

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра екології та природозахисних технологій

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

за спеціальністю 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

Тема роботи: Реалізація технологій захисту довкілля шляхом отримання біопалива з альгокультур

Завідувач кафедри

Пляцук Л.Д.

_____ (підпис)

Керівник роботи

Яхненко О.М.

_____ (підпис)

Консультант

з охорони праці

Васькін Р.А.

_____ (підпис)

Виконавець

студент групи ТС.з-73-9с

Попова Т. А.

_____ (підпис)

Суми 2021

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
Спеціальність 183 „Технології захисту навколишнього середовища”

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою _____

“ ____ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Студенту Поповій Тетяні Артемівні
(прізвище, ім'я, по батькові)

Група ТС.з-73-9с

1. Тема кваліфікаційної роботи Реалізація технологій захисту довкілля шляхом отримання біопалива з альгокультур

2. Вихідні дані порівняльна характеристика різних видів палива, технологічні схеми установок культивування мікроводоростей,

3. Перелік обов'язково графічного матеріалу:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

4. Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

№	Етапи і розділи проектування	ТИЖНІ					
		1	2	3	4	5	6
1	Літературний огляд	+	+				
2	Аналіз проблеми			+			
3	Оброблення результатів				+		
4	Розділ з охорони праці					+	
5	Оформлення роботи						+

5. Дата видачі завдання 28 березня 2021 р.

Керівник _____

асистент, к.т.н., Яхненко О.М.

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг випускної кваліфікаційної роботи бакалавра. Робота складається із вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку джерел посилання, який містить 20 найменувань. Загальний обсяг бакалаврської роботи становить 44 с., у тому числі 4 таблиці, 11 рисунків, перелік джерел посилання 3 сторінки.

Мета роботи є дослідження можливості використання мікроводоростей для виробництва біопалива.

Для досягнення зазначеної мети було поставлено та вирішено такі завдання:

- аналіз сучасного стану виробництв біопалив в Україні та закордоном;
- аналіз сучасних технологій культивування та вирощування мікроводоростей;
- порівняння методів переробки біомаси мікроводоростей;
- оцінка екологічних наслідків застосування біопалив на основі мікроводоростей;
- пропозиції варіантів розвитку технологій виробництва біопалив на базі державний виробничих потужностей.

Об'єкт дослідження – аналіз перспектив впровадження виробництва біопалива на основі мікроводоростей.

Предмет дослідження – дослідження потенціалу та можливостей виробництва біопалива на основі мікроводоростей на потужностях вітчизняних підприємств.

Ключові слова: БІОПАЛИВИВО, МІКРОВОДОРОСТІ, АЛЬГОКУЛЬТУРА, БІОДИЗЕЛЬ

ЗМІСТ

Вступ.....	5
Розділ 1 Передумови розвитку біотехнологій у рамках вирішення проблем енергетичного комплексу	7
1.1 Оцінка сучасного стану паливно-енергетичного комплексу	7
1.2 Біопаливо, як альтернатива викопного палива	9
1.3 Перспективи виробництва біопалива третього покоління.....	12
Розділ 2 Технологія отримання біопаливо на основі біомаси мікр водоростей ..	16
2.1 Характеристики мікр водоростей	16
2.2 Характеристика технологій культивування та збору біомаси.....	18
2.2.1 Культивування у відкритих системах.....	21
2.2.3 Процес збору біомаси	25
2.3 Короткий огляд технологій переробки біомаси мікр водоростей.....	25
Розділ 3 Виробництво біодизелю на основі альгокультур	28
3.1 Технологія виробництва біодизелю на основі альгокультур фірми AlgaeLink	28
3.2 Екологічні аспекти використання біодизелю	29
Розділ 4 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	34
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи в лабораторії.....	34
4.2 Дії працівників підприємства під час виникнення пожежі на підприємстві ..	37
Висновок	41
Перелік джерел посилань	42

Підп. і дата	
Інв.№доубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№поділ.	

ТС 19320191

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата				
		Попова			Реалізація технологій захисту довкілля шляхом отримання палива з альгокультур	Піт	Аркуш	Аркушів
		Яхненко				4	44	
		Васькін				СумДУ, ф-т ТеСЕТ		
		Пляцук				гр. ТС.з-73-9с		

ВСТУП

Актуальність роботи. Стрімке зростання вартості нафти на міжнародному ринку та зменшення природних запасів в поєднанні із глобальною зміною клімату планети зумовили необхідність пошуку шляхів виробництва транспортних палив на основі поновлювальних джерел.

Запаси викопного палива не відновлюються. Саме тому, більшість експертів зазначають, що при сучасних темпах споживання запасів нафти вистачить не більше ніж на 40 років, природного газу – на 60, вугілля – на 170 років і урану-235- на 10 років.

На сьогодні найбільш вивченими з альтернативних джерел енергії є рослинна сировина (кукурудза, солома, тощо). Проте, іншою цінною сировиною для виробництва енергії можуть бути водні рослини, зокрема мікродорості. Водні рослини, що спеціально вирощені для використання у якості сировини називають альгокультурами.

Паливо, що одержане на основі мікродоростей належить до третього покоління біопалив. Мікродорості не потребують особливих умов для їх культивування. В залежності від виду мікродоростей та умов їх вирощування, на виході можна отримувати різноманітні види біопалив. Використання біомаси мікродоростей з метою одержання біопалив різного призначення дозволить зменшити негативне навантаження навколишнього середовища.

Метою роботи є дослідження можливості використання мікродоростей для виробництва біопалива.

Завдання, що були поставлені:

- аналіз сучасного стану виробництв біопалив в Україні та закордоном;
- аналіз сучасних технологій культивування та вирощування мікродоростей;
- порівняння методів переробки біомаси мікродоростей;

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Піш	Дата	ТС 19320191	Арк
						5

- оцінка екологічних наслідків застосування біопалив на основі мікроводоростей;
- пропозиції варіантів розвитку технологій виробництва біопалив на базі державних виробничих потужностей.

Об'єктом роботи є аналіз перспектив впровадження виробництва біопалива на основі мікроводоростей.

Предметом роботи є дослідження потенціалу та можливостей виробництва біопалива на основі мікроводоростей на потужностях вітчизняних підприємств.

Инв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Инв.№дубл.	Підп. і дата						Арк
										6
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 19320191					

РОЗДІЛ 1 ПЕРЕДУМОВИ РОЗВИТКУ БІОТЕХНОЛОГІЙ У РАМКАХ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

1.1 Оцінка сучасного стану паливно-енергетичного комплексу

Енергетичний потенціал країни обумовлює її економічний розвиток та рівень життя населення. Окрім цього, енергетика прямо чи опосередковано здійснює вплив на навколишнє природне середовище, що проявляється у зміні клімату, забрудненню довкілля, виснаженню природних ресурсів, тощо. Отже, розвиток паливно-енергетичного комплексу, зокрема, постійний пошук альтернативних джерел енергії може інтенсифікувати вирішення певних екологічних проблем.

Енергетична галузь розвивається швидкими темпами, гарантування енергетичної безпеки та мінімізація негативного впливу на довкілля являються пріоритетними напрямками розвитку на сьогодні.

Однією з актуальних проблем галузі є її ресурсозабезпеченість. Основними паливом для виробництва енергії залишаються викопні види палива. Швидкі темпи розвитку економіки зумовлюють можливість виснаження доступних родовищ, що зумовить пошук і розробку нових, більш складних покладів. Як наслідок, подорожчання енергоносіїв, а отже нерентабельність більшої частини паливних ресурсів.

Усі процеси енергетичної галузі, починаючи з видобутку корисних копалин, закінчуючи спалюванням пального споживачем, супроводжуються викидами до атмосферного повітря. За обсягом таких викидів, паливно-енергетичний комплекс займає провідне місце серед усіх галузей промисловості. Більше половини усього сірчаного ангідриду та оксидів озону викидаються саме підприємствами енергетичної галузі. Слід зауважити, що саме ці речовини спричиняють появу «кислотних дощів». Спалювання органічного палива є

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата					Арк
									7
Вип	Арк	№ докум.	Піш	Дата	ТС 19320191				

одним із джерел викидів оксиду вуглецю до атмосфери, де він накопичується, посилюючи тим самим «парниковий ефект».

За прогнозами експертів, якщо тенденція споживання викопних ресурсів та обсяги викидів оксиду вуглецю залишаться на цьому ж рівні, то до 2025 року, середньорічна температура Землі збільшить на 2 °С. Таке підвищення температури матиме ряд негативних наслідків: зміни кліматичних зон, підвищення рівня води у світовому океані, танення льодовиків, зменшення біорізноманіття, тощо.

Зменшити негативний вплив паливно-енергетичного комплексу на довкілля можна такими шляхами:

- раціональніше використання енергії, оскільки за сучасного розвитку технологій, сумарне споживання енергії можна зменшити на 30–40 %;
- запровадження систем очистки відпрацьованих газів, з метою зменшення викидів до атмосферного повітря;
- розвиток альтернативних джерел енергії.

Головною проблемою сучасної енергетики є використання невідновлювальних джерел, які стримують розвиток галузі та являються причиною глобального забруднення навколишнього середовища. Альтернативна енергетика покликана забезпечити вироблення енергії з альтернативних (не викопних) джерел. До них належить сонячна, вітрова, геотермальна енергія, енергія припливів та відпливів, біогаз, вторинні енергетичні ресурси, тощо.

Одним з найперспективніших напрямків альтернативної енергетики є використання енергії біомаси. Такий напрям має ряд переваги: зменшення викидів забруднюючих речовин в порівнянні із звичними видами палива, можливість використання золи в якості вторинного ресурсу без попередньої обробки, доступність ресурсу, тощо [1].

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

										Арк
Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 19320191					8

Виділяють два напрями використання біопалива: за «французькою» та «німецькою» схемами. «Французька» схема передбачає, що основними споживачами біопалива являються транспортні засоби. Так, наприклад, в деяких частинах Європи заборонено використання дизельного палива і за перевищення встановлених норм викидів передбачено покладання штрафу. «Німецька схема» передбачає, що основними виробниками і одночасно споживачами являється сільське господарство (фермери та фермерські кооперативи) [2].

