



# Сучасні системи глибокої селективної екстракції БАР

## Робоча програма освітньої компоненти (Силабус)

### – Реквізити освітньої компоненти

Рівень вищої освіти	<i>Третій ( доктор філософії)</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 освітнього компонента	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна, вечірня)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, 4 семестр</i>
Обсяг освітнього компонента	<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 освітньої компоненти	<i>Електронний кампус</i>

### – Програма освітньої компоненти

#### 1. Опис освітньої компоненти, мета, предмет вивчення та результати навчання

*Освітня компонента «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 здобувачами вищої освіти рівня PhD дозволить більш глибоко вивчити особливості механізму селективної екстракції та властивостей глибоких*

евтектичних сумішей (DES), які дозволяють екстрагувати біологічно активні речовини. Вивчення освітнього компонента дозволить використати набуті знання та методики у власних дослідженнях над дисертацією. Таким чином освітня компонента «Сучасні системи глибоко 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 освітньої компоненти:** принципи та механізм глибокої селективної екстракції

**Метою** освітньої компоненти є формування у здобувачів вищої освіти рівня PhD здатностей:

- Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 01);
- Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у хімічній технології та інженерія та дотичних до них міждисциплінарних напрямках хімічної та біоінженерії (ФК-01),
- Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми в сфері хімічних процесів та апаратів, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень(ФК 03).
- Вміння застосовувати набуту компетентність в практичній роботі і науково-педагогічній діяльності (ФК 05).

Після засвоєння освітньої компоненти здобувачі вищої освіти рівня PhD мають продемонструвати такі результати навчання:

- Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з хімічних технологій та інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (ПРН 03)
- Розуміти загальні принципи та методи хімічного синтезу нанорозмірних та наноструктурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів та застосувати їх в сучасних технологіях та інженерії (ПРН 05)
- Вміти застосовувати знання основ аналізу та синтезу в різних предметних областях, критичного осмислення й розв'язання науково-дослідних проблем (ПРН 010) зокрема:

**ЗНАННЯ:**

- Хімічного складу та фізико-хімічних властивостей природних DES
- Механізму процесів, що відбуваються в середині суміші DES
- Відмінності DES від іонних рідин
- Особливості процесів екстрагування БАР природними DES
- Класифікацію іонних DES.
- Принцип дії DES 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 DES для селективного вилучення.
- Основні досягнення в області валоризації фітовідходів
- Типи DES, що використовуються для вилучення БАР для косметики

**уміння:**

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

**досвід:**

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

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

Зазначається перелік освітніх компонент, знань та умінь, володіння якими необхідні здобувачам вищої освіти рівня PhD для успішного засвоєння освітньої компоненти:

<b>Пререквізити</b>	
<i>Науково-дослідна практика</i>	<i>Знати методологію наукових досліджень у предметній області та сучасних методів планування та постановки експериментів</i>
<i>Нанохімія і наноматеріали</i>	<i>Розуміти загальні принципи та методи хімічного синтезу нано розмірних та наноструктурованих матеріалів, нових функціональних матеріалів та застосувати їх в сучасних технологіях та інженерії.</i>
<i>Педагогічна практика</i>	<i>Мати навички з організації педагогічної діяльності, планування навчальних занять відповідно до навчального плану закладу.</i>
<b>Постреквізити:</b>	
<i>Наукова складова</i>	<i>Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з хімічних технологій та інженерії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.</i>

Матеріали освітньої компоненти можуть бути використані для розробки нових перспективних складових, добавок для виготовлення конкурентоздатних біологічно активних препаратів для використання в фармацевтиці, косметичній та ін. галузях.

### 3. Зміст освітньої компоненти

*Тема 1. Загальні відомості про глибокі евтектичні розчинники*

*Вступ . Актуальність вивчення дисципліни. Задачі сьогодення щодо вилучення біологічно активних речовин. Загальні відомості про глибоко евтектичні розчинники. Порівняльна характеристика іонних рідин та глибоко евтектичних розчинників. Глибоко евтектичні розчинники природного типу. Відмінність від синтетичних. Компоненти природних евтектичних розчинів. Особливості приготування природних DES. Їх властивості та фізико-хімічні основи взаємодії компонентів DES всередині композиції.*

