



Переробка біомаси

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</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>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредитів ЕКТС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік/МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 2 год./тиждень; практичні заняття: 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) Практичні: доктор.техн.наук, доцент Голуб Наталія Борисівна Лабораторні: кандидат технічних наук, доцент Щурська Катерина Олександрівна</i>
Розміщення курсу	<i>Google classroom. Код курсу az4ewpf</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Актуальність дисципліни «Переробка біомаси» 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: оволодіння сучасними знаннями щодо процесів, які перебігають в живих організмах, для вдосконалення біологічних агентів і підвищення їх біологічної активності; працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах одержання біогазу, біодизелю та БАР; використовувати знання щодо шляхів біосинтезу цінних метаболітів для вдосконалення біотехнологій їх одержання; застосування біотехнологічних методів одержання твердого, рідкого та газоподібного палива; оволодіння методами переробки рослинної сировини для одержання базових органічних речовин 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.

Програмними результатами навчання є:

Знання:

- методи аналізу основних представників природних сполук та їхніх аналогів, а також сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва;
- характеристики сировини (біомаси);
- основні фізико-хімічні способи переробки біомаси ;
- біотехнології переробка біомаси та одержання корисних речовин.

Уміння:

- проводити експериментальні дослідження з метою визначення впливу фізико-хімічних та біологічних факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність клітин живих організмів
- обґрунтовувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу.
- здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин біологічного походження за використання фізичних, фізико-хімічних та біохімічних методів.
- здійснювати аналіз складу сировини (біологічного матеріалу) та готової продукції на основі знань про фізико-хімічні властивості органічних та неорганічних речовин.
- здійснювати хімічний та технологічний контроль при одержанні корисних продуктів з біосировини;
- 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 "Переробка біомаси" 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 ля 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. Н.Б.Голуб, О.Я.Боровик Переробка біомаси, Київ – Комп'ютерпрес, 2014. С.169.
2. 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.
3. 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>
4. Промислова технологія ліків (2 том) / Харків «Медкнига», 2002.- 404 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.

Інформаційні ресурси

8. <https://cnc.nuph.edu.ua/wp-content/uploads/2020/03/%D0%A4%D0%9F-1.pdf>
9. https://ifnmu.edu.ua/images/diyalnist_universitetu/naukova_robota/aspirantura_doctorantura/vibirkovi_disciplini/farm/%D0%92%D0%9A%207%20%D0%A1%D1%83%D1%87%D0%B0%D1%81%D0%BD%D1%96%20%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D1%80%D0%B2%D0%BE-%D0%BF%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B0%D1%81%D0%BF%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B8%20%D0%B2%20%D1%84%D1%96%D1%82%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BF%D1%96%D1%97.pdf
10. https://www.forestvalley.org/article/sustainability-and-fashion-report-2021?utm_source=linkedin&utm_medium=paid&utm_campaign=startup_awareness&gclid=Cj0KCQjw_gO2XBhCaARIsANrW2X2-8Fvkj8Ujic5GWuP-IVXfQI_Ifovx1SWo_01xLPIHRpsdnyl3ChlaAmIXEALw_wcB1
11. <http://ecoj.dea.kiev.ua/archives/2020/1/14.pdf>
12. <http://dspace.onu.edu.ua:8080/bitstream/123456789/30869/1/polimer.pdf>
12. <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	<p>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. <i>Література:</i> [1]</p>
2	<p>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. <i>Література:</i> [1,2].</p>
3	<p>Рідке біопаливо (рослинні олії, ефіри олій, біостанол, біометанол та біонафта). Методи одержання, біохімічні процеси, що перебігають при одержанні рідкого біопалива за використання різних видів сировини. <i>Література:</i> [1],[2]</p>
4	<p>Методи одержання біодизелю з рослинної сировини та мікроводоростей. Вплив факторів середовища на вихід ліпідної фракції та її склад. <i>Література:</i> [1, 2,5]</p>
5	<p>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 та водню. <i>Література:</i> [1,2]</p>
6	<p>Газоподібне паливо. Біохімічні процеси, що відбуваються в процесах одержання біогазу та водню. <i>Література:</i> [1,2]</p>
7	<p>Методи вилучення корисних речовин з біомаси Теоретичні основи екстрагування. Критерії вибору екстрагенту. Методи екстракції, обладнання та препарати. Виробництво екстракційних препаратів з біосировини (настоянки, екстракти). <i>Література:</i> [1], [4,8]</p>
8	<p>Одержання біологічно активних речовин з сировини різного походження. Одержання біогенних стимуляторів, гормонів, ферментів. <i>Література:</i> [1], [4,8]</p>
9	<p>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. <i>Література:</i> [1]</p>
10	<p>Одержання фурфуролу та продуктів його переробки, левоглюкозанів та продукти, що з нього одержують. Пентозани та продукти їх переробки. <i>Література:</i> [1],</p>
11	<p>Переробка лігніну. Технології одержання ароматичних альдегідів, фенолів, циклоалканів. Техноогії отримання сорбентів та порисих вуглецевих матеріалів.</p>