Виділяють біопаливо трьох поколінь (рисунок 1.1). За основу біопалива першого покоління було взято сільськогосподарські культури, що містять в собі значну кількість жирів, крохмалю та вуглеводнів. Вміст жирів зумовлений тим, що вони легко перетворюються на біодизель, цукри та жири – на етанол. Найпопулярнішими культурами були кукурудза, пшениця та цукровий очерет. Проте використання такого типу сировини мало свої недоліки:

- використання значних площ родючих земель;
- виснаження ґрунтів;
- необхідність постійної обробки ЗЗР, пестицидами, внесення добрив для підвищення врожайності;

Названі вище негативні фактори стимулювали пошук нових способів виробництва альтернативного пального, що призвело до виникнення біопалива другого покоління. Основна відмінність від біопалива першого покоління полягає в тому, що сировиною виступають не харчові культури, або ж харчові культури, що виконали своє основне призначення. Наприклад, відпрацьована рослинна олія, буде біопаливом другого покоління, бо вона вже виконала своє основне продовольче призначення, а от тільки що отримана рослинна олія буде біопаливом першого покоління.

Джерелом сировини у процесі виробництва біопалива першого покоління виступають лігнін-целюлозні сполуки, що залишились після відділення цінної у харчовій промисловості біологічної сировини. До основних рослин-джерел

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

належать мікробродорості, рижей та ятрофа. Досить перспективним є напрямок переробки хвойної сировини.

Основним технологічним процесом під час виробництва біопалива другого покоління являється піроліз. Результатом швидкого піролізу біомаси є рідина, перевагою якої є зручність у транспортування та реалізації.

Найбільш відомим біопаливом другого покоління являється BioOil, що виробляється канадською компанією Dynamotive і SunDiesel.

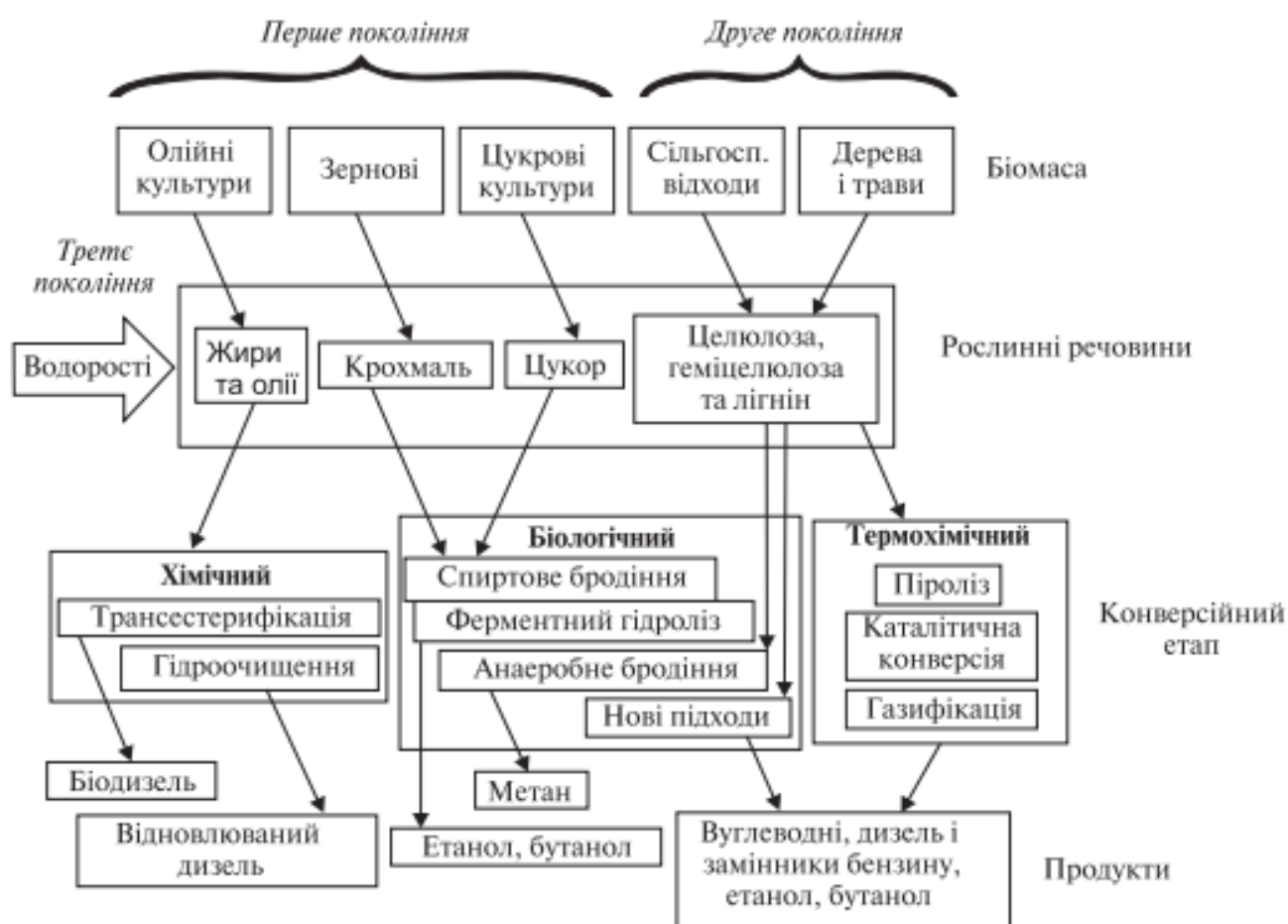


Рисунок 1.1 – Шляхи конверсії біопалива різних поколінь

Термін «біопаливо третього покоління» з'явився відносно нещодавно і характеризує паливо, яке вироблено на основі мікробродоростей. Раніше мікробродорості вважали сировиною для біопалива другого покоління, однак, коли було зафіксовано, що мікробродорості здатні давати більші об'єми врожаю з меншими затратам, було вирішено перевести їх у окрему категорію.

Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Інв.№подл.
Підп. і дата
Вид

Основною перевагою виробництва палива на основі мікроводоростей є їх різноманітність, що дозволяє виробляти абсолютно різні палива. Така особливість зумовлена двома характеристиками живих організмів:

1. Мікроводорості здатні виробляти нафту, яку можна перетворити на дизель чи певні складові бензину.
2. Сучасний розвиток генетичної інженерії дозволяє маніпулювати живими організмами і стимулювати їх до синтезу інших сполук, наприклад етанолу та бутанолу [2, 3]

1.3 Перспективи виробництва біопалива третього покоління

Використання мікроводоростей для виробництва біопалива є досить перспективним напрямком енергетики. У таблиці 1.2 наведено порівняльну характеристику виробництва біопалива з мікроводоростей у порівнянні з іншими методами. Такі мікроводорості називають альгокультурами. Перевагою альгокультур перед рослинною сировиною виробництва біопалива являється те, що в процесі свого онтогенеза мікроводорості потребують певну кількість сонячного світла та діоксиду вуглецю для перебігу реакцій синтезу органічних речовин, в той час, як сільськогосподарські культури потребують внесення добрив, пестицидів та інших речовин для стимуляції росту та стійкості до негативних факторів оточуючого середовища. Іншою перевагою мікроводоростей є їх висока здатність до накопичення поживних речовин (ліпіди, білки) на одиницю біомаси в порівнянні з сільськогосподарськими рослинами.

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

Вип	Арк	№ докум.	Підп	Дата	ТС 19320191	Арк
						12

Таблиця 1.2 – Порівняльна характеристика виробництва біопалива з мікроводоростей в порівнянні з іншими методами

Вид сировини	Переваги	Недоліки
Мікроводорості	<ol style="list-style-type: none"> 1. Мають у складі жирні кислоти, що аналогічні рослинній олії. 2. Високий вміст ліпідів (до 85 % від сухою маси) 3. Швидкий ріст 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Більшість ліпідів дають низький вихід палива 2. Висока вартість процесу отримання олії
Бактерії, що продукують ліпіди	<ol style="list-style-type: none"> 1. Швидкий ріст 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Складний склад продукованих ліпідів
Дріжджі та ліпіди, що продукують ліпіди	<ol style="list-style-type: none"> 1. Високий вміст ліпідів 2. Швидкий ріст 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Необхідність фільтрації та культивування 2. Складність технології екстракції ліпідів 3. Значні економічні затрати на культивування
Відпрацьовані олії	<ol style="list-style-type: none"> 1. Низька собівартість 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Високий вміст жирних кислот 2. Складність трансформації в біопаливо

Процес виробництва біопалива з мікроводоростей (альгокультур) наведено на рисунку 1.2. і включає в себе: культуральне вирощування, відбір та первинну обробку біомаси, руйнування клітин та екстракція ліпідів, транстерифікація чи гідроліз з метою отримання біодизеля чи біоетанолу.

Використання мікроводоростей у якості сировини для виробництва біопалива має ряд переваг:

- відсутність сульфуру у готовій продукції;
- здатність до біодеструкції біопалива;
- зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин у процесі горіння пального.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№поодл.	

Ще однією перевагою мікрободоростей, як відновлювальних джерел енергії, можна назвати їх високу урожайність та високий вміст ліпідів на одиницю біомаси. Так, середній вміст ліпідів у клітинах мікрободоростей коливається у *Botryococcus braunii* до 35%, *Chlamydomonas reinhardtii* – 21%, *Chlorella vulgaris*– 14-22%, *Euglena gracilis*– 14-20%, *Prymnesium parvum* – 22-39%, *Scenedesmus dimorphus* – до 40%, *Spirogyra* sp. – 15-21% від маси сухої речовини.

