього обладнання. Витрати електроенергії на роботу деяких найменувань обладнання під час виготовлення продукту «Біожир технічний» представлено у таблиці 4.3.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 4.3 – Витрати електроенергії

№ з/п	Споживач електроенергії	Потужність споживача, кВт	Час роботи за технологічний цикл, год	Енергія, що споживається за цикл кВт
1	2	3	4	5
1	Змішувач	37x2x4	0,5x2	296
2	Фільтр-прес	5,5x2x4	0,5x2	44
3	Мала дріжджанка	1,54	12-14	20
4	Велика дріжджанка	5,5	10-11	55
5	Дріжджоростильний апарат	14,0	8-9	112
6	Виробничий дріжджоростильний апарат	21,0	120	2520
7	Сепаратор І ст.	37	2	72
8	Сепаратор ІІ ст.	22	2	44
9	Гранулятор	37	2	72
10	Стрічкова сушарка	43	2,5	108
11	Роторний екстрактор	51,5	1,5	77
12	Дистилятор І ст.	51	4	204
13	Дистилятор ІІ ст.	27	6	162
	Всього:			3786

Загальні витрати електроенергії на виробництво однієї серії продукту «Біожир технічний» складають $120000 + 3786 = 123786$ кВт.

4.4. Розрахунок основного апарату

4.3.1. Дріжджоростильний апарат 10 м^3 ДА 27.

Раніше для отримання засівних дріжджів використовували малий дріжджоростильний апарат робочим об'ємом 3 м^3 . Після початку безперервного процесу відбору дріжджів та додавання свіжого живильного середовища вирощувати дріжджі в ньому можна 5 сут.

Заповнення одного великого виробничого дріжджоростильного апарату з необхідною регламентованою швидкістю відбору з малого апарату тривало

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

12-14 годин (майже 2 зміни). Серія формується із завантаження одного великого апарату.

Тільки на третю зміну можна було починати заповнювати наступний великий виробничий апарат.

В роботі пропонується замінити застарілий малий дріжджоростильний апарат для отримання засівних дріжджів, який має недостатній об'єм, на апарат вдвічі більшого об'єму, що дозволить заповнювати один великий виробничий дріжджоростильний апарат за 6 годин замість 12.

Тоді за 1 цикл безперервної роботи малого апарату можна буде заповнювати до 15 великих апаратів за 5 діб. А раніше встигали заповнити 7 великих апаратів.

Скорочення періоду заповнення виробничого ферментеру до 1 зміни дозволить

- збільшити кількість серій продукту за рік. Замість 500-550 серій на рік отримувати близько 1000,
- зменшити кількість днів простою з технологічних причин.

Використання нового сучасного енергоємного апарату дозволить також:

- зменшити кількість днів простою з-за проведення ремонтних робіт застарілого апарату (було до 30 днів, стало 15),
- зменшити кількість персоналу через вищий рівень автоматизації апарату (для обслуговування достатньо одного оператора замість двох на старому обладнанні),
- рівень керованості апаратом зменшує технологічні втрати та забезпечує більше та скоріше накопичення біомаси,
- зменшення енергопостачання (новий апарат при більшій продуктивності має меншу споживану потужність).

Проведемо розрахунок необхідної кількості установок для виробництва однієї серії.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Здійснюється культивування дріжджової культури з масштабуванням.
Об'єм ДА 27 складає 10 м³.

Кількість ферментаційного середовища: 6,06 м³.

Проведемо розрахунок необхідної кількості таких ферментерів для виробництва однієї серії.

Завантаження ферментеру має бути 70 % (коефіцієнт 0,7).

$$10 * 0,7 = 7,0 \text{ м}^3$$

Таким чином, продуктивність малого дріжджоростильного апарату ДА 27 достатня для виробництва вказаної серії.

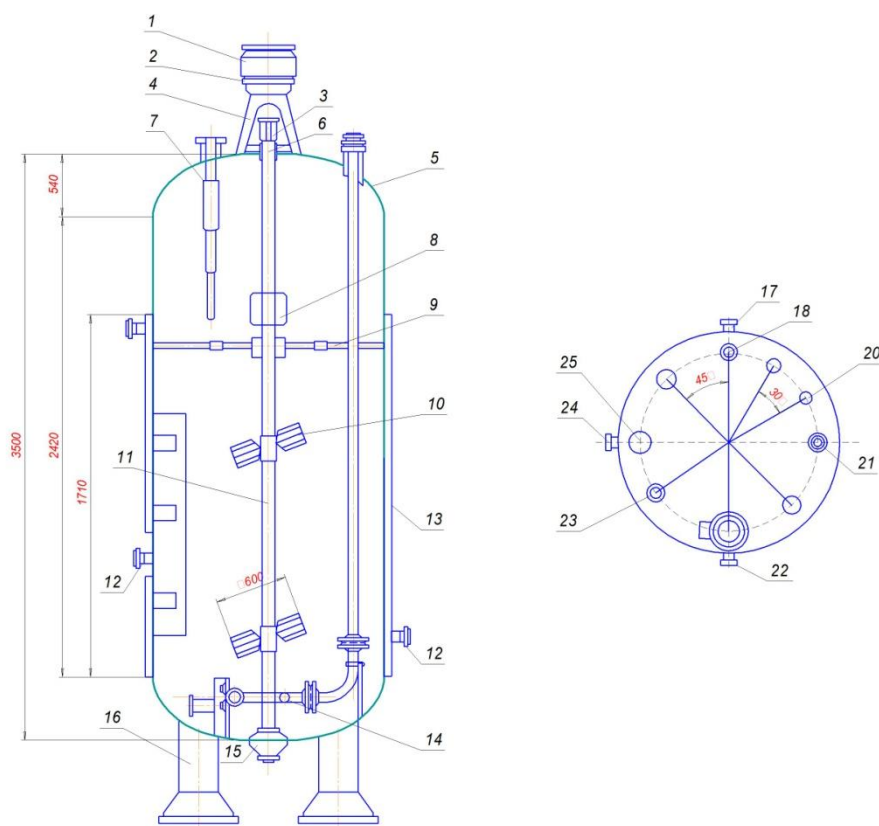


Рисунок 4.1 – Загальний вигляд дріжджоростильного апарату 10 м³.

Технічна характеристика:

Загальний об'єм апарата, м³ 10

Робочий об'єм, м³ 6,5

Коефіцієнт заповнення 65 %

Потужність мішалки, кВт 5,5

Швидкість обертання, об/хв. 0-335

Спосіб завантаження – під тиском,

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

вивантаження – під тиском або самопливом

Внутрішній діаметр, м 2

Висота загальна, м 3,5

Маса, кг 890

Виробник: фірма «Промвіт», Україна

Таблиця 4.4 - Перелік складових частин

Фор	Зона	Поз.	Позна чення	Найменування	Кільк.	Прим ітка
			1	Привід мішалки	1	
			2	Редуктор	1	
			3	Муфта редуктора	1	
			4	Опора редуктора	1	
			5	Корпус	1	
			6	Проміжний вал	1	
			7	Гільза для термометру	1	
			8	Муфта	1	
			9	Тяги	1	
			10	Лопать мішалки	1	
			11	Вал мішалки	1	
			13	Корпус охолоджувальної сорочки	1	
			14	Барботер	1	
			15	Підп'яточник	1	
			16	Опора	1	

Таблиця 4.4 – Таблиця штуцерів

Позн.	Найменування	Кільк.	Прохід умовний Ду, мм
1	2	3	4
12	Штуцер сорочки (змійовика)	1	40
17	Штуцер виходу води	1	65
18	Штуцер гільзи термометру	1	70
19	Штуцер наповнення	1	65

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4
20	Штуцер завантаження живильного середовища	1	65
21	Штуцер барботеру	1	40
22	Штуцер подачі води	1	40
23	Штуцер для манометру	1	40
24	Штуцер для відбору проб	1	40
25	Штуцер виходу	1	100

5 СХЕМИ ВИРОБНИЦТВА ТА ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

5.1 Біологічна схема виробництва.

Біологічну схему отримання біожиру технічного у бідонах по 20 кг наведено на рисунку 5.1.

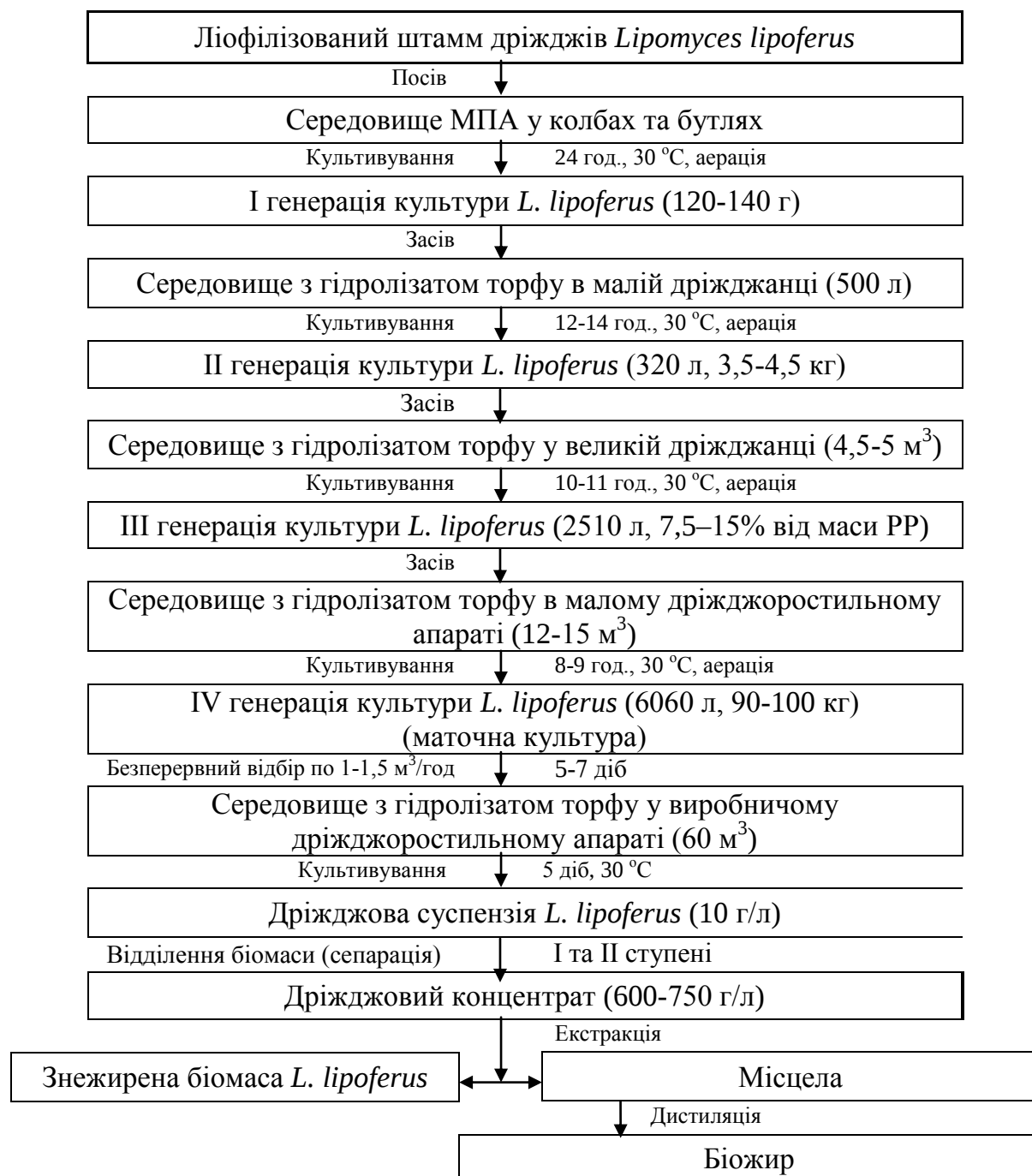


Рис 5.1 – Біологічна схема виробництва біожиру технічного у бідонах по 20 кг.

5.2 Технологічна схема виробництва

Блок-схему виробництва продукту «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг представлено на рисунку 5.2.

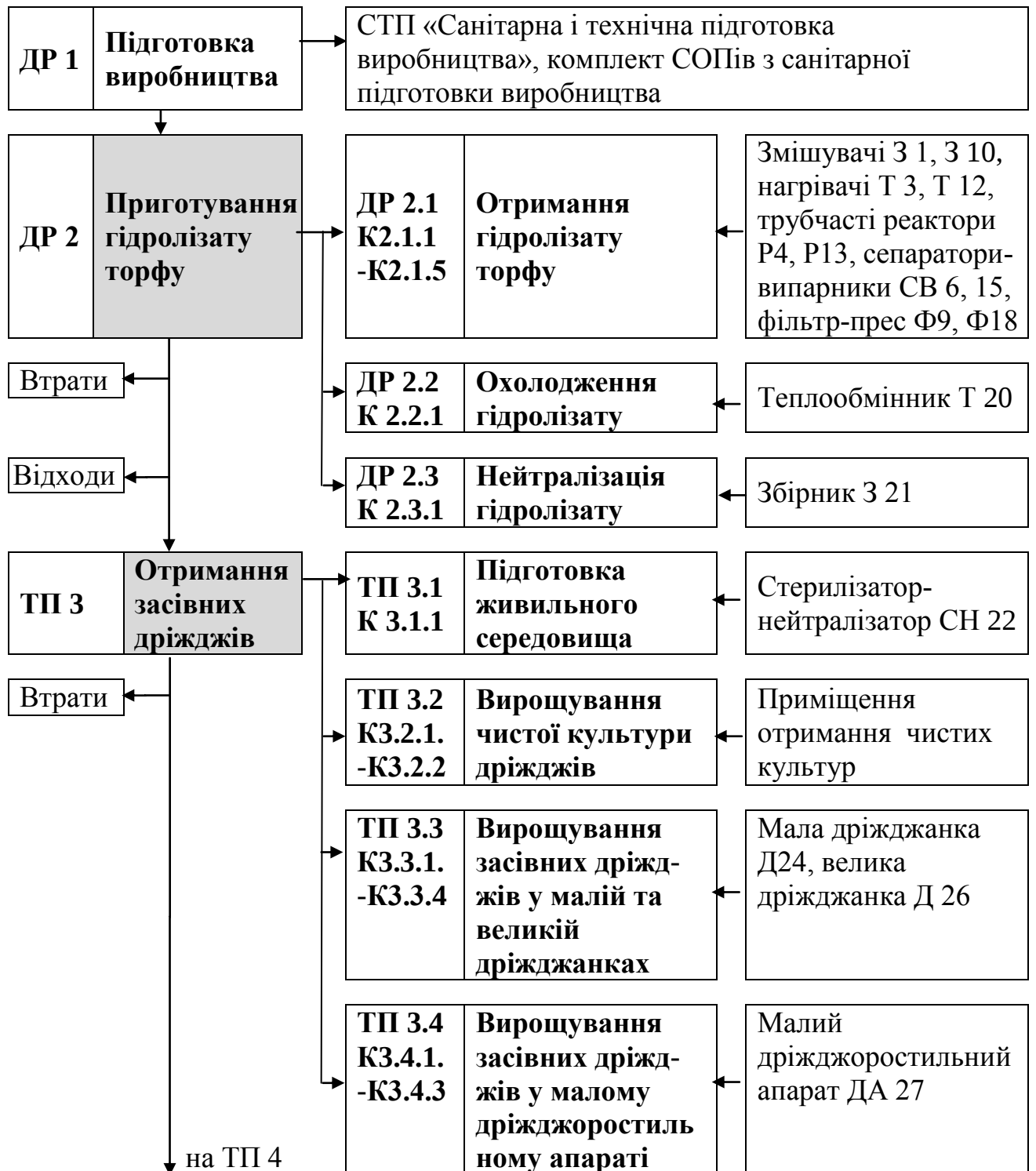
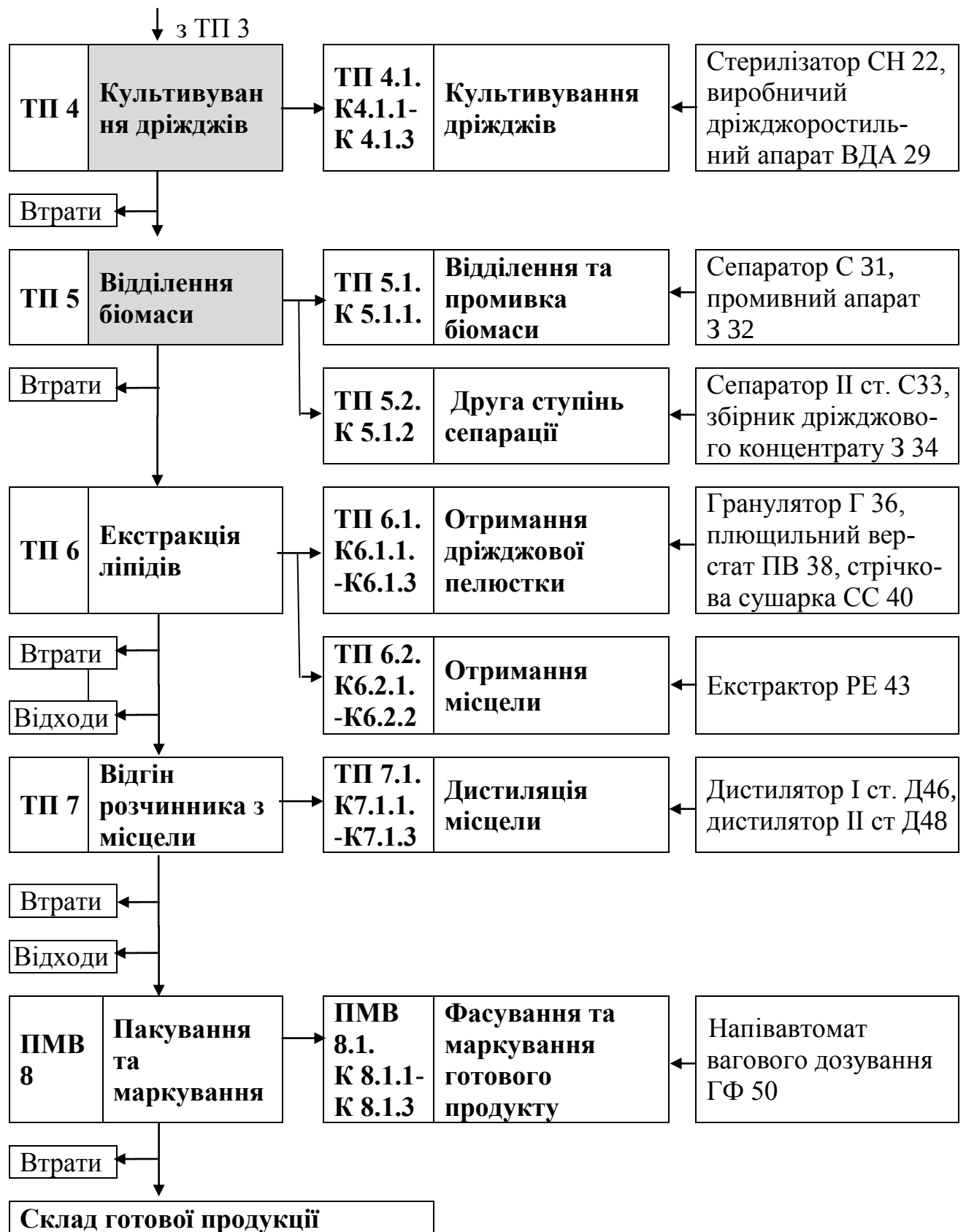


