



Переробка біомаси та отримання біопластику

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	16 «Хімічна інженерія та біоінженерія»
Спеціальність	162 – Біотехнології та біоінженерія
Освітня програма	Біотехнології
Статус дисципліни	вибіркова
Форма навчання	Очна
Рік підготовки, семестр	3 курс, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС, 120 год.: 36 год. лекції, 18 год практичні заняття, 18 год. лабораторні, 48 год. самостійна робота
Семестровий контроль/ контрольні заходи	залік/МКР/ДКР
Розклад занять	Лекції: 2 год./тиждень; практичні заняття: 1 год./тиждень, лабораторні : 1 год./тиждень згідно розкладу
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: доктор.техн.наук, доцент Голуб Наталія Борисівна golubnb@ukr.net; 095-601-40-65 Практичні: доктор.техн.наук, доцент Голуб Наталія Борисівна Лабораторні: кандидат технічних наук, доцент Щурська Катерина Олександрівна
Розміщення курсу	Google classroom. Код курсу az4ewpf

Програма навчальної дисципліни

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

Актуальність дисципліни для студентів першого рівня вищої освіти полягає у наданні знань з методів переробки біомаси як спеціально вирощеної, так і відходів різного походження та одержання корисних продуктів (біопалива, лікарських препаратів, базових органічних речовин, біопластику тощо) як біотехнологічними, так і хімічними методами. Такі знання є підґрунтям для створення технологій одержання біопалива першого, другого та третього покоління, біологічно активних речовин, біополімерів та іншої біотехнологічної продукції.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей до: працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах одержання енергоносіїв та БАР; використовувати знання щодо шляхів біосинтезу цінних метаболітів для вдосконалення біотехнологій їх одержання; оволодіння методами переробки рослинної сировини для одержання базових органічних речовин, енергоносіїв та їх подальшої переробки.

Основні завдання дисципліни –

націлені на надання студентам знань, вмінь та навичок у вирішенні практичних і теоретичних завдань, пов'язаних з проблемами одержання корисних продуктів з відновленої сировини - біомаси різного походження.

Компетентності:

- Здатність аналізувати біологічні об'єкти різних форм організації та окремі їхні частини, використовуючи біологічні, хімічні, фізичні та математичні методи, та працювати з

біологічними агентами, які використовуються у переробці та утилізації біомаси, в біотехнологічних процесах одержання біопластику.

- Здатність проводити аналіз біомаси, як сировини для отримання продуктів біотехнологічного походження, в тому числі біопластику.

Програмними результатами навчання є:

- Вміти здійснювати якісний та кількісний аналіз біомаси.
- Вміти використовувати теоретичні та практичні підходи до створення та застосування асоціацій мікроорганізмів та штамів для використання їх в процесах переробки біомаси для отримання енергоносіїв, у природоохоронних технологіях та для виробництва біопластику.
- Вміти застосувати знання основних фізико-хімічних та біотехнологічних способів переробки біомаси для одержання корисних продуктів.

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

Дисципліна базується на знаннях, що викладаються в циклах фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін з хімії, біохімії, біофізики, методів аналізу в біотехнології, мікробіології та вірусології. Одержані знання є підґрунтям для вивчення таких дисциплін як „Біоенергетика”, „Переробка відходів”, «Воднева енергетика», тощо. Також одержанні знання використовуються під час проведення науково-дослідної роботи в лабораторіях, науково-дослідних установах та інститутах, при виконанні дипломних робіт та проектів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Біомаса

Тема 1.1. Класифікація біомаси, енергетичні рослини, відходи.

Розділ 2. Конверсія біомаси

Тема 2.1. Методи переробки біомаси для енергетичних потреб.