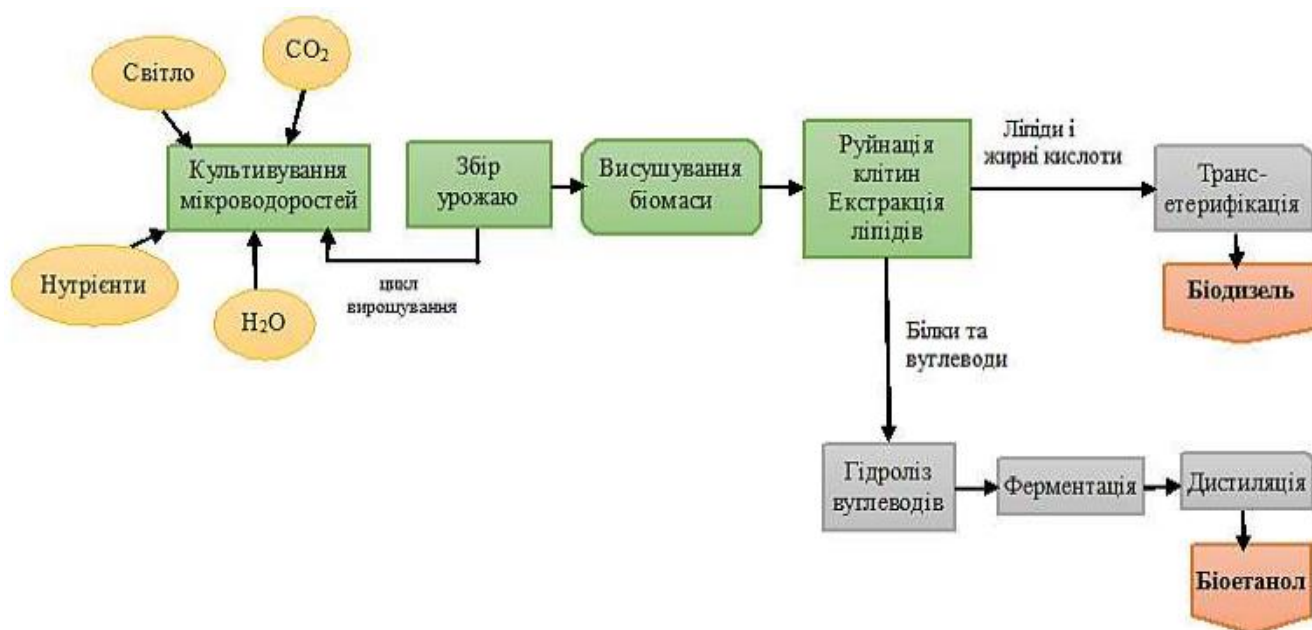


Рисунок 1.2 – Процес виробництва біопалива з мікрободоростей

Слід відмітити, що на якість кінцевого продукту значно впливає жирнокислотний склад ліпідів альгокультур. Так, з насичених жирних кислот для мікрободоростей притаманна пальмітинова, а з ненасичених – пальмітоолеїнова та ліноленова. Насиченість жирних кислот мікрободоростей перевищує насиченість деяких видів олії, наприклад, пальмової.

Жирнокислотний склад мікрободоростей можна змінити шляхом впливу на фізико-хімічні умови їх культивування. Так, при зниженні температури чи підвищенні освітленості, зростає вміст ненасичених жирних кислот у складі мікрободоростей. Поряд з цим, впливаючи на склад мінерального середовища

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№одубл.	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

культивування чи шляхом зміни інших фізико-хімічних параметрів, можна регулювати інтенсивність та спрямованість біосинтезу ліпідів, їх співвідношення та жирнокислотний склад. Всі ці фактори грають важливу роль, при виробництві керованого продукту [2, 4, 5].

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Підп	Дата
				Арк
				15
				ТС 19320191

РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЯ ОТРИМАННЯ БІОПАЛИВО НА ОСНОВІ БІОМАСИ МІКРОВОДОРОСТЕЙ

2.1 Характеристики мікроводоростей

Мікроводорості є перспективною сировиною для виробництва біопалива, оскільки вони володіють високою продуктивністю та здатністю до нарощування значних об'ємів біомаси. Унікальною особливістю деяких видів мікроводоростей є здатність до накопичення у своєму складі до 80 % ліпідів. Так, наприклад, вміст ліпідів у генетично модифікованому роду *Nannochloropsis* може сягати до 70%, в той час у синьо-зелених водоростей вміст ліпідів не перевищує 20 %. Впливаючи на певні умови та особливості культивування мікроводоростей можна вплинути на кінцевий вміст ліпідів у біомасі.

З точки зору процесу виробництва біопалива, цінність несуть лише певні групи водоростей, серед яких зелені, золотисті, діатомові, криптофітні, хаптофітні і синьо-зелені водорості. Нижче наведена характеристика кожної з них.

Зелені водорості (Chlorophyta). Найбільш досліджена група водоростей. Включає близько 8 тисяч видів, серед яких і мікроводорості. Саме зелені водорості вважають прародичами зелених рослин, оскільки вони мають подібну будову клітини та дві форми хлорофілу. При дефіциті азоту здатні до накопичення ліпідів.

Діатомові водорості (Diatomeae) являються найбільш численнішою групою водоростей, що включає близько 100 тисяч видів. Запасаючим пігментом, окрім хлорофілу виступає фукоксантин, що й зумовлює бурозолотисте забарвлення. Запасний продукт – олії. Стінки клітин діатомових водоростей містять у собі кремній, що зумовлює високу вартість їх культивування. Ростуть повільно в порівнянні з іншими видами водоростей.

Підп. і дата	
Інв.№дубл.	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

									Арк
Вип	Арк	№ докум.	Пітч	Дата	ТС 19320191				16

Золотисті водорості (Chrisophyta) за пігментний складом та видом запасуючих речовин схожі на попередню групу (Діатомові водорості), основна їх відмінність полягає у відсутності кремнію у стінках клітин.

Група Кристофітових водоростей (Cryptophyceae) включає близько 200 видів. До основних запасуючих речовин належать крохмаль, хрізоламінарін та олія.

Група Хаптофітових водоростей (Haptophyta) включає близько 500 видів. Деякі з видів мають захисні пластини з карбонату кальцію. До основних запасуючих речовин належать олія та хрізоламінарін. Наявність пігменту фукоксантину зумовлює коричневе забарвлення.

Синьо-зелені водорості (Cyanophyta) за будовою клітин схожі до бактерій, тому інша їх назва – ціанобактерії. Проте, наявність в клітинах хлорофілу та здатність до фотосинтезу визначає їх приналежність до водоростей. Основною запасуючою речовиною являється крохмаль.

В залежності від особливостей культивування, технологій переробки та виду водоростей, результатом переробки біомаси можуть бути такі види біопалива та цінні речовини: тригліцериди, жирні кислоти, ліпіди, вуглеводи (цукор, крохмаль, тощо), етанол, целюлоза, тощо.

У таблиці 2.1 наведена порівняльна характеристика різних видів мікроводоростей з точки зору сировини для біопалива.

Згідно таблиці 2.1 *Chlorella Vulgaris* та *Scenedesmus dimorphus* відрізняються високим вмістом білків, вуглеводів та ліпідів, що перевищує вміст цих речовин у клітинах деяких рослин. Цінність ліпідів полягає в тому, що при їх спалюванні виділяється значна кількість енергії [5, 6].

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп	Дата	Арк
					17

Таблиця 2.1 - Порівняльна характеристика вмісту запасних та поживних речовин у різних видів мікроводоростей (% на сухий залишок)

№	Вид водоростей	Білки	Вуглеводи	Ліпіди
1	<i>Spirulina platensis</i>	46–63	8–14	4–9
2	<i>Chlorella vulgaris</i>	51–58	12–17	14–22
3	<i>Anabaena cylindrica</i>	45–56	25–30	4–7
4	<i>Euglena gracilis</i>	39–61	14–18	14–20
5	<i>Scenedesmus dimorphus</i>	8–18	21–52	16–40
6	<i>Dunaliella salina</i>	57	32	6
7	<i>Tetraselmis maculata</i>	52	15	3
8	<i>Prymnesium parvum</i>	28–45	25–33	22–38

2.2 Характеристика технологій культивування та збору біомаси

Усі технології виробництва біопалива з мікроводоростей умовно розділяють на 3 основні категорії:

- перетворення певних складових мікроводоростей в біопаливо (біодизель, біоетанол);
- перетворення біомаси в біопаливо (біонафта);
- використання мікроводоростей для синтезу молекули палива (етанол, водень, метан).

Слід зауважити, що використання мікроводоростей у якості сировини для виробництва біопалива має деякі обмеження, що пов'язані зі збором біомаси, її сушкою та екстракцією олії.

На рисунку 2.1 наведена принципова схема виробництва біодизелю на основі мікроводоростей. Серед наведених етапів, найважливішим є культивування, тому що саме на цьому етапі визначається кількісні та якісні характеристики біомаси.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	ТС 19320191	Арк 18
-----	-----	----------	-------	------	-------------	-----------

