

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

Кафедра хімії та експертизи харчової продукції



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту
біології, хімії та біоресурсів

Руслан БЕСПАЛЬКО

”серпня” 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

Реакційна здатність органічних сполук

(назва навчальної дисципліни)

вибіркова

(вказати: обов’язкова / вибіркова)

Освітньо-професійна програма Хімія

(назва програми)

Спеціальність ЕЗ Хімія

(вказати: код, назва)

Галузь знань Е Природничі науки, математика та статистика

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти другий магістерський

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

Навчально-науковий інститут біології, хімії та біоресурсів

(назва факультету/інституту, на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

(вказати: на якій мові читається дисципліна)

Чернівці 2026 рік

Робоча програма навчальної дисципліни **Реакційна здатність органічних сполук** складена відповідно до освітньо-професійної програми «Хімія».

Розробники: Лявинець Олександр Семенович, професор кафедри хімії та експертизи харчової продукції, д.х.н., професор
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Викладачі: Лявинець Олександр Семенович, професор кафедри хімії та експертизи харчової продукції, д.х.н., професор
(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено на засіданні кафедри хімії та експертизи харчової продукції

Протокол № 1 від 27 серпня 2026 року

Завідувач кафедри

(підпис)

Анастасія САЧКО

(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту біології, хімії та біоресурсів

Протокол № 1 від 31 серпня 2026 року

Голова методичної ради інституту

(підпис)

Галина МОСКАЛИК

(прізвище та ініціали)

Навчальна дисципліна «Реакційна здатність органічних сполук» є вибірковою дисципліною спеціальності ЕЗ Хімія другого магістерського рівня вищої освіти. У ній розглядаються експериментальні методи дослідження кінетики органічних реакцій; просторові та електронні ефекти, їхній вплив на реакційну здатність; органічні реакції, які перебігають через проміжне утворення карбаніонів, карбкатіонів, вільних радикалів, властивості даних проміжних інтермедіатів; вплив різних факторів на реакційну здатність органічних сполук і напрямок перебігу реакцій; кислотність та основність органічних сполук залежно від їхньої будови; роль розчинника у хімічних процесах. Розглядаються механізм рідиннофазного окиснення органічних сполук, інгібоване окиснення органічних сполук, інгібітори вільнорадикальних реакцій, залежність інгібіторної здатності від будови субстрату.

Мета навчальної дисципліни: вивчення залежності реакційної здатності органічних сполук від їх будови, впливу замісників, електронних ефектів; від будови та структури проміжних частинок: карбкатіонів, карбаніонів, вільних радикалів.

Завдання вивчення навчальної дисципліни.

ознайомлення з класифікацією хімічних реакцій; експериментальними методами дослідження кінетики органічних реакцій; основними типами розчинників та вивчення їхньої ролі у хімічних процесах; вивчення основних методів одержання карбкатіонів і карбаніонів, основних способів генерації вільних радикалів та залежності реакційної здатності від їхньої будови; ознайомлення з основними типами інгібіторів та вивчення основних методів визначення антиоксидантної активності.

Пререквізити. «Органічна хімія, «Фізична хімія», «Основи вищої математики».

Результати навчання.

Вивчення навчальної дисципліни сприятиме формуванню загальних та фахових компетентностей.

Загальні компетентності:

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК 02. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК 10. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

Фахові компетентності:

ФК 02. Здатність розпізнавати і аналізувати проблеми, застосовувати обґрунтовані (чи доцільні) методи вирішення проблем, приймати обґрунтовані рішення в області хімії.

ФК 07. Здатність здійснювати типові хімічні лабораторні дослідження.

ФК 09. Здатність використовувати стандартне хімічне обладнання.

ФК 12. Здатність представляти наукові матеріали та наводити аргументацію письмово та усно для підготовленої аудиторії.

ФК 13. Навички безпечного поводження з речовинами із урахуванням їх хімічних та фізичних властивостей, та потенційної небезпеки.

Це дозволить досягти наступних результатів навчання:

ПРН 04. Розуміти основні закономірності та типи хімічних реакцій та їх характеристики.

ПРН 05. Розуміти зв'язок між будовою та властивостями речовин.

ПРН 09. Планувати та виконувати хімічний експеримент, застосовувати придатні методики та техніки приготування розчинів та реагентів.

ПРН 14. Здійснювати експериментальну роботу з метою перевірки гіпотез та дослідження хімічних явищ і закономірностей.