Тема 2.2. Методи вилучення корисних речовин

Тема 2.3. Біомаса як сировина для хімічної промисловості

Тема 2.4. Ферментні технології переробки біомаси

Розділ 3. Біополімери

Тема 3. 1. Види біополімерів, тенденції пошуку нових біополімерів, їх розклад та технології отримання

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова

1. Голуб Н.Б., Щурська К.О., Кузьмінський Є.В. Переробка біомаси. Лабораторний практикум. Електронний ресурс. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 76 с.
<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/42258>

2. Федоришин О.М. Механізм та кінетика екстрагування біологічно активних речовин з рослинної сировини /автореферат 2021р. С.26.
<https://lpnu.ua/sites/default/files/2021/dissertation/12200/avtoreferat-aspirantura.pdf>

3. Белінська А.П. Біоконверсія відходів: навчальний посібник для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / А. П. Белінська, О. М. Близнюк,

Н. Ю. Масалітіна, Л. С. Мироненко – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 198 с.

4. Виробництво енергії з біомаси в Україні: технології, розвиток, перспективи / Ін-т технічної теплофізики НАН України; за ред. Г. Гелетути. — Київ: Академперіодика, 2022. — 373 с.

Допоміжна

5. Physical Factors' Influence on Chlorella vulgaris Microalgae Development and Lipid Biosynthesis/ N.B. Golub, I.I. Levturn //Series: Renewable Energy: Research, Development and Policies, Nova science publishing. – 2019. 317 p.

6. Tom Szaky: The Push for Bioplastics and the Myth of Biodegradability. [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.sustainablebrands.com/news_and_views/

7. Марцинко О.Е. Сучасні полімерні матеріали та їх застосування. Одеський національний університет імені І.І.Мечникова, 2021. 44с.

8. Н.Б.Голуб, О.Я.Боровик Переробка біомаси, Київ – Комп'ютерпрес, 2014. С.169.

9. Біопалива (технології, машини і обладнання) / В.О. Дубровін, М.О. Корчемний, І.П. Масло, О. Шептицький, А. Рожковський, З. Пасторек, А. Гжибек, П. Євич, Т. Амон, В.В. Криворучко — К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація», 2004. - 256 с.

Інформаційні ресурси

10. <https://cnc.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/%D0%A4%D0%9F-1.pdf>

11. https://www.forestvalley.org/article/sustainability-and-fashion-report-2021?utm_source=linkedin&utm_medium=paid&utm_campaign=startup_awareness&gclid=Cj0KCQjw_gO2XBhCaARIsANrW2X2-8Fvkj8Ujjc5GWuP-IVXfQI_ifvox1SWo_01xLPIHRpsdnyl3ChlaAmlXEALw_wcB1

12. <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2020/1/14.pdf>

13. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/30869/1/polimer.pdf>

14. <https://ukr.mentorbizlist.com/3990942-biodegradable-polymers-the-concept-properties-methods-of-production-and-examples-of-reactions>

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	Світові перспективи виробництва та застосування біомаси. Поняття біомаси, види, класифікація. Характеристика первинної та вторинної енергетичної сировини. Фактори, що впливають на виробництво біомаси. Перспективи виробництва енергії з біомаси та стан розвитку біоенергетики.
2	Методи переробки біомаси для енергетичних потреб Одиниці виміру енергоємності палива. Тверде біопаливо. Технології брикетування, гранулювання. Технології спалювання, газифікації та піролізу. Хімічні продукти, що отримують за використання цих процесів.