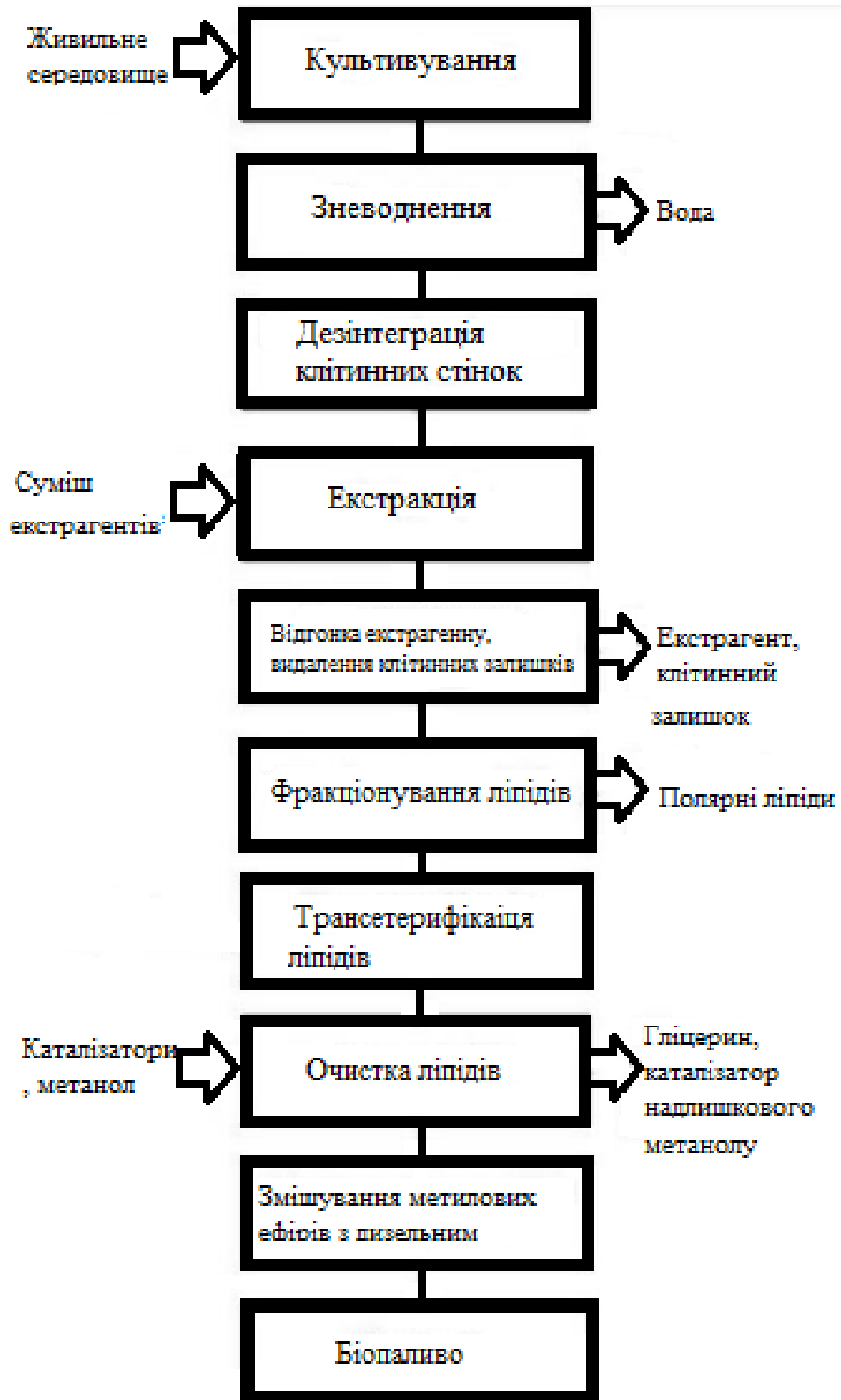


Рисунок 2.1 – Принципова технологічна схема отримання біодизелю з мікродоростей

Підп. і дата	Підп. і дата	Підп. і дата	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№
Інв.№дубл.	Інв.№дубл.	Інв.№дубл.	Інв.№дубл.
Інв.№подл.	Інв.№подл.	Інв.№подл.	Інв.№подл.

Для нормального перебігу життєдіяльності мікрободоростей необхідно забезпечити дотримання оптимальних для кожного виду умов:

- освітленості;
- рівня рН;
- температури середовища;
- концентрації CO₂;
- вмісту макро- та мікроелементів.

Етап культивування може перебігати у двох типах систем: закритій та відкритій (рисунок 2.2)

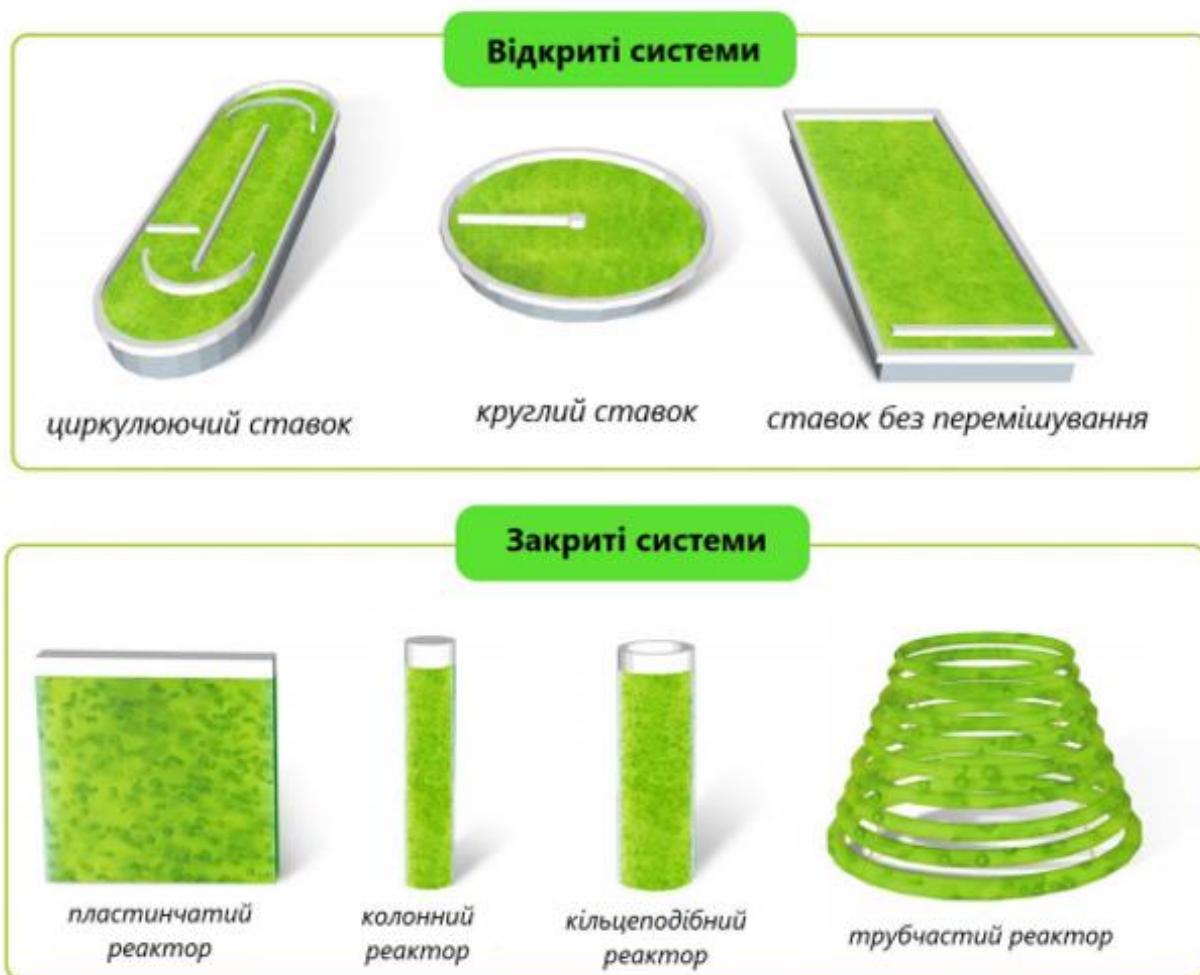


Рисунок 2.2 – Типи систем для культивування мікрободоростей (альгокультур)

Підп. і дага	Підп. і дага	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дага	Підп. і дага	Інв.№подл.	

2.2.1 Культивування у відкритих системах

Культивування мікроводоростей у відкритих системах здійснюється у двох випадках: коли необхідно отримати великі обсяги біомаси і для очистки стічних вод. Апаратне оформлення процесу представлене басейнами різної форми з невеликою глибиною, інколи використовують лотки, цистерни чи траншеї. Культивування у відкритих система доцільно застосовувати на територіях з теплим сухим кліматом, де мало дощових днів та невеликі перепади добових температур, наприклад район тропіків та субтропіків.

Приклад установки відкритого культивування у вигляді басейну наведено на рисунку 2.3. Основу установки складає басейн глибиною 0,2–0,3 м, в якому розміщена суспензія водоростей. Басейн обладнаний перемішувачем, що приводиться у дії за допомогою насоса, лопатки поліпшувача мають отвори, через які відбувається подача повітря з вуглекислотою для підтримання необхідних умов життєдіяльності мікроорганізмів. Після вивантаження суспензію з водоростями зневоднюють у центрифугі та підсушують у сушарці.

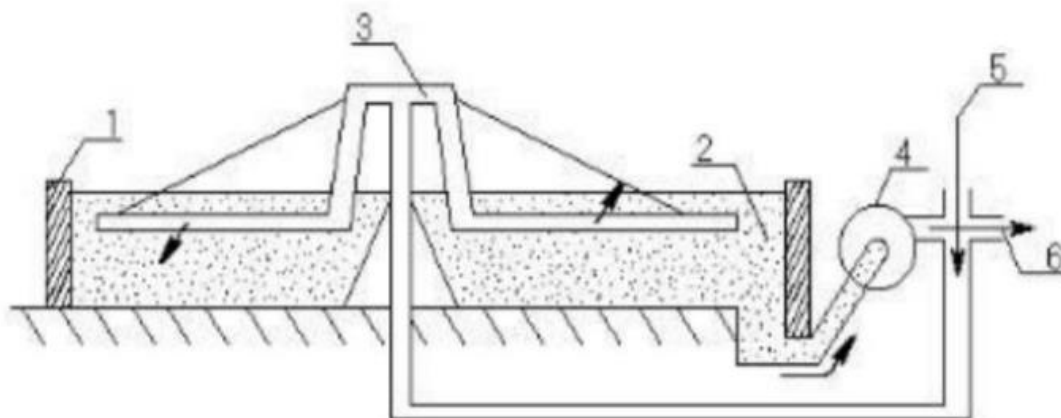


Рисунок 2.3 – Схема відкритої установки для культивування мікроводоростей:
1 – резервуар, 2 – суспензія мікроводоростей, 3 – сегнерове колесо, 4 – насос,
5 – подача суміші повітря з вуглекислим газом, 6 – вивантаження суспензії

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Піш	Дата
-----	-----	----------	-----	------

На рисунку 2.4 наведено схему відкритої установки каскадного типу. Основу такої установки становлять система панелей змінної площі, що зібрана із жолобів, зазвичай, пластикових. Перетини жолобів зумовлюють осідання мікроводоростей на дні. Панелі обладнані захисним покриттям, що дозволяє утримувати тепло. Апарати такої конструкції повинні бути орієнтовані на сонячну сторону.

