



## ВОДОРОСТІ В БІОЕНЕРГЕТИЦІ ТА ІНШИХ ГАЛУЗЯХ ПРОМИСЛОВОСТІ

### Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

#### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>другий (освітньо-науковий, освітньо-професійний)</i>
Галузь знань	<i>16 «Хімічна та біоінженерія»</i>
Спеціальність	<i>162 –Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весніній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЕКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік/МКР/ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 1 год./тиждень; лабораторні : 1 год./тиждень згідно розкладу</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор.техн.наук, доцент Голуб Наталія Борисівна golubnb@ukr.net; 095-601-40-65 (Телеграм) Лабораторні: к.техн.наук, стар.викл. Левтун Ігор Ігорович</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom. Код курсу qz4i3i2</i>

#### Програма навчальної дисципліни

##### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Актуальність дисципліни «Водорості в біоенергетиці та інших галузях промисловості» для студентів другого рівня вищої освіти полягає у наданні знань з культивування мікроводоростей для отримання нових корисних продуктів різного призначення, зміни метаболізму клітин під дією хімічних та фізичних факторів середовища. Тобто вивчається зміна метаболізму клітин під дією різних факторів для розробки технологій з отримання корисних продуктів. Такі знання є підґрунтям для здатності керування біосинтетичними процесами для створення нової біотехнологічної продукції.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей: оволодіння сучасними знаннями щодо процесів, які перебігають в мікроводоростях під дією факторів середовища, для вдосконалення біологічних агентів і підвищення їх біологічної активності; використовувати знання щодо шляхів біосинтезу цінних метаболітів для вдосконалення біотехнологій їх одержання; проведення аналізу біологічних процесів на молекулярному і клітинному рівнях; здійснювати пошук необхідної інформації в науковій і технічній літературі, базах даних та інших джерелах; розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень; планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки.

### **Основні завдання дисципліни –**

націлені на надання студентам знань, вмінь та навичок у вирішенні практичних і теоретичних завдань, пов'язаних з проблемами забезпечення життєдіяльності на молекулярному, клітинному, організменому рівнях.

В результаті вивчення дисципліни студенти одержать такі програмні результати:

знати та оцінювати основні методичні прийоми культивування еукаріотичних клітин тваринного та рослинного походження, розробляти нові технології їх застосування у наукових цілях, медицині, сільському господарстві тощо;

мати навички виділення, ідентифікації, зберігання, культивування, іммобілізації біологічних агентів, здійснювати оптимізацію поживних середовищ, обирати оптимальні методи аналізу, виділення та очищення цільового продукту, використовуючи сучасні біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напрямку біотехнології.

#### **Знання:**

- мікро- та макромолекулярний склад мікроводоростей
- фізико-хімічних методів, що застосовуються для підвищення вмісту ліпідів або інших речовин в клітинах мікроводоростей;
- механізми утворення ліпідів різних класів в мікроводоростях;
- методи аналізу компонентів ліпідної фракції,
- класифікацію мікроводоростей та їх метаболізм.

#### **Уміння:**

- Культивувати мікроводоростей в біологічних системах (фотореактори) за використання різних типів поживного середовища;
- виділення та аналізу речовин з мікроводоростей;
- застосовувати знання складу та структури клітин для визначення раціональних умов культивування для створення нової біотехнологічної продукції
- здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту тощо у культуральній рідині, концентрації цільового продукту);
- аналізувати біотехнологічні процеси на молекулярному та клітинному рівнях
- використовувати знання про шляхи біосинтезу практично цінних метаболітів для вдосконалення біотехнологій їх одержання

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна "Водорості в біоенергетиці та інших галузях промисловості" базується на знаннях, що викладаються в циклах фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін з хімії, біології клітини, біохімії, промислової біотехнології. Одержані знання є базовими для проведення досліджень за використання мікроводоростей для отримання корисних продуктів різного призначення.