3	Рідке біопаливо (рослинні олії, ефіри олій, біоетанол, біометанол та біонафта). Методи одержання, біохімічні процеси, що перебігають при одержанні рідкого біопалива за використання різних видів сировини.
4	Газоподібне паливо (біогаз, біоводень). Методи одержання та сировина. Використання видів біореакторів в залежності від агрегатного стану сировини.
5	Біохімічні процеси, які перебігають при продукуванні енергоносіїв різними видами мікроорганізмів
6	Методи вилучення корисних речовин з біомаси Теоретичні основи екстрагування. Критерії вибору екстрагенту. Методи екстракції, обладнання та препарати. Виробництво екстракційних препаратів з біосировини (настоянки, екстракти). Одержання біологічно активних речовин з сировини різного походження
7	Біомаса як сировина хімічної промисловості . Базові речовини, що одержують з біомаси. Хімічні технології переробки біомаси в базові органічні речовини (піроліз, гідроліз тощо). Хімічні продукти, що одержують з целюлозовмісної сировини.
8	Одержання фурфуролу та продуктів його переробки, левоглюкозанів та продукти, що з нього одержують. Пентозани та продукти їх переробки.
9	Переробка лігніну. Технології одержання ароматичних альдегідів, фенолів, циклоалканів. Технології отримання сорбентів та корисних вуглецевих матеріалів.
10	Шляхи переробки інших речовин, які одержані з біомаси в хімічні речовини (ефіри, лікарські препарати, кормові добавки, полімерні матеріали тощо). Порівняльна характеристика виходу продуктів з сировини за різних параметрів технології
11	Використання рослинних олій для виробництва полімерних матеріалів. Метатезис олефінів. Технології одержання гербіцидів та пестицидів .
12	Біотехнології переробки біомаси в хімічні речовини Відмінності нафтохімії та ферментативної переробки біомаси. Переробка етанолу в різні хімічні продукти (кротоновий альдегід, піколіни, піридин, нікотинамід, етилен тощо).
13	Мікроорганізми та процеси одержання органічних кислот та продуктів з них (янтарної, валеріанової, глютамінової, акриламід у тощо)
14	Одержання полімерів, що розкладаються в природних умовах Класифікація, переваги. Біополімери з крохмалю, мікрокристалічної целюлози та метилцелюлози. Недоліки біопластика.
15	Полілактати, полігідроксіалкоаноати: джерела отримання, мікроорганізми – продуценти полігідроксіалкоаноатів та лактату, механізми їх утворення в клітині, технології виробництва біопластика.
16	Розклад біополімерів під дією світла. Композиційні матеріали. Біодеструкція полімерів. Ринок збуту та перспективи виробництва біопластику для України.
17	Напрямки пошуку нових біополімерів. Одержання композитних пластиків для використання в 3D принтерах
18	Отримання полімерів на основі лігніну. Управління властивостями полімерів при їх синтезі. Проблеми та перспективи розвитку біополімерів та методів їх розкладу.

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять з дисципліни є формування у студентів вміння обрати найбільш відповідний для виробництва об'єкт та технологію перетворення сировини

у корисний продукт на основі використання аналізу технологій та сировини, методи вдосконалення біологічних агентів і регуляції біохімічних процесів;

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання (дискусія, експрес-конференція, навчальні дебати, застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань)

№ з/п	Назва теми заняття
1	Світові перспективи виробництва та застосування біомаси. Проблеми у впровадженні розробок альтернативної енергетики. Переваги та недоліки технологій переробки твердого біопалива
2	Переваги та недоліки технологій одержання рідкого біопалива. Переваги та недоліки технологій одержання газоподібного біопалива. Їх енергетична ємність.
3	Одержання біологічно активних речовин з рослинної сировини
4	Технології біоконверсії целюлозовмісних відходів
5	Вплив фізико-хімічних факторів на утворення корисних продуктів з целюлозовмісних ві
6	Біополімери. Перспективи використання, технології отримання, проблеми переробки
7	<i>Захист ДКР</i>
8	Модульна контрольна робота
9	Залік

Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять:

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

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Правила роботи і застережні заходи при роботі в лабораторії. Інструкція. Визначення вологості та зольності біомаси деревини та соломи пшениці	2
2	Визначення речовин, що екстрагуються гарячою водою та лугом	2
3	Отримання парфумованої води та аналіз ефірних олій.	4
4	Визначення полісахаридів, що легко гідролізуються.	2
5	Отримання біопластику в лабораторних умовах.	4
6	Вплив фізико-хімічних факторів на вихід енергоносіїв	4

6.Самостійна робота

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (28 годин), виконання ДКР (10 год.) модульної контрольної (4 години), підготовка до заліку (6 годин).

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 (-0,5 балів). 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 (30 балів), МКР(30 балів), відповіді на семінарських заняттях (20 балів) Виконання та захист ДКР (20 балів). Загальна сума балів за семестрову роботу – 100 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни.

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

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

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг від не нижче 50 балів, написання та зарахування МКР та зарахування усіх лабораторних робіт.