Рисунок 5.2 - Технологічна схема виробництва продукту «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг.



Продовження рисунку 5.2 - Технологічна схема виробництва продукту
«Біожир технічний» у бідонах по 20 кг.

5.4 Специфікація обладнання

Специфікація обладнання виробництва продукту «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг на потужностях ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів» представлена у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Специфікація обладнання ділянки з виробництва продукту «Біожир технічний» у бідонах по 20 кг.

Поз.	Позн.	Найменування	Кільк.	Ма-са, кг	Примітка (матеріал)
1	2	3	4	5	6
ЗМ 1 ЗМ 10	ЗТ2-12	Змішувач. Змішувач торфу лопатевого двовальний. Місткість 12 м ³ . Потужність 37 кВт. Спосіб вивантаження: люк або шнек. Час завантаження, хв 3. Час змішування, хв 2. Час вивантаження, хв 3. Допустима вологість компонентів: до 50% Частота обертання валу змішувача, об/хв., 36. Однорідність змішування: 95%-98%. Габаритні розміри, мм: 3200х2129х6356. Постачальник: ООО «ПОЛІТРЕЙД», Україна, Харків	2	2100	Ст 3
Н 2 Н 8 Н 11 Н 17	ЦНШ-5.5	Насос для пульпи. Відцентровий шнековий з двома торцевими охолоджуваними ущільненнями. Призначений для густих текучих мас з допустимим вкрапленням повітря і твердих частинок Напрацювання на відмову 5000 годин, температура продукту від -15 до +110 °С. Продуктивність до 7 м ³ /год. Потужність двигуна 5,5 кВт. Число обертів 2850 об/хв. Габаритні розміри, мм: 520х729х356. Постачальник: фірма «Фармобладнання», Україна.	4	80	Н/сталь AISI 304
Т 3 Т 12	ПСА-04	Нагрівач струминного типу. Умовний прохід, мм: 50. Теплова потужність Гкал/год: до 1,28. Витрати води т/год: 8-16. Витрата пари т/год: до 1,6.	2	150	н/сталь

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
		Вага кг: 35. Габаритні розміри, мм: 635x6050x1010. Постачальник: ООО «ПОЛІТРЕЙД», Україна, Харків			
Р 4 Р 13	АМа R 4 – 10 ltr	Трубчастий реактор. Об'єм, мл 10000+. Витрата, л/ч до 7200, площа теплообміну ($\text{м}^2/\text{м}^3$) ~150-200. Розрахунковий тиск, МПа 10. Розрахункова температура ($^{\circ}\text{C}$) - від 50 до 350. Габаритні розміри, мм: 635x6050x1510. Виробник: ТОВ «Амар Еквіпмент Пвт.», Індія.	2	590	н/сталь СС-316
КП 5 КП 14		Регулятор видачі. В комплекті з Р 4 та Р 13.	2		Збірний
СВ 6 СВ 15		Сепаратор-самовипарник. Циліндрична посудина з еліптичним днищем і кришкою. Місткість 25 м^3 . Тиск робочий, МПа 2,75. Температура робоча, $^{\circ}\text{C}$ 230. Габаритні розміри, мм: діам. 1600, висота 13500. Постачальник: ООО «ПОЛІТРЕЙД», Україна, Харків.	2	2500	н/сталь
З 7 З 16 З 21		Збірник. Горизонтальний. Загальний об'єм 20 м^3 . Внутрішній діаметр, мм 2400. Зовнішній діаметр, мм 2600. Висота циліндричної частини, мм 3400. Повна висота, мм 4680. Внутрішня поверхня, м^2 38,6. Постачальник: ООО «ПОЛІТРЕЙД», Україна, Харків.	3	1200	Н/сталь 12Х18Н 10Т
Ф 9 Ф 18		Фільтр-прес. Циклічної дії. Продуктивність від 30 до $70 \text{ м}^3/\text{год}$. Місткість $0,25 \text{ т/год}$. Місткість твердої фази $0,196 \text{ т/год}$. Фільтруюча поверхня 40 м^2 . Об'єм камери $0,7 \text{ м}^3$. Кількість камер 26. Тиск фільтрування $\leq 0,6 \text{ МПа}$. Тиск віджиму $\leq 1,2 \text{ МПа}$. Робочий тиск масляного циліндра $\leq 20 \text{ МПа}$. Споживана потужність $5,5 \text{ кВт}$. Розміри плит $1000 \times 1000 \times 70$, $1000 \times 1000 \times 72$. Виробник: фірма «Інтех ГмбХ / LLC Intech Gmb», Китай.	2	3600	н/сталь

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
Н 19 Н 23 Н 25 Н 28 Н 30	ЗК-9	Насос відцентровий. Подача 20 м ³ /год. Напір - 12 м. Частота обертання 2900 хв ⁻¹ . Потужність 5,5 кВт. Габаритні розміри, мм: 912х288х342.	2	120	збірний
Т 20 Т 45	ТПР	Теплообмінник. Пластинчастий на консольної рамі з пластинами І-0,5. Поверхня теплообміну, 10 м ² . Кількість пластин в апараті – 20. Висота загальна, 1360 мм.	2	615	Н/сталь 12Х18Н 10Т
СН 22		Стерилізатор-нейтралізатор. Реактор мішалкою лопатевого типу. Загальний об'єм 12 м ³ . Діам. апарата 3200 мм, довжина 1400 мм, F=6 м ²	6	578	Н/сталь 12Х18Н 10Т
Д 24	РФ-500	Мала дріжджанка. Об'єм 500 л робочий об'єм, л 500. Корпус на 4-х стійках з приварним еліптичним днищем і еліптичною кришкою. Тиск в корпусі, МПа 0,3. Т в корпусі, °С від 5 до 150. Тиск в сорочці, МПа до 0,4. Т в сорочці, °С від 5 до 150. Сорочки корпуса: теплообмінна (парова і теплоізолююча). Встановлена потужність, кВт: 1,54, в т.ч. привода мішалки 1,5. Габарити реактора, мм: 300х700х1600. Виробник: фірма «Промвіт», Україна.	1	210	сталь AISI 316L, сталь AISI 304
Д 26	РФ-5000	Велика дріжджанка загальною місткістю 5 м ³ . Корпус на 4-х стійках з приварним еліптичним днищем і еліптичною кришкою. Тиск в корпусі, МПа 0,25-0,53. Т в корпусі, °С від 5 до 150. Тиск в сорочці, МПа 0,3. Т в сорочці, °С від 5 до 150. Сорочки корпуса: теплообмінна (парова і теплоізолююча). Потужність мішалки, кВт 5,5. Габарити реактора, мм: діаметр 1400, висота 4545. Виробник: фірма «Промвіт», Україна.	1	625	Н/сталь 12Х18Н 10Т

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
ДА 27		Дріжджоростильний апарат місткістю 10 м ³ . Вертикальний циліндричний апарат з сферичними днищем і кришкою, змійовиком, барботером для подачі повітря. Діаметр змійовика 1,4 м, діам. труб 133х4. Охолодження здійснюється артезіанською водою з температурою 8 °С. Внутр. діам. 2 м. Висота заг. 3,5 м. Площа 18 м ² .	1	890	Н/сталь 12Х18Н 10Т
ВДА 29		Виробничий дріжджоростильний апарат. Ферментер вертикальный цилиндрический аппарат со сферическими днищем и крышкой, змеевиком, барботером для подачи воздуха, объемом 100 м ³ . Внутрішній діаметр 3,6 м, висота заг. 14,435 м.	1	3500	Н/сталь 12Х18Н 10Т
С 31	СДС - 531К -01	Сепаратор 1 ступеня. Продуктивність, м ³ /год по воді 50, по дріжджовій суспензії 22-32. Діаметр барабана, мм 530. Частота оберт. барабана, 6100 хв ⁻¹ . Кількість тарілок, шт. 122. Потужність електродвигуна, кВт 37. Габаритні розміри, мм: 1540 × 1090 × 1800.	2	1520	Н/сталь 12Х18Н 10Т
З 32		Промивний апарат. Внутрішній діаметр, мм 2000. Зовнішній діаметр, мм 2200. Висота циліндричної частини, мм 2200. Повна висота, мм 2740. Внутрішня поверхня, м ² 18,4. Об'єм, м ³ 8.	1	870	Н/сталь 12Х18Н 10Т
С 33		Сепаратор 2 ступеня. Продуктивність, м ³ /год по воді 35, по дріжджовій суспензії 15-20. Діаметр барабана, мм 516. Частота оберт. барабана, 6045 хв ⁻¹ . Кількість тарілок, шт. 65. Потужність електродвигуна, кВт 22. Габаритні розміри, мм: 1350×985×1550мм.	1	1060	Н/сталь 12Х18Н 10Т
З 34		Збірник дріжджового концентрату. Внутрішній діаметр, мм 2310. Зовнішній діаметр, мм 2500. Висота циліндричної частини, мм 2310. Повна висота, мм 3400. Внутрішня поверхня, м ² 23. Об'єм, м ³ 10.	1		Н/сталь 12Х18Н 10Т

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
ТР 35	МЗ Вітяз ь	Норія. Тип траси конвеєра - вертикальна замкнута. Принцип переміщення вантажу - в ковшах. Продуктивність, т/год, не менше 10. Потужність приводу, кВт 0,25. Швидкість стрічки, м/с 1,2. Крок ковшів, мм 500. Ширина стрічки, мм 150. Розміри голівки, мм: 650x800x650. Розміри башмака, мм: 830x316x600. Виробник: «Вітязь», Україна.	1	400	збірний
Г 36	КМР М- 320	Гранулятор. Продуктивність до 3 т/год. Потужність двигуна преса 37 кВт. Потужність двигуна змішувача 2,2 кВт Потужність мотор-редуктора дозатора 0,75 кВт Частота обертання матриці 388 об/хв. Внутрішній діаметр матриці 320 мм. Діаметр фільтри матриці 2-10 мм. Ролери (пресс-вальцы) 2 шт. Обламувальний ніж 2 шт. Наружний діаметр роликів 150 мм. Робочий тиск пара 0,2-0,5 МПа. Габаритні розміри, мм: 2100x1644x1755. Постачальник: Агропромобладнання, Україна.	1	1850	Н/сталь 12X18Н 10Т
ТР 37 ТР 38	ТС Ш- 200	Елеватор. Довжина секції 3 м. Кількість секцій – до 4. Кут нахилу 20-55 °. Габаритні розміри, мм: висота до 10 м. Постачальник: «Агропромобладнання», Україна.	2	78	Н/сталь 12X18Н 10Т
ПВ 38	КМ 06036	Плющильний верстат. Частота обертання двигуна 1500 об/хв. Продуктивність 1800-3500 кг/год. Розмір вальців 200x650 мм. Спосіб вивантаження – шнековий транспортер. Габаритні розміри, мм: 1770x1510x800. Виробник: Турція.	1	397	Н/сталь 12X18Н 10Т
СС 40	SP12	Стрічкова сушарка біомас. Продуктивність по вхідному сировині, вологістю 50-85%: 3000 кг/год. Розмір матеріалу, що подається в сушарку: 5-500 мм. Вологість вихідного матеріалу:	1	1340	Н/сталь 12X18Н 10Т

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
		10-20%. Потужність: 43 кВт. Паливо для теплогенератора: легкий мазут, газ. Витрата палива (легкий мазут): 38 л/год. Габаритні розміри, м: 19,05x4,45x5,22. Постачальник: ООО «ПОЛІТРЕЙД», Україна, Харків.			
КЛ 41	VS	Класифікатор Продуктивність: 2.0 – 4.0 т/год. Розмір гранул: 2–12 мм. Потужність, кВт 1,5. Діаметр отворів ситового полотна, мм 1,8; 2,0; 2,2. Габаритні розміри, мм, не більше: 1595x380x550. Постачальник: ТОВ «ПОЛІТРЕЙД», Україна, Харків.	1	90	збірний
ТР 42	ф 168/6000 “SCUTT I”	Шнековий живильник. Діаметр труби, мм 168. Довжина труби, мм 4000. Продуктивність, т/год 20. Потужність приводу, кВт 4. Кут установки шнека, град 20...45. Вхідний патрубок кут регульований. Вихідний патрубок, град 45. Привод, мотор-редуктор, об/хв 300. Габаритні розміри, мм: 350x350x6400. Виробник: фірма «SCUTTI» (Італія)	1	262	збірний
РЕ 43		Протиточний роторний екстрактор (секційного типу). Продуктивність до 1000 т/добу. Кількість роторів 1шт. Кількість секцій у роторі 18. Частота обертання ротора 1об/год. Встановлена потужність 51,5 кВт. Потужність насоса 5,5 кВт. Кількість насосів 8 шт. Потужність приводу 7,5 кВт. Розрідження в корпусі -0,1...-0,3кПа. Габаритні розміри, мм: 9350x8200x6950. Постачальник: ТОВ «ПОЛІТРЕЙД», Україна, Харків.	1	50000	збірний
Н 44 Н 47	3К-9	Насос відцентровий. Подача 20 м ³ /год. Напір - 12 м. Частота обертання 2900 хв ⁻¹ . Потужність 5,5 кВт. Габаритні розміри, мм: 912x288x342.	2		збірний

Продовження таблиці 5.1

1	2	3	4	5	6
Д 46	Е201	Дистилятор І ступеня. Випарник з висхідною плівкою та атмосферним тиском. Габаритні розміри, мм: 900х800х5000. Постачальник: ТОВ «ПОЛІТРЕЙД», Україна, Харків.	1	5500	н/сталь Q235-A/SUS304
Д 48		Дистилятор ІІ ступеня працює під розрідженням (залишковий тиск 0,016–0,017 МПа) і є тарілчастою колоною (ситчасті тарілки), оснащеною паровою сорочкою. Габаритні розміри, мм: 1000х1200х5200. Постачальник: ТОВ «ПОЛІТРЕЙД», Україна, Харків.	1	5200	збірний
З 49		Збірник пересувний. Мобільна ємність об'ємом 250 л, оснащена відкидною кришкою, що складається з 2-х симетричних напівкришок з кріпленням на фланці ємності. Зі з'ємною мішалкою 0-1000 об/хв. Оснащена тензометричним ваговимірювальним електронним пристроєм (ТВЕП). Габаритні розміри, мм: 530х320х240. Виробник: «Промвіт», Україна	8	65	Н/сталь 12Х18Н10Т
ГФ 50	ПРК. 026	Напівавтомат вагового дозування у пластикові ємності 1-30 (70) кг із закупорюванням. Об'єм дози 1 – 20 л. Спосіб наливу - над тарою. Вага 1 дози мінімальна (нетто), кг 1,5, максимальна (брутто), кг 30,0 (70,0). Похибка дозування %, не більше $\pm 0,2\%$. Тиск живлення стисненим повітрям, МПа 0,5 - 0,6. Витрата стисненого повітря, м ³ /год., не більше 12,0. Потужність, кВт, не більше 0,1. Тензодатчик РС60-50, FLINTEC. Продуктивність для ємностей 10,0 л, шт./год 360. Виробник: ТОВ "Науково-виробнича фірма "Ірком-ЕКТ", Україна	1	115	збірний

5.5 Опис технологічного процесу

Технологічний процес виробництва технічного біожиру складається з таких стадій:

ДР 1. Підготовка виробництва.