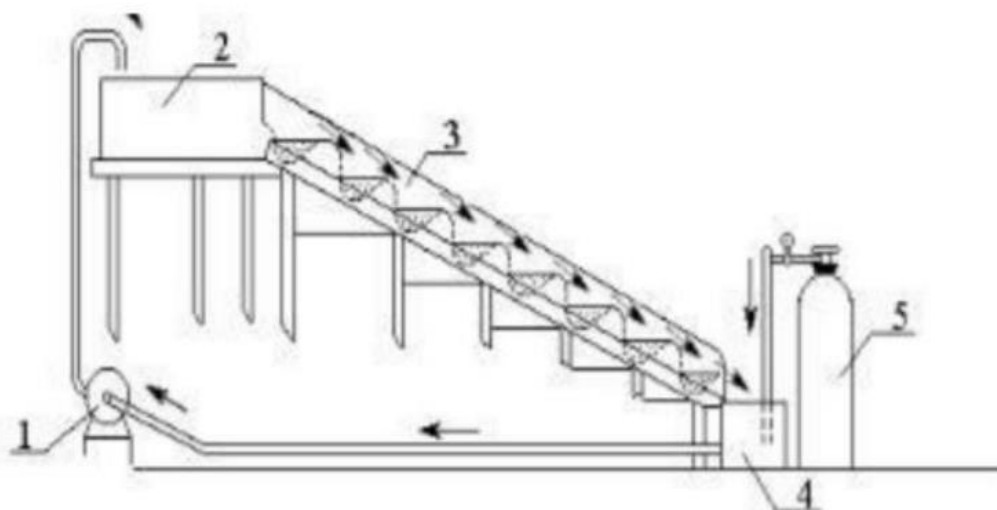


Рисунок 2.4 Схема відкритої установки каскадного типу: 1 – насос, 2, 4 – резервуари, наповнені суспензією водоростей, 3 – жолоби, 5 – балон з вуглекислим газом

До недоліків відкритих систем культивування слід віднести:

- сезонність роботи;
- залежність від клімату району;
- відсутність регулювання температури середовища;
- необхідність постійного контролю за вмістом вуглекислого газу та рівнем освітлення;
- випаровування води;
- можливість інфікування культивованих мікроводоростей мікроорганізмами із оточуючого середовища

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата
-----	-----	----------	-------	------

2.2.2 Культивування у закритих системах

Закриті системи мають суттєву перевагу у порівнянні з відкритими – це можливість регулювання умов культивування. Подібні конструкції апаратів дозволяють підвищити об'єм біомаси у 1,5–2 рази. Обов'язковою умовою є подача вуглекислого газу до апарату для підвищення швидкості росту мікроводоростей.

При культивуванні мікроводоростей у значних масштабах, доцільно використовувати поживне середовище, яке б враховувало потреби живих організмів у мікро- та макроелементах в період свого росту. В ролі поживного середовища можуть виступати мінеральні добрива або ж мінеральна вода з додаванням певної кількості органічних речовин. Деякі види мікроводоростей можуть зростати у стічних водах цукрових заводів, поглинаючи із стоків необхідні поживні речовини.

На рисунку 2.5 наведена схема трубчатого реактору, як прикладу закритої системи культивування. Основу установки складає скляні трубки реактору, в яких відбувається розмноження мікроводоростей. Трубки поміщені у корпусі апарату, що захищає їх від механічних пошкоджень та факторів навколишнього середовища, що дозволяє створити та підтримувати необхідні параметри для продуктивного культивування організмів. Діаметр таких трубок близько 1 см, висота – близько 0,5 м. Така конструкція трубок дозволяє вирішити питання недостатнього освітлення, адже за рахунок малого діаметру, навіть центр трубки буде добре освітлений, що збільшує площу фотосинтезу.

Культивування за допомогою такого апарату, на поживному середовищі, до складу якого входять аміак, мінеральні солі та вуглекислота дозволяють отримати біомасу, що містить в своїх клітинах до 50 % ліпідів, білків та гліцеринів. Розмноження мікроводоростей відбувається за рахунок процесів фотосинтезу.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

										Арк
Вип	Арк	№ докум.	Піш	Дата	ТС 19320191					23

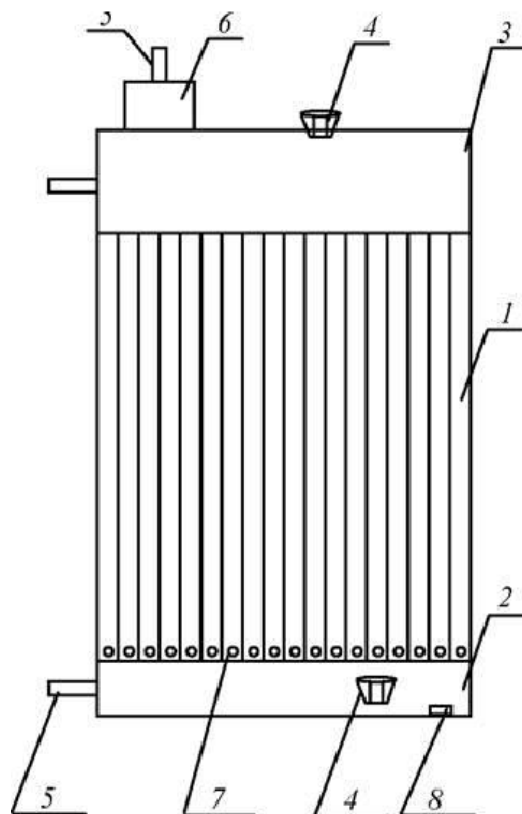


Рисунок 2.5 – Схема трубчатої установки культивування мікроводоростей:
 1 – панель, 2, 3 – ємність, 4 – порти для приладів, 5 – штуцер, 6 – пристрій механічного піногасіння, 7 – канали, 8 – магніт для очищення стінок

Культивування мікроводоростей у трубчатих реакторах дозволяє збільшити масштаби виробництва, отримуючи на виході значні об'єми біомаси. До того ж, конструкція апаратів дозволяє регулювати умови середовища в якому зростають мікроводорості, що позитивно впливає на кількісні та якісні показники виходу біомаси.

До недоліків таких типів реакторів можна віднести те, що при досягненні певної висоти трубок, процеси культивування сповільнюються за рахунок недостатнього освітлення. Наприклад, при діаметрі трубок 0,65 м їх нижня частина буде недостатньо освітлена [5].

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

2.2.3 Процес збору біомаси

Наступним етапом після культивування являється збір вирощеної біомаси. Від правильності збору та відокремлення біомаси мікродоростей від субстрату залежить якість сировини для виробництва біопалива, тому близько 20% усіх витрат припадає саме етап збору біомаси.

Найчастіше використовуються методи фільтрації, центрифугування, флокуляції та флотації. На вибір конкретного методу впливає ряд факторів, серед яких: розмір клітин, їх щільність, загальний об'єм біомаси, вимоги до якості готової продукції (біопалива), тощо.

Процес збору та відокремлення дрібних клітин мікродоростей, розміром до 20 мкм вимагає більш складного апаратного забезпечення, у деяких випадках застосовують двоетапний процес збору [5].

2.3 Короткий огляд технологій переробки біомаси мікродоростей

Технологічне оформлення процесу переробки біомаси мікродоростей у біопаливо залежить від вимог, що висувають до кінцевого продукту та можливостей підприємства. Розділяють три напрямки переробки мікродоростей (рисунок 2.6).



Рисунок 2.6 – Методи переробки альгокультур в біопаливо

Підп. і дата
Інв.№дубл.
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№подл.

Метод біохімічної конверсії ґрунтується на розщепленні мікрободоростей за допомогою мікроорганізмів чи ферментів. Біохімічна конверсія включає в себе такі етапи: анаеробне травлення, ферментація та отримання фітобіологічного водневого продукту. Процес біохімічної трансформації є дещо повільнішим в порівнянні з іншими методами, він потребує затрат значних затрат енергії та попередньо підготовку біомаси мікрободоростей.

На першому етапі (анаеробне травлення) складні органічні сполуки розпадаються до простіших типу CO_2 та CH_4 . В якості побічного продукту утворюється біогаз, який може містити у своєму складі до 70 % метану. Анаеробне зброджування протікає без доступу кисню у спеціальних апаратах (реакторах-метантенках), що стимулюють максимальне утворення метану. Особливу увагу на цьому етапі приділяють умовам протікання процесу: температура протікання процесу у реакторі, вміст кисню, концентрація поживних речовин, рівень рН середовища, вміст токсичних сполук.

Слід зауважити, що утворення біогазу на етапі анаеробного перероблення мікрободоростей є саме побічним процесом. Унеможлиблює використання анаеробної переробки в якості технології отримання біогазу, той фактор, що не всі види мікрободоростей здатні його синтезувати, або ж роблять це в незначних масштабах.

Аналогом анаеробного травлення виступає процес бродіння, в результаті якого клітинні стінки водоростей вивільняють вуглеводи. Основою процесу бродіння є гідроліз крохмалю з подальшим бродінням, в результаті якого утворюється етанол.

До термічних методів належать процеси газифікації, піролізу та гідротермального зрідження. Перевагою термічних методів над біохімічними є можливість перероблення усієї біомаси, а не окремих її компонентів.

Виділяють два напрямки газифікації: звичайну та супер критичну водну газифікацію, результатом якої є утворення синтез-газів. Перевагою виробництва

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Піш	Дата	Арк
					26

синтез-газу методом надкритичної газифікації води є відсутність необхідності дотримання високих температур для ефективного протікання процесу.

Процес піролізу відбувається під впливом високих температур без доступу кисню. Важливим фактором ефективності перебігу процесу є вологість вихідної сировини (біомаси). З цієї метою, перед початком піролізу сировину з мікроводоростей піддають сушінню для видалення зайвої вологи.

До хімічних методів перетворення належить трансестерифікація. Це процес одержання метилових ефірів жирних кислот із біомаси мікроводоростей в присутності каталізаторів.