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

№ п/п	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
1	Відповіді на практичному занятті			
	- ваговий бал r_k^*	5	4	20
	-якість виконання	3-5		
2.	Модульна контрольна робота			
	-ваговий бал r_k	30	1	30
	- якість виконання**	0-30		
3.	Виконання та захист лабораторних робіт	5	6	30

	- ваговий бал гк***	5		
	-якість виконання	0-5		
4	Виконання ДКР	12-20	1	20
5				100

*** - Відповіді на практичному занятті :**

Обґрунтована повна відповідь – 5 балів;
 Не розкриті деякі аспекти - 4 бали;
 неповна відповідь - 3 бали;
 незадовільна відповідь - 0-2 бали.

**** - Якість виконання модульної контрольної роботи:**

повна розкрита відповідь -28-30 балів ;
 помилка в одному завданні або неповна відповідь в двох завданнях -23- 27 балів ;
 помилка в двох завдань або неповна відповідь в 4 завданнях - 18- 22 балів;
 робота не зарахована - 0 -17 балів.

***** - Якість виконання лабораторних робіт:**

Допуск 1 бал
 Правильно оформлена робота, відповідь на усі запитання 4 балів
 Є незначні помилки у відповідях 3 балів
 Робота не зарахована 0-2 балів

Якість виконання ДКР

Робота виконана в повному об'ємі при захисті надано всі правильні відповіді 18-20 балів
 Робота має незначні помилки, на деякі питання не дано відповідей 15 – 17 балів
 Робота має суттєві помилки, не на всі питання дані відповіді 12-14 балів
 Робота не зарахована < 12 балів

Додаткові бали студент може отримати за підготовки та презентації доповіді на задану тему – 10 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 20 + 20 + 30 + 30 = 100 \text{ балів};$$

Рейтингова шкала з дисципліни складає R = 100 балів;

Необхідною умовою для одержання заліку автоматом є написання та зарахування МКР та зарахування усіх лабораторних робіт і загальний рейтинг більше 60 балів. Для підвищення оцінки проводиться залікова робота. При цьому попередній рейтинг анулюється.

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

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

Підсумкова оцінка якості знань з дисципліни визначаються за традиційною 6-рівневою шкалою на базі індивідуальних поточних оцінок за такою шкалою:

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

Семестровий контроль: залік. Загальна сума балів заліку – 100 балів. Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг від не нижче 50 балів, написання та зарахування МКР та зарахування усіх лабораторних робіт.

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

Повна відповідь на питання – (19-20) балів

Зроблені незначні помилки – (17-18) балів

Суттєві помилки у відповіді – (12-16) балів

Відповіді не вірні – (0-11) бали.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Питання на модульну контрольну роботу

Контрольна 1

Поняття біомаси, види, класифікація.

Характеристика первинної та вторинної енергетичної сировини.

Фактори, що впливають на виробництво біомаси.

Перспективи виробництва енергії з біомаси та стан розвитку біоенергетики.

Одиниці виміру енергоємності палива.

Тверде біопаливо. Технології брикетування, гранулювання.

Технології спалювання, газифікації та піролізу.

Хімічні продукти, що отримують за використання процесів переробки твердої сировини.

Рідке біопаливо (рослинні олії, ефіри олій, біоетанол, біометанол та біонафта).

Методи одержання олій, біодизельного пального, біоетанолу, біометанолу та біонафти.

Біохімічні процеси, що перебігають при одержанні рідкого біопалива за використання різних видів сировини.

Газоподібне паливо (біогаз, біоводень). Методи одержання та сировина.

Види біореакторів та їх застосування в залежності від видів сировини.

Біохімічні процеси, що відбуваються в процесах одержання біогазу.

Газоподібне паливо. Біохімічні процеси, що відбуваються в процесах одержання біогазу та водню.

Теоретичні основи екстрагування.

Критерії вибору екстрагенту. Методи екстракції.

Виробництво екстракційних препаратів з біосировини (настоянки, екстракти, гормони, ефірні масла, ферменти тощо).

Базові речовини, що одержують з біомаси.

Хімічні технології переробки біомаси в базові органічні речовини (піроліз, гідроліз тощо).