Знання, отримані на основі даного курсу, студенти використовують при обробці результатів лабораторних робіт, проведенні досліджень будови та властивостей біологічних об'єктів – продуцентів ліпідів за використання сучасних (освоєних в рамках вивчення цієї дисципліни) методів та методик, при участі у науково-дослідній роботі, при виконанні дипломної роботи чи проекту, а також при виконанні дослідної роботи в наукових установах, лабораторіях та науково-дослідних інститутах.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Розділ 1. Систематика, морфологія, метаболізм водоростей**

Тема 1.1 Загальна характеристика нижчих рослин. Синьо-зелені водорості. Водорості червоної та жовтої пігментних груп.

Тема 1.2 .Зелені водорості

Розділ 2. **Культивування та одержання корисних продуктів з мікрowodоростей**

Тема 2. 1. Культивування мікрowodоростей

Тема 2.2. Одержання продуктів

#### 4.Навчальні матеріали та ресурси

##### Рекомендована література

##### Базова

1. Золотарьова О.К., Шнюкова Є.І., Сиваш О.О.Михайленко Н.Ф. Перспективи використання мікрowodоростей у біотехнології // К.: Альтерпрес, 2008.-235с.
2. Ugwu C.U. Photobioreactors for mass cultivation of algae / C.U. Ugwu, H. Aoyagi, H. Uchiyama // Bioresource technologie. – 2008. - № 99, Issue 10. – pp. 4021 – 4028.
3. Chisti Y. Biodiesel from microalgae / Y. Chisti // Biotechnology Advances. – 2007. – Vol. 25 – pp. 294–306.
4. A Closer Look at Biodiesel Production, under edition of Luisa Rios / N.B. Golub, I.I. Levtun // Nova publishing, 2019, 317 pp.
5. Голуб Н.Б., Левтун І.І. Водорості в біоенергетиці та інших галузях промисловості. Лабораторний практикум. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020, 59 стор.
6. Костіков і.Ю., Джаган в.В., Демченко е.М., Бойко о.А., Бойко в.Р., Романенко п.О. Ботаніка. одорості та гриби Навчальний посібник (під редакцією І.Ю.Костікова та В.В.Джаган),К: Київський національний університет ім. Т.Г.Шевченка, 2004, 212с.

##### Допоміжна

7. Becker E. W. Microalgae: Biotechnology and Microbiology / E. W. Becker – Cambridge University Press – 1994. – P. 295

##### Інформаційні ресурси

[https://pidruchniki.com/84325/tovarovnavstvo/produkti\\_pererobki\\_vodorostey](https://pidruchniki.com/84325/tovarovnavstvo/produkti_pererobki_vodorostey)

<https://fp.com.ua/articles/likuvalni-vlastivosti-vodorostey/>

<https://zhyvyaktyvno.org/news/vodorost-morskij-skarb>

<http://www.botany.kiev.ua/doc/vodorosli.pdf>

#### Навчальний контент

#### 5.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### **Лекційні заняття**

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий (евристична бесіда); інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять, розробка і застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань, і ін.).

