

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Хімічний факультет
Кафедра органічної хімії

Затверджено
На засіданні кафедри органічної хімії
хімічного факультету Львівського
національного університету імені Івана
Франка (протокол № 1 від 30.08.2022 р.)



Завідувач кафедри органічної хімії
Микола ОБУШАК

Силабус з навчальної дисципліни

“Токсикологічна хімія”,

що викладається в межах ОНП “Хімія” другого (магістерського) рівня вищої
освіти для здобувачів з спеціальності 102 Хімія

Львів 2022 р.

Назва дисципліни	Токсикологічна хімія
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, хімічний факультет, вул. Кирила і Мефодія 6, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Хімічний факультет, кафедра органічної хімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	10 Природничі науки, 102 Хімія
Викладачі дисципліни	Мартяк Роман Львович, канд. хім. наук, доцент, доцент кафедри органічної хімії
Контактна інформація викладачів	roman.martyak@lnu.edu.ua
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю), (вул. Кирила і Мефодія 6, кафедра органічної хімії). Також можливі онлайн консультації через Microsoft Teams чи Zoom. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	https://chem.lnu.edu.ua/course/toksykologichna-khimiia
Інформація про дисципліну	Навчальна дисципліна “Токсикологічна хімія” є дисципліною за вибором студента для освітньої програми Хімія, яка викладається на 2 курсі (3 семестр) в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Навчальну дисципліну “Токсикологічна хімія” розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов’язкові для того, щоб засвоїти відомості про властивості отруйних і сильнодіючих речовин, їх хімічну будову, фізико-хімічні характеристики, методи виділення токсичних речовин та їх метаболітів з об’єктів дослідження, а також методи ідентифікації та кількісного визначення цих речовин, закономірності токсикокінетики та токсикодинаміки отрут.
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни “Токсикологічна хімія” є формування базових знань з токсикологічної хімії: токсикологія і токсикологічна хімія, отрути та отруєння, токсикокінетика та токсикодинаміка ксенобіотиків, хіміко-токсикологічний аналіз, основні групи токсичних речовин.
Література для вивчення дисципліни	Базова: 1. <i>Крамаренко В.П.</i> Токсикологічна хімія. К.: Вища шк., 1995. – 423 с. 2. <i>Ніженковська І.В., Вельчинська О.В., Кучер М.М.</i> Токсикологічна хімія. К.: ВСВ «Медицина», 2020. – 372 с. 3. <i>Кучер М.М., Галькевич І.Й., Федущак Н.К.</i> та ін. Методичні рекомендації до лабораторних занять з токсикологічної хімії (модуль 1) для студентів IV курсу фармацевтичного факультету зі спеціальності “Фармація” IV рівня акредитації. Львів: Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, 2013. – 94 с. 4. <i>Галькевич І.Й., Кучер М.М., Бідниченко Ю.І.</i> та ін. Методичні рекомендації до лабораторних занять з токсикологічної хімії (модуль 2) для студентів фармацевтичного факультету (спеціальність “Фармація”). Львів: Львівський національний медичний університет імені Данила Галицького, 2014. – 106 с.