ТП 2. Приготування гідролізату торфу.

ТП 3. Отримання засівних дріжджів.

ТП 4. Культивування дріжджів.

ТП 5. Відділення біомаси.

ТП 6. Екстракція ліпідів.

ТП 7. Відгін розчинника з міцели.

ПМВ 8. Пакування, маркування та відвантаження готового продукту.

Стадія ДР 1. Підготовка виробництва.

Підготовку виробництва проводять згідно зі стандартними операційними процедурами, затвердженими на виробництві, з дотриманням вимог, які наведені в стандарті підприємства СТП «Санітарна і технічна підготовка виробництва» та в технологічних інструкціях.

Санітарна підготовки складається з:

- підготовки повітря виробничих приміщень
- приготування дезінфікуючих розчинів
- санітарної підготовки виробничих приміщень
- санітарна підготовка обладнання
- підготовка персоналу і технологічного одягу до роботи.

Порядок підготовки, періодичність та результати контролю санітарного стану виробництва фіксують у відповідних журналах.

Операція ДР 1.2. Вхідний контроль сировини.

Вхідний контроль сировини проводиться у заводській лабораторії контролю якості (ЗЛКЯ).

Сировина перевіряється на наявність сертифікату виробника, етикеток із зазначенням найменування, НТД, дати виготовлення, терміну придатності.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сировину контролюють на відповідність НТД за всіма показниками (К 1.1.1). Після видачі аналітичних листів (сертифікатів) і письмового дозволу до використання, сировина надходить для приготування серії на відповідні стадії.

Стадія ТП 2. Приготування гідролізату торфу.

Операція ТП 2.1. Отримання гідролізату торфу.

3,40 т відсортованого фрезерного торфу вологістю 70% що відповідає 1 т абсолютного сухого торфу, і 7,8 т сірчаної кислоти концентрації 0,5% подають в змішувач З 1, де перетворюють на рухливу пульпу. Насосом Н 2 пульпу забирають із змішувача ЗМ 1 і подають в нагрівач Т 3 струминного типу, де парою 0,73 МПа нагрівають до температури реакції 130 °С. Далі нагріта пульпа проходить через трубчастий реактор Р 4 за 10 хв. (К 2.1.1)

За вказаний час відбувається гідролітичне розчинення полісахаридів торфу та олігосахаридів. Частково прогідролізовану пульпу за допомогою регулятора видачі КП 5 виводять з реактора і направляють в сепаратор-випарник СВ 6, де поділяють на 0,96 т пари самовипарювання і 11,79 т частково прогідролізованої пульпи, що містить 0,367 т продуктів неповного гідролізу олігосахаридів.

Сепаратор служить для зниження тиску виведеної пульпи, що виходить з трубчастого реактора. У сепараторі забезпечується різке зниження тиску, при цьому відбувається закипання рідкої фази пульпи, виділяється пар, і за рахунок витрат прихованої теплоти випарювання пульпа охолоджується до температури, відповідної тиску в сепараторі.

Пульпу збирають у збірник З 7, звідки насосом Н 8 подають у фільтр-прес Ф 9, де поділяють 1,46 т негідролізованого залишку торфу вологістю 65% і 11,28 т проміжного гідролізату.

Сухі речовини негідролізованого залишку складаються з 50% гумінових речовин, 27% целюлози, 20% лігніну та 3% золи.

Проміжний гідролізат не містить моносахаридів, у ньому присутні лише продукти неповного гідролізу – декстрини та олігосахариди.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11,28 т проміжного гідролізату, що містить 0,360 т олігосахаридів і декстринів, змішують у змішувачі ЗМ 10 з 5,10 т відсортованого фрезерного торфу вологістю 70% до отримання рухомої пульпи з 0,040 т 92,5%-ної кислоти сірчаної для створення робочої концентрації 0,6%. (К 2.1.2)

Пульпу насосом Н 11 подають у нагрівач Т 12, де нагрівають парою 0,5 МПа до 160 °С. Далі пульпа проходить через трубчастий реактор Р 13 за 20 хв. (К 2.1.3)

За цей час до моносахаридів гідролізуються одночасно декстрини та олігосахариди проміжного гідролізату та полісахариди нової партії торфу. Регулятором видачі КП 14 пульпу виводять з реактора Р 13 в сепаратор-випарник СВ 15, де відокремлюють 2,00 т парів самовипаровування, а 16,62 т гідролізованої пульпи, що містить 0,931 т редукуючих речовин (РР), збирають у збірник З 16. (К 2.1.4)

З нього насосом Н 17 подають на фільтр-прес Ф 18, в якому поділяють на 2,18 т негідролізованого залишку вологістю 65% і 15,80 т гідролізату, що містить 0,885 т редукуючих речовин, тобто із концентрацією РР 5,6%. Гідролізат насосом Н 19 подають на охолодження. (К 2.1.5)

Склад негідролізованого залишку аналогічний складу залишку, одержуваного на фільтр-пресі після першого ступеня гідролізу. Негідролізовані залишки з пресів можуть бути використані для отримання активного вугілля.

Операція ТП 2.2. Охолодження гідролізату.

Охолодження гідролізату проводиться в теплообміннику Т 20 водою з температурою 18 °С з метою запобігання загибелі засівних дріжджів від високої температури (К 2.2.1). Охолоджений гідролізат збирають в збірнику З 21.

Операція ТП 2.3. Нейтралізація гідролізату.

Гідролізат торфу в збірнику З 21 піддається нейтралізації до рН 6 за допомогою вапняного молока, оскільки це значення кислотності є оптимальним для життєдіяльності дріжджів. (К 2.3.1)

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Стадія ТП 3. Отримання засівних дріжджів.

Під чистою культурою у виробництві розуміють 100%-ву біомасу дріжджів, затверджену в технологічній документації для культивування на гідролізаті торфу.

Засівні дріжджі чистої культури готуються за особливим режимом, починаючи від лабораторної пробірки і закінчуючи виробничим дріжджоростильним апаратом - ферментером.

Стадію отримання засівних дріжджів поділяють на операції:

Операція ТП 3.1. Підготовка живильного середовища.

Операція ТП 3.2. Вирощування чистої культури дріжджів (у лабораторних умовах).

Операція ТП 3.3. Вирощування засівних дріжджів у малій та великій дріжджанках.

Операція ТП 3.4. Вирощування засівних дріжджів у малому дріжджоростильному апараті.

Операція ТП 3.1. Підготовка живильного середовища.

Як живильне середовище на всіх операціях отримання засівної культури застосовують нейтралізований гідролізат, отриманий на стадії ТП 2.

Живильне середовище готують у спеціальному апараті, стерилізаторі-нейтралізаторі СН 22, до якого підведене повітря, вапняне молоко. В апарат подають нейтралізований гідролізат зі збірника З 21, з метою стерилізації середовища нагрівають до 80 °С і додатково нейтралізують до рН 5,5 - 5,8 при безперервному повітряному або механічному перемішуванні. При цьому додаються поживні солі: калію дигідрофосфат (0,1 г/л), сульфат магнію (0,04 г/л), хлористий кальцій (0,04 г/л). Живильне середовище використовують після відстоювання та охолодження до температури 20-25 °С. Відстоювання триває 5-8 год. (К 3.1.1)

Для очищення від осаду в стерилізаторі-нейтралізаторі СН 22 передбачені декантаційні пристрої, а для механічного вивантаження осаду з апарату - бічні та верхні люки.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Операція ТП 3.2. Вирощування чистої культури дріжджів.

Вирощування чистої культури дріжджів *Lipomyces lipoferus* у лабораторних умовах здійснюється у кілька стадій у колбах чи бутлях з різною місткістю до досягнення кількості 120-140 г (у перерахунку на пресовані). (К 3.2.1)

Вирощування дріжджів проводять в Приміщенні чистих культур класу чистоти В та в Термостатній кімнаті класу чистоти В.

Контролюють якість посівного матеріалу (К 3.2.2).

Операція ТП 3.3. Вирощування засівних дріжджів у малій та великій дріжджанках.

Вирощування засівних дріжджів у виробничих умовах здійснюється спочатку у малій дріжджанці Д 24 загальною місткістю 500 л. Спочатку в дріжджанку набирають 180 л кип'яченої води, потім подають 40 л підготовленого живильного середовища. У цей субстрат засівають вирощені в лабораторії дріжджі в кількості 120-140 г у перерахунку на пресовані разом із середовищем, на якому вони вирощувалися. (К 3.3.1)

Живильне середовище в малій дріжджанці має містити РР у межах 0,4 - 0,5%. (К 3.3.2)

Весь вміст дріжджанки інтенсивно продувається повітрям протягом 12-14 год з поступовим додаванням живильного середовища з таким розрахунком, щоб до кінця періоду культивування об'єм рідини був 320 л. (К 3.3.3.)

При вирощуванні підтримується рН 4,0–5,5 шляхом подачі аміачної води. На операції за один цикл одержують 3,5-4,5 кг біомаси дріжджів, що містять 75% вологи. (К 3.3.3.)

Наступний етап вирощування засівних дріжджів здійснюється у великій дріжджанці Д 26 загальною місткістю 4,5-5 м³. Процес аналогічний процесу в малій дріжджанці: в велику дріжджанку подається 1310 л кип'яченої води, 210 л живильного середовища. Потім насосом Н 25 подають

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

всі засівні дріжджі разом із відпрацьованим середовищем з малої дріжджанки. Процес протікає протягом 10–11 год. (К 3.3.4.)

Операція ТП 3.4. Вирощування засівних дріжджів у малому дріжджоростильному апараті.

Операція здійснюється в малому дріжджоростильному апараті ДА 27 місткістю 12-15 м³. Апарат заповнюють кип'яченою водою (1520 л), засівними дріжджами разом із відпрацьованим середовищем з операції ТП 3.3 (2510 л) та свіжим середовищем (500 л). Засівних дріжджів має бути не менше 7,5 – 15% від маси РР. Процес протікає протягом 8-9 год. (К 3.4.1.)

За цей час у малому апараті відповідно до режиму дозування живильного середовища накопичується 6060 л середовища з вмістом у ньому до 90-100 кг біомаси дріжджів. У 1 л середовища накопичується 15-20 г дріжджів, що містять 75% вологи. (К 3.4.2.)

При накопиченні цієї кількості дріжджів починається безперервний відбір з малого апарату за допомогою насоса Н 28 по 1-1,5 м³/год засівних дріжджів разом із відпрацьованим середовищем у виробничий дріжджоростильний апарат ВДА 29, де вирощуються товарні дріжджі.

Одночасно в малий апарат подається така ж кількість свіжого живильного середовища. Безперервна робота малого апарату триває 5–7 діб. (К 3.4.3.)

На восьму добу слід повторити процес вирощування чистої культури засівних дріжджів, починаючи з лабораторного розмноження відібраних найефективніших виробничих дріжджів, отриманих від першого обороту. Цим прийомом повторної селекції досягається одержання високоврожайної та стійкої у виробничих умовах культури дріжджів.

Стадія ТП 4. Культивування дріжджів.

Засівні дріжджі разом із відпрацьованим середовищем з малого апарату ДА 27 насосом Н 28 з швидкістю 1-1,5 м³/год (К 4.1.1) подають у виробничий дріжджоростильний апарат ВДА 29, де попередньо завантажене живильне середовище, підготовлене в стерилізаторі-нейтралізаторі СН 22 з додаванням

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

солей: калію дигідрофосфату 0,1 г/л, магнію сульфату 0,04 г/л, кальцію хлориду 0,04 г/л.

Засів живильного середовища здійснюється у кількості 10-15% засівних дріжджів від маси середовища. За зміну завантажують один апарат ВДА 29. Кількість середовища 60 м³, кількість засівних дріжджів разом із відпрацьованим середовищем 6 м³. (К 4.1.2)

Режим культивування: температура 30°C протягом 5 діб. На 5 добу в 1 л середовища накопичується не менш 10 г дріжджів. (К 4.1.3)

Вміст ліпідів у біомасі на 4-5 добу становить 50% сухої речовини. До їх складу входить 5-6% фосфоліпідів, 4,8-6,5% стеринів, 2,1-10,7% - моно та дигліцеридів, 2,3-9,6% - вільних жирних кислот, 70,7- 75,1% - тригліцеридів, 1,7-2,1% - ефірів стеринів та воску.

Стадія ТП 5. Відділення біомаси.

Операція ТП 5.1. Відділення та промивка біомаси.

За допомогою насоса Н 30 дріжджову суспензію з виробничого дріжджоростильного апарату ВДА 29 передають на першу ступінь сепарації в сепаратор С 31, де під впливом відцентрової сили рідина ділиться на два потоки різної щільності: зневоднені дріжджі і фугат.

Поділ відбувається під дією відцентрових сил, утворених конічними вставками барабана - основного робочого органу сепаратора. Дріжджі, як більш важка фракція, відкидаються до периферії барабана, а фугат піднімається по конічним тарілкам і виводиться через вихідний штуцер. Дріжджі відводяться з дріжджової камери сепаратора через дріжджовий штуцер.

Сепаратор видаляє з 80% вологи з культуральної рідини. Решта 20% представляє собою суміш дріжджів з деякою кількістю відпрацьованого середовища.

Отримана дріжджова маса в кількості 13,176 т густиною 400-500 г/л вивантажується з сепаратора С 31 у промивний апарат З 32, а фугат направляють на ділницю очищення стічних вод. (К 5.1.1).

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

В промивному апараті З 32 здійснюють промивання біомаси подвійним або потрійним об'ємом чистої води для остаточного звільнення від залишків відпрацьованого живильного середовища. На дріжджову масу в апарат З 32 при перемішуванні подають 30 т води та продовжують перемішування протягом 0,5-1 год. (К 5.1.2)

По закінченню промивання дріжджову суспензію передають насосом Н 30 на вторинне сепарування в сепаратор ІІ ступеня С 33.

Операція ТП 5.2. Друга ступінь сепарації.

Друга ступінь сепарації відбувається в сепараторі ІІ ступеня С 33. Тут відбувається остаточне відділення дріжджів від залишків живильного середовища, метаболітів і промивної води, а також згущення дріжджового концентрату. Двоступенева система сепарування дозволяє отримати дріжджовий концентрат із вмістом дріжджів 600-750 г/л. (К 5.2.1).

Отриманий дріжджовий концентрат направляється в збірник дріжджового концентрату З 34 на стадію ТП 6. Екстракція ліпідів.

Стадія ТП 6. Екстракція ліпідів.

Операція ТП 6.1. Екстракція ліпідів.

Екстракція ліпідів із клітинної біомаси здійснюється органічним розчинником - діетиловим ефіром.

Дріжджовий концентрат зі збірника З 34 за допомогою норії ТР 35 направляють у бункер гранулятора Г 36, де він підігрівається гострою парою до 90-100 °С і продавлюється через фільтри, утворюючи гранули діаметром 3-4 мм, довжиною 9-10 мм. (К 6.1.1)

Вологі гранули елеватором ТР 37 подають на вальці плющильного верстата ПВ 38. Розмір зазору між вальцями, що обертаються, встановлюють таким чином, щоб отримувати пелюстку товщиною 0,2 мм. (К 6.1.2)

Пелюстку елеватором ТР 39 подають на розпилювач стрічкової сушарки СС 40, де вони висушуються до залишкової вологості 6-8 % гарячим повітрям. Це необхідно, тому що волога заважає проникненню розчинника при екстракції ліпідів. Сухі лусочки з температурою близько 80 °С

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проходять класифікатор КЛ 41 з розміром отворів сита 2 мм (К 6.1.3), де відокремлюються пил і дрібна фракція. Відокремлені фракції повертають на повторну грануляцію в апарат Г 36.

Внаслідок потужного термомеханічного впливу на дріжджовий концентрат покращується мікроструктура частинок, зростає поверхня масопередачі та тривалість екстракції зі сформованої пелюстки зменшується до 4 год.

Операція ТП 6.2. Екстракція ліпідів.