	<i>Література: [1],</i>
12	Шляхи переробки Інших речовин, які одержані з біомаси в хімічні речовини (ефіри, лікарські препарати, кормові добавки, полімерні матеріали тощо) <i>Література: [1]</i>
13	Використання рослинних олій для виробництва полімерних матеріалів. Метатезис олефінів. Технології одержання гербіцидів та пестицидів . <i>Література: [1]</i>
14	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). Мікроорганізми та процеси отримання органічних кислот та продуктів з них. <i>Література: [1]</i>
15	Мікроорганізми та процеси одержання органічних кислот та продуктів з них (янтарної, валеріанової, глютамінової, акриламід) <i>Література: [1],</i>
16	Одержання полімерів, що розкладаються в природних умовах Класифікація, переваги. Біополімери з крохмалю, мікрористалічної целюлози та метилцелюлози. Недоліки біопластика. <i>Література: [1,6,],</i>
17	Напрямки пошуку нових біополімерів. Полілактати, полігідроксіалканоати: джерела отримання, мікроорганізми – продуценти полігідроксіалканоатів та лактату, механізми їх утворення в клітині, технології виробництва біопластика. <i>Література: [1,6,11,12],</i>
18	Розклад біополімерів бід дією світла. Композиційні матеріали. Біодеструкція полімерів. Ринок збуту та перспективи виробництва біопластику для України. <i>Література: [1,7]</i>

Семінарські заняття

Основні завдання циклу семінарських занять з дисципліни «Переробка біомаси» є формування у студентів вміння обирати 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. Законодавчі акти країн щодо впровадження альтернативної енергетики. <i>Література: [1,2]</i>
2	Переваги та недоліки технологій переробки твердого біопалива <i>Література: [2]</i>
3	Переваги та недоліки технологій одержання рідкого біопалива. <i>Література: [1,2]</i>

4	Переваги та недоліки технологій одержання газоподібного біопалива. Їх енергетична ємність. <i>Література: [1,2]</i>
5	Одержання лікарських речовин з рослинної сировини (глікозиди, флаваноїди, антибіотики) <i>Література: [1,4]</i>
6	Технології біоконверсії целюлозовмісних відходів <i>Література: [1]</i>
7	Біополімери. Перспективи використання, технології отримання, проблеми переробки <i>Література: [1]</i>
8	Практичне заняття 9. 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 <i>Література [3]</i>	4
2	Визначення речовин, що екстрагуються гарячою водою та лугом <i>Література: [3]</i>	4
3	Отримання парфумованої води та аналіз ефірних олій. <i>Література: [3]</i>	4
4	Визначення полісахаридів, що легко гідролізуються. <i>Література: [3]</i>	2
5	Отримання біопластику в лабораторних умовах. <i>Література: [3]</i>	4

6. Самостійна робота

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (38 годин), 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. 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 (25 балів), МКР (60 балів), відповіді на семінарських заняттях (15 балів). 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 силябусу.

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 МКР та захист усіх лабораторних робіт.

Додаток 1

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 Γ_k^*	5	3	15
	-якість виконання	3-5		
2.	Модульна контрольна робота			
	-ваговий бал Γ_k	30	2	60
	- якість виконання**	0-30		

3.	Виконання та захист лабораторних робіт	5	5	25
	- ваговий бал Γ_{k***}	5		
	-якість виконання	0-5		
4				100

*** - Відповіді на практичному занятті :**

Обгрунтована 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

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 15 + 25 + 60 = 100 \text{ балів};$$

Рейтингова шкала з дисципліни складає $R = 100$ балів;

Необхідною умовою для одержання заліку автоматом є зарахування усіх пропозицій, що виносяться на обговорення виконання на позитивну оцінку, модульної контрольної роботи та 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 програми.

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 не менше 50 балів, написання МКР та захист 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:

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

Додаток 2

Питання на модульні контрольні роботи

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).

Контрольна 2.

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 продуктів, 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, піколіні, 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.

Продукенти та біосинтез полігідроксіалканоатів
Ринок збуту та перспективи виробництва біопластику для України.

Додаток 3.

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 полігідроксіалканоатів.
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 № 15 від 29.06.22)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 30.06.22)