ПРН 18. Демонструвати знання та розуміння основних фактів, концепцій, принципів та теорій з хімії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати: класифікацію хімічних реакцій залежно від напрямку, типу проміжної частинки, порядку, молекулярності; експериментальні методи дослідження кінетики органічних реакцій; основні способи забезпечення стабільності карбкатіонів, карбаніонів, вільних радикалів; основні групи антиоксидантів і механізми антиоксидантної активності.

вміти: проводити експериментальні дослідження кінетики органічних реакцій; залежно від будови і структури частинки визначати стійкість карбокатионів, карбаніонів, вільних радикалів; володіти методами експериментального визначення антиоксидантних властивостей сполук; здійснювати аналіз отриманих результатів.

Опис навчальної дисципліни

Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	6	11	3,0	90	10	-	-	20	60	-	залік

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1						
Електронні ефекти. Кислотність і основність органічних сполук. Основні типи проміжних частинок.						
Тема 1.1. Експериментальні методи дослідження кінетики органічних реакцій.	12	2				10
Тема 1.2. Кислотність і основність органічних сполук.	12	2				10
Тема 1.3. Карбокатиони, карбаніони та вільні радикали в органічній хімії.	17	2		5		10
Разом за ЗМ1	41	6		5		30
Змістовий модуль 2						
Рідинно-фазне окиснення органічних речовин. Антиоксиданти						
Тема 2.1. Рідинно-фазне окиснення органічних речовин.	22	2		5		15
Тема 2.2. Антиоксиданти.	27	2		10		15
Разом за ЗМ2	49	4		15		30
Усього годин за семестр	90	10		20		60

Тематика лекційних занять з переліком питань

№ з/п	Назва теми з основними питаннями
1.	Експериментальні методи дослідження кінетики органічних реакцій. Просторові та електронні ефекти, їх вплив на реакційну здатність. Експериментальне визначення порядку реакції, константи швидкості, енергії активації
2.	Кислотність і основність органічних сполук. Типи органічних кислот та основ. Основні чинники, які визначають силу органічних кислот та основ.
3.	Карбокатиони і карбаніони та вільні радикали в органічній хімії. Методи одержання, стабільність, реакційна здатність. Методи реєстрації, будова. Термодинамічна й кінетична стабільність вільних радикалів. Способи генерування. Хімічні перетворення.
4.	Рідинно-фазне окиснення органічних речовин. Механізм, основні продукти, кінетичні

	закономірності. Інгібоване окиснення.
5.	Антиоксиданти. Основні поняття. Оцінка ефективності інгібування. Класифікація антиоксидантів. Антиоксидантна активність органічних сполук.

Тематика лабораторних занять з переліком питань

№ з/п	Назва тем
1.	Синтез похідних 5-бензиліденпіримідин-2,4,6-тріону або 5-бензиліден-2-тіоксопіримідин-4,6-діону з різними замісниками у бензиліденовому фрагменті. Очищення синтезованих речовин методом перекристалізації. Визначення температури топлення одержаних сполук.
2.	Дослідження розкладу гідропероксиду кумену в присутності похідних 5-бензиліденпіримідин-2,4,6-тріону або 5-бензиліден-2-тіоксопіримідин-4,6-діону. Вивчення кінетики витрати гідропероксиду йодометричним методом. Побудова кінетичної кривої витрати активного кисню. Розрахунок константи швидкості реакції методом напівлогарифмічних анаморфоз.
3.	Дослідження процесу ініційованого окиснення кумену в присутності похідних 5-бензиліденпіримідин-2,4,6-тріону або 5-бензиліден-2-тіоксопіримідин-4,6-діону. Вивчення антиоксидантних властивостей досліджуваних речовин волюмометричним методом. Визначення об'єму поглинутого кисню реакційною системою. Побудова кінетичної кривої поглинутого кисню. Розрахунок швидкості поглинання кисню.
4.	Дослідження антиоксидантних властивостей речовин з використанням стабільного дифенілпікрилгідрозильного радикалу. Експериментальне визначення радикал-поглинаючої здатності досліджуваних речовин з використанням DPPH фотометричним методом. Побудова залежності радикал-поглинальної активності від концентрації досліджуваної речовини.