*Тема 2. Класифікація іонних DES*

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

*Тема 3. DES для вилучення біологічно активних речовин.*

*DES для вилучення фенольних сполук. DES для вилучення полісахаридів, протеїнів, кератину, терпеноїдів.*

*Тема 4. Особливості використання DES*

*Фактори, що обмежують потенціал використання глибоко 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 глибоко евтектичні розчинники як середовища для вилучення та зберігання БАР для використання в косметичних засобах.*

### 4. Навчальні матеріали та ресурси

*Для вивчення освітньої компоненти базовою та додатковою літературою є наукові статті за темою. Обов'язковою до вивчення є додаткова література, пошук якої відбувається самостійно в напрямках тем, що вивчаються в освітній компоненті. Розділи та теми, з якими здобувач вищої освіти рівня PhD має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних заняттях.*

#### **Базова:**

- 1. Воробйова, В. І., Скиба, М. І., Трус, І. М., & Васильєв, Г. С. (2021). Екстракція жмиху томату «зеленим» розчинником та оцінка антиоксидантних властивостей. Вісник НТУУ “КПІ імені Ігоря Сікорського”. Серія: Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження, (2), 59–65.  
<https://doi.org/10.20535/2617-9741.2.2021.235866>*

2. Mohamad Hamdi Zainal-Abidin, Maan Hayyan, Adeen Hayyan, Natesan Subramanian Jayakumar. *New horizons in the extraction of bioactive compounds using deep eutectic solvents: A review* // *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>

### – Навчальний контент

## 5. Методика опанування освітньої компоненти

### Лекційні заняття

Вичитування лекцій з освітньої компоненти проводиться паралельно з виконанням здобувачами вищої освіти рівня PhD 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. Після кожної лекції рекомендується ознайомитись з матеріалами, рекомендованими для самостійного вивчення, а перед наступною лекцією – повторити матеріал попередньої.

№	Тиждень	Опис заняття
1	1	Еволюція евтектичних до природних глибоких евтектичних розчинників. Порівняльні властивості іонних рідин та глибоко евтектичних розчинників
2	3	Природні глибоко евтектичні розчинники. Компоненти природних глибоких евтектичних розчинів
3	5	Підготовка природних DES. Властивості природних DES. Фізико-хімічні взаємодії компонентів в композиції глибокого евтектичного розчинника
4	7	Основні DES іонного типу. DES на основі холіну. DES на основі бетаїна
5	9	DES на основі четвертинного амонію. DES на основі солей металів

6	11	<i>DES для екстракції біологічно активних речовин. Екстракція фенольних сполук, полісахаридів, протеїнів, кератину, терпеноїдів</i>
7	13	<i>Фактори, що обмежують потенціал використання глибоко евтектичних розчинників та як їх подолати. Чистота. В'язкість. Гігроскопічність. Довгострокова стабільність. Кислотно-основні властивості. Токсичність. Адсорбуючі органічні галогеніди. Переробка</i>
8	15	<i>Валоризація фітомаси глибоко евтектичними розчинниками - досягнення, перспективи та обмеження</i>
9	17	<i>Багатофункціональні глибокі евтектичні розчинники як середовища для вилучення та зберігання БАР для використання в косметичних засобах.</i>

### *Лабораторний практикум*

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

<b>Тиждень</b>	<b>Тема</b>	<b>Опис запланованої роботи</b>	
2	<i>Екстракція біологічно активних речовин рослинної сировини за допомогою DES на основі холін хлориду.</i>	<i>Ознайомитися з теоретичними основами екстрагування DES на основі холін хлориду. Відпрацювання методики отримання суміші на основі холін хлориду. Порівняти з результатами, описаними в літературі. 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</i>	12
4			
6			
8			16



10		Відпрацювати методики отримання DES зі спеціальними властивостями до селективного вилучення терпеноїдів.	
12	Виділення рослинної сировини терпеноїдів методом глибокої селективної екстракції рослинної сировини	з	
14		з	Отримати DES з властивостями до вилучення терпеноїдів з рослинної сировини. Провести екстрагування рослинної сировини, запропонованої викладачем. Порівняти отримані експериментальні дані з літературними.
16	Написання МКР	Написання МКР	4
18	Підсумкове заняття	Підведення підсумку з освітньої компоненти	4

#### Практичні заняття

Практичні заняття освітньою компонентою не передбачені.