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
-------	--

1	<p><b>Загальна характеристика нижчих рослин. . Синьо-зелені водорості. Водорості червоної та жовтої пігментних груп</b></p> <p>Загальна характеристика нижчих рослин; принципи систематики, поняття про «пігментні групи». Прокаріотичні та еукаріотичні водорості.</p> <p>Синьозелені водорості; систематика, морфологія, особливості метаболізму, представники.</p> <p>Червоні водорості; систематика, морфологія, особливості метаболізму, представники.</p> <p>Загальна характеристика відділу золотисті водорості; систематика, морфологія, особливості метаболізму, представники. Жовтозелені, бурі, діатомові водорості: систематика, морфологія, особливості метаболізму, представники.</p> <p><i>Література: [6]</i></p>
2	<p><b>Зелені водорості</b></p> <p>Відділ зелені водорості; систематика, морфологія, особливості метаболізму, представники.</p> <p><i>Література: [6]</i></p>
3	<p><b>Культивування мікроводоростей</b></p> <p>Середовища для культивування водоростей. Зміна поживних речовин та їх кількості у середовищі в залежності від класів водоростей. Взаємозв'язок елементів живлення з метаболічними процесами у мікроводоростей різних класів. Вплив кількості та складу сполук карбону, нітрогену, фосфору та сульфуру на зміну метаболізму мікроводоростей.</p> <p><i>Література [1, 3]</i></p>
4	<p>Вплив кількості поживних речовин (сполуки металів) на розвиток водоростей. Взаємозв'язок металів при вирощування мікроводоростей. Зміна метаболізму при зміні поживного середовища.</p> <p><i>Література [3]</i></p>
5	<p>Вплив поживних речовин на якісний та кількісний склад ліпідів у мікроводорості <i>Chlorella vulgaris</i>. Ліпіди мікроводоростей, їх біосинтез.</p> <p><i>Література [3,4]</i></p>
6	<p>Вплив фізичних та хімічних факторів (освітлення, температура, опромінення, рН) на приріст біомаси та зміну метаболізму водоростей. Зміна якісного та кількісного складу ліпідів, інші корисні речовини.</p> <p><i>Література [2,3,4]</i></p>
7	<p><b>Одержання енергоносіїв</b></p> <p>Методи відділення мікроводоростей від культурального середовища. Флотація, центрифугування, осадження, дія ультразвуку та інші фізичні фактори. Методи виділення, очищення та аналізу ліпідних фракцій з водоростей (різні види хроматографії). Особливості одержання біодизельного пального за використання мікроводоростей як сировини.</p> <p><i>Література [3,4]</i></p>
8	<p>Типи фото реакторів. Методи одержання різних продуктів (вітамінів, антибіотиків тощо) за використання мікроводоростей.</p> <p><i>Література [2,4],</i></p>

9	Використання водоростей у сільському господарстві. Переробка відходів мікроводоростей та побічних продуктів одержання біодизельного пального у біогаз та водень. <i>Література [4],</i>
---	--

### Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять:

- студенти повинні навчитись проводити біохімічний експеримент за заданою інструкцією та відповідним завданням,
- працювати з лабораторним обладнанням, реактивами та найбільш поширеними біохімічними речовинами;
- приготувати розчини заданої концентрації, аналізувати властивості біомолекул тощо;
- визначати властивості біологічного матеріалу.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Культивування мікроводоростей на різних середовищах. <i>Література [5]</i>	2
2	Вплив факторів середовища (освітлення, склад живильного середовища) на приріст біомаси водоростей. <i>Література [5]</i>	4
3	Виділення ліпідів з мікроводоростей. <i>Література [5]</i>	2
4	Аналіз ліпідної фракції. <i>Література [5]</i>	2
5	Культивування мікроводоростей за використання топочних газів <i>Література [5]</i>	2
6	Зміна кількісного і якісного складу ліпідів водоростей під впливом факторів оточуючого середовища. <i>Література [5]</i>	2
7	Модульна контрольна робота	2
8	Залік	2

### 6. Самостійна робота

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (36 годин), модульної контрольної (4 години), підготовка до заліку (6 годин), ДКР (10 год.) 28 год для вивчення тем, що виносяться для самостійного опрацювання.

### 6. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Проаналізувати матеріал, щодо синьозелених водоростей флори України; види, що викликають токсичне цвітіння води.	3

	<i>Література [6] інтернет ресурси</i>	
2	Опрацювати матеріал, щодо практичного використання низки видів червоних водоростей. <i>Література [6]</i>	3
3	Аналіз флори золотистих, жовтозелених, бурих, діатомових водоростей: у водоймах України <i>Література [6]</i>	3
4	Проаналізувати видовий склад зелених водоростей флори України, їх значення. <i>Література [6]</i>	3
5	Проаналізувати на які процеси метаболізму впливають елементи живлення. <i>Література [3,4]допоміжна</i>	2
6	Вплив сполук мангану, калію, натрію та магію на продукування ліпідів мікроводоростями <i>Література [3,4]допоміжна</i>	2
7	Вплив фізичних факторів на розвиток водоростей. <i>Література [4]</i>	2
8	Використання водоростей для енергетичних цілей <i>Література [3,4]допоміжна</i>	2
9	Провести порівняння методів виділення мікроводоростей <i>Література [допоміжна]</i>	2
10	Газорідинна хроматографія. Визначення різних класів ліпідів методами хроматографії <i>Література [дороміжна]</i>	2
11	Методи аналізу метаболітів водоростей <i>Література [допоміжна] інтернет ресурси</i>	4

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Політика щодо дедлайнів та перескладання:** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання тем (модулів) відбувається за наявності поважних причин.