Готову пелюстку шнековим живильником ТР 42 подають у протиточний роторний екстрактор осередкового типу РЕ 43 в режимі протитечії розчинника при двократній його витраті по відношенню до маси дріжджової пелюстки. Для підвищення швидкості масопередачі екстракцію проводять при температурі 50–55 °С, яку підтримують подачею підігрітого екстрагенту з дільниці ректифікації розчинника. Розчинник (діетиловий ефір) має високу леткість, горючі суміші його парів з повітрям вибухонебезпечні. Щоб унеможливити проникнення парів розчинника з екстрактора у виробниче приміщення, в апараті створюють розрідження (0,05–0,2 кПа) витяжним вентилятором. (К 6.2.1)

Екстрактор має герметичний циліндричний корпус, у якому повільно з регульованою швидкістю обертається навколо вертикальної осі ротор, розділений радіальними перегородками на 18 відкритих зверху комірок. Днище комірок закрито перфорованими дверцятами, які утримують пелюстку, вільно пропускають рідину та здатні відкриватися. Нижня конічна частина корпусу екстрактора, що знаходиться під ротором, розділена вертикальними радіальними перегородками на 6 камер, п'ять з яких призначені для збору екстракту, а одна – для приймання проекстрагованої пелюстки, що видаляється з комірки. На кришці корпусу екстрактора радіально розташовані п'ять розподільних гребінок (каскад штуцерів) для зрошення вмісту комірок ротора розчинником (один гребінець) та екстрактом (чотири гребінки).

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

Дріжджова пелюстка подається в екстрактор шнековим живильником ТР 42, оснащеним пневматичним ковзним затвором, що закриває вихідний отвір при непрацюючому живильнику (виключає витік парів розчинника в підготовче відділення). При проході комірок ротора під живильником вони заповнюються пелюсткою. Завантажений у комірки матеріал безперервно рухається по колу, піддаючись при цьому протиточному зрошенню екстрактом (місцелою).

На кінцевій стадії (ступіні) екстракції дріжджі зрошуються чистим розчинником, який подається в екстрактор через п'яту гребінку. Проходячи зверху вниз через шар пелюстки в комірку, розчинник витягає ліпіди і стікає в нижню частину корпусу екстрактора в камеру місцели четвертого ступеня, з якої циркуляційним насосом подається в гребінку штуцерів, розташованих над камерою місцели третього ступеня. Місцела проходить через пелюсток у комірках, зміцнюється (підвищується концентрація ліпідів), стікає в камеру третього ступеня в днищі екстрактора і насосом подається в гребінку над камерою місцели другого ступеня.

Такий процес повторюється чотири рази (чотири циркуляційні насоси). При послідовному русі розчинника від наступного до попереднього ступеня концентрація місцели зростає. Концентрована місцела зрошує вихідний (завантажений) пелюсток і збирається в п'ятій камері днища апарату, з якої виводиться насосом. Проекстрагована пелюстка (знежирена біомаса або біошрот) після контакту з чистим розчинником вивантажується через дверцята, що відкрилися в днище, в приймальну камеру днища апарату, з якої виводиться гвинтовим конвеєром на подальшу переробку (очистку від розчинника, грануляцію та фасовку).

Екстракт (місцела), який містить близько 4% мікробного жиру (К 6.2.2), передають насосом Н 44 на стадію ТП 7. Відгін розчинника з місцели.

Стадія ТП 7. Відгін розчинника з місцели.

Технічний біожир отримують відгоном розчинника з місцели

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

дистиляцією в дві ступені.

Підігріта в теплообміннику Т 45 до 60–65 °С місцела надходить у дистилятор І ступеня Д 46, який є випарником з висхідною плівкою та працює при атмосферному тиску. У цьому апараті з місцели видаляється до 90% розчинника. (К 7.1.1)

Концентровану місцелу насосом Н 47 подають на дистилятор ІІ ступеня Д 48, який працює під розрідженням (залишковий тиск 0,016–0,017 МПа) (К 7.1.2) і є тарілчастою колоною (ситчасті тарілки), оснащеною паровою сорочкою. Під нижню тарілку дистилятора подається гостра перегріта пара. При протиточній взаємодії перегрітої пари з концентратом місцели залишки розчинника повністю видаляються з мікробного жиру. Суміш перегрітої пари з розчинником проходить дистилятор, не конденсуючись та надходить на дільницю рекуперації розчинника.

Біожир, що виходить з дистилятора ІІ ступеня Д 48, збирають в збірники З 49.

Отриманий біожир є коричневою або темно-коричневою в'язкою майже застиглою масою з вмістом розчинника не більше 0,4 мас.%, густиною 890–950 кг/м³, вологістю до 5%, містить близько 30% фосфоліпідів та 45% неомилюваних речовин (К 7.1.3).

Біожир в збірниках З 49 передають на візках на упаковку на стадію ПМВ 8.

Стадія ПМВ 8. Пакування, маркування та відвантаження готового продукту.

Біожир у збірниках З 49 подають до напівавтомату вагового дозування ГФ 50. Оператор налаштовує об'єм дозування 20 кг. При фасуванні оператор ставить порожній бідон під форсунку та забрає наповнену тару. Наповнена тара негайно герметизується кришкою.

Періодично перевіряють вагу наповнення (2–3 рази за зміну) (К 8.1.1). Наповнені та герметизовані бідони на накопичувальному столі напівавтомату етикетують вручну.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перед етикетуванням оператор перевіряє відповідність етикетки (номер серії і термін придатності, відповідність етикеток макету графічного зображення, наведеному в НД). Під час етикетування перевіряють якість наклеювання етикеток (К 8.1.2).

Бідони з технічним біожиром, укупорені та марковані збирають на візку та відправляють в приміщення карантинного зберігання. Контролер ЗЛКЯ відбирає середню пробу для проведення повного фізико-хімічного аналізу згідно НД. (К 8.1.3)

До отримання результатів аналізу серія технічного біожиру знаходиться в приміщенні карантинного зберігання.

При отриманні позитивних результатів ЗЛКЯ видає сертифікат якості і разом з накладною готова продукція направляється на склад, де її зберігають до реалізації. Термін зберігання у герметично закритих ємностях 24 місяці.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

6 КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА

Таблиця 6.1 – Перелік контрольних точок виробництва продукту
«Біожир технічний у бідонах по 20 кг».

Номер контрольної точки та назва стадії	Об'єкт контролю, показник, який знаходиться	Метод контролю	Періодичніс ть перевірки та порядок відбору проб	Нормативна характеристи ка показника ,що знаходиться
1	2	3	4	5
Стадія ДР 1. Підготовка виробництва. Здійснюють згідно СТП «Санітарна і технічна підготовка виробництва» та технологічних інструкцій.				
Операція ДР 1.2. Вхідний контроль сировини.				
К 1.1.1	Вхідний контроль сировини	Фізичний, фізико- хімічний, біологічний	Перед приготуванн ям серії	Вся сировина за всіма показниками НТД
Стадія ТП 2. Приготування гідролізату торфу				
Операція ТП 2.1. Отримання гідролізату торфу				
К 2.1.1	Режим отримання пульпи 1: - маса торфу - маса к-ти сірчаної 0,5% - тиск пари - температура гідролізу - тривалість про- ходу через Р 4	Ваговий, фізичний.	Кожну операцію	3,40 т 7,8 т 0,73 МПа 130 °С 10 хв
К 2.1.2	Отримання пульпи 2: - вага проміжного гідролізату - маса торфу (вол. 70 %) - маса к-ти сірчаної 92,5% - маса води	Ваговий, фізичний	Кожну операцію	11,28 т 5,10 т 0,040 т до робочої конц. 0,6%

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
К 2.1.3	Режим нагрівання пульпи 2: - тиск пари - температура гідролізу - тривалість проходу Р 4	Ваговий, фізичний.	Кожну операцію	0,5 МПа 160 °С 20 хв
К 2.1.4	Кількість гідролізованої пульпи	Ваговий.	Кожну операцію	16,62 т
К 2.1.5	Гідролізат торфу: - маса - редукуючих речовин	Ваговий, фізико-хімічний.	Кожну операцію	15,80 т 5,6 %
Операція ТП 2.2. Охолодження гідролізату				
К 2.2.1	Температура	Фізичний	Кожну операцію.	18 °С
Операція ТП 2.3. Нейтралізація гідролізату				
К 2.3.1	рН гідролізату	Потенціометричний	Кожну операцію.	6,0±0,2
Стадія ТП 3. Отримання засівних дріжджів				
Операція ТП 3.1. Підготовка живильного середовища				
К 3.1.1	Режим приготування живильного середовища: - рН гідролізату - калію дигідрофосфату - магнію сульфату - кальцію хлориду - температура для стерилізації - температура охолодження - тривалість відстоювання	Потенціометричний, ваговий, фізичний	Кожну операцію.	5,5-5,8 до 0,1 г/л до 0,04 г/л до 0,04 г/л 80 °С 20-25 °С 5-8 год
Операція ТП 3.2. Вирощування чистої культури дріжджів				
К 3.2.1	Кількість культури	Ваговий	Кожну операцію	120-140 г (у перерахунку на пресовані)
К 3.2.2	Якість посівного матеріалу	Мікробіологічний	Кожну операцію	Відсутність сторонніх м/о, не більше 5 % мертвих клітин, морфологічні та культуральні ознаки відповідають

1	2	3	4	5
Операція ТП 3.3. Вирощування засівних дріжджів у малій та великій дріжджанках				
К 3.3.1	Завантаження малої дріжджанки (кількості): - води - живильного середовища - дріжджів (посівний матеріал)	Ваговий, об'ємний	Кожну операцію.	180 л 40 л 120-140 г
К 3.3.2	Живильне середовище малої дріжджанки: - редукуючи речовин	Фізико-хімічний	Кожну операцію.	0,4-0,5 %
К 3.3.3	Режим вирощування: - тривалість аерації - об'єм КР - рН - кількість біомаси	Фізичний, об'ємний	Кожну операцію.	12-14 год 320 л 4,0-5,5 3,5-4,5 кг (75% вологи)
К 3.3.4	Режим вирощування у великій дріжджанці (кількості): - води - живильного середовища - засівних дріжджів - тривалість	Ваговий, об'ємний	Кожну операцію.	1310 л 210 л 320 л (3,5-4,5 кг (75% вологи) 10-11 год
Операція ТП 3.4. Вирощування засівних дріжджів у малому дріжджоростильному апараті				
К 3.4.1	Режим вирощування у малому дріжджоростильному апараті (кількості): - води - живильного середовища - засівних дріжджів - тривалість	Ваговий, об'ємний	Кожну операцію.	1520 л 500 л 2510 л (7,5-15% від маси РР) 8-9 год
К 3.4.2	Малий дріжджоростильний апарат перед безперервним відбором: - об'єм середовища - біомаса дріжджів	Ваговий, об'ємний	Кожну операцію.	6060 л 90-100 кг 15-20 г/л, 75% вол.)

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
К 3.4.3	Режим безперервного культивування: - швидкість відбору КР - тривалість	Об'ємний, фізичний	Кожну операцію.	1-1,5 м ³ /ч 5-7 діб
Стадія ТП 4. Культивування дріжджів				
К 4.1.1	Швидкість подачі КР у виробничий дріжджоростильний апарат ВДА 29	Об'ємний	Кожну операцію.	1-1,5 м ³ /ч
К 4.1.2	Завантаження ВДА 29: - об'єм живильного середовища - кількість засівних дріжджів - калію дигідрофосфату - магнію сульфату - кальцію хлориду	Потенціометричний, ваговий, фізичний	Кожну операцію.	60 м ³ 6 м ³ (10-15% від маси середовища) 0,1 г/л 0,04 г/л 0,04 г/л
К 4.1.3	Режим культивування: - температура - тривалість - накопичення дріжджів	Фізичний	Кожну операцію.	30°C 5 діб не менш 10 г дріжджів в 1 л
Стадія ТП 5. Відділення біомаси				
Операція ТП 5.1. Відділення та промивка біомаси				
К 5.1.1	Дріжджова маса після I ст. сепарації: - кількість - густина	Фізичний	Кожну операцію.	13,176 т 400-500 г/л
К 5.1.2	Режим промивки: - кількість води - тривалість перемішування	Фізичний	Кожну операцію.	30 т 0,5-1 год
Операція ТП 5.2. Друга ступінь сепарації				
К 5.2.1	Дріжджова маса після II ст. сепарації: - кількість - густина	Фізичний	Кожну операцію.	8,784 т 600-750 г/л

1	2	3	4	5
Стадія ТП 6. Екстракція ліпідів				
Операція ТП 6.1. Екстракція ліпідів				
К 6.1.1	Режим гранулювання: - температура - розмір гранул	Фізичний	Кожну операцію.	90-100 °С Діам. 3-4 мм, довжина 9-10 мм
К 6.1.2	Товщина пелюстки	Фізичний	Кожну операцію.	0,2 мм
К 6.1.3	Висушена пелюстка: - температура - залишкова вологість - розмір отворів сита	Фізичний	Кожну операцію.	80 °С 6-8 % 2 мм
Операція ТП 6.2. Екстракція ліпідів				
К 6.2.1	Режим екстрагування: - температура - розрідження	Фізичний	Кожну операцію.	50-55 °С 0,05–0,2 кПа
К 6.2.2	Вміст мікробного жиру в місцелі	Фізико-хімічний	Кожну операцію.	4 %
Стадію ТП 7. Відгін розчинника з міцели				
К 7.1.1	Режим дистиляції I ст.: - температура міцели на вході - тиск	Фізичний	Кожну операцію.	60-65 °С атмосферний
К 7.1.2	Режим дистиляції II ст.: - температура - залишковий тиск	Фізичний	Кожну операцію.	60-65 °С 0,016–0,017 МПа
К 7.1.3	Біожир: - маса - опис - вміст розчинника - густина - вологість - фосфоліпідів - неомилюваних речовин	Фізичний, фізико-хімічний	Кожну операцію.	1, 522 т Коричнева або темно-коричнева в'язка майже застигла маса Не більше 0,4 мас.% 890-950 кг/м ³ До 5% Близько 30% Близько 45%

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4	5
Стадія ПМВ 8. Пакування, маркування та відвантаження готового продукту				
К 8.1.1	Вага наповнення	Ваговий	Кожну операцію. 2-3 рази за зміну	20±2%
К 8.1.2	Якість етикетування	Візуальний.	Кожну операцію	Якісне наклеювання етикеток, вірність номеру серії і терміну придатності, відповідність етикеток макету графічного зображення НД
К 8.1.3	Готовий продукт «Біожир технічний у бідонах по 20 кг»	Фізичний, фізико-хімічний, візуальний	Кожну серію.	Відповідає всім показникам НД

7 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ

Графічне виконання апаратури контролю та регулювання, виконавчих елементів та регулюючих органів представлено на рис. 7.1

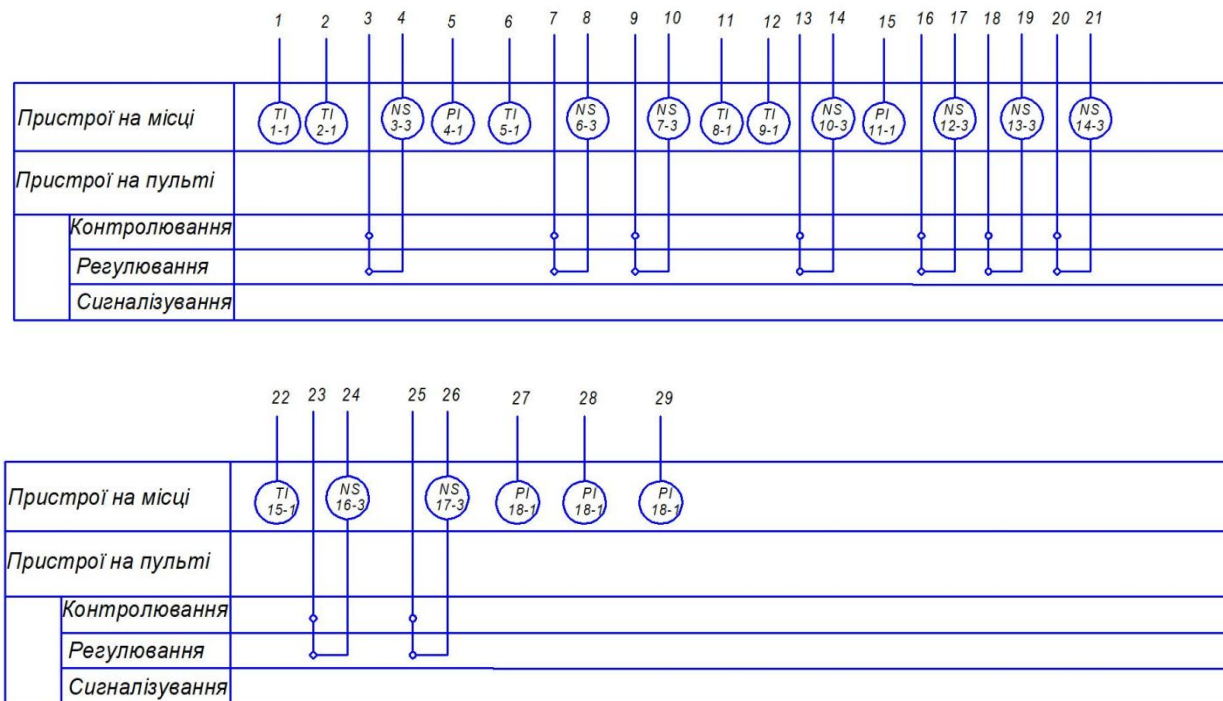


Рисунок 7.1 - Графічне виконання апаратури контролю та регулювання, виконавчих елементів та регулюючих органів.