#### 6. Самостійна робота здобувача вищої освіти рівня PhD

Самостійна робота здобувача вищої освіти рівня PhD протягом семестру включає повторення лекційного матеріалу, підготовку до виконання лабораторних занять, оформлення звітів з проведення лабораторних робіт, підготовку до написання МКР, підготовка до екзамену. Рекомендована кількість годин, яка відводиться на підготовку до зазначених видів робіт:

Вид самостійної роботи	Кількість годин на підготовку
Підготовка до аудиторних занять: повторення лекційного матеріалу, підготовка до лабораторних занять	1 – 2 години на тиждень
Підготовка до захисту лабораторних робіт	1 – 2 години на тиждень
Підготовка до МКР	4 годин
Підготовка до екзамену	30 годин

#### – Політика та контроль

#### 7. Політика освітньої компоненти

У звичайному режимі роботи університету лекції та лабораторні роботи 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, наприклад Google Forms, menti.com, Kahoot тощо.

#### Правила захисту лабораторних робіт :

1. До захисту допускаються здобувачі вищої освіти рівня PhD, 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. Несвоєчасний захист роботи без поважної причини штрафуються 1 балом;
2. За модернізацію робіт нараховується від 1 до 5 заохочувальних балів;
3. За виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни нараховується від 1 до 5 заохочувальних балів;
4. За активну роботу на лекції нараховується до 0,5 заохочувальних балів (але не більше 5 балів на семестр).

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

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

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

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

1. Поточний контроль: захист лабораторних робіт, написання МКР
2. Семестровий контроль: екзамен.

### **Рейтингова система оцінювання результатів навчання**

1. Рейтинг здобувача вищої освіти рівня PhD з освітньої компоненти розраховується, виходячи із 100-бальної шкали, з них 60 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що здобувач вищої освіти рівня PhD отримує за:

- роботу на лабораторному практикумі (2 роботи);
- написання МКР

#### **2. Критерії нарахування балів:**

##### **2.1. Робота з лабораторного практикуму:**



- бездоганно 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 – **5 бали**;
- робота виконана майже повністю і вірно протягом відведеного часу або має неprincipові неточності – **3-4 балів**;
- робота виконана більше ніж наполовину протягом відведеного часу – **1-2 балів**;
- робота виконана протягом відведеного часу менше, ніж наполовину, результати роботи містять грубі помилки, відсутність виконання роботи – **0 балів**.

**Якість захисту роботи:**

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

Максимальна кількість балів, отриманих за виконання однієї лабораторної роботи – **15 балів**, лабораторного практикуму **30 балів**.

**2.3. Написання МКР.**

Ваговий бал – **20 балів**. МКР складається з 2 розгорнутих 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**.

Сума балів, яку здобувач вищої освіти рівня PhD може набрати протягом семестру складається із :

$$RC = r_{лр} + r_{МКР} = 30+20= 50 \text{ балів}$$

На екзамені здобувачі вищої освіти рівня PhD отримують екзаменаційний білет, який складається з двох індивідуальних питань творчого характеру. Ваговий бал кожного питання складає **25 балів**. Максимальна кількість балів за екзаменаційну роботу – **50 балів**.

Оцінювання кожного питання проводиться за наступною шкалою.

- творчо виконана робота, виконані всі вимоги до розкриття питання – **22-25 балів**;

– роботу виконано з незначними недоліками, виконані майже всі вимоги до розкриття питання, - **15-21 балів**;

– роботу виконано з певними помилками, є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки – **7-14 балів**;

– роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки) – **0-6 балів**.

Оцінювання екзаменаційної роботи відбувається за шкалою:

«відмінно» 45-50 балів.

«добре» 40-44 балів.

«задовільно» 14-39 балів.

«незадовільно» 0-13 балів.

Загальна оцінка за освітню компоненту є сумою балів, отриманих здобувачем вищої освіти рівня PhD 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

#### **9. Додаткова інформація з освітньої компоненти**

- Для захисту лабораторних робіт та підготовки до МКР необхідно користуватися виключно науковою літературою.

#### **Робочу програму освітньої компоненти (силабуса):**

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

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 3 від 16.10.2020 р.)

**Ухвалено** кафедрою фізичної хімії (протокол № 2 від 14 жовтня 2020р.)