Інв.№поذل.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата
Вип	Арк	№ докум.	Пішч	Дата
ТС 19320191				Арк
				27

РОЗДІЛ 3 ВИРОБНИЦТВО БІОДИЗЕЛЮ НА ОСНОВІ АЛЬГОКУЛЬТУР

3.1 Технологія виробництва біодизелю на основі альгокультур фірми AlgaeLink

AlgaeLink – міжнародна фірма, що спеціалізується на виробництві обладнання для культивування мікробіодоростей. Країна-розташування фірми – Голландія. Основна продукція – фотобіореактори, що використовуються при виробництві біодизеля. Технологічна схема такої установки наведена на рисунку 3.1.

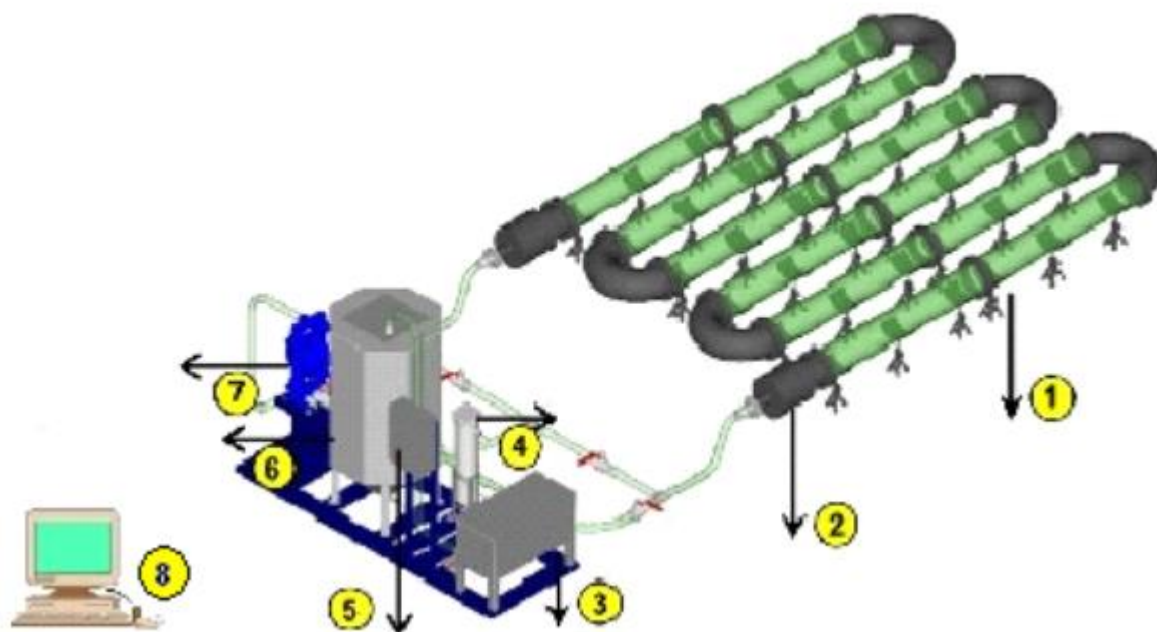


Рисунок 3.1 – Технологічна схема фотобіореактора фірми AlgaeLink: 1 – світлова частина трубчастого фотобіореактора, 2 – запатентована автоатична система очистки, 3 – насос, 4 – система фільтрування, 4 – комп'ютерний блок, 5 – комп'ютерний блок контролю і керування, 6 – масообмінник, 7 – насос подання суспензії в реактор, 8 – комп'ютер

Підп. і дата	Підп. і дата	Підп. і дата
Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№	Взаєм.інв.№
Інв.№подл.	Інв.№подл.	Інв.№подл.
Вип	Арк	№ докум.
Піш	Дата	

Основною перевагою конструкції є максимальна продуктивність використання сонячного світла, що позитивно впливає на процеси приросту біомаси мікробіодоростей.

Сама конструкція досить компактна, не займає великих площ, існують конструкційні рішення виконання як в горизонтальному, так і в вертикальному положенні. Установка може бути розташована як в приміщенні, так і за його межами.

Фотобіореактор не потребує значних матеріальних та технічних затрат в період експлуатації. Він простий в обслуговуванні, що дозволяє скоротити витрати на персонал. Установка обладнана системою самоочистки, що знижує рівень забруднення, кількість зупинок на технічне обслуговування та гибель культури внаслідок недотримання необхідних умов середовища.

Технологічний цикл вироблення однієї партії біомаси (час перебування мікробіодорослів у фотобіореакторі), може сягати 3,5 годин [7, 8].

3.2 Екологічні аспекти використання біодизелю

Біодизель являє собою суміш естерів жирних кислот. В залежності від природи походження цих кислот, естери різняться за показниками щільності, в'язкості, температури кипіння, та іншими показниками. Оскільки, якість біодизелю напряму залежить від показників вихідної сировини, то в таблиці 3.1 наведено характеристики естерів найбільш розповсюджених жирних кислот, що входять до складу біодизелів.

Так, хімічний склад та властивості кінцевого продукту (біодизелю) напряму залежать від довжини та ступеня насиченості вуглецевого ланцюга жирних кислот, що входять до складу вихідної сировини.

Дизельне паливо, що виготовлене з рослинної сировини чи мікробіодоростей не є токсичним, піддається біорозпаду при потрапленні в навколишнє середовище.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Пітч	Дата	Арк
					29

При спалюванні дизельного палива, практично не утворюються оксиди сірки, оскільки в вихідній сировині (біомасі) сірка практично відсутня. Також, слід зазначити, що при його спалюванні оксиду вуглецю у атмосферне повітря викидається рівно стільки, скільки було спожито живим організмом за період його життєвого циклу. Отже, використання біодизеля, наносить менший вплив атмосферному повітря в порівняння із звичайним дизелем.

Біодизель має відмінні мастильні характеристики. Мінеральне дизпаливо, за умови вилучення з його складу сірчистих сполук втрачає свої мастильні властивості, тоді як біодизель з мінімальним вмістом у своєму складі сірки має відмінні мастильні властивості, що позитивно впливає на термін експлуатації двигуна. Така особливість пояснюється наявністю кисню у складі. При роботі двигуна на біодизелі одночасно відбувається змащування його рухомих частин, що призводить до подовженню терміну роботи самого двигуна та паливного насосу більше чим в половину. Слід зазначити, що при переході на біодизель відпадає необхідність в модернізації двигуна.

Побічним продуктом виробництва біодизелю являється гліцерин, який можна використати у якості сировини в багатьох галузях промисловості. Наприклад, після очистки гліцерин можна використовувати у процесі виробництва миючих засобів. При проведенні більш глибокою очистки, гліцерин можна реалізовувати у якості фармакологічного гліцерину. При змішуванні з фосфором, гліцерин переходить у склад мінеральних добрив.

Недоліком біодизелю є те, що в холодну пору року необхідно підігрівати паливо, яке надходить з паливного бака в паливний насос, або застосовувати суміш, 20 % якої складає біодизель і 80 % [9, 10].

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Пітч	Дата	Арк
					30

ТС 19320191

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика властивостей метилових естерів жирних кислот

Естер	Щільність, г/см ³	В'язкість, мм ² /с	Цетанове число	Теплотворна здатність, кДж/кг	Температура плавлення, °С
Пальмітат	0,867	4,37	74	39,4	30,6
Стеарат	0,867	5,79	75	40,1	39,1
Олеат	0,878	4,47	55	39,9	-19,8
Лінолеат	0,890	3,68	33	39,7	-35,0

3.3 Перспективи впровадження технологій виробництва біодизеля на підприємствах України

Нажаль, в Україні відсутня практика широкого виробництва біодизелю із застосуванням альгокультур. В цьому розділі проведено аналіз можливостей впровадження технологій виробництва біопалива на базі потужностей вітчизняних виробництв.

Так, наприклад, державне підприємство «УКРСПИРТ» являється найбільшим виробником високоякісної спиртовмісної продукції в країні. Зараз, відходи виробництва (бадяга) передаються на договірній основі для утилізації спеціалізованим підприємствам. Однак, такі відходи являються потенційним поживним субстратом для вирощування мікродоростів. Застосування технології бродіння водоростевої продукції ДП «УКРСПИРТ» може гарантувати виробництво якісного біетанолу (рисунок 3.2).

Українське підприємство ТОВ «БЮДИСК» готувало проект побудови технологічної лінії виробництва синтез-газу на основі побутових відходів, тому технологічна лінія виробництва цього продукту (синтез-газу) на основі мікродоростей могла б зацікавити підприємство.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№подл.	
Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Підп.	Дата	Арк
					31

Процес виробництва синтез-газу базується на процесі газифікації біомаси мікродоростей. Жива речовина піддається дії високих температур, виключаючи будь-які реакції горіння.