Специфікація приладів і засобів автоматизації наведена в таблиці 7.1

Таблиця 7.1- Специфікація приладів і засобів автоматизації

Поз.	Найменування параметру	Місце установки	Середовище	Найменування та характеристика приладу	Тип приладу	Кільк.	Виробник
1	2	3	4	5	6	7	8
1-1 2-1 3-1 5-1 6-1 7-1 8-1 9-1	температура	за місцем	сировина	термоперетворювач опорного платиновий	ТСП-50М	15	ПБЗ «Луцьк»

Продовження таблиці 7.2

1	2	3	4	5	6	7	8
10-1 12-1 13-1 14-1 15-1 16-1 17-1							
3-2 6-2 7-2 10-2 12-2 13-2 14-2 16-2 17-2				мікропроцесорний процесор типу Реміконт	P-130	9	ПБЗ «Полтава»
3-3 6-3 7-3 10-3 12-3 13-3 14-3 16-3 17-3		за місцем		підсилювач потужності	У24	9	МЗТА
3-4 6-4 7-4 10-4 12-4 13-4 14-4 16-4 17-4		за місцем		механізм електричний однооборотний	МЕО У)/64-0,25-94	9	МЗТА
18-1 19-1 20-1	Тиск	за місцем	стиснуте повітря, пара	тензометричний перетворювач тиску	сапфір-22ДИВ	3	АТ «СП Манометр» Харків

8 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИРОБНИЦТВА ВІДПОВІДНО ДО ВИМОГ НАССР

У результаті технологічного та соціально-економічного розвитку розвинутих країн у різних галузях промисловості (харчової, фармацевтичної, шкіряної, гірничорудної, металургійної та ін.) було накопичено і реалізовано значну кількість концепцій і підходів, які дозволяють управляти безпекою, стабільністю і якістю отримуваних продуктів. Серед них: бар'єрні технології, нормування параметрів технологічних процесів (GMP), система НАССР і ISO 22000, система управління якістю ДСТУ ISO серії 9000, прогностична мікробіологія та ін [20-22].

Концепція НАССР отримала закріплення у законодавчій базі Європи, Азії і України: Codex Alimentarius, директива № 852 ЄС, ДСТУ 51705.1 - 2001, ISO 22000 (ДСТУ ISO 22000 - 2007), «Про безпеку харчової продукції», International Food Standart (IFS), Food safety system certification (FSSC 22000), Safe Quality Food (SQF), British Retail Consortium Food Standard (BRC) [20, 22, 23].

Система НАССР має випереджувальний характер і спрямована на усунення або зниження до прийнятного рівня в процесі виробництва можливості дії небезпечних чинників і ризиків, здатних завдати шкоди здоров'ю кінцевому споживачеві [20, 22]. Це принципово відрізняє НАССР від попередніх систем, побудованих на контрольних діях і використовуваних в харчовій промисловості.

В основу концепції НАССР покладено сім принципів [20, 22]: визначення небезпечних чинників і аналіз ризиків, встановлення критичних контрольних точок, встановлення критичних меж, визначення системи моніторингу, розробка дій, що корегують, документування інформації, розробка і впровадження процедур верифікації в критичних контрольних точках.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Застосування вищевказаного інструменту вимагає глибокого розуміння сутності їх механізмів і повної переорієнтації виробництва на попереджувальні заходи.

Впровадження системи НАССР вимагає сучасних випереджувальних управлінських рішень на всіх рівнях, тобто вона повинна запроваджуватися разом із системою управління якістю (СУЯ).

Слід зазначити, що використання принципів НАССР відоме не тільки на підприємствах харчової галузі, а й в багатьох інших, тому що разом з побудовою системи менеджменту якості згідно з стандартами ISO серії 9000, дозволяє підняти рівень організації виробництва будь-якої продукції на рівень світових стандартів.

Окрім процесів забезпечення безпеки, підприємства зацікавлені в управлінні ризиками, що впливають на якість продукції. В процесі здійснення управління ризиками якості дотримуються запланованої послідовності дій.

На першому етапі проводиться фіксація ризиків якості, тобто обмежується кількість виявлених ризиків на основі принципу «розумна достатність». Для цього використовується анкетування фахівців, а також враховується досвід ведення схожих проектів. Розглядаючи ризик з позиції управлінської діяльності: суб'єктивних і об'єктивних чинників, що впливають на збільшення значення ризику, наявності невизначеності, необхідності вибору альтернатив і можливості кількісної і якісної оцінки вірогідності реалізації ризику, ідентифікують процеси, які більшою мірою перешкоджають досягненню цілей і схильні до ризику. [22-24]

На другому етапі здійснюється кількісна оцінка ризиків, яка виражається абсолютним або відносним рівнем витрат і вимірюється поєднанням вірогідності реалізації ризику і мірою впливу його у разі виникнення. [22-24]

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В залежності від того, в якій сфері планується використання продукції підприємства, визначають ступінь ризику, тобто поділяють їх на низький, середній і високий.

З метою визначення міри впливу застосовують декілька методів: 1) розраховують тяжкість наслідків або значущість ризику; 2) розраховують міру втрат від планової величини прибутку в відсотках.

Управління ризиками якості здійснюється з використанням загальноприйнятих і закладених в основу виробництва продукту попередніх програм, орієнтованих на стандартизацію всіх характеристик продукту. Підтримка стабільності показників якості і безпеки продукту можливо тільки при неухильному дотриманні супутніх програм. Забезпечення цих показників розглядають у рамках кращих практик, таких як належна гігієнічна практика (GHP - Good Hygiene Practice), належна виробнича практика (GMP – Good Manufactured Practice) тощо. На кожному етапі виробництва, зберігання, перевезення, реалізації і використання потрібно чітко наслідування встановлених правил.

У тому випадку, якщо продукт не є харчовим, але його застосування у подальшому не виключає застосування в якості харчової сировини, слід при виробництві орієнтуватися на вимоги НАССР.

Згідно з 2016 року набув чинності розділ VII «Загальні гігієнічні вимоги щодо поводження з харчовими продуктами» Закону України «Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів». Згідно цього розділу, а також Наказу Міністерства Аграрної Політики та Продовольства України 01.10.2012 № 590 «Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР)» програми-передумови є обов'язковими та призначені для ефективного функціонування системи безпечності харчових продуктів та контролю за небезпечними факторами і повинні бути розроблені,

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

задокументовані і повністю впроваджені операторами ринку перед застосуванням системи НАССР.

Сфера застосування програм-передумов повинна охоплювати усі потенційні загрози безпечності.

Програми-передумови - основні умови та види діяльності, які є необхідними для підтримання гігієнічних умов на всіх етапах ланцюга виготовлення харчових продуктів. [24]

Програми-передумови системи НАССР мають охоплювати такі процеси:

Належне планування виробничих, допоміжних та побутових приміщень для уникнення перехресного забруднення;

Вимоги до стану приміщень, обладнання, проведення ремонтних робіт, технічного обслуговування обладнання, калібрування тощо, а також заходи щодо захисту харчових продуктів від забруднення та сторонніх домішок;

Вимоги до планування та стану комунікацій - вентиляції, водопроводів, електро- та газопостачання, освітлення тощо;

Безпечність води, льоду, пари, допоміжних матеріалів для переробки (обробки) харчових продуктів, предметів та матеріалів, що контактують з харчовими продуктами;

Чистота поверхонь (процедури прибирання, миття і дезінфекції виробничих, допоміжних та побутових приміщень та інших поверхонь);

Здоров'я та гігієна персоналу;

Захист продуктів від сторонніх домішок; поводження з відходами виробництва та сміттям, їх збір та видалення з потужності;

Контроль за шкідниками, визначення виду, запобігання їх появі, засоби профілактики та боротьби;

Зберігання та використання токсичних сполук і речовин;

Специфікації (вимоги) до сировини та контроль за постачальниками;

Зберігання та транспортування;

Контроль за технологічними процесами;

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маркування харчових продуктів та поінформованість споживачів.

Виробництва біожиру технічного, отриманого мікробним синтезом також слід планувати, організовувати та здійснювати, дотримуючись пограм-передумови системи НАССР, особливо, якщо планується використання цього продукту як сировини для отримання продуктів харчового призначення.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9 ПЛАН ЦЕХУ З КОМПОНУВАННЯМ ОБЛАДНАННЯ

План цеху виробництва продукту «Біожир технічний у бідонах по 20 кг» на потужностях ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів» представлено на рис. 9.1.

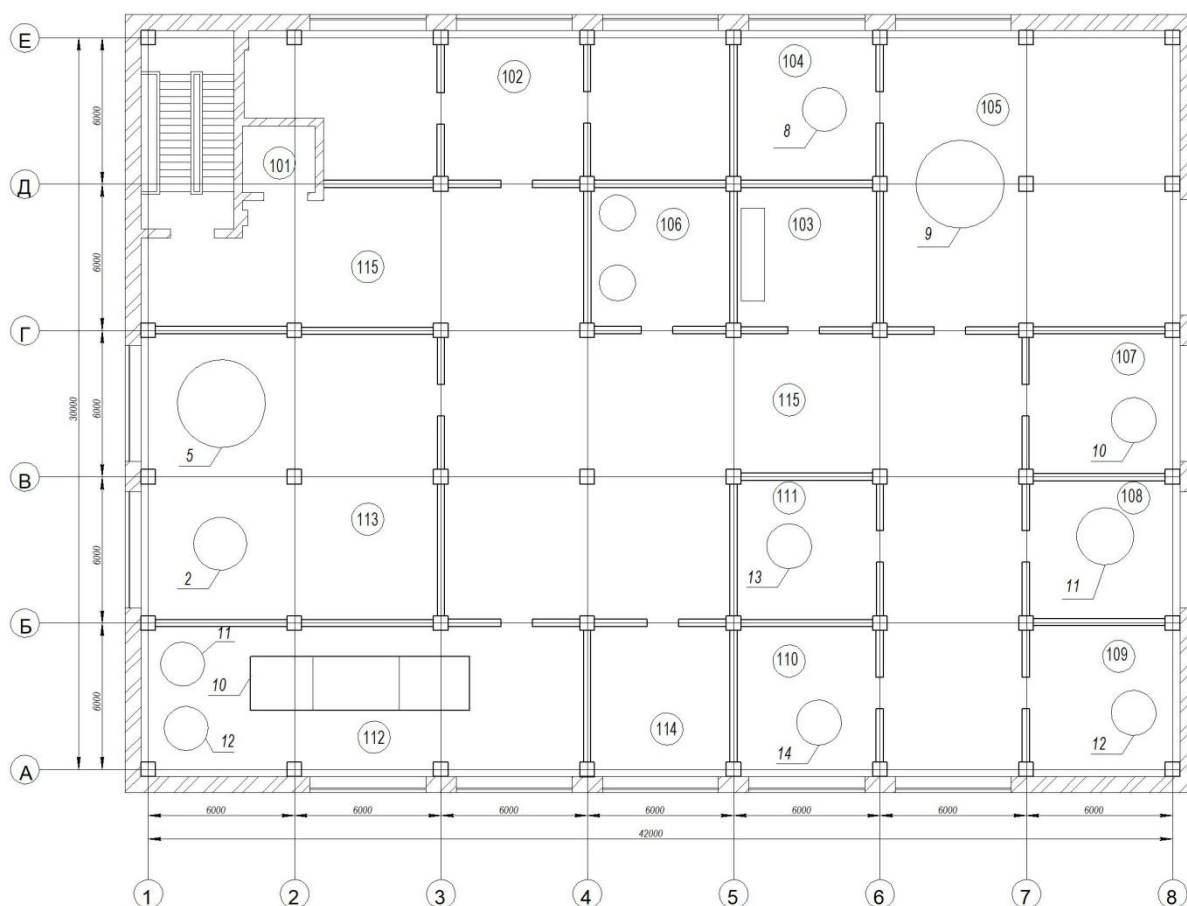


Рисунок 9.1 - План цеху виробництва продукту «Біожир технічний у бідонах по 20 кг» на потужностях ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів».

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		85

Таблиця 9.2 – Характеристика виробничих приміщень

Назва приміщення	Технологічні блоки	Клас чистоти	Категорія за НАПБ	Клас зон за ПУЕ	Додаткові вимоги
1	2	3	4	5	6
Склад сировини	101	-	A	П-Па	
Коридор	102	-	-	-	
Жіночий санвузол	103	-	-	-	
Чоловічий санвузол	104	-	-	-	
Приміщення підготовки персоналу	105	-	Д	П-Па	
Приміщення приготування гідролізату торфу	106	-	B	П-П	
Приміщення приготування живильного середовища	107	-	-	-	
Приміщення отримання засівних дріжджів	108	-	-	-	
Ферментаційне приміщення	109	-	-	-	
Сепараторна	110	-	-	-	
Приміщення отримання пелюстки	111	-	Д	П-Па	
Екстракторна	112	-	A	П-І	
Дистиляційне приміщення	113	-	B	П-І	
Приміщення пакування	114	-	Д	П-Па	
Карантинний склад	115	-	Д	П-Ш	
Приміщення ЧК	116	-	-	-	
Термостатна	117	-	-	-	
Дільниця водопідготовки	118	-	-	-	
Компресорна	119	-	Д	-	
Парогенераторна	120	-	Д	-	

10 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Оцінка економічного ефекту від переоснащення цеху для виробництва продукту «Біожир технічний у бідонах по 20 кг» на потужностях ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів».

На ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів» виробництво біожиру технічного здійснюється безперервно у 3 зміни тривалістю 8 годин кожна.

За рік передбачено 1000 серій, об'єм серії – 1500 кг, 75 уп. по 20 кг.

Баланс часу роботи обладнання наведений в табл. 10.1.

Таблиця 10.1 - Баланс часу роботи обладнання

Фонд часу роботи обладнання	Мовні позначки	Показники	
		дні	години
Календарний	Φ_k	365	8760
Неробочий час:			
а) вихідні дні	$\Phi_{вих}$	104	2496
б) святкові дні	$\Phi_{свят}$	12	288
Номінальний	Φ_n	249	5976
Зупинки:			
а) на ремонт	$\Phi_{рем}$	15	360
б) з технологічних причин	$\Phi_{тех}$	15	350
Ефективний	Φ_e	219	5256

Виробнича потужність цеху:

$$M = 1 \times 286,82 \times 5256 = 1507530,8 \text{ пак. /рік.}$$

Оскільки у цеху заводу випускається єдиний вид продукції - біожир технічний, визначимо питому вагу його випуску в загальному обсязі випуску:

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

$$\alpha = \frac{1500000}{1507530,8} \times 100 = 99,5 \%$$

За даними розрахунку, потужність цеху за провідним обладнанням є достатньою для запланованого обсягу виробництва біожиру.

Вартість будівель та споруд приймається на рівні первинної вартості.

Вартість обладнання розраховується на основі специфікації, складеної при його виборі, та діючих оптових цін (табл. 10.2).

Таблиця 10.2 - Специфікація та вартість обладнання

Найменування обладнання	Кількість одиниць обладнання, шт	Вартість одиниці обладнання, грн	Загальна вартість обладнання, грн
1	2	3	4
Насос для пульпи	4	125600	502400
Нагрівач струминного типу	2	564800	1129600
Трубчастий реактор	2	342500	685000
Сепаратор-випарник	2	453300	906600
Фільтр-прес	2	134200	268400
Теплообмінник	3	146700	440100
Стерилізатор-нейтралізатор	1	543900	543900
Мала дріжджанка	1	300300	300300
Велика дріжджанка	1	456700	456700
Дріжджоростильний апарат (малий)*	1	254000	254000
Виробничий дріжджоростильний апарат	1	675300	675300
Сепаратор I ступені	1	89000	89000
Промивний апарат	1	98600	98600
Сепаратор II ступені	1	89000	89000

Продовження таблиці 10.2.

1	2	3	4
Гранулятор	1	160000	160000
Плющильний верстат	1	453700	453700
Стрічкова сушарка	1	430000	430000
Класифікатор	1	298000	298000
Роторний екстрактор	1	310000	310000
Дистилятор I ступеня	1	670000	670000
Дистилятор II ступеня	1	600600	600600
Напівавтомат вагового дозування	1	549000	549000
Усього			9910200

При визначенні підсумкової вартості основного обладнання необхідно врахувати і вартість неврахованого обладнання, яке складає 20% від вартості основного обладнання. Результати розрахунку вартості обладнання і вартості будинків і споруд наведені в табл. 10.3.