	<p>Додаткова:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Karpushina S.A., Bondar V.S., Zhuravel I.O.</i> Toxicological chemistry. Lecture course. Kharkiv: NUPh “Golden Pages”, 2011. – 208 p. 2. Токсикологічна хімія харчових продуктів та косметичних засобів / Під. ред. <i>С.А. Воронова</i>. Львів: Вид-во Львівської політехніки, 2010. – 316 с. 3. <i>Григор’єва Л.І., Томілін Ю.А.</i> Екологічна токсикологія та екотоксикологічний контроль. Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. – 240 с. 4. <i>Петровська М.</i> Екологічна токсикологія. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 116 с. <p>Інформаційні ресурси:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. https://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page 2. https://www.sciencedirect.com/journal/toxicology/issues 3. https://journals.sagepub.com/loi/ijtb
Тривалість дисципліни	1 семестр
Обсяг дисципліни	48 год аудиторних занять (лекцій – 16 год, лабораторних занять – 32 год) та 72 год самостійної роботи.
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде знати:</p> <p>предмет, завдання та основні поняття токсикологічної хімії; класифікацію отрут і отруєнь; хімічну будову та фізико-хімічні характеристики токсичних речовин; основні шляхи потрапляння та виведення токсичних речовин з організму; механізми біотрансформації ксенобіотиків в організмі; методи детоксикації при отруєннях; основні методи сучасного хіміко-токсикологічного аналізу; нормативні документи, що регламентують використання шкідливих речовин;</p> <p>вміти:</p> <p>аналізувати та прогнозувати вплив хімічних речовин на біологічні процеси; скласти план та запропонувати метод аналізу отрут в об’єкті дослідження; проводити виділення отруйних речовин та їх метаболітів з досліджуваних об’єктів; застосовувати основні методи хіміко-токсикологічного аналізу; проводити якісний та кількісний аналіз токсичних сполук; аналізувати та інтерпретувати отримані експериментальні результати.</p> <p>У результаті успішного вивчення курсу студент набуде загальних компетентностей:</p> <p>ЗК 2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями; ЗК 3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу; ЗК 4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях; ЗК 14. Здатність до пошуку, критичного аналізу та обробки інформації з різних джерел;</p> <p>та спеціальних (фахових) компетентностей:</p> <p>СК 3. Здатність організовувати, планувати та реалізовувати хімічний експеримент;</p>

	<p>СК 6. Здатність здобувати нові знання в галузі хімії та інтегрувати їх із уже наявними;</p> <p>СК 10. Здатність обирати оптимальні методи та методики дослідження.</p> <p>Програмні результати навчання:</p> <p>ПРН 3. Застосовувати отримані знання і розуміння для вирішення нових якісних та кількісних задач хімії;</p> <p>ПРН 9. Збирати, оцінювати та аналізувати дані, необхідні для розв'язання складних задач хімії, використовуючи необхідні методи та інструменти роботи з даними;</p> <p>ПРН 10. Планувати, організовувати та здійснювати експериментальні дослідження з хімії з використанням сучасного обладнання, грамотно обробляти їх результати та робити обґрунтовані висновки;</p> <p>ПРН 12. Оцінювати ризики у професійній діяльності та здійснювати запобіжні дії;</p> <p>ПРН 17. Здійснювати моніторинг та опрацьовувати наукові джерела інформації і фахову літературу в досліджуваній галузі та на стику наук.</p>
Ключові слова	Токсикологічна хімія, токсикологія, токсичні речовини, отрути, ксенобіотики, хіміко-токсикологічний аналіз.
Формат дисципліни	Очний.
Теми	Проведення лекцій, лабораторних занять та теми самостійної роботи подано у таблиці СХЕМА КУРСУ.
Підсумковий контроль, форма	Залік у кінці семестру, комбінований.
Пререквізити	Викладання навчальної дисципліни базується на знаннях, отриманих в результаті вивчення нормативних дисциплін: “Неорганічна хімія”, “Аналітична хімія”, “Органічна хімія”, “Фізична хімія”, та курсів вільного вибору хімічного профілю в бакалавраті і набуття необхідних компетенцій.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання дисципліни	Лекції, презентації, семінарські та лабораторні заняття, консультації, самостійна та індивідуальна робота, дискусія.
Необхідне обладнання	Для виконання навчальної програми необхідні хімічні реактиви, лабораторний посуд та обладнання, комп'ютерна техніка.