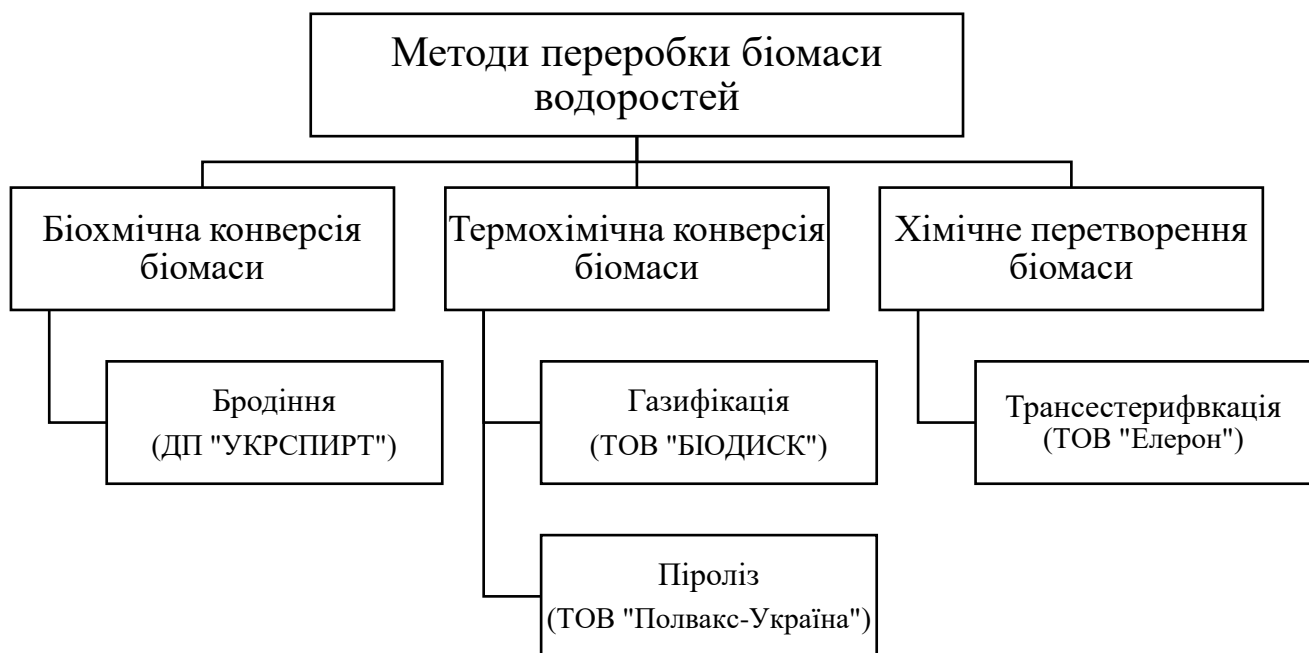


Рисунок 3.2 – Можливі методи переробки мікродоростей на базі українських підприємств

Іншим напрямком термічної обробки біомаси є піроліз (вплив високих температур без доступу кисню). Проте, на відміну від газифікації, до вихідної сировини піролізу висувається вимоги щодо вологості, тобто біомасу мікродоростей необхідно підсушити перед початком технології.

З вищесказаного можна зробити висновок, що застосування технології піролізу буде ефективно на тих підприємствах, де вже застосовується обладнання для попереднього осушування. Прикладом таких підприємств можна назвати підприємство ТОВ «Полвакс-Україна», що спеціалізується на виробництві радіаторів та котлів центрального опалення.

Підприємство ТОВ «Елерон», що розташоване у місті Київ спеціалізується на виробництві технологічних ліній по виробництві біодизелів на сировинні рослинного походження. Приклад такої установки наведений на рисунку 3.3.

Підп. і дата
Взаєм.інв.№
Підп. і дата
Інв.№поодл.

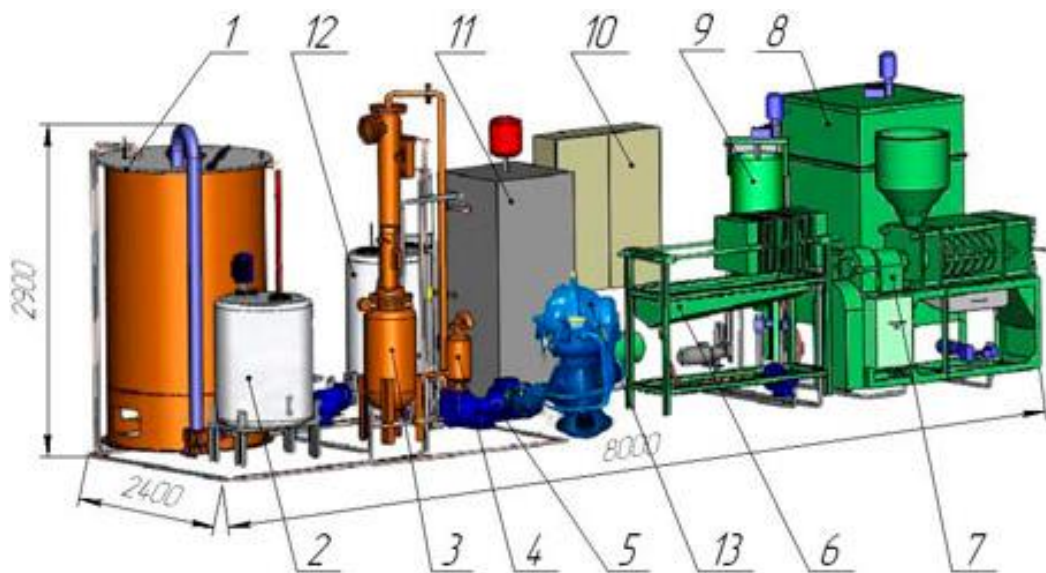


Рисунок 3.3 – Загальна схема установки міні-заводу для виробництва біодизеля:

- 1 – реактор, 2 – ємність суміші метанолу, 3 – ректифікатор, 4 – адсорбер,
- 5 – вакуум-насос, 6 – фільтр-прес, 7 – відтискний прес, 8 – ємність масла,
- 9 – відстійник, 10 – шкаф керування, 11 – водопідігрівач, 12 – ємність води,
- 13 – сепаратор

Технологічний процес виробництва має наступний вигляд: сировина надходить на відстійник для попередньої очистки, потім на пресі відбувається відділення масла, його очистка, підігрівання та перекачка до реактору, де й відбувається перетворення на біодизель [11 – 14].

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи в лабораторії

Під час роботи в лабораторії можуть виникати ряд шкідливих та небезпечних факторів, що негативно впливають на здоров'я людини.

Шкідливий фактор – це явище, що виникає внаслідок виробничого процесу і може негативно впливати на здоров'я людини, призводячи тим самим до погіршення самопочуття, зниження працездатності та появи захворювань.

Небезпечний фактор - це явище, що виникає внаслідок виробничого процесу і призводить до травматизму чи раптового погіршення здоров'я.

Основною різницею між небезпечними та шкідливими виробничими факторами є тривалість їх дії. Так, шкідливі фактори негативно впливають протягом великого відрізка часу, а небезпечні фактори вражають швидко і раптово. Досить часто, їх розглядають як єдине ціле.

До ознак, що визначають приналежність тих чи інших явищ до небезпечних та шкідливих факторів виробництва відносять:

- можливість безпосередньо впливати на організм людини;
- порушення здорового функціонування органів та систем органів людини;
- вплив на виробничий процес, що може призвести до порушень в його роботі, аварійних та інших небезпечних ситуацій, вибухів, пожеж, тощо.

Під час роботи в лабораторії можуть виникати наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- а) фізичні фактори:

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Піш	Дата	ТС 19320191	Арк 34
-----	-----	----------	-----	------	-------------	-----------

- 1) підвищений рівень шуму та вібрації;
 - 2) недостатня освітленість виробничого приміщення (лабораторії);
 - 3) порушення мікроклімату приміщення (підвищення чи пониження температури, вологості, тощо);
 - 4) вплив іонізуючого чи електромагнітного випромінювання (за наявності джерел такого випромінювання);
 - 5) підвищення рівня напруги в електричній мережі;
- б) хімічні фактори:
- 1) небезпека ураження шкідливими хімічними речовинами;
 - 2) перевищення концентрації небезпечних речовин у повітрі робочої зони;
- в) біологічні фактори:
- 1) небезпека потрапляння до організму небезпечних видів бактерій, мікроорганізмів чи вірусів за умови роботи з ними;
- г) психофізичні фактори:
- 1) виснаження чи втомленість внаслідок важкого робочого дня;
 - 2) монотонність роботи;
 - 3) нервові розлади;
 - 4) зниження уваги та концентрації

Підвищений рівень шуму та вібрації на робочому місці може бути спричинений роботою певних частин обладнання та устаткування (двигунів, вентиляторів, тощо). Постійний вплив шуму та вібрації може спровокувати порушення в роботі органів слуху та нервові розлади.

Недостатня освітленість робочого приміщення може бути спричинена недостатністю чи відсутністю джерел освітлення та нераціональним їх використанням. Постійна робота в умовах недостатнього освітлення може спровокувати погіршення зору, пригнічення ваги та стати причиною аварійних ситуацій в лабораторії.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Відхилення від нормальної температури всередині лабораторії може бути спричинено прошенням роботи опалювальних систем, а від так спричинити перегрів чи переохолодження організму працівників.

Зміна вологості всередині приміщення лабораторії може відбуватися внаслідок різного об'єму води, що випаровується та метеорологічними умовами поза приміщенням. Зміна вологості спричиняє підвищення або пониження тепловіддачі організму, що призводить до перегрівання чи переохолодження.

Джерелами електромагнітного випромінювання можуть бути лабораторні та вимірювальні прилади різноманітного призначення та персональні комп'ютери. Постійний вплив електромагнітного випромінювання може впливати та функціонування нервової та серцево-судинної систем, стати причиною постійної втомлюваності, дратівливості, тощо.

Джерелами іонізуючого випромінювання в лабораторії можуть бути рентгенівська апаратура, прилади, що для своєї роботи потребують фосфор чи природні радіоактивні ізотопи. Влив на організм людини іонізуючого випромінювання залежить від тривалості та сили впливу і може призвести до мутацій організму.

Підвищення рівня напруги електричної мережі може бути спричинене порушенням правил експлуатації електроприладів, надмірне їх приєднання до мережі, що може спровокувати ураження людини струмом.

При роботі з небезпечними хімічними речовинами потрібно дотримуватися правил безпеки та користуватися засобами індивідуального засобу, інакше існує ймовірність отримання хімічних опіків та інтоксикація. Будь-який негативний вплив залежить від походження небезпечної речовини та її концентрації.

При роботі за персональним комп'ютером безпеку становить пил та озон. Сильно наелектризоване обладнання персонального комп'ютеру здатне притягувати тверді частинки, що окрім подразнюючої дії на дихальні шляхи людини, можуть бути вибухонебезпечними за певних концентрацій.

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Піш	Дата	Арк
					36

Основним джерелом озону в лабораторії є лазерні принтери та електронно-променеві трубки відеотерміналів. Озон здійснює подразнюючу дію на слизові оболонки організму, викликає головні болі та нудоту.

В повітрі робочої зони необхідно дотримуватися встановлених рівнів ГДК забруднюючих речовин. Перевищення нормативу можливе внаслідок виникнення аварійних ситуацій, порушень в роботі очисного обладнання, тощо. Негативний вплив на організм людини визначається походженням забруднюючої речовини та її концентрацією в повітрі робочої зони.