Таблиця 10.3 - Підсумкова вартість основних засобів

№ з/п	Найменування статті	Вартість обладнання, грн	Пояснення
1	2	3	4
1	Вартість основного обладнання	9910200	Табл. 2
1.1	Дистилятор II ступеня	600600	Табл.2
2	Невраховане обладнання	1982040	20 % від стр. 1
2.1	Дистилятор II ступеня	120120	20 % від стр. 1.1
3	Всього	11892240	стр.1 + стр. 2
3.1.	Дистилятор II ступеня	720720	стр.1.1+стр. 2.1
4	Будинки та споруди	8943372	
5	Всього	20835612	стр. 3 + стр. 4

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

Таким чином, вартість основних засобів після переоснащення цеху складає 20835612 грн., в т.ч. вартість нового обладнання - 720720 грн. Зміна вартості основних засобів після переоснащення наведена у табл. 10.4.

Таблиця 10.4 - Розрахунок зміни вартості основних засобів після переоснащення

№ з/п	Об'єкт	Вартість, грн		Приріст, грн
		за даними підприємства	за даними проекту	
1	Будівлі і споруди	8943372	8943372	---
2	Обладнання	11171520	11892240	+720720
4	Всього	20114892	20835612	+720720

Для розрахунку фонду оплати праці розрахуємо баланс робочого часу робітника (табл. 10.5.)

Таблиця 10.5 - Баланс робочого часу робітника

Витрата часу	Умовні позначення	Показники	
		Дні	Години
1	2	3	4
Календарний фонд робочого часу	Φ_k	365	2920
Кількість вихідних днів	$\Phi_{\text{вих}}$	105	840
Кількість святкових днів	$\Phi_{\text{празд}}$	8	64
Кількість неробочих днів	$\Phi_{\text{н.р.}}$	113	904
Номінальний фонд робочого часу	Φ_n	252	2016
Невиходи, які плануються	$\Phi_{\text{нев}}$	35	280
Тарифні відпустки	$\Phi_{\text{отп}}$	24	192
Хвороби	$\Phi_{\text{бол}}$	7,5	60
Декретні відпустки	$\Phi_{\text{отп}}$	2	16
Інші невиходи із дозволу адміністрації	$\Phi_{\text{др}}$	1,5	12

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

Продовження таблиці 10.5.

1	2	3	4
Кількість робочих днів		216	1728
Кількість передсвяткових днів, в які тривалість робочого дня зменшується на одну годину		7	7
Ефективний фонд робочого часу	Φ_e	216	1721

Розрахунок фонду оплати праці робітників цеху.

Основна заробітна плата розраховується з урахуванням кількості робітників, ефективного фонду робочого часу одного робітника та його ставки (табл. 10.6). Додаткова заробітна плата складає 60% фонду основної заробітної плати.

Таблиця 10.6 - Розрахунок чисельності і заробітної плати основних і допоміжних робітників

Професія	Кіль- кість робіт - ників	Розрахунок тарифної ставки, грн.		Розрахунок фонду оплати праці, грн		
		за год.	за змін у	основна заробітна плата	додаткова заробітна плата	фонд оплати праці
1	2	3	4	5	6	7
1 Основні робітники						
1.1. Оператор гідролізної установки	6	46,00	276	79166	47499,6	126665,6
1.2. Апаратник фільтр-пресів	3	46,00	138	79166	47499,6	126665,6
1.3. Оператор приготування середовища	3	46,00	138	79166	47499,6	126665,6

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 10.6.

1	2	3	4	5	6	7
1.4. Оператор отримання засівних дріжджів	3	46,00	138	79166	47499,6	126665,6
1.5. Оператор ферментації	3	46,00	138	79166	47499,6	126665,6
1.6. Апаратник сепарації	3	46,00	138	79166	47499,6	126665,6
1.7. Оператор отримання пелюстки	3	46,00	138	79166	47499,6	126665,6
1.8. Оператор екстракції	3	46,00	138	79166	47499,6	126665,6
1.9. Оператор дистиляції	3	46,00	138	79166	47499,6	126665,6
1.6. Оператор фасування	2	46,00	92	79166	47499,6	126665,6
1.7. Майстер зміни	3	57,00	171	98097	58858,2	156955,2
Разом	35			889757	533854,2	1423611
2. Допоміжні робітники:						
2.1 Прибиральник	6	38,00		65398	39238,8	104636,8
2.2 Вантажник	3	40,00		68840	41304	110144
2.3 Слюсар КВПіА	3	46,00		79166	47499,6	126665,6
2.4. Слюсар-налогоджувальник	3	46,00		79166	47499,6	126665,6
Разом	15			292570	175542	468112
Всього	50			1182327	709396,2	1891723

Собівартість біожиру технічного розраховується основі попередніх розрахунків. Розрахунок собівартості наведено в табл. 10.7 та 10.8.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

Таблиця 10.7 - Розрахунок витрат на сировину та матеріали, (1500 кг.)

Найменування матеріалу	Од. вимір.	Норма витрат	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн
1	2	3	4	5
Сировина та основні матеріали				
Торф	кг	34000	3,5	119000
Сірчана кислота	кг	328	53	17384
Калію дигідрофосфат	кг	6,6	57	376,2
Магнію сульфат	кг	2,64	59,5	157,08
Кальцію хлорид	кг	2,64	100,7	265,848
Біомаса штаму <i>Lipomyces lipoferus</i>	кг	0,00005	850	0,0425
Діетиловий ефір	кг	200	110,5	22100
Допоміжні матеріали				
Бідон Євро Пласт пластиковий харчовий 20 літрів з кришкою	шт	75	30	2250
Етикетки	шт	77	7,5	577,5
Всього				162110,81

Таблиця 10.8 - Проектна калькуляція собівартості продукції.

Найменування виробу - біожир технічний. Калькуляційна одиниця – 1000 кг

№ п/п	Статті витрат	Сума, грн
1	2	3
1	Сировина та основні матеріали	106188,87
2	Допоміжні матеріали	1885

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		93

Продовження таблиці 10.8.

1	2	3
3	Транспортно-заготівельні витрати	5403,69
	Всього	113477,56
4	Заробітна плата	1261
4.1	Основна заробітна плата	949
4.2	Додаткова заробітна плата	312
5	Відрахування на соціальні заходи	290
6	Загальновиробничі витрати	2522
7	Виробнича собівартість	117550,56
8	Адміністративні витрати	2648,1
9	Витрати на збут	403,52
10	Інші операційні витрати	781,82
11	Повна собівартість	121384
12	Договірна ціна	122000
13	Рентабельність ,%	5

Порівняльний аналіз собівартості продукції за даними підприємства та проектом наведений у табл. 10.9.

Таблиця 10.9 - Аналіз зміни собівартості продукції

Статті витрат	За даними підприємства	За даними проекту	Зміна
1	2	3	4
1. Сировина і матеріали	106442,87	106188,87	-254,0
2. Допоміжні матеріали	1885	1885	---
3. Транспортно-заготівельні витрати	5420,69	5403,69	-17,0
4. Основна і додаткова заробітна плата	1261	1261	---

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

Продовження таблиці 10.9.

1	2	3	4
5. Відрахування на заробітну плату	290	290	---
6. Загальновиробничі витрати	2522	2522	---
7. Виробнича собівартість	117550,56	117550,56	-273,0
8. Адміністративні витрати	2648,1	2648,1	---
9. Витрати на збут	403,52	403,52	---
10 Інші	781,82	781,82	---
10. Повна собівартість	121657	121384	-273,0

З наведених даних видно, що у результаті переоснащення виробництва виробнича та повна собівартості знизяться на 273 грн.

Прибуток після реалізації заходу (переоснащення цеху) складе:

$$(122000-121384) \times 1500 = 924000 \text{ грн.}$$

Продуктивність праці дорівнює:

$$B_{\text{п}} = 122000 \times 1500 / 50 = 3660000 \text{ грн./чол.}$$

$$B_{\text{с}} = 122000 \times 1500 / 50 = 3660000 \text{ грн./чол.}$$

Строк окупності дорівнює:

$$T = 720720 / 924000 = 0,78 \text{ року}$$

Чистий приведений дохід:

$$NPV = 924000 - 720720 = 203280 \text{ грн.}$$

Основні техніко-економічних показники проектного об'єкту наведені в табл. 10.10.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		95

Таблиця 10.10 - Основні техніко-економічні показники проектного
об'єкту

№ з/п	Показники	Од. вим.	Діюче виробництво	Проектоване виробництво
1	2	3	4	5
1	Річний випуск	Тис. кг	1500	1500
2	Капітальні витрати, пов'язані з впровадженням техніко-економічних заходів з урахуванням частки продукту	грн.		720720
6	Кількість працюючих:	чол.	50	50
7	- основні робітники	чол.	35	35
8	- допоміжні робітники	чол.	15	15
9	Продуктивність праці	грн/чол.	3660000	3660000
10	Повна собівартість продукції	грн/тис. л	121657	121384
11	Ціна відпускна	грн/тис. л.	122000	122000
12	Прибуток	грн/тис. л.	514500	924000
13	Рентабельність продукції	%	3	5
14	Чистий приведений ефект	грн.	-	203280
15	Строк окупності проектних заходів	рік	-	0,78

Техніко-економічні розрахунки переоснащення виробництва біожиру технічного на ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів» свідчать про те, що:

- чистий приведений дохід становить 203280 грн.;
- впровадженні техніко-економічні заходи окупаються через 0,78 року;
- продуктивність праці не зміниться і складатиме 3660000 грн./чол.;
- рентабельність продукції підвищиться на 2% .

Згідно цих даних виробництво біожиру технічного на ТОВ «Караванський завод кормових дріжджів» є економічно вигідним.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						97
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

1. Проведено огляд джерел літератури з питань виробництва та застосування ліпідів одноклітинних організмів.
2. Обґрунтовано доцільність та перспективи виробництва мікробних ліпідів.
3. Визначені основних продуценти мікробних ліпідів, розглянуто їх характеристики і особливості культивування. Обґрунтовано застосування дріжджів *Lipomyces lipoferus* у техпроцесі.
4. Проаналізовано технологічні процеси отримання ліпідів мікробним синтезом.
5. Розглянуто сировинну базу для культивування дріжджів *Lipomyces lipoferus*,
6. Розроблено біологічну, технологічну та апаратурну схеми виробництва біожиру технічного, складено опис техпроцеса.
7. Проаналізовано обладнання для отримання продукту, здійснено технологічні, конструктивні та інші розрахунки.
8. Визначено операцію та обладнання, яке доцільно замінити для удосконалення процесу та запропоновано застосування більш сучасного та економічного дріжджоростильного апарату для отримання засівних дріжджів.
9. Проведено техніко-економічні розрахунки проекту, які обґрунтували доцільність запропонованих змін та показали, що техніко-економічні заходи окупаються за 0,78 року, рентабельність продукції підвищиться на 2%, чистий приведений дохід становитиме більше 200 тис. грн

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
						98
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Jones, A.D. Microbial Lipid Alternatives to Plant Lipids. In: Balan, V. (eds) Microbial Lipid Production. / Jones, A.D., Boundy-Mills, K.L., Barla, G.F., Kumar, S., Ubanwa, B., Balan, V. // Methods in Molecular Biology. Humana, New York, NY. – 2019. - Vol 1995. – P. 1-32. https://doi.org/10.1007/978-1-4939-9484-7_1.
2. Кадикало Е. М. Хімія ліпідів. Конспект лекцій: вибрані теми. Луцьк: П “Зоря–плюс” ВОО ВОІ СОІУ, 2023. 81 с.
3. Ghazani Saeed M. Microbial lipids for foods / Saeed M. Ghazani, Alejandro G. Marangoni // Trends in Food Science & Technology. – Vol. 119. – 2022. – P. 593-607. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.10.014>.
4. López-Lara, Isabel M. Bacterial lipid diversity / Isabel M. López-Lara, Otto Geiger // Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids. – Vol. 1862, Issue 11. – 2017. - Pages 1287-1299. <https://doi.org/10.1016/j.bbalip.2016.10.007>.
5. Bharathiraja B. Microbial oil – A plausible alternate resource for food and fuel application / B. Bharathiraja, Sridevi Sridharan, V. Sowmya, D. Yuvaraj, R. Praveenkumar // Bioresource Technology. – 2017. – Vol. 233. – P. 423-432. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.03.006>.
6. Активні кормові дріжджі. Ензим. Режим доступу: <https://bake.expert/tvarynnyctvohttps://bake.expert/tvarynnyctvo>
7. Караванський завод кормових дріжджів: кормові добавки, дріжджі кормові. Режим доступу: <https://catalog.ub.ua/firm/247008/>
8. Кормові дріжджі спиртові. Сивер-Агро, ТОВ, Чернігів, UA. Режим доступу: <https://siveragro.com/ua/products/alcohol-yeast>
9. Thevenieau, F. Microorganisms as sources of oils / Thevenieau, France, and Jean-Marc Nicaud // OCL. – Vol. 20, Numéro 6, November-December. - 2013. - D603. – 8 p. <https://doi.org/10.1051/ocl/2013034>
10. Caporusso, A.; Capece, A.; De Bari, I. Oleaginous Yeasts as Cell Factories

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		99

for the Sustainable Production of Microbial Lipids by the Valorization of Agri-Food Wastes. *Fermentation* 2021, 7, 50.
<https://doi.org/10.3390/fermentation7020050>

11. Tomás-Pejó, E. Microbial lipids from organic wastes: Outlook and challenges / E. Tomás-Pejó, S. Morales-Palomo, C. González-Fernández // *Bioresource Technology*. – Vol. 323. – 2021. – 124612.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.124612>
12. Zhang X. Improving fatty acid production in *Escherichia coli* through the overexpression of malonyl coA– acyl carrier protein transacylase / Zhang X., Agrawal A., San K.-Y. // *Biotechnol. Prog.* – 2012. - № 28. – P. 60–65.
13. Hui L. Direct microbial conversion of wheat straw into lipid by a cellulolytic fungus of *Aspergillus oryzae* A-4 in solid-state fermentation / Hui L., Wan C., Hai-tao D., Xue-jiao C., Qi-fa Z., Yu-hua Z. // *Bioresour. Technol.* 2010. - № 101. – P. 7556–7562.
14. Ji, X.J. Engineering Microbes to Produce Polyunsaturated Fatty Acids / Ji, X.J.; Huang, H. // *Trends Biotechnol.* – 2019. - № 37. – P. 344–346.
15. Liu, Z. Lipid and Carotenoid Production from Wheat Straw Hydrolysates by Different Oleaginous Yeasts / Liu, Z., Feist, A.M., Dragone, G., Mussatto, S.I. // *J. Clean. Prod.* – 2020. № 249.
16. Daskalaki, A. Laboratory Evolution Strategies for Improving Lipid Accumulation in *Yarrowia lipolytica* /Daskalaki, A.; Perdikouli, N.; Aggeli, D.; Aggelis, G. // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2019. - № 103.
17. Papanikolaou, S. Lipids of Oleaginous Yeasts. Part I: Biochemistry of Single Cell Oil Production / Papanikolaou, S.; Aggelis, G. // *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* – 2011. - № 113. – P. 1031–1051.
18. Yamazaki A. Three novel lipomycetaceous yeasts, *Lipomyces maratuensis* sp. nov., *Lipomyces 4 tropicalis* sp. nov., and *Lipomyces kalimantanensis* f.a., sp. nov. isolated from soil 5 from the Maratua and Kalimantan Islands, Indonesia / Atsushi Yamazakia, Atit Kantib, Hiroko Kawasakia // *Mycoscience*. – 2017. – Vol. 58, Is. 6, November. – P. 413-423.

					162.01.01.00 000 ИЗ	Арк.
						100
ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Maudy Th. Smith, Cletus P. Kurtzman. Chapter 43 - *Lipomyces* Lodder & Kreger-van Rij (1952), Editor(s): Cletus P. Kurtzman, Jack W. Fell, Teun Boekhout, *The Yeasts* (Fifth Edition), Elsevier, 2011, Pages 545-560, <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-52149-1.00043-4>.
20. Про затвердження Вимог щодо розробки, впровадження та застосування постійно діючих процедур, заснованих на принципах Системи управління безпечністю харчових продуктів (НАССР) Наказ Міністерства Аграрної Політики та Продовольства України 01.10.2012 № 590. - [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon0.rada.gov.ua/laws/show/z1704-12>
21. ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT) Системи управління якістю. Вимоги.
22. ДСТУ ISO 22000 (ISO 22000:2018, IDT) «Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги до будь-якої організації в харчовому ланцюгу».
23. Бочарова О.В. НАССР і системи управління безпечністю харчової продукції: підручник / О.В. Бочарова. – Одеса: Атлант. - 2016. – 351 с.
24. Про основні принципи та вимоги до безпечності та якості харчових продуктів [Електронний ресурс] : закон України від 23 грудня 1997 р. № 771/97-ВР // Відомості Верховної Ради України. – 1998. - № 19. - Ст. 98. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/771/97-%D0%B2%D1%80#Text> (дата звернення 10.02.2023). – Назва з екрана.