<p>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</p>	<p>Політика виставлення балів. Враховуються бали поточного тестування чи опитування на лабораторних заняттях, виконання лабораторних робіт, самостійної роботи та бали підсумкового тестування. Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються у такому співвідношенні:</p> <ul style="list-style-type: none"> • контрольні заміри знань – 20% семестрової оцінки; • виконання та захист лабораторних робіт – 30% семестрової оцінки; • виконання самостійних завдань – 20% семестрової оцінки; • модульна контрольна робота – 30% семестрової оцінки. <p>Підсумкова максимальна кількість балів – 100.</p> <p>Відвідання занять: Студенти повинні відвідувати усі лекції і лабораторні заняття навчальної дисципліни та мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття з поважних причин.</p> <p>Література. Література, яку студенти не зможуть знайти, буде надана викладачем.</p> <p>Академічна доброчесність: жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p>Питання на контрольні роботи</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Токсикологічна хімія її зміст, завдання та основні розділи (біохімічна токсикологія та хіміко-токсикологічний аналіз). 2. Взаємозв'язок токсикологічної хімії з токсикологією та іншими дисциплінами. 3. Етапи становлення та розвитку токсикологічної хімії. 4. Організація судово-медичної експертизи в Україні. 5. Основна документація, яка ведеться при проведенні хіміко-токсикологічного аналізу. 6. Класифікація отрут у токсикологічній хімії. 7. Класифікація отруєнь. 8. Які отруєння називають гострими, побутовими та кримінальними? 9. Які фактори впливають на токсичність хімічних сполук? 10. Що вивчають токсикокінетика і токсикодинаміка? 11. Основні шляхи проникнення отрут в організм. 12. Роль клітинних мембран і рецепторів при отруєннях. 13. Основні етапи біотрансформації ксенобіотиків. 14. Зв'язування отрут з тканинами організму. 15. Виведення ксенобіотиків і їх метаболітів з організму. 16. Основні методи детоксикації. 17. Методи антидотної терапії. 18. План проведення хіміко-токсикологічного аналізу. 19. Методи виділення та ідентифікації токсичних речовин. 20. Підготовка біологічних проб до аналізу. 21. Значення попередніх проб. 22. Перегонка з водяною парою. Переваги та недоліки методу. 23. Реакції ідентифікації синильної кислоти та ціанідів. Яка реакція є найбільш доказовою у судово-токсикологічному аналізі? 24. Реакції ідентифікації формальдегіду та ацетону. 25. За допомогою яких реакцій можна відрізнити етиловий спирт від метилового? 26. Сивушні масла, їх склад та токсикологічне значення.

27. Реакції ідентифікації етиленгліколю та оцтової кислоти.
28. Реакції виявлення фенолів у дистилаті.
29. За допомогою яких реакцій можна виявляти у дистилаті і відрізнити один від одного хлороформ, хлоралгідрат, тетрахлорометан і дихлоретан?
30. Токсикологічне значення та механізм токсичної дії синильної кислоти.
31. Токсикологічне значення та механізми токсичної дії метанолу та етанолу.
32. Надання допомоги при отруєнні речовинами з групи “летких” отрут.
33. Назвіть основні хімічні і фізичні властивості речовин, які виділяються з біологічного матеріалу підкисленим спиртом або підкисленою водою.
34. Вплив рН середовища на ізолювання з біологічного матеріалу речовин кислотного і основного характеру.
35. Методи виділення барбітуратів з біологічного матеріалу.
36. За допомогою яких загальних реакцій можна виявити барбітурати, виділені з біологічного матеріалу?
37. Якими реакціями можна виявити похідні *n*-амінобензойної кислоти (новокаїн, дикаїн, новокаїнамід)?
38. Похідні гідразиду ізонікотинової кислоти і реакції їх виявлення (ізоніазид, фтивазид, салюзид).
39. Фізико-хімічні властивості, застосування, токсична дія, метаболізм похідних піразолону (антипірін, анальгін, амідопірін).
40. Реакції ідентифікації амідопіріну та фенацетину.
41. Реакції ідентифікації саліцилової та ацетилсаліцилової кислот.
42. Похідні 1,4-бензодіазепіну і реакції їх виявлення.
43. Загальні та спеціальні алкалоїдні реактиви.
44. Реакції виявлення алкалоїдів похідних тропану – атропіну, кокаїну.
45. Які реакції застосовують для виявлення хініну і хінідину?
46. Що покладено в основу реакцій утворення талейохіну і еритрохіну?
47. Методи виявлення нікотину і анабазину у біологічному матеріалі.
48. Методи аналізу, що застосовуються для виявлення ефедрину.
49. Як можна виявити похідні пурину (кофеїн, теофілін, теобромін)?
50. Як відрізнити опій від опію?
51. Які із реакцій є найбільш характерними, специфічними і доказовими для морфіну?
52. В чому полягає суть реакції Пелагрі?
53. Яка реакція лежить в основі кількісного фотоколориметричного визначення морфіну?
54. Хімічні методи виявлення канабіноїдів.
55. Основні класифікації пестицидів.
56. Токсикологічна характеристика та методи ідентифікації хлорорганічних пестицидів.
57. Токсикологічна характеристика пестицидів – похідних карбамінової та дитіокарбамінової кислот.