Небезпека ураження біологічними факторами пов'язана з наявністю таких в лабораторії. Потрапляння до організму патогенних бактерій чи небезпечних вірусів, мікроорганізмів можливе при недотриманні правил безпеки при роботі в лабораторії або ж при виникненні аварійних ситуацій.

Психофізичні фактори пов'язані з психологічним станом працівника. Так, перевтома чи монотонність роботи можуть знизити рівень уваги та концентрації, що підвищує ймовірність травматизму на робочому місці та виникнення аварійних ситуацій [17, 18].

4.2 Дії працівників підприємства під час виникнення пожежі на підприємстві

Пожежа – неконтрольоване горіння що розповсюджується в часі та просторі та загрожує життю та здоров'ю людини, матеріальним цінностям, та навколишньому середовищу.

Зазвичай, пожежа починається з раптового загорання невеличкої ділянки території чи приладу. Володіючи необхідними знаннями та навичками, ліквідувати пожежі на її початку може й одна людина. Тому, усі працівники підприємства мають бути ознайомлені з правилами поведінки під час пожежі, знати план евакуації з будівлі, місця розташування засобів пожежогасіння та володіти навичками їх застосування.

Підп. і дата
Інв. № дубл.
Взаєм. інв. №
Підп. і дата
Інв. № подл.

Вип	Арк	№ докум.	Піш	Дата	Арк
					37

Під час пожежі небезпечними факторами є відкритий вогонь, висока температура, задимленість (як наслідок – обмежена видимість), обвали частин будівлі, вибух технологічного обладнання та приладів, провали підлоги.

До причин виникнення пожежі належать:

- недотримання вимог роботи з електрообладнанням чи його несправність;
- порушення чи недотримання вимог технологічних регламентів;
- порушення норм протипожежної безпеки, таких як куріння в недозволеному місці, розведення багаття тощо;
- недотримання норм поведінки з вогнем.

Досить часто виникнення пожежі супроводжується вибухом обладнання.

Вибух – це процес швидкого вивільнення великих об'ємів теплової енергії.

У наслідок вибуху утворюється та швидко поширюється вибухова хвиля, яка спричиняє механічні пошкодження довкілля. Небезпечними факторами вибуху являються:

- звуковий вплив високих частот;
- вибухова хвиля;
- уламки утворені вибухом.

Під час пожежі на підприємстві працівники мають:

- зберігати спокій;
- якщо існує небезпека вибуху впасти на землю животом до низу, накрити голову руками, подалі від дверей, вікон проходів та сходів;
- не допускати виникнення паніки;
- якщо існує потреба надати першу допомогу потерпілим;
- викликати пожежну службу (телефон «101»), зазначивши адресу, місце виникнення пожежі та персональні дані;
- якщо це можливо переконатися в безпеці матеріальних цінностей;
- слід рухатися не в протилежний від вогню бік, а долати крайку вогню проти вітру, прикривши голову і обличчя одягом;

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

Вип	Арк	№ докум.	Піш	Дата	ТС 19320191	Арк
						38

- у задимленому приміщенні слід рухатися на колінах чи повзком, якомога ближче до підлоги;
- покидаючи осередок пожежі, необхідно рухатися у сторону протягу;
- при займанні власного одягу, впадїть на землі і покачайтесь, що б затушити його, ніякому разу не біжіть;
- якщо на іншій людині загорівся одяг, повалїть її на землю та швидко накиньте щільну тканину зверху, що б перекрити доступ кисню;
- під час гасіння пожежі слід користуватися вогнегасниками, пожежними гідрантами, а також затосовувати воду, пісок, землю, тощо;
- бензин, органічні масла, розчинники та інші небезпечні хїмічні речовини слід гасити із застосуванням спеціально призначених вогнегасників;
- у разі загорання електричного обладнання необхідно, в першу чергу, вимкнути електропостачання, а вже потїм приступити до гасіння пожежі[19, 20]

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата

ВИСНОВОК

На основі проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

- використання мікроводоростей для виробництва біопалива є досить перспективним напрямком, що має ряд переваг перед іншими видами сировини;
- при спалюванні дизельного палива, практично не утворюються оксиди сірки, оскільки в вихідній сировині (біомасі) сірка практично відсутня. Також, слід зазначити, що при його спалюванні оксиду вуглецю у атмосферне повітря викидається рівно стільки, скільки було спожито живим організмом за період його життєвого циклу. Отже, використання біодизеля, наносить менший вплив атмосферному повітря в порівняння із звичайним дизелем.
- для культивування мікроводоростей в Україні раціонально використовувати фотобіореактори, а у якості поживного середовища буде доцільним застосовувати відходи цукрових та целюлозних виробництв;
- використання потужностей вітчизняних підприємств, таких, як «ДП «УКРСПИРТ», ТОВ «Полвакс-Україна», ООО «Элерон» , дасть змогу зменшити витрати на реалізацію такого виробництва.

Інв.№поодл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата						Арк
										41
Вип	Арк	№ докум.	Підп	Дата	ТС 19320191					

ПЕРЕЛІК ДЖРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Напрями розвитку альтернативних джерел енергії: акцент на твердому біопаливі та гнучких технологіях його виготовлення : монографія / О. С. Полянський, О. В. Дьяконов, О. С. Скрипник та ін. [за заг. ред. В. І. Д'яконова] ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 136 с
2. Перспективи виробництва біопалива третього покоління / Скорук О. П., Токарчук Д. М., Всемірнова В. М.. – Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Економічні науки. № 1 (48) – Вінниця, 201. – 171-176 с. [Режим доступу : <http://econjournal.vsau.org/files/pdfa/284.pdf>]
3. Використання рослинних оливо і палив на їх основі у якості палива для дизелів авіаційної наземної техніки : дипломна робота на випускника освітнього ступеня магістр / Черненко К. І., керівник д. т. н. проф. Тамаргазін О. А. – Національний авіаційний університет, 2020. – 106 с. [Режим доступу : https://dspace.nau.edu.ua/bitstream/NAU/46577/1/%D0%90%D0%9A%D0%A4_2020_272_%D0%A7%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%9A%D0%86.pdf]
4. Боднар, О. І. Біотехнологічні перспективи використання мікроводоростей: основні напрями (огляд) / О. І. Боднар // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Сер. Біологія. – 2017. – Вип. 1(68) : Тернопільські біологічні читання - Ternopil Bioscience - 2017. – С. 138–146 [Режим доступу : <http://dspace.tnpu.edu.ua/bitstream/123456789/8030/1/Bodnar.pdf>]
5. Культивування мікроводоростей з подальшим одержанням біодизельного палива : дипломна робота на випускника освітнього

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	Інв.№подл.
Вип	Арк

ступеня бакалавр / Астахова В. І., керівник левтун І. І. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інституті ім. Ігоря Сікорського», 2019. – 106 с. [Режим доступу : https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28657/1/Astakhova_bakalavr.pdf]

6. Перспективи використання мікродоростей у біотехнології / О.К. Золотарьова, Є.І. Шнюкова, О.О.Сиваш, Н.Ф. Михайленко; пфд редак. О.К. Золотарьової. – К.: Альтерпрес, 2008. – 234 С. [Режим доступу : https://www.botany.kiev.ua/doc/zolot_monog_2008.pdf]
7. Биотехнология топлива: учеб. пособие / А.В. Виноградова, Г.А. Козлова, Л.В. Аникина. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 212 с.
8. Організація і економіка використання біоресурсів: підручник: 2-ге видання, перероблене і доповнене – Вінниця: ТОВ «Друк», 2020. – 372 с.
9. Чернова Н.И., Коробкова Т.П. //Современное состояние и перспективы использования микродоростей в энергетических целях//Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова// Москва, 2010
10. Золотарьова О. Куди прямує біопаливна індустрія? / Золотарьова О., Шнюкова Є. //Вісник НАН України, 2010. – № 4. Чернова, Н. И. Использование биомассы для производства жидкого топлива: современное состояние и инновации / Н. И. Чернова, Т. П. Коробкова, С. В. Киселева // Теплоэнергетика. – 2012. – № 11. – С. 28 – 35.
11. Державне підприємство «УКРСПИРТ» [Режим доступу : <http://ukrspirt.com/cms/production>]
12. ТОВ "БІОДІСК" [Режим доступу : <https://startup.ua/projects/zameshchenie-prirodnogo-gaza-na-sintez-gaz-dlya-otopleniya-zhilykh-i-promyshlennykh-zdaniy>]
13. ТОВ «Полвакс-Україна» [Режим доступу : <http://www.pyrolys.net/onas/ru/0>]
14. ТОВ «Элерон» [Режим доступу : <http://www.biodiesel.co.ua/index>]

Підп. і дата	
Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.
Підп. і дата	
Інв.№подл.	

- 15.Коротких, А. А. Мировой рынок биотоплива: состояние и перспективы /А. А. Коротких // Электронный научный журнал Россия и Америка в XXI веке – 2008.
- 16.Музафаров, А. М. Культивирование и применение микроводорослей / А. М. Музафаров, Т. Т. Таубаев – Ташкент : Изд-во «Фан» Узбекской ССР, 1984. – 136 с.
- 17.Ткачук К.Н., Филипчук В.Л., Каштанов С.Ф., Зацарний В.В., Полукаров О.І. та ін. Виробнича санітарія: Навчальний посібник. – Рівне: 2012. – 443 с.
- 18.Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І. П. Пістуна. – Львів: “Тріада плюс”, 2010. – 648 с
- 19.Інструкція з охорони праці «Про заходи пожежної безпеки» / [Режим доступу : <https://oppb.com.ua/docs/instrukciya-z-ohorony-praci-pro-zahody-pozhezhnoyi-bezpeky-v-prymishchennyah-garazh>]
20. Дії у разі виникнення пожежі / [Режим доступу : <https://old.kyivcity.gov.ua/content/pamyatka-shchodo-diy-u-razi-vynyknennya-pozhezhi.html>]

Інв.№подл.	Підп. і дата	Взаєм.інв.№	Інв.№дубл.	Підп. і дата