					162.01.01.00 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

ДОДАТКИ

Таблиця точок заміру і контролю

Позначения	Контрольный параметр	Прим
1, 2	Вага	
25, 26, 27	Тиск	

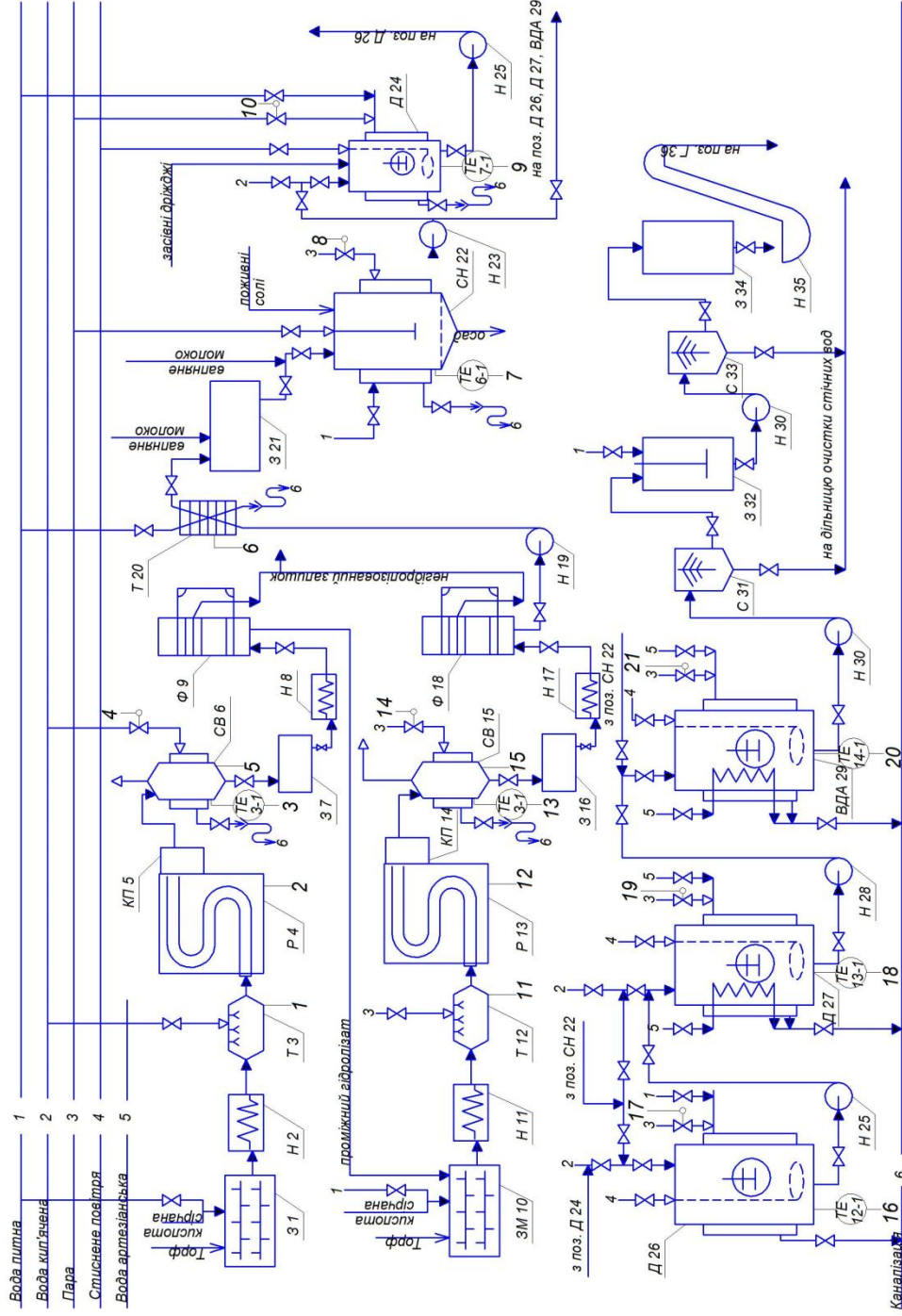
Технічна характеристика

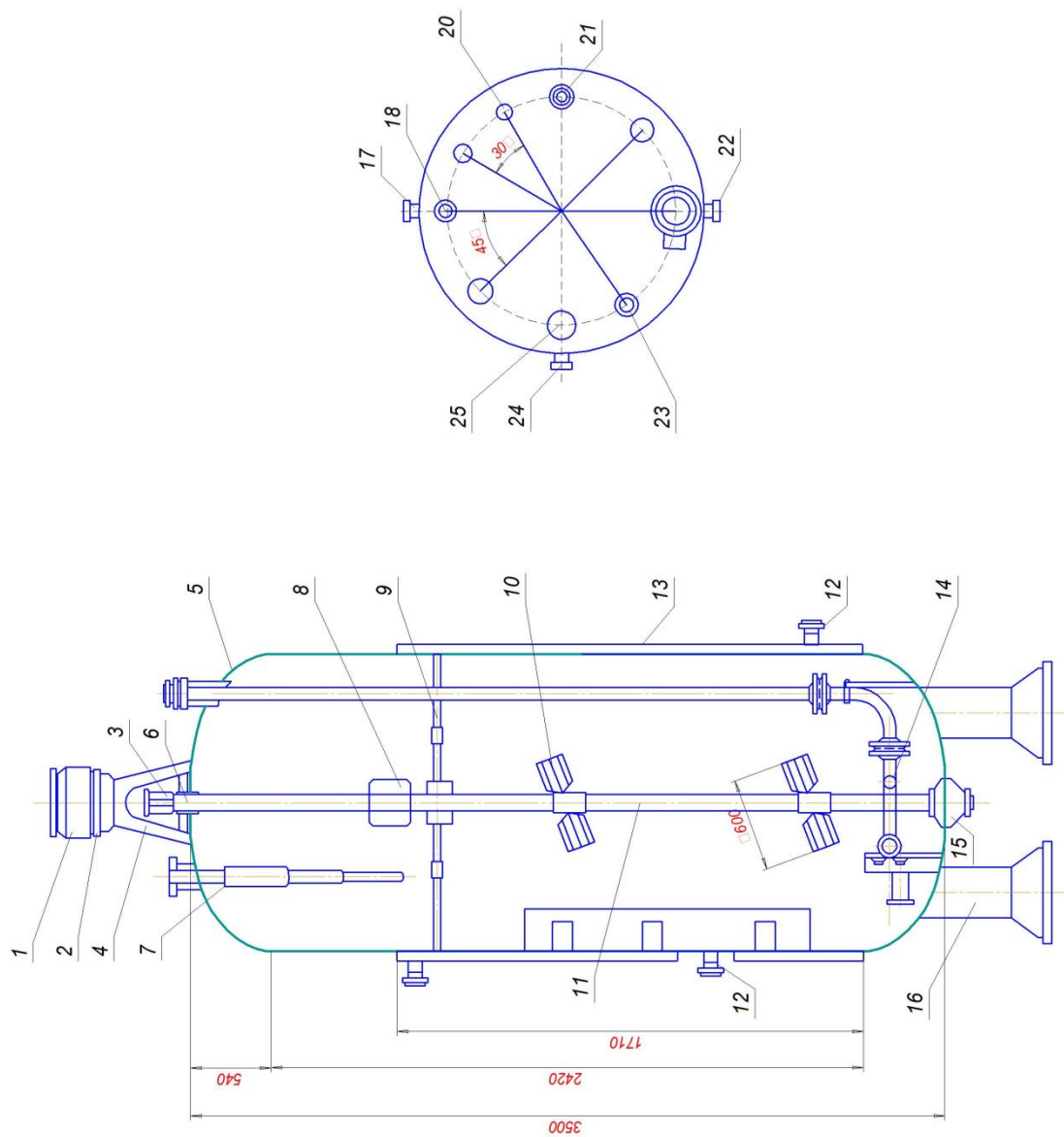
Річний випуск - 1500 тис.кг, або 75 тис. уп.
Форма випуску - Біожир технічний у бочках по 20 кг

Таблица условных позначень

Умови поповнення	Найменування середовища
Примітка	
01	Вода питна
02	Вода кльчана
03	Піра
04	Списане повітря
05	Вода артезіанська
06	Каналізація
	Вентиль
	Пароконденсатор

Перелік елементів схеми

[illegible][illegible]



Перелік складових частин

Элемент	Поз.	Наименование	Класс	Примеч.
1	1	Правое мшальки	1	
2	2	Левое мшальки	1	
3	3	Мшальки дуктора	1	
4	4	Опора дуктора	1	
5	5	Колпос	1	
6	6	Промочный вал	1	
7	7	Глаза для термометру	1	
8	8	Мшальки	1	
9	9	Пшальки	1	
10	10	Пшальки мшальки	1	
11	11	Вал мшальки	1	
12	12	Штуцер сорочки (эмблема)	1	
13	13	Сорочка, околосуданной	1	
14	14	Барометр	1	
15	15	Пшальки	1	
16	16	Опора	1	
17	17	Штуцер вилки воды	1	
18	18	Штуцер глаза термометру	1	
19	19	Штуцер напоянения	1	
20	20	Штуцер завантажения	1	
21	21	жильный середина	1	
22	22	Штуцер барометру	1	
23	23	Штуцер полей воды	1	
24	24	Штуцер для манометру	1	
25	25	Штуцер вилки	1	

Технічна характеристика

Загальний об'єм апарата, м ³	10
Робочий об'єм, т ³	6,5
Коефіцієнт заповнення	65%
Потужність мішалки, кВт	5,5
Швидкість обертання, об/хв	0-35
Спосіб завантаження	з лопаток, відкриття, з лопаток або шпатель
Внутрішній діаметр, м	2
Висота завантаж., м	3,5
Маса, кг	890

[illegible]

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА БІОТЕХНОЛОГІЇ

**ПРОБЛЕМИ ТА ДОСЯГНЕННЯ
СУЧАСНОЇ БІОТЕХНОЛОГІЇ**

Матеріали
III міжнародної науково-практичної
Інтернет-конференції

24 березня 2023 року
Харків

Актуальність отримання ліпідів мікробного походження

Борисова К.В., Двівський Н.В., Азаренко Ю.М.

Кафедра біотехнології Національного фармацевтичного університету, м. Харків, Україна
begunova1203@gmail.com

Основними джерелами ліпідів для людини в даний час є рослини та тваринні жири. В людини жири виконують важливі функції, завдяки чому їх відносять до основних харчових речовин. Вони необхідні організму так само, як білки та вуглеводи, оскільки є носіями незамінних речовин.

Безжирове харчування або тривале обмеження жирів у харчуванні може завдати шкоди організму, що виражається у порушенні функції нервової системи, нирок, органів зору. Крім цього змінюється хімічний склад тканин, виникають захворювання шкіри, знижується фізична активність організму та його опірність хворобам, коротшає тривалість життя.

Поряд із використанням величезної кількості жирів для харчових цілей значна їх частина їх застосовується ще й в різних галузях промисловості (медична, хіміко-фармацевтична, лакофарбова, шинна, виробництво мила, металургія і т. д.)

Нині ведуться пошуки нових джерел та способів отримання жирів. Щодо хімічного синтезу - складність хімічної будови ліпідів та велика різноманітність їх структур вимагають використання широкого набору методів тонкого органічного синтезу. І, хоча хімічний синтез ліпідів є добре розробленою областю біоорганічної хімії, він досі є важким завданням та використовується для проведення фундаментальних досліджень: для остаточного підтвердження будови нових типів ліпідних речовин, ізольованих з тварин, рослинних чи мікробних організмів, для отримання мембранних ліпідів із заздалегідь заданою структурою полярних та неполярних ділянок молекули з метою розвитку фізико-хімії мембран, для вивчення тонких механізмів функціонування мембранних систем за допомогою молекулярних зондів (знадобилися різноманітні модифіковані ліпіди, що містять ізотопні, спінові та флуоресцентні мітки, а також різні угруповання, що фотоактивуються).

Порівнюючи хімічні та біотехнологічні способи отримання ліпідів для широкого практичного застосування, слід відмітити складність, витратність та сумнівну екологічність хімічних способів, а перевагу слід віддати біотехнологічним, оскільки вони більш екологічні, мають менше шкідливих відходів, близькі до природних процесів, протікають при відносно невисоких температурах і тисках, технологія та апаратура в біотехнологічних виробництвах більш прості та дешеві. А також тільки в цих процесах використовують дешеві відходи сільського господарства та промисловості.

Такою дешевою сировиною є гідролізати деревини або торфу, а також продукти нафти. В даний час біотехнологічна промисловість має відпрацьовану технологію отримання мікробного жиру на вуглеводнях нафти (фракція очищених n-парафінів або дизельне паливо) і на суміші гідролізітів торфу та деревини (вуглеводний субстрат).

Ліпіди характеризуються нерозчинністю у воді та розчинністю у органічних розчинниках. Ця властивість використовується при екстракції їх з сировинних джерел.

Найвищий вихід ліпідів забезпечує культивування дріжджів роду *Lipomyces lipofertus* на гідролізатах торфу, що є дешевим і відновлюваним сировинним ресурсом, з подальшим виділенням ліпідів з клітинної маси одним з методів екстракції: в неполярному розчиннику (бензині або ефірі), в суміші хлороформ:метанол (найбільш розповсюджений метод Фолча та його модифікації), сумішшю розчинників з низькою токсичністю гексан:ізопропанол, чистими спиртами (бутанол, ізопропанол, етанол) тощо.

Отже, для отримання жирів для технічних цілей доцільно використовувати мікроорганізми, які зарекомендували себе як своєрідні «фабрики» виробництва спирту, органічних кислот, вітамінів, білка, ферментів тощо. Це дозволяє звільнити жири рослинного та тваринного походження для харчових потреб. Таким чином, отримання ліпідів мікробіологічним способом дозволяє вирішити проблему продовольчої безпеки.

ПРОДУЦЕНТИ МІКРОБНИХ ЛІПІДІВ

Двінських Н.В., Хохлаєва Н.В., Борисова К.В.

Національний фармацевтичний університет, м. Харків, Україна

Вступ. Здатність мікроорганізмів накопичувати в клітинах значну кількість ліпідів знаходить застосування для отримання мікробного жиру, який використовують у різних галузях промисловості на заміну олій та жирів рослинного та тваринного походження, що дозволяє вивільнити їх для харчових потреб. Очищені ліпіди мікробного походження можуть використовуватися для виготовлення косметичних товарів і лікарських препаратів.

Мета дослідження. Аналіз даних літератури щодо продуктивності мікроорганізмів, здатних утворювати та накопичувати мікробні ліпіди, з метою вибору перспективних об'єктів досліджень.

Методи дослідження. Методи опрацювання інформації з наукових публікацій та інших джерел: екстрагування даних та їх порівняльний аналіз, систематизація.

Основні результати. Ліпіди є продуктом метаболізму та присутні в біомасі всіх мікроорганізмів, проте здатність накопичувати їх у значній кількості мають небагато видів дріжджів, мікроскопічних грибів, бактерій та водоростей.

Штами дріжджів гетерогенні за ознакою біосинтезу ліпідів. Виявлено штами з підвищеним та зниженим синтезом ліпідів. Типовими ліпідоутворювачами є дріжджі *Cryptococcus terricola*, які синтезують велику кількість ліпідів (до 60% від сухої маси) у будь-яких умовах культивування. Дріжджі *Candida guilliermondii* синтезують переважно фосфоліпіди, до вмісту майже 20 %. Накопичують великі кількості ліпідів та активно розвиваються на вуглеводних субстратах (на мелясі, гідролізатах торфу та деревини) дріжджі видів *Lipomyces lipoferus* та *Rhodotorula gracilis*. Ці види, на відміну від *C. terricola* відрізняються певною примхою культивування, їх ліпогенез сильно залежить від умов культивування, проте може накопичуватися до 70 % триацилгліцеридів.

У природі найбільш поширені такі ліпідоутворювачі, як *Rhodotorula* та *Pichia*. Вони можуть продукувати ліпіди в межах 30–40 % від СРК.

Ліпідний склад грибів представлений в основному нейтральними жирами та фосфоліпідами. Вихід жирів у *Aspergillus terreus*, наприклад, на вуглеводних середовищах досягає 51% від сухих речовин клітини (СРК). Жир грибів за своїм складом близький до рослинного. Нитчасті гриби, такі як *Yarrowia izabellina*, виробляють масла, багаті моно- та поліненасиченими жирними кислотами, вони здатні накопичувати до 80% ліпідів. Як правило, штам використовується для отримання біопалива, але отримані дані, які свідчать, що склад олії змінюється в залежності від умов культивування, тому ці гриби є перспективним «виробником» мікробної олії для харчового використання.

Бактерії відрізняються специфічністю фракційного складу та різноманітністю складу жирних кислот. Переважно це фосфоліпіди. Мікобактерії містять значну кількість восків, архебактерії – нейтральні ліпіди (ізопропілгліцеринові ефіри). Еубактерії містять жирні кислоти від 10 до 20

атомів вуглецю. Серед них поширені насичені кислоти. Для актиноміцетів та бацил характерний високий вміст розгалужених жирних кислот (до 80 % від загальної суми жирних кислот).