Завдання для самостійної роботи студентів

№ з/п	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	Кількість годин
1.	Експериментальні методи дослідження кінетики органічних реакцій	Розрахунок порядку і визначення молекулярності хімічних реакцій. Розрахунок передекспоненційного множника та енергії активації.	3
2.	Кислотність і основність органічних сполук	Вплив індукційного та мезомерного ефектів на силу органічних кислот та основ. Вплив внутрішньомолекулярних водневих зв'язків на реакційну здатність органічних сполук. Теорія жорстких і м'яких кислот і основ (ЖМКО).	3
3.	Карбокатиони і карбаніони в органічній хімії.	Роль ефекту надспряження (гіперкон'югації) в стабілізації карбокатионів. Навести конкретні приклади. Типи перегруповань карбокатионів. Основний напрямок реакції. Таутомерні перетворення карбаніонів. Ступінчастий і синхронний механізми.	3
4.	Вільні радикали в органічній хімії.	Карбени і нітрени. Методи одержання, стабільність і реакційна здатність. Термодинамічна і кінетична стабільність вільних радикалів.	2
5.	Рідинно-фазне окиснення органічних речовин	Внутрішньомолекулярне продовження ланцюгу під час рідиннофазного окиснення парафінових вуглеводнів.	3
6.	Антиоксиданти	Адитивність, антагонізм і синергізм під час дії суміші двох інгібіторів	3

Методи навчання

- словесні: пояснювально-ілюстративний (лекція, розповідь, пояснення, бесіда);
- наочні: презентації;
- практичні: лабораторні роботи.

Форми організації навчальної роботи

- лекції;
- лабораторні заняття;
- самостійна робота.

Система контролю та оцінювання

Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль знань студентів здійснюється під час проведення лабораторних занять і включає перевірку знань теоретичного матеріалу та практичних навичок, які передбачені методичними розробками занять з відповідних тем. Перевірка знань студентів здійснюється за допомогою усного фронтального опитування, розв'язування ситуаційних задач до лабораторних робіт.

Проміжний контроль знань студентів проводиться у вигляді письмової контрольної роботи за темою “Просторові та електронні ефекти. Експериментальні методи дослідження кінетики органічних реакцій. Карбокатиони і карбаніони в органічній хімії”

Підсумковий контроль знань студентів проводиться в письмовій формі на заліку. Оцінювання відповіді студента проводиться у відповідності з розробленими та затвердженими критеріями оцінок.

Засоби оцінювання

1. Захист лабораторних робіт.
2. Контрольні роботи.
3. Залік.

Критерії оцінювання студентів згідно зі шкалою ECTS

Знання студентів з навчальної дисципліни «Реакційна здатність органічних сполук» оцінюються за модульно-рейтинговою системою.

Протягом семестру студент може набрати 60 балів за виконання контрольних робіт, лабораторного практикуму. До 40 балів студент одержує на іспиті (підсумковий модуль).

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)		Залік	Сума
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2		
T1.1 – T1.3	T2.1 – T2.2	T1.1 – T2.2	
30	30	40	100

Оцінка “відмінно” виставляється студенту, який набрав більше ніж 90 балів, “добре” – від 70, “задовільно” – від 50.

“Відмінно” – А 90 -100 балів

Студент повинен:

- чітко розуміти вплив електронних та просторових ефектів на реакційну здатність органічних речовин;
- розуміти протолітичну теорію Бренстеда-Лоурі та електронну теорію кислот і основ Льюїса.
- знати методи одержання, можливі хімічні перетворення та вміти пояснити реакційну здатність карбокатионів, карбаніонів і вільних радикалів залежно від їх будови;
- знати методи реєстрації вільних радикалів;
- знати основні типи антиоксидантів та механізм їхньої дії;
- чітко володіти основними схемами радикально-ланцюгового окиснення органічних речовин.

“Добре” - В 80 -89 балів

Студент повинен:

- розуміти вплив електронних та просторових ефектів на реакційну здатність органічних речовин;
- розуміти суть протолітичної теорії Бренстеда-Лоурі та електронної теорії кислот і основ Льюїса.
- знати методи одержання, можливі хімічні перетворення карбкатіонів, карбаніонів і вільних радикалів;
- знати методи реєстрації вільних радикалів;
- знати основні типи антиоксидантів та механізм їхньої дії;
- володіти основними схемами радикально-ланцюгового окиснення органічних речовин.

“Добре” - С 70 -79 балів

Студент повинен:

- розуміти вплив електронних та просторових ефектів на реакційну здатність органічних речовин;
- розуміти суть протолітичної теорії Бренстеда-Лоурі та електронної теорії кислот і основ Льюїса.
- загалом знати методи одержання, можливі хімічні перетворення карбкатіонів, карбаніонів і вільних радикалів;
- знати основні типи антиоксидантів та механізм їхньої дії.