**Політика та принципи академічної доброчесності** визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків.

**Норми етичної поведінки:** Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

**Політика щодо відвідування:** Відвідування лекцій, практичних занять, та лабораторних робіт, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За об'єктивних причин

(наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** виконання та захист лабораторних робіт (42 бали), МКР (40 балів), ДКР (18). Загальна сума балів за семестрову роботу – 100 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни. (Додаток 1)

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** залік. Загальна сума балів на екзамені – 100 балів. Докладніша інформація щодо проведення та оцінювання наведена в PCO з дисципліни.

**Умови допуску до семестрового контролю:** семестровий рейтинг від 50, написання МКР, ДКР, захист усіх лабораторних робіт.

### Додаток 1

## ПОЛОЖЕННЯ

### про рейтингову систему оцінки успішності студентів

з дисципліни “Водорості в біоенергетиці та інших галузях промисловості ”

для спеціальності 162 "біотехнології та біоінженерія",

Факультету біотехнології і біотехніки

(Другий магістерський рівень, денна форма навчання)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Практичні і	Лаб. роботи	СРС	МКР	ДКР	Семес. атестац.
2	4	120	18		18	84	1	1	залік

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

1. виконання та захист 6 лабораторних робіт;
2. контрольної роботи 2
3. ДКР

### Система рейтингових (вагових) балів занять і рейтингових оцінок по видах контролю за рік

№ п/п	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
	Лабораторні роботи			
	- ваговий бал $\Gamma_k$	7	6	42
	- допуск	1		
	- обробка результатів і захист*	0-6		
2.	Модульна контрольна робота			
	-ваговий бал $\Gamma_k$	20	2	40
	- якість виконання**	0-29		

3.	ДКР	18	1	18
	якість виконання***	1-18		
4	Всього			100

\* - **Лабораторні роботи** Обробка результатів і захист (захист включає знання з лекційного матеріалу за темою):

правильно оформлена робота з повним висновком – 1 бал;  
 повна відповідь на експрес контроль - 6 бали;  
 неповна відповідь - 5-4 бали;  
 незадовільна відповідь - 0-3 балів.

\*\* - Якість виконання модульних контрольних робіт:

повна розкрита відповідь -19-20 балів ;  
 помилка в одному завданні або неповна відповідь в двох завданнях -16- 18 балів ;  
 помилка в двох завдань або неповна відповідь в 4 завданнях - 12- 15 балів;  
 робота не зарахована - 0 -11 балів.

\*\* - Якість виконання ДКР:

повна розкрита відповідь -17-18 балів ;  
 незначна помилка або неповна відповідь -14- 16 балів ;  
 груба помилка або необґрунтована відповідь - 11- 13 балів;  
 робота не зарахована - 0 -10 балів.

### Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 42 + 18 + 40 = 100 \text{ балів};$$

Рейтингова шкала з дисципліни складає R = 100 балів;

Необхідною умовою для одержання заліку автоматом є зарахування усіх лабораторних робіт, виконання на позитивну оцінку модульних контрольних робіт, ДКР тобто загальний рейтинг більше 60 балів. Для підвищення оцінки проводиться залікова робота. При цьому попередній рейтинг анулюється.

Рубіжні (планові атестації). Студент повинен набрати балів:: 1 атестація – «зараховано» - 20 балів ( 40 – максимум), 2 атестація – 40 балів (80 – максимум).

До заліку допускаються студенти, які набрали більше 50 балів захистили лабораторні роботи і написала МКР та ДКР на позитивну оцінку.