	<p>58. Токсикологічна характеристика пестицидів – похідних фенолу і нітрофенолу.</p> <p>59. Токсикологічна характеристика пестицидів – похідних феноксиалкілкарбонових кислот.</p> <p>60. Токсикологічна характеристика пестицидів – похідних сечовини і тіосечовини.</p> <p>61. Токсикологічна характеристика та методи ідентифікації фосфорорганічних пестицидів.</p> <p>62. Токсикологічна характеристика та методи ідентифікації меркурійорганічних отрутохімікатів.</p> <p>63. Токсикологічна характеристика синтетичних піретроїдів.</p> <p>64. Механізм токсичної дії металів.</p> <p>65. Чому при дослідженні біологічного матеріалу на наявність “металічних” отрут необхідно проводити його мінералізацію?</p> <p>66. Основні недоліки методів сухого озолення та методів мінералізації біологічного матеріалу кислотами.</p> <p>67. Які продукти утворюються при руйнуванні білкових речовин після деструкції та мінералізації?</p> <p>68. Для чого і за допомогою яких речовин проводиться денітрація мінералізату?</p> <p>69. Для чого використовуються реакції маскування і які реактиви для цього застосовуються?</p> <p>70. Застосування, токсичність та реакції ідентифікації сполук плюмбуму, барію, мангану та хрому.</p> <p>71. Застосування, токсичність та реакції ідентифікації сполук цинку, кадмію та бісмуту.</p> <p>72. Застосування, токсичність та реакції ідентифікації сполук аргентуму, купруму, талію та стибію.</p> <p>73. Застосування, токсичність та реакції ідентифікації сполук арсену та меркурію.</p> <p>74. Методи кількісного визначення купруму та меркурію у мінералізатах.</p> <p>75. Антидотна терапія при отруєннях металами.</p> <p>76. Метод ізолювання речовин з біологічного матеріалу настоюванням з водою. Загальна характеристика методу та порядок проведення.</p> <p>77. Очистка витяжок з біологічного матеріалу за допомогою діалізу.</p> <p>78. Неорганічні кислоти та луги. Механізм їх токсичної дії та ознаки отруєння.</p> <p>79. Солі нітратної та нітритної кислот. Механізм їх токсичної дії та ознаки отруєння.</p> <p>80. Реакції ідентифікації неорганічних кислот (хлоридна, нітратна, сульфатна) в діалізаті.</p> <p>81. Реакції ідентифікації лугів (гідроксиди натрію, калію, амонію) в діалізаті.</p> <p>82. Реакції ідентифікації нітратів та нітритів в діалізаті.</p> <p>83. Механізм токсичної дії карбон(II) оксиду.</p> <p>84. Симптоми отруєння чадним газом та перша допомога при отруєнні.</p> <p>85. Методи виявлення карбоксигемоглобіну у крові.</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості дисципліни буде надано по завершенню курсу.</p>