Хімічні продукти, що одержують з целюлозовмісної сировини.

Одержання фурфуролу та продуктів його переробки, левоглюкозанів та продукти, що з нього одержують.

Пентозани та продукти їх переробки.

Шляхи переробки вуглеводів з деревини в хімічні речовини (ефіри, лікарські препарати, кормові добавки, полімерні матеріали тощо)

Використання рослинних олій для виробництва полімерних матеріалів.

Метатезис олефінів.

Методи переробки лігніну.

Відмінності нафтохімії та ферментативної переробки біомаси.

Переробка етанолу в різні хімічні продукти (кротоновий альдегід, піколіни, піридин, нікотинамід, етилен тощо).

Мікроорганізми та процеси отримання органічних кислот та продуктів з них (оцтової, пропіонової), валеріанової кислот та акриламиду.

Мікроорганізми та процеси одержання органічних кислот та продуктів з них (янтарної, валеріанової, глютамінової, акриламиду)

Біополімери з крохмалю, мікрокристалічної целюлози та метилцелюлози.

Недоліки біопластику.

Технології виробництва біопластику.

Продуценти та біосинтез полігидроксіалканоатів

Ринок збуту та перспективи виробництва біопластику для України.

Питання на ДКР

1. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання водню з целюлозовмісної сировини за використання процесу зброджування
2. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання водню за дії різних факторів середовища
3. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання водню за використання різного складу сировини
4. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання метану з целюлозовмісної сировини за використання процесу зброджування
5. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання метану за дії різних факторів середовища
6. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання метану за використання різного складу сировини
7. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання біологічно активних сполук з целюлозовмісної сировини
8. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання біологічно активних сполук за дії різних розчинників
9. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання біологічно активних сполук за використання різного складу сировини
10. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання біопластику з полілактату
11. Наведіть та опишіть технологічну схему отримання біопластику з полігидроксіалконаату
12. Наведіть та опишіть технологічну схему переробки біопластику в залежності від його складу

Питання на залік

1. Фактори, що впливають на виробництво біомаси.
2. Перспективи виробництва енергії з біомаси та стан розвитку біоенергетики.
3. Технології спалювання, газифікації та піролізу.
4. Хімічні продукти, що отримують за використання процесів переробки твердої сировини.
5. Методи одержання олій, біодизельного пального, біоетанолу, біометанолу та біонафти.
6. Біохімічні процеси, що перебігають при одержанні рідкого біопалива за використання різних видів сировини.
7. Газоподібне паливо (біогаз, біоводень). Методи одержання та сировина.
8. Види біореакторів та їх застосування в залежності від видів сировини.
9. Біохімічні процеси, що відбуваються в процесах одержання біогазу та водню.
10. Теоретичні основи екстрагування.
11. Виробництво екстракційних препаратів з біосировини (настоянки, екстракти, гормони, ефірні масла, ферменти тощо).

12. Хімічні технології переробки біомаси в базові органічні речовини (піроліз, гідроліз тощо).
13. Хімічні продукти, що одержують з целюлозовмісної сировини.
14. Одержання фурфуролу та продуктів його переробки, левоглюкозанів та продукти, що з нього одержують.
15. Пентозани та продукти їх переробки.
16. Використання рослинних олій для виробництва полімерних матеріалів.
17. Методи переробки лігніну.
18. Відмінності нафтохімії та ферментативної переробки біомаси.
19. Переробка етанолу в різні хімічні продукти (кротоновий альдегід, піколіни, піридин, нікотинамід, етилен тощо).
20. Мікроорганізми та процеси отримання органічних кислот та продуктів з них
21. Біополімери з крохмалю, мікрокристалічної целюлози та метилцелюлози.
22. Одержання полілактатів та полігіроксіалканоатів.
23. Недоліки біопластику.
24. Технології виробництва біополімерів.
25. Методи утилізації біополімерів. Проблеми та технології

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол №14 від 27.05.24)

Погоджено Методичною комісією факультету біотехнології і біотехніки (протокол №19 від 28.06.2024)