Підсумкова оцінка якості знань з дисципліни визначаються за традиційною 4-рівневою шкалою на базі індивідуальних поточних оцінок за такою шкалою:

Рейтинг	Традиційна оцінка
$95 \leq R < 100$	Відмінно
$85 \leq R < 94$	Дуже добре
$75 \leq R < 84$	Добре
$65 \leq R < 74$	Задовільно
$60 \leq R < 64$	Достатньо
$R < 60$	незадовільно

Екзаменаційний білет складається з 5 питань, 1 питання оцінюється у 20 балів.

Повна відповідь на питання – 5 (18-20) балів

Зроблені незначні помилки – 4 (14-17) балів

Суттєві помилки у відповіді – 3 (12) балів



Відповіді не вірні – 0-2 (0-11) бали.

Шкала екзаменаційних оцінок:

Загальний рейтинг:

Рейтинг	Традиційна оцінка
$95 \leq R < 100$	відмінно
$85 \leq R < 94$	Дуже добре
$75 \leq R < 84$	добре
$65 \leq R < 74$	задовільно
$60 \leq R < 64$	достатньо
$R < 60$	незадовільно

Додаток 2

Питання на модульну контрольну роботу № 1

1. Головні принципи систематики нищих рослин.
2. Пігментні групи, загальна характеристика.
3. Основні відмінності між прокаріотичними та еукаріотичними водоростями.
4. Синьозелені водорості, загальна характеристика відділу.
5. Принципи систематики синьозелених водоростей.
6. Особливості метаболізму та цитологічні характеристики синьозелених водоростей.
7. Особливості розмноження синьозелених водоростей.
8. Загальна характеристика відділу прохлорофітових.
9. Типи морфологічної структури еукаріотичних водоростей; поясніть явище морфологічного паралелізму.
10. Основні способи розмноження еукаріотичних водоростей.
11. Загальна характеристика червоної пігментної групи. Червоні водорості.
12. Принципи систематики червоних водоростей.
13. Особливості метаболізму та цитологічні характеристики червоних водоростей.
14. Особливості розмноження червоних водоростей. Життєвий цикл.
15. Загальна характеристика жовтої пігментної групи.
16. Золотисті водорості, загальна характеристика відділу.
17. Принципи систематики золотистих водоростей.
18. Особливості метаболізму та цитологічні характеристики золотистих водоростей.
19. Особливості розмноження золотистих водоростей. Життєві цикли.
20. Жовто-зелені водорості, загальна характеристика відділу.
21. Принципи систематики жовто-зелених водоростей.
22. Особливості метаболізму та цитологічні характеристики жовто-зелених водоростей.
23. Життєві цикли жовто-зелених водоростей.
24. Діатомові водорості, загальна характеристика відділу.
25. Принципи систематики діатомових водоростей.
26. Особливості метаболізму та цитологічні характеристики діатомових водоростей.
27. Життєві цикли діатомових водоростей.
28. Бурі водорості, загальна характеристика відділу.
29. Принципи систематики бурих водоростей.
30. Особливості метаболізму, цитологічні і гістологічні характеристики бурих водоростей.
31. Життєві цикли бурих водоростей.
32. Кріптофітові водорості.
33. Рафідофітові водорості.
34. Загальна характеристика зеленої пігментної групи.
35. Зелені водорості, загальна характеристика відділу.
36. Принципи систематики зелених водоростей.
37. Особливості метаболізму та цитологічні характеристики зелених водоростей.

38. Життєві цикли зелених водоростей.
39. Харові водорості, загальна характеристика відділу.
40. Практичне значення зелених водоростей.