СХЕМА КУРСУ

ЛЕКЦІЙНІ ЗАНЯТТЯ

№ теми	Назва теми лекційного заняття	Кількість годин
1.	Основи токсикологічної хімії. Отрути та отруєння. Основні методи детоксикації.	2
2.	Біохімічна токсикологія. Токсикокінетика та токсикодинаміка ксенобіотиків.	2
3.	Хіміко-токсикологічний аналіз. Токсичні речовини, що ізолюються перегонкою з водяною парою (“леткі” отрути).	2
4.	Токсичні речовини, що ізолюються екстракцією полярними розчинниками (алкалоїди та їх похідні).	2
5.	Токсичні речовини, що ізолюються екстракцією полярними розчинниками (синтетичні лікарські препарати).	2
6.	Токсичні речовини, що ізолюються екстракцією органічними розчинниками (пестициди).	2
7.	Токсичні речовини, для виділення яких застосовують методи мінералізації біологічного матеріалу (“металеві” отрути).	2
8.	Токсичні речовини, що ізолюються екстракцією водою (кислоти, основи, солі) та речовини, що потребують особливих способів виділення.	2
Разом		16

ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ

№ теми	Назва теми лабораторного заняття	Кількість годин
1.	Хіміко-токсикологічний аналіз. Сучасні хімічні та фізико-хімічні методи аналізу, які застосовуються в токсикологічній хімії. Підготовка проб до аналізу. Методи виділення і концентрування токсичних речовин.	4
2.	Ідентифікація окремих токсичних речовин: група речовин, що виділяються перегонкою з водяною парою. Схема дослідження дистилляту.	4
3.	Реакції ідентифікації галогенопохідних, спиртів, карбонільних сполук та фенолів.	4
4.	Ідентифікація окремих токсичних речовин: група речовин, що екстрагуються полярними розчинниками. Реакції ідентифікації алкалоїдів.	4
5.	Реакції ідентифікації синтетичних лікарських препаратів.	4
6.	Ідентифікація окремих токсичних речовин: група речовин, що екстрагуються органічними розчинниками. Особливості якісного виявлення фосфору та галогенів. Реакції ідентифікації хлор- та фосфоровмісних пестицидів.	4
7.	Ідентифікація окремих токсичних речовин: група речовин, для виділення яких застосовують методи мінералізації біологічного матеріалу. Дослідження мінералікатів дробним методом.	4
8.	Ідентифікація окремих токсичних речовин: група речовин, для виділення яких застосовують екстракцію водою. Реакції ідентифікації нітратів та нітритів.	4
Разом		32

САМОСТІЙНА РОБОТА

№ теми	Назва теми самостійної роботи	Кількість годин
1.	Судова хімія та судово-токсикологічний аналіз. Законодавчі акти та організація судово-медичної експертизи в Україні.	9
2.	Основні положення сучасної теорії рецепторів токсичності.	9
3.	Застосування газорідинної хроматографії для аналізу летких речовин. Теоретичні основи методу. Завдання та основні прийоми якісного та кількісного газохроматографічного аналізу.	9
4.	Методи виділення алкалоїдів та синтетичних органічних нітрогеновмісних речовин оснóвного характеру з біологічного матеріалу.	9
5.	Основні правила використання гербіцидів і отрутохімікатів у сільському господарстві і побуті.	9
6.	Інструментальні методи при дослідженні металів у мінералізатах і біологічних рідинах (атомно-емісійна спектроскопія, атомно-абсорбційна спектрометрія та ін.).	9
7.	Очистка витяжок з біологічного матеріалу за допомогою діалізу та електродіалізу. Принцип методів, їх недоліки та переваги. Порядок проведення.	9
8.	Отрути природного походження (отрути рослин, грибів, тварин і комах). Перша допомога при отруєннях.	9
Разом		72