“Задовільно” Д 60 – 69 балів

Студент повинен:

- загалом розуміти вплив електронних та просторових ефектів на реакційну здатність органічних речовин;
- загалом знати методи одержання карбкатіонів, карбаніонів і вільних радикалів та їх використання;
- знати основні типи антиоксидантів та механізм їхньої дії.

“Задовільно” Е 50 – 59 балів

Студент повинен:

- загалом розуміти вплив електронних та просторових ефектів на реакційну здатність органічних речовин;
- загалом знати методи одержання карбкатіонів, карбаніонів і вільних радикалів.

“Незадовільно”

Ця оцінка виставляється, в разі:

- відсутності елементарних знань про електронні та просторові ефекти, методи одержання карбкатіонів, карбаніонів і вільних радикалів, відсутності знань про основні типи антиоксидантів та механізм їхньої дії.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим самостійним опрацюванням освітнього компонента до перескладання

Перелік питань для самоконтролю і контролю навчальних досягнень студентів

1. Кінетична класифікація органічних реакцій. Порядок і молекулярність.
2. Експериментальні методи визначення порядку і розрахунку константи швидкості реакції.
3. Експериментальні методи визначення енергії активації і розрахунку передекспоненційного множника.
4. Теорія електронних зсувів. Індуктивний ефект замісників.
5. Вплив індуктивного ефекту на реакційну здатність органічних сполук.
6. Мезомерний ефект замісників. Делокалізація заряду.
7. Вплив мезомерного ефекту на перебіг органічних реакцій.
8. Порівняння індуктивного і мезомерного ефекту.
9. Типи спряження в органічних сполуках.
10. Просторові ефекти і реакційна здатність.
11. Карбкатіони. Методи одержання.
12. Стійкість карбкатіонів. Фактори стабілізації карбкатіонів.
13. Реакції карбкатіонів.
14. Типи перегруповань карбкатіонів. Наведіть приклади.
15. Карбаніони. Методи одержання карбаніонів. Будова карбаніонів.
16. Механізм стабілізації карбаніонів.
17. Карбаніони і таутомерія. Наведіть приклади.
18. Механізм таутомерних перетворень карбаніонів.
19. Реакції за участю карбаніонів. Наведіть приклади.
20. Протолітична теорія Бредстеда–Лоурі та електронна теорія Льюїса. Загальна характеристика.
21. Кислотність та основність за Бренстедом–Лоурі. Спряжені кислоти та основи.
22. Типи органічних кислот за Бренстедом–Лоурі.
23. Фактори, які впливають на силу органічних кислот.
24. Типи органічних основ за Бренстедом–Лоурі. Реакційна здатність органічних основ.
25. Кількісна характеристика основності та кислотності.
26. Залежність кислотності від будови молекули органічних сполук.
27. Залежність основності від будови молекули органічних сполук.
28. Кислоти та основи за електронною теорією Льюїса.
29. Вільні радикали. Загальна характеристика. Методи реєстрації вільних радикалів.
30. Типи вільних радикалів. Наведіть приклади.
31. Стабільність вільних радикалів. Кінетична і термодинамічна стабільність. Наведіть приклади.
32. Вільні радикали з радикальним центром на атомі оксигену або нітрогену. Фактори їхньої стабілізації.
33. Генерація вільних радикалів.
34. Хімічні властивості вільних радикалів.
35. Реакції фрагментації та диспропорціонування вільних радикалів.
36. Механізм радикально-ланцюгового окиснення вуглеводнів.
37. Антиоксиданти. Способи оцінка ефективності інгібування.
38. Класифікація антиоксидантів. Загальна характеристика.
39. Характеристика антиоксидантів, які обривають ланцюг за реакцією з пероксидними радикалами. Механізм їх дії. (1 група антиоксидантів).
40. Характеристика антиоксидантів, які обривають ланцюг за реакцією з алкільними радикалами. Механізм їх дії. (2 група антиоксидантів).
41. Характеристика антиоксидантів, що утворюють аддукти з вільними радикалами. Механізм їх дії. (3 група антиоксидантів).
42. Характеристика антиоксидантів, що руйнують гідроперокси. Механізм їх дії. (4 група антиоксидантів).

43. Характеристика антиоксидантів – дезактиваторів металів. Механізм їх дії. (5 група антиоксидантів).
44. Характеристика антиоксидантів багаторазової дії. Механізм обриву ланцюга за їх присутності. (6 група антиоксидантів).
45. Характеристика антиоксидантів комбінованої дії. Механізм обриву ланцюга за їх присутності. (7 група антиоксидантів).
46. Антиоксиданти фотодеструкції. Механізм їх дії. (8 група антиоксидантів).

Рекомендована література

Основна

1. Smith M.B., March's Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure, 7th Edition. Wiley, 2013. – 2080 p.
2. Опейда Й.О. Синтетичні і природні антиоксиданти / Й.О.Опейда // ДонНУ.- Вінниця, Львів – 2016. – 190 с.
3. Одарюк В.В. Нові антиоксиданти ряду 4-(3,4-дигідрофеніл)тіазолу: дис....канд.хім.нау: 02.00.04 / В.В. Одарюк. – Вінниця, 2015. – 140 с .
4. Пивоваренко В.Г. Механізми органічних реакцій у розчинах. Навчальний посібник. – Київ: ВАЦ «Київський університет». – 2019. – 303 с.
5. Андрійчук Ю. М. Комплекси перехідних металів з тіосемікарбазонами ароматичних альдегідів та 4-амінобензенсульфамідом як інгібітори вільнорадикальних процесів: дис....канд.хім.нау: 02.00.04. – Львів, 2021. – 180 с.
6. Куш О.В., Щендрик О.М. Активні форми кисню. Навчальний посібник. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2023. – 152 с.

Додаткова

1. J. Xie and K. M. Schaich. Re-evaluation of the 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl Free Radical (DPPH) Assay for Antioxidant Activity// J. Agric. Food Chem. 2014, 62, 4251–4260
2. Mario C. Foti. Use and Abuse of the DPPH• Radica// J. Agric. Food Chem. 2015, 63, 8765–8776.
3. Gustavo Celiz1, Melisa Renfge, Mariela Finetti. Spectral analysis allows using the DPPH* UV–Vis assay to estimate antioxidant activity of colored compounds// Chemical Papers <https://doi.org/10.1007/s11696-020-01110-8>.
4. İlhami Gulcin Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview// Archives of Toxicology <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>.
5. B. B. de Menezes, L. M. Frescura, R. Duarte et al. A critical examination of the DPPH method: Mistakes and inconsistencies in stoichiometry and IC50 determination by UV-Vis spectroscopy// Analytica Chimica Acta 1157 (2021).
6. Куш О.В. Механізми дії N-гідроксифталіміду в радикально-ланцюгових процесах полімеризації та окиснення: дис....док.хім.наук: 02.00.04. – Львів, 2016. – 350 с.

10. Інформаційні ресурси

Серед інформаційних ресурсів доступних студентам для навчання є: сайт дистанційної освіти ЧНУ; доступний і безкоштовний інтернет на кафедрі хімії та експертизи харчової продукції.

<https://drive.google.com/file/d/1dvjzube2rKTaNuFlmo6mczatQy5y0T8o/view?usp=sharing>
<https://drive.google.com/file/d/1EXTvWBBClhcLQkK9pq1VKbhsOPV9Q0Fr/view?usp=sharing>

Політика академічної доброчесності

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні освітнього компонента регламентовано чинними документами ЧНУ:

- «Кодекс академічної доброчесності та етики Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/kodeks-akademichnoi-dobrochesnosti-ta-etyky-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu-imeni-yurii-fedkovycha/>
- «Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polozhennia-pro-vyiavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu-u-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yurii-fedkovycha/>
- «Політика використання штучного інтелекту в Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» <https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polityka-vykorystannia-shtuchnoho-intelektu-v-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yurii-fedkovycha-zi-zminamy-zatverdzhenyi-vchenoiu-radoiu-chnu-imeni-yurii-fedkovycha/>

Використання здобувачами освіти інструментів штучного інтелекту (ШІ) під час виконання навчальних завдань:

- допускається за умови дотримання принципів академічної доброчесності (здобувач освіти несе відповідальність за зміст, достовірність і результати поданої роботи, а у разі використання ШІ зобов'язаний зазначити факт і спосіб його застосування);
- не допускається використання ШІ як заміни самостійного виконання завдань або з метою порушення вимог академічної доброчесності;
- додаткові обмеження чи вимоги щодо використання ШІ *можуть визначатися* викладачем в освітньому процесі для конкретних видів навчальної діяльності відповідно до особливостей дисципліни.