Водорості здатні накопичувати в оптимальних умовах культивування до 85% жиру від СРК. Як і вищі рослини, мікроводорості містять нейтральні та полярні ліпіди. Нейтральні ліпіди складаються в основному зі складних ефірів гліцерину. За сприятливих умов мікроводорості виробляють в основному полярні ліпіди (наприклад, фосфоліпіди).

Мікроводорості, вирощені в потоці стічних вод, використовуються при виробництві біопалива, біогазу та мікробної олії для технічних цілей. Якщо мікроводорості, наприклад виду *Chlorella vulgaris*, культивувати в стерильних умовах, їх можна використовувати у виробництві мікробного масла для харчового застосування. Але мала швидкість росту водоростей не дозволяє широко застосовувати їх у промисловому виробництві.

Для подолання недоліків використання водоростей та з урахуванням їх переваг запропоноване спільне культивування мікроводоростей з дріжджами, що мають високу здатність до ліпогенезу, оскільки дріжджі мають низку цінних біотехнологічних характеристик (швидкість росту, використання простих та дешевих субстратів, відсутність токсинів, високий вихід ліпідів, їх цінний склад). Найчастіше використовуються представники так званих «жирових дріжджів», т. є. здатних синтезувати у нормі до 40 % ліпідів.

При такому способі культивування можна досягти синергетичного ефекту: при зростанні дріжджів виділяється вуглекислий газ, який споживається мікроводоростями, а вони, у свою чергу, виділяють кисень для реалізації процесів дихання дріжджів. Також мікроводорості вивільняють органічний вуглець та вторинні метаболіти, які можуть споживати дріжджі, що сприяє накопиченню та зростанню кількості ліпідів.

Також можна відмітити, що деякі ліпіди, одержувані з мікроорганізмів, не мають аналогів у рослинних та тваринних клітинах. Наприклад, полігідроксибутират – термопластичний поліефір, який є резервною енергозапасною сполукою і накопичується найрізноманітнішими мікроорганізмами, такими як представники родів *Alcaligenes*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Nocardia*, *Pseudomonas* та *Rhizobium*. В деяких умовах окремі види, зокрема *Alcaligenes eutrophus* і *Azotobacter beijerinckii*, здатні акумулювати цей полімерний матеріал у кількості до 70 % від СРК. Корисні властивості цього полімеру, особливо його схильність до біодеградації, можуть сприяти його застосуванню в раді галузей.

Продукенти мікробних ліпідів створюються із застосуванням традиційних селекційно-генетичних підходів та ступінчастого відбору на підвищений синтез продукту.

Висновки. Найбільш перспективними продуцентами для промислового використання є дріжджі, та перспективним напрямком підвищення продуктивності є сумісне використання дріжджів та мікроскопічних водоростей для отримання мікробних ліпідів.

Кафедра біотехнології

1. Дослідження умов культивування *Chlorella vulgaris* як тест-об'єкта для біотестування
Доповідач: Кулеш Анастасія
Наукові керівники: Стрілець О.П., д. фарм. н., професор
Стрельников Л.С., д. фарм. н., професор
2. Розробка технології жувальних цукерок з функціональними компонентами
Доповідач: Манжос Олександра
Науковий керівник: Азаренко Ю.М., к. фарм. н., доц.
3. Створення біоматеріалу на основі грибного міцелію
Доповідачі: Зубков Олександр, Кащенко Олексій
Науковий керівник: Калюжная О.С., к. фарм. н., доц.
4. Перспективність використання бактеріальної целюлози в медицині
Доповідач: Коржова Дар'я
Науковий керівник: Хохленкова Н.В., д. фарм. н., професор
5. Удосконалення складу м'якої лікарської форми з антоціановими біокомплексами
Доповідач: Куценко Олена
Науковий керівник: Хохленкова Н.В., д. фарм. н., професор
6. Сучасні способи отримання мікробних ліпідів
Доповідач: Борисова Катерина
Науковий керівник: Двінських Н.В., к. фарм. н., доц.
7. Актуальність нових видів пектинових речовин для застосування у харчовій галузі
Доповідач: Жидкова Ірина
Науковий керівник: Калюжная О.С., к. фарм. н., доц.
8. Сучасні методи та методики заготівлі та обстеження донорської крові та її компонентів у Харківському обласному центрі служби крові
Доповідач: Єрмакова Олена
Науковий керівник: Калюжная О.С., к. фарм. н., доц.
9. Вирощування *Pleurotus citrinopileatus* з метою отримання міцелію для створення біоматеріалів
Доповідач: Васильєва Олександра
Науковий керівник: Калюжная О.С., к. фарм. н., доц.

Національний фармацевтичний університет

Факультет Фармацевтичних технологій та менеджменту
Кафедра Біотехнології
Ступінь вищої освіти бакалавр
Спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія
Освітня програма Біотехнологія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачка кафедри
біотехнології

д. фарм. н., проф.

Наталя ХОХЛЕНКОВА

« 06 » лютого 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Катерині БОРИСОВІЙ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

1. Тема кваліфікаційної роботи Удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження

керівник кваліфікаційної роботи Наталія ДВІНСЬКИХ, к.фарм. н., с.н.с.

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджений наказом НФаУ від «01» червня 2023 року № 127

2. Строк подання здобувачем вищої освіти кваліфікаційної роботи 19 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи об'єкт проектування – Біожир технічний у бідонах, основний апарат – Дріжджоростильний апарат 10 м3, річний випуск – 1000 серій, розмір серії 1500 кг (75 уп. по 20 кг)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, маркетингові дослідження, аналітичний огляд, характеристика готового продукту, сировини, матеріалів, напівпродуктів, технологічні розрахунки, опис технологічного процесу та схеми виробництва, автоматизація технологічного процесу, контроль якості виробництва, забезпечення якості виробництва відповідно до вимог НАССР, план цеху з компонуванням обладнання, економічна частина, висновок, література

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) апаратурна схема, креслення загального вигляду апарату, поверховий план цеху

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Ім'я, ПРІЗВИЩЕ, посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Автоматизація технологічного процесу	Олександр МАНСЬКИЙ, доцент закладу вищої освіти кафедри ТФП	10.02.2023	10.02.2023
Економічна частина	Ольга ГЛАДКОВА, доцент закладу вищої освіти кафедри УЯЗФ	10.02.2023	10.02.2023

7. Дата видачі завдання 06 лютого 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів кваліфікаційної роботи	Примітка
1	Робота з літературою	лютий 2023	Виконано
2	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	березень-квітень 2023	Виконано
3	Оформлення графічної частини	травень 2023	Виконано
4	Здача кваліфікаційної роботи	19 червня 2023	Виконано

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Катерина БОРИСОВА

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Наталія ДВІНСЬКИХ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

ВИТЯГ З НАКАЗУ № 127
по Національному фармацевтичному університету
від 01 червня 2023 року

Про затвердження тем кваліфікаційних робіт

1. Затвердити теми кваліфікаційних робіт, керівників-консультантів та рецензентів здобувачам вищої освіти 4 курсу, спеціальність – 162 Біотехнології та біоінженерія, освітня програма – Біотехнологія, ступінь вищої освіти – бакалавр, термін навчання – 3 р. 10 міс., денна форма здобуття освіти.

Прізвище, ім'я по батькові здобувача вищої освіти	Тема кваліфікаційної роботи (українською мовою)	Тема кваліфікаційної роботи (англійською мовою)	Керівник кваліфікаційної роботи	Рецензент кваліфікаційної роботи
Борисова Катерина Вікторівна	Удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження	Improvement of the production of lipids of microbial origin	Доцент закладу вищої освіти кафедри біотехнології, с.н.с., доцент Двінських Н.В.	Доцент закладу вищої освіти кафедри технологій фармацевтичних препаратів, к.фарм.н, доцент Сайко І.В.

В.о. ректора

Вікторія КУЗНЄЦОВА

Вірно:
Декан факультету фармацевтичних технологій та менеджменту



Наталія ЖИВОРА

ВИСНОВОК

**Комісії з академічної доброчесності про проведену експертизу
щодо академічного плагіату у кваліфікаційній роботі
здобувача вищої освіти**

№ 115092 від «7 » червня 2023 р.

Проаналізувавши випускну кваліфікаційну роботу за магістерським рівнем здобувача вищої освіти денної форми навчання Борисової Катерини, 4 курсу, _____ групи, спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія , на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА ЛІПІДІВ МІКРОБНОГО ПОХОДЖЕННЯ», Комісія з академічної доброчесності дійшла висновку, що робота, представлена до Екзаменаційної комісії для захисту, виконана самостійно і не містить елементів академічного плагіату (копіїляції).

Голова комісії,
професор



Інна ВЛАДИМИРОВА

6%

14%

ВІДГУК

керівника на кваліфікаційну роботу бакалаврського ступеня вищої освіти спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія

Катерини БОРИСОВОЇ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

на тему: Удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження

Актуальність теми. Однією з головних проблем сучасності є задоволення потреб людства у їжі та енергії. Значна кількість рослинних і тваринних жирів витрачається на технічні потреби. Зі збільшенням населення та зменшенням кількості придатних для обробки земель традиційні методи виробництва ліпідів вже не можуть задовольнити зростаючий попит. Заміна харчових жирів мікробними дасть помітний економічний та соціальний ефект. Тому виробництво мікробних ліпідів є перспективним напрямком для біотехнологічної галузі України, яке має високий потенціал через наявність сировинних джерел й промислових потужностей та ненасиченість ринку України. Отже, тема роботи – технічне переоснащення виробництва продукту «Біожир технічний» шляхом культивування дріжджів роду *Lipomyces lipoferus* на гідролізатах торфу, що є дешевим і відновлюваним сировинним ресурсом, є актуальною.

Практична цінність висновків, рекомендацій та їх обґрунтованість У роботі запропоноване технічне переоснащення виробництва продукту «Біожир технічний» шляхом заміни малого дріжджоростильного апарату для отримання засівних дріжджів на сучасний енергоємний апарат більшого об'єму. Удосконалення спрямоване на інтенсифікацію технологічного процесу на операції підготовки засівних дріжджів, що дозволить скоротити час заповнення виробничого дріжджоростильного апарату, зменшити технологічні втрати та енергоспоживання, збільшити кількість серій продукту за рік, поліпшити якість кінцевого продукту. Доцільність заміни підтверджено техніко-економічними розрахунками.

Оцінка роботи У роботі розглянуті всі необхідні розділи: маркетингові дослідження, аналітичний огляд, опис технологічного процесу; представлені технологічні розрахунки: матеріального балансу, основного та допоміжного обладнання, запропонованого дріжджоростильного апарату; за всіма вимогами виконанні необхідні креслення: біологічної та технологічної схем, апаратурної схеми, плану цеху, загального вигляду дріжджоростильного апарату.

Загальний висновок та рекомендації про допуск до захисту Робота містить всі необхідні розділи, виконана якісно, відповідно до інженерних та технологічних вимог до кваліфікаційних робіт бакалавра. Дана кваліфікаційна робота може бути представлена до захисту на засіданні Екзаменаційної комісії, а її автор заслуговує присвоєння кваліфікації «бакалавр з біотехнологій та біоінженерії».

Керівник

(підпис)

Наталія ДВІНСЬКИХ

(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« 16 » червня 2023 р.

РЕЦЕНЗІЯ

на кваліфікаційну роботу _____ Катерини БОРИСОВОЇ
(Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

на тему Удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження

Актуальність теми. Ліпіди користуються великим попитом у виробництві продуктів харчування, харчових добавок, миючих засобів, мастильних матеріалів і біопалива. Традиційно для отримання ліпідів екстрагується насіння олійних рослин. Ліпіди, вироблені з використанням мікробних джерел, вважаються стійкою альтернативою ліпідам рослинного походження. Виробництво мікробних олій, або олій одноклітинних організмів, має багато переваг порівняно з виробництвом ліпідів рослинного походження, такі як коротший життєвий цикл продуцентів, менша потреба в роботі, незалежність від сезону та клімату, відсутність використання орних земель та легкість масштабування. У зв'язку з цим, удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження є актуальним.

Теоретичний рівень роботи У роботі на достатньо високому теоретичному рівні розглянуто необхідність нових альтернативних джерел ліпідів, переваги виробництва ліпідів мікробного походження, проаналізовано особливості мікробного синтезу ліпідів, види продуцентів, сировинні джерела живильних середовищ, технологічні аспекти отримання мікробного жиру, а також перспективи таких виробництв в нашій країні.

Пропозиції автора з теми дослідження У роботі запропоновано удосконалення виробництва мікробних ліпідів за рахунок переоснащення операції отримання засівних дріжджів шляхом заміни малого дріжджоростильного апарата на апарат вдвічі більшого об'єму та сучасної енергоємної конструкції.

Практична цінність висновків, рекомендацій та їх обґрунтованість Нове обладнання дозволить інтенсифікувати технологічний процес через зменшення періоду заповнення виробничого ферментеру, що забезпечить швидше накопичення біомаси та скорочення часу виробництва серії, а отже, збільшення обсягу виробництва біожиру технічного. Сучасний рівень конструкції та енергоємності нового дріжджоростильного апарату дозволить підвищити якість готового продукту, проводити процес в керованому автоматичному режимі, знизити енергоємність процесу на стадії та зменшити собівартість. Таке удосконалення є складовою постійного поліпшення, та забезпечує розвиток актуальних та перспективних напрямків народного господарства.

Недоліки роботи Деякі розділи мають надлишок теоретичної інформації, наявність кількох пунктуаційних помилок.

Загальний висновок і оцінка роботи Робота містить всі необхідні розділи, розрахунки та креслення, виконана якісно, відповідно до вимог до кваліфікаційних робіт бакалавра та може бути представлена до захисту на засіданні Екзаменаційної комісії.

Рецензент _____
(підпис)

доцент Ірина САЙКО
(вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

«19» червня 2023 р.

ВИТЯГ З ПРОТОКОЛУ № 13

«19» червня 2023 року

м. Харків

Засідання кафедри біотехнології

Голова: завідувачка кафедри, доктор фарм. наук, професор Наталя ХОХЛЕНКОВА.

Секретар: асистент закладу вищої освіти Аліна СОЛОВЙОВА.

ПРИСУТНІ: завідувачка кафедри Наталя ХОХЛЕНКОВА, професор закладу вищої освіти Леонід СТРЕЛЬНИКОВ, професор закладу вищої освіти Оксана СТРИЛЕЦЬ, доцент закладу вищої освіти Ольга КАЛЮЖНАЯ, доцент закладу вищої освіти Юлія АЗАРЕНКО, доцент закладу вищої освіти Наталія ДВІНСЬКИХ, асистент закладу вищої освіти Аліна СОЛОВЙОВА.

ПОРЯДОК ДЕННИЙ:

Про представлення до захисту до Екзаменаційної комісії випускних кваліфікаційних робіт.

I. СЛУХАЛИ:

Здобувача вищої освіти спеціальності 162 «Біотехнології і біоінженерія» ОП «Біотехнологія» денної форми 4 курсу 1 групи Катерину БОРИСОВУ з доповіддю на тему «Удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження» (керівник доцент закладу вищої освіти Наталія ДВІНСЬКИХ).

УХВАЛИЛИ:

Рекомендувати до захисту кваліфікаційну роботу.

Голова

завідувачка кафедри,
доктор фармацевтичних наук,
професор

Наталя ХОХЛЕНКОВА

(підпис)

Секретар

асистент закладу вищої освіти _____ Аліна СОЛОВЙОВА

(підпис)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ФАРМАЦЕВТИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ПОДАННЯ ГОЛОВІ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ ЩОДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

Направляється здобувач вищої освіти Катерина БОРИСОВА
(Ім'я, ПРИЗВИЩЕ)

до захисту кваліфікаційної роботи

за галуззю знань 16 Хімічна інженерія та біоінженерія

спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерія

Освітньою програмою Біотехнологія

на тему: «Удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження»

Кваліфікаційна робота і рецензія додаються.

Декан факультету _____ Наталія ЖИВОРА

Висновок керівника кваліфікаційної роботи

Здобувач вищої освіти Катерина БОРИСОВА рекомендується до захисту в Екзаменаційну комісію з кваліфікаційною роботою на тему: «Удосконалення виробництва ліпідів мікробного походження».

Керівник кваліфікаційної роботи _____ Наталія ДВІНСЬКИХ

« 16 » червня 2023 р.

Висновок кафедри про кваліфікаційну роботу

Кваліфікаційну роботу розглянуто. Здобувач вищої освіти Катерина БОРИСОВА допускається до захисту даної кваліфікаційної роботи в Екзаменаційній комісії.

Завідувачка кафедри біотехнології _____ Наталя ХОХЛЕНКОВА

« 19 » червня 2023 р.

Кваліфікаційну роботу захищено
у Екзаменаційній комісії
«21» червня 2023 р.

З оцінкою _____

Голова Екзаменаційної комісії,
кандидат сільськогосподарських наук

_____ / Олена ЩЕРБАК /