

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Львівський національний університет імені Івана Франка  
Біологічний факультет  
Кафедра біохімії

**Затверджено**  
На засіданні кафедри біохімії  
біологічного факультету  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 16 від 19.03 2024р.)

Завідувач кафедри Н. СибірНА  
проф. Наталія СИБІРНА

Силабус з навчальної дисципліни  
«Біотрансформація ліків і ксенобіотиків»,  
що викладається в межах ОПП «Біохімія», «Біофізика», «Ботаніка», «Генетика»,  
«Зоологія», «Мікробіологія», «Фізіологія людини і тварин», «Фізіологія рослин»  
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів  
спеціальності 091 – Біологія та біохімія

<b>Назва курсу</b>	Біотрансформація ліків і ксенобіотиків
<b>Адреса викладання курсу</b>	вул. Грушевського 4, 79005 Львів
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	біологічний факультет, кафедра біохімії
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	09 Біологія, 091 Біологія
<b>Викладачі курсу</b>	доцент кафедри біохімії к.б.н. Нагалєвська Марія Романівна
<b>Контактна інформація викладачів</b>	maria.nagalievska@lnu.edu.ua
<b>Консультації по курсу відбуваються</b>	Консультація в день проведення практичних занять (за попередньою домовленістю)
<b>Сторінка курсу</b>	
<b>Інформація про курс</b>	Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для розуміння сучасних уявлень про біологічні та хімічні зміни, які зазнають лікарські засоби, ксенобіотики та ендобіотики в організмі людини, та яким чином ці зміни пов'язані з обмінними процесами організму. Тому у курсі представлено, як основні метаболічні шляхи репрезативних лікарських засобів та ендогенних субстратів, особливості їх перетворення в першій і в другій фазі біотрансформації, так і фармакодинамічні та фармакокінетичні властивості окремих найбільш вживаних лікарських засобів та найпоширеніших ксенобіотиків, що лежать в основі їх біотрансформації в нашому організмі.
<b>Коротка анотація курсу</b>	Дисципліна «Біотрансформація ліків і ксенобіотиків» є вибірковою дисципліною магістра зі спеціальності 091 Біологія, яка викладається в III семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою). Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів: 1. Біохімічні та молекулярні основи метаболізму лікарських засобів та ксенобіотиків 2. Метаболізм лікарських засобів та природних речовин
<b>Мета та цілі курсу</b>	Метою вивчення вибіркової дисципліни «Біотрансформація ліків і ксенобіотиків» є ознайомлення студентів із шляхами надходження, виведення та механізмів впливу на організм людини лікарських засобів та токсичних речовин. Дисципліна спрямована на сприяння розуміння взаємозв'язку структури препарату з обмінними процесами та специфічними ферментами, що беруть участь у їх метаболізмі, а також розкриття способу дії та виникнення побічних ефектів лікарських препаратів на основі розуміння особливостей їх метаболізму.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	Основна література: 1. Testa B., Krämer S. D. The Biochemistry of Drug Metabolism. – Wilay-VCH, 2010. 2. Anzenbacher P., Zanger U. M. (Eds.) Metabolism of Drugs and Other Xenobiotics. – Wiley-VCH, 2012 3. Ксенобіотики: накопичення, детоксикація та виведення з живих

	<p>організмів / Б. О. Цудзевич, О. Б. Столяр, І. В. Калінін, В. Г. Юкало. – Тернопіль, видавництво ТНТУ ім. І. Пулюя, 2012. – 384 с.</p> <p>4. Сологуб Л. І., Великий М. М. Екологічна біохімія. Метаболізм ксенобіотиків у людини і тварин: навч. посібник. – К.: ІСДО, 1994. – 188 с.</p> <p>Додаткова література:</p> <p>5. Gibson G. G., Skett P. Introduction to Drug Metabolism (3rd edition). – Nelson Thornes Company, 2001</p> <p>6. Ioannides &amp; Costa (editors) Enzyme systems that metabolise drugs and other xenobiotics (1st edition). – Wiley, 2001</p>
<b>Тривалість курсу</b>	120 год.
<b>Обсяг курсу</b>	48 годин аудиторних занять. З них 32 годин лекцій, 16 годин практичних занять та 72 години самостійної роботи
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знати взаємозв'язок лікарських засобів з метаболічними процесами та специфічними ензимами задіяними в їх метаболізм; внутрішньоклітинну локалізацію, фізико-хімічні та біохімічні властивості ферментів системи біотрансформації ксенобіотиків; основні типи реакцій біотрансформації ксенобіотиків; їх видову та тканинну специфічність; механізми багаторівневої регуляції біотрансформації речовин;</li> <li>- вміти ідентифікувати ключові метаболічні шляхи основних ендогенних субстратів та лікарських речовин; пояснювати специфічні форми активації та/або токсичності, побічних ефектів та взаємодій лікарських засобів; передбачати потенціал дії лікарських препаратів на основі аналізу їх метаболічних шляхів перетворення; використовувати біохімічні і молекулярно-біологічні підходи для оцінки функціонального стану системи біотрансформації ксенобіотиків в живих організмах; застосовувати методи теоретичного та експериментального дослідження для вивчення різних аспектів метаболізму ксенобіотиків.</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	лікарські речовини, ксенобіотики, цитохром P450, токсичність
<b>Формат курсу</b>	очний
	проведення лекцій, практичних робіт та консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	Наведено у табл. 1
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	залік у кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	для вивчення курсу студенти потребують базових знань з молекулярної біології, біохімії, біофізики, мікробіології, фізіології людини і тварин
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	лекції, презентація (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, розв'язування вправ і задач, дискусія
<b>Необхідне обладнання</b>	персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор, програмне забезпечення для дистанційного навчання (ZOOM, MSTeams, MOODLE)
<b>Критерії оціню-</b>	Максимальна кількість балів при оцінюванні знань студентів з дисци-

<p><b>вання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b></p>	<p>пліни, яка завершується заліком, становить за поточну успішність 100 балів. Поточне тестування кожного змістовного модуля включає питання лекційного курсу, практичних робіт та самостійної роботи (разом 50 балів):</p> <p>за поточне тестування максимально 50 балів за питання лекційного курсу та самостійної роботи;</p> <p>за питання практичних робіт 50 балів;</p> <p>Рейтингова оцінка студента перед підсумковим контролем визначається шляхом сумування балів за всі вищепризначені види робіт студента під час навчального семестру.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p><b>Питання до модульних контролів (замірів знань)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назвіть основні системи класифікації ферментів, що метаболізують лікарські засоби.</li> <li>2. Назвіть найважливіші ферменти, що метаболізують лікарські засоби.</li> <li>3. Охарактеризуйте структуру цитохром Р450.</li> <li>4. Опишіть механізм каталізу за участю цитