



Сучасні системи глибокої селективної екстракції БАР

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Третій (PhD)</i>
Галузь знань	<i>16 Хімічна та біоінженерія</i>
Спеціальність	<i>161 Хімічні технології та інженерія</i>
Освітня програма	<i>Хімічні технології та інженерія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна або змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>Лекція 2 години (1 пара) через тиждень, лабораторне заняття 4 години 1 раз в два тижні за розкладом на rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектори: <i>док. техн. наук, професор, Чигиринець Олена Едуардівна, corrosionlife@gmail.com</i> Лабораторні заняття <i>док. техн. наук, професор, Чигиринець Олена Едуардівна, corrosionlife@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>платформа Sikorsky-distance; доступ за запрошенням викладача</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Навчальна дисципліна «Сучасні системи глибокої селективної екстракції БАР» призначена для опанування теоретичних основ та методів виділення біологічно активних речовин з рослинної сировини шляхом вибіркової екстракції. Набуття відповідних знань аспірантами дозволить більш глибоко вивчити особливості механізму селективної екстракції та властивостей глибоких евтектичних сумішей (ДЕС), які дозволяють екстрагувати біологічно активні речовини. Вивчення дисципліни дозволить використати набуті знання та методики у власних дослідженнях над дисертацією. Таким чином дисципліна «Сучасні системи глибокої селективної екстракції БАР» дозволяє більш глибоко розібратися в найбільш актуальних питаннях виділення біологічно активних речовин, які можуть успішно використовуватися в різних галузях, в тому числі фармацевтиці, косметичі, харчових технологіях.

Предмет дисципліни: принципи та механізм глибокої селективної екстракції

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей:

- Знання фізико-хімічних властивостей та методів екстрагування біологічно активних речовин шляхом застосування сумішей евтектичних розчинників

- Здатність цілеспрямовано обирати та використовувати методи глибокого селективного екстрагування рослинної сировини з метою отримання БАР із заданими властивостями.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- хімічного складу та фізико-хімічних властивостей природних ДЕС
- Механізму процесів, що відбуваються в середині суміші ДЕС
- Відмінності ДЕС від іонних рідин
- Особливості процесів екстрагування БАР природними ДЕС
- Класифікацію іонних ДЕС.
- Принцип дії ДЕС на основі холіну, бетаїну, четвертинного амонію, солей металів.
- Загальні особливості процесу селективного вилучення. Вилучення фенольних сполук, полісахаридів, протеїнів, кератину, терпеноїдів.
- Основні чинники, що знижують рівень використання ДЕС для селективного вилучення.
- Основні досягнення в області валоризації фітовідходів
- Типи ДЕС, що використовуються для вилучення БАР для косметики

уміння:

- обирати типи ДЕС для отримання БАР рослинної сировини певного хімічного складу
- проводити селективне виділення БАР за допомогою сумішей ДЕС.

досвід:

- готувати глибокі евтектичні суміші для екстрагування БАР
- проведення наукових досліджень по селективному вилученню різних класів органічних сполук
- проведення наукових досліджень щодо підбору ефективних сумішей ДЕС для отримання екстрактів БАР заданого складу.

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

Зазначається перелік дисциплін, знань та умінь, володіння якими необхідні студенту для успішного засвоєння дисципліни:

Хімічні технології косметичних засобів	Знання основних груп речовин, що використовуються для виготовлення косметичних засобів, їх функції в композиціях та фізико-хімічні властивості
Хімічні технології харчових добавок	Знання основних груп речовин, що використовуються для виготовлення харчових продуктів(гелеутворювачі, поверхнево-активні речовини, харчові барвники, згущувачі), їх функції в харчових композиціях та фізико-хімічні властивості
Технічний аналіз косметичних засобів та харчових добавок	Знання підходів та методів до визначення та оцінки вмісту в косметичному засобів або харчовому продукті груп речовин, що використовуються при виготовленні косметики, піномийних засобів та ін.

Матеріали дисципліни можуть бути використані для розробки нових перспективних компонентів для виготовлення конкурентоздатної продукції біологічно активних речовин для використання в фармацевтиці, косметичній та ін. галузях.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Загальні відомості про глибокі евтектичні розчинники

Вступ . Актуальність вивчення дисципліни. Задачі сьогодення щодо вилучення біологічно активних речовин. Загальні відомості про глибокі евтектичні розчинники. Порівняння характеристика іонних рідин від глибоких евтектичних розчинників. Глибокі евтектичні розчинник природного типу. Відмінність від синтетичних. Компоненти природних евтектичних розчинів. Особливості приготування природних ДЕС. Їх властивості та фізико-хімічні основи взаємодії компонентів ДЕС всередині композиції.

Тема 2. Класифікація іонних ДЕС

Загальні особливості фізико-хімічних властивостей ДЕС іонного типу. Особливості ДЕС іонного типу на основі холіну, на основі бетаїну. ДЕС на основі четвертинного амонію та на основі солей металу.

Тема 3. ДЕС для вилучення біологічно активних речовин.

ДЕС для вилучення фенольних сполук. ДЕС для вилучення полісахаридів, протеїнів, кератину, терпеноїдів.

Тема 4. Особливості використання ДЕС

Фактори, що обмежують потенціал використання глибоких евтектичних розчинників та як їх подолати. Чистота. В'язкість. Гігроскопічність. Довгострокова стабільність. Кислотно-основні властивості. Токсичність. Адсорбуючі органічні галогеніди. Переробка.

Валоризація фітомаси глибокими евтектичними розчинниками - досягнення, перспективи та обмеження

Багатофункціональні глибокі евтектичні розчинники як середовища для вилучення та зберігання БАР для використання в косметичних засобах.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Для вивчення даної дисципліни базовою та додатковою літературою є наукові статі за темою дисципліни. . Обов'язковою до вивчення є додаткова література, пошук якої відбувається самостійно в напрямках відповідних досліджень. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних та практичних заняттях.

Базова:

1. *New horizons in the extraction of bioactive compounds using deep eutectic solvents: A review* Mohamad Hamdi Zainal-Abidin , Maan Hayyan, Adeeb Hayyan, Natesan Subramanian Jayakumar // *Analytica Chimica Acta*, 2017, 1-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aca.2017.05.012>

Додаткова

2. *K.Radošević, N.Ćurko Višnja, G.Srček, M.Cvjetko, B. Marina, T.Karin, K.Ganić Ivana, R.Redovniković .Natural deep eutectic solvents as beneficial extractants for enhancement of plant extracts bioactivity* LWT, Volume 73, November 2016, Pages 45-51, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.037>

3. Jie Huang, Xiuyun Guo, Tianyi Xu, Lanyan Fan, Xinpeng Zhou, Shihua Wu * Ionic deep eutectic solvents for the extraction and separation of natural products //Journal of Chromatography A, Volume 1598, 2 August 2019, Pages 1-19, <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.03.046>
4. Review Recent Advances in Hydrophobic Deep Eutectic Solvents for Extraction Amos K. Dwamena, Separations 2019, 6(1), 9; <https://doi.org/10.3390/separations6010009>.

5.

Інформаційні ресурси

1. Дистанційний курс Moodle платформб Sikorsky-distance/ Режим доступу <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=1955#section-1>

Навчальний контент

6. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

Вичитування лекцій з дисципліни проводиться паралельно з виконанням студентами робіт лабораторного практикуму та розглядом ними питань, що виносяться на самостійну роботу. При читанні лекцій застосовуються засоби для відеоконференцій (Google Meet, Zoom тощо) та ілюстративний матеріал у вигляді презентацій, які розміщені на платформі Sikorsky-distance [3]. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Дата	Опис заняття
1	31 січня - 4 лютого 2022 р	Еволюція евтектичних до природних глибоких евтектичних розчинників. Порівняльні властивості іонних рідин та глибоких евтектичних розчинників
2	14 – 18 лютого 2022 р.	Природні глибокі евтектичні розчинники. Компоненти природних глибоких евтектичних розчинів
3	28 лютого – 4 березня 2022 р.	Підготовка природних DES. Властивості природних DES Фізико-хімічні взаємодії компонентів в композиції глибокого евтектичного розчинника
4	14 - 18 березня 2022 р.	Основні ДЕС іонного типу. DES на основі холіну. DES на основі бетаїна
5	28 березня -1 квітня 2022 р.	ДЕС на основі четвертинного амонію. DES на основі солей металів
6	11 – 15 квітня 2022 р.	ДЕС для екстракції біологічно активних речовин. Екстракція фенольних сполук, полісахаридів, протеїнів, кератину, терпеноїдів
7	25 – 29 квітня 2022 р	Фактори, що обмежують потенціал використання глибоких евтектичних розчинників та як їх подолати. Чистота. В'язкість. Гігроскопічність. Довгострокова стабільність. Кислотно-основні властивості. Токсичність. Адсорбуючі органічні галогеніди. Переробка
8	9 – 13 травня 2022 р.	Валоризація фітомаси глибокими евтектичними розчинниками - досягнення, перспективи та обмеження
9	30 травня – 4 червня 2022 р.	Багатофункціональні глибокі евтектичні розчинники як середовища для вилучення та зберігання БАР для використання в косметичних засобах.

Лабораторний практикум

Метою лабораторного практикуму є закріплення теоретичних знань, отриманих на лекціях та в процесі самостійної роботи з літературними джерелами в ході вивчення навчальної дисципліни «Сучасні системи глибокої селективної екстракції БАР». Матеріал лабораторного практикуму спрямований на одержання досвіду отримання екстрактів біологічно активних речовин за допомогою сучасних методів селективної екстракції.

Тиждень	Тема	Опис запланованої роботи
2	Екстракція біологічно активних речовин рослинної сировини за допомогою ДЕС на основі холін хлориду.	Ознайомитися з теоретичними основами екстрагування ДЕС на основі холін хлориду. Відпрацювання методики отримання суміші на основі холін хлориду. Порівняти з результатами, описаними в літературі.
4		
6		На основі результатів екстрагування рослинних відходів, наданих викладачем, порівняти кількісні та якісні показники екстрактів з результатами досліджень, описаними в літературі. Захист лабораторної роботи Обґрунтувати висновки по лабораторній роботі
8	Виділення з рослинної сировини терпеноїдів методом глибокої селективної екстракції з рослинної сировини	Відпрацювати методики отримання ДЕС зі спеціальними властивостями до селективного вилучення терпеноїдів.
10		Отриманти ДЕС з властивостями до вилучення терпеноїдів з рослинної сировини. Провести екстрагування рослинної сировини, запропонованої викладачем. Порівняти отримані експериментальні дані з літературними.
12		
14		
16	Написання МКР	Написання МКР
18	Підсумкове заняття	Підведення підсумку з дисципліни

Практичні заняття

Практичні заняття кредитним модулем не передбачені.

7. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (СРС) протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до виконання лабораторних занять, оформлення звітів з проведення лабораторних робіт, написання реферату, підготовка до практичних занять, підготовка до заліку. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид СРС	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, підготовка до практичних та лабораторних занять	2 – 3 години на тиждень
Підготовка до МКР	4 годин
Підготовка до екзамену	36 годин

8. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

У звичайному режимі роботи університету лекції, та лабораторні практикуми проводяться в навчальних аудиторіях. У дистанційному режимі всі заняття проводяться через платформу дистанційного навчання Сікорський. Відвідування лекцій, лабораторних занять є обов'язковим. На початку кожної лекції проводиться опитування за матеріалами попередньої лекції із застосуванням інтерактивних засобів (Google Forms, menti.com, Kahoot тощо)..

Правила захисту лабораторних робіт :

1. До захисту допускаються студенти, які правильно оформили та опрацювали матеріали лабораторної роботи.
2. Захист відбувається на наступному лабораторному занятті.
3. Після перевірки викладачем матеріалів лабораторної роботи виставляється загальна оцінка і робота вважається захищеною.
4. Несвоєчасні захист і виконання роботи без поважної причини штрафуються відповідно до правил призначення заохочувальних та штрафних балів.

Правила призначення заохочувальних та штрафних балів:

1. Несвоєчасне виконання лабораторного практикуму без поважної причини штрафуються 1 балом;
2. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
3. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
4. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 6 заохочувальних балів;
5. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 10 балів на семестр).

Політика дедлайнів та перескладань: визначається п. 8 Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського

Політика щодо академічної доброчесності: визначається політикою академічної чесності та іншими положеннями Кодексу честі університету.

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

Види контролю встановлюються відповідно до Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського:

1. Поточний контроль: захист лабораторних робіт.
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.
3. Семестровий контроль: екзамен .

Рейтингова система оцінювання результатів навчання

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:
 - роботу на лабораторному практикумі (2 роботи);
 - написання МКР

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота з лабораторного практикуму:

- бездоганна виконана лабораторна робота – **20 балів**;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – **16-19 бали**;
- є недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – **10-15 бали**.

Робота не виконана або не захищена – **0-9 балів**.

Виконання роботи:

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – **10 бали**;
- робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має неprincipові неточності – **8-9 балів**;
- робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – **6-7 балів**;
- робота виконана протягом відведеного часу менше, ніж наполовину, результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – **0-5 балів**.

Якість захисту роботи:

- студент вірно і повністю виконав всі надані до захисту завдання (відповів на запитання) – **10 бали**;
- студент вірно виконав всі надані для захисту завдання, але допустив несуттєві неточності – **8-9 балів**;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив ряд суттєвих неточностей – **6-7 балів**;
- студент при виконанні завдання (відповідях на запитання) допустив суттєві неточності – **0-5 балів**.

2.3. Написання МКР.

Ваговий бал – **20 балів**. МКР складається з 4 питань. Ваговий бал 1 питання 10 балів.

Оцінювання роботи проводиться за наступною шкалою:

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до роботи – **17-20 балів**;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до роботи, **12-16 балів**;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – **8-11 балів**;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – **0-7 балів**.

3. Умовою отримання позитивної оцінки з календарного контролю є виконання всіх запланованих на цей час робіт (на час календарного контролю). На **першому календарному контролі** (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 40^1 = 20$ **балів**. На **другому календарному контролі** (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \cdot 90^2 = 45$ **балів**.

Сума балів, яку студент може набрати протягом семестру складається із :

$$RC = r_{лр} + r_{МКР} = 40 + 20 = 60 \text{ балів}$$

На екзамені студенти виконують письмову екзаменаційну роботу. Екзаменаційний білет складається з двох індивідуальних питань творчого характеру. Ваговий бал кожного питання складає 20 балів.

Оцінювання кожного питання проводиться за наступною шкалою.

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до розкриття питання – **17-20 балів**;
- роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до розкриття питання, – **12-16 балів**;
- роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – **8-11 балів**;

¹ Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 8 тижнів.

² Максимальна кількість балів, яку може набрати студент протягом 14 тижнів.

– роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – 0-7 балів.

Оцінювання екзаменаційної роботи відбувається за шкалою:

«відмінно» 37-40 балів.

«добре» 28-36 балів.

«задовільно» 18-27 балів.

«незадовільно» 0-16 бали.

Загальна оцінка за кредитний модуль є сумою балів, отриманих студентом протягом семестру та екзаменаційної роботи.

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
Не виконані умови допуску	Не допущено

10. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Для захисту лабораторних робіт та підготовки до МКР необхідно користуватися виключно науковою літературою.
- Вимоги до оформлення реферату та перелік запитань до захисту лабораторних робіт наведені у Moodle «Сучасні системи глибокої селективної екстракції БАР» (платформа Sikorsky-distance).
- На аудиторну роботу згідно з робочим навчальним планом вноситься 4 години лекційного матеріалу, 4 години практичних занять та 10 годин лабораторного практикуму.
- В режимі аудиторного навчання будуть проведені наступні заняття:
 - Лекція «Природні глибокі евтектичні розчинники. Компоненти природних глибоких евтектичних розчинів», 2 год.
 - Лекція «ДЕС для екстракції біологічно активних речовин. Екстракція фенольних сполук, полісахаридів, протеїнів, кератину, терпеноїдів», 2 год.
 - Лабораторна робота «Виділення з рослинної сировини терпеноїдів методом глибокої селективної екстракції з рослинної сировини», 8 год.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено завідувачем кафедри, д.т.н., проф Чигиринець О.Е.

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 23.06.2021 р.)

Ухвалено кафедрою фізичної хімії (протокол № 13 від 30 червня 2021р.)