#### Питання на модульну контрольну роботу №2

1. Середовища для культивування різних видів водоростей. Особливості для різних класів водоростей.
2. Взаємозв'язок елементів живлення з метаболічними процесами у мікроводоростей різних класів.
3. Сполуки карбону як елемента живлення. Порівняльна характеристика
4. Вплив концентрації сполук нітрогену на приріст водоростей
5. Зміна метаболізму при зміні концентрації сполук нітрогену у поживному середовищі.
6. Вплив сполук фосфору на приріст водоростей та метаболізм
7. Вплив магнію та мангану на метаболізм та приріст водоростей.
8. Вплив сполук феруму та купруму на метаболізм та приріст водоростей.
9. Вплив сполук калію, натрію на продукування ліпідів мікроводоростями
10. Вплив поживних речовин на якісний та кількісний склад ліпідів у мікроводорості *Chlorella vulgaris*.
11. Типи фотобіореакторів.
12. Вплив фізичних факторів (освітлення, температура, опромінення) на приріст біомаси водоростей
13. Вплив фізичних факторів (освітлення, температура, опромінення) на зміну метаболізму водоростей.
14. Вплив фізичних факторів на зміну якісного та кількісного складу ліпідів.
15. Методи виділення, очищення та аналізу ліпідних фракцій з водоростей (різні види хроматографії).
16. Особливості одержання біодизельного пального за використання мікроводоростей як сировини.
17. Методи одержання різних продуктів (вітамінів, антибіотиків тощо) за використання мікроводоростей.
18. Вплив рН середовища на приріст біомаси та метаболізм водоростей.
19. Використання водоростей у сільському господарстві.

#### Додаток 3

##### Питання ДКР

1. Запропонуйте та опишіть технологічну схему культивування водоростей у трубчатих фотореакторах на середовищі Громова б .
2. Запропонуйте та опишіть технологічну схему одержання ліпідів з мікроводоростей.
3. Запропонуйте та опишіть технологічну схему культивування водоростей за дії різних режимів освітлення.
4. Запропонуйте та опишіть технологічну схему одержання ліпідів з мікроводоростей за використання ультразвукового опромінення для інтенсифікації процесу біосинтезу .
5. Запропонуйте та опишіть технологічну схему одержання ліпідів з мікроводоростей за використання хімічних факторів для інтенсифікації процесу біосинтезу .
6. Запропонуйте та опишіть технологічну схему одержання мікроводоростей з підвищеним вмістом іонів феруму.
7. Запропонуйте та опишіть технологічну схему одержання каратиноїдів з мікроводоростей.

#### Додаток 4

##### Питання до заліку

1. Пігментні групи, загальна характеристика.
2. Основні відмінності між прокаріотичними та еукаріотичними водоростями.
3. Синьозелені водорості, загальна характеристика відділу.
4. Особливості метаболізму та цитологічні характеристики синьозелених водоростей.
5. Загальна характеристика червоної пігментної групи. Червоні водорості.
6. Загальна характеристика жовтої пігментної групи.
7. Золотисті водорості, загальна характеристика відділу.
8. Особливості метаболізму та цитологічні характеристики жовто-зелених водоростей.
9. Діатомові водорості, загальна характеристика відділу.
10. Бурі водорості, загальна характеристика відділу.
11. Загальна характеристика зеленої пігментної групи.
12. Особливості метаболізму та цитологічні характеристики зелених водоростей.
13. Взаємозв'язок елементів живлення з метаболічними процесами у мікрowodоростей різних класів.
14. Сполуки карбону як елемента живлення. Порівняльна характеристика
15. Вплив концентрації сполук нітрогену на приріст водоростей
16. Зміна метаболізму при зміні концентрації сполук нітрогену у поживному середовищі.
17. Вплив магнію та мангану на метаболізм та приріст водоростей.
18. Вплив сполук феруму та купруму на метаболізм та приріст водоростей.
19. Вплив сполук калію, натрію на продукування ліпідів мікрowodоростями
20. Вплив поживних речовин на якісний та кількісний склад ліпідів у мікрowodорості *Chlorella vulgaris*.
21. Типи фотобіореакторів.
22. Вплив фізичних факторів (освітлення, температура, опромінення) на зміну метаболізму водоростей.
23. Вплив фізичних факторів на зміну якісного та кількісного складу ліпідів.
24. Методи виділення, очищення та аналізу ліпідних фракцій з водоростей (різні види хроматографії).
25. Методи одержання різних продуктів (вітамінів, антибіотиків тощо) за використання мікрowodоростей.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** доктором техн. наук, в.о.зав.кафедри біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології  
Голуб Наталією Борисівною

**Ухвалено** кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол № 2 від 30.08.21)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 1 від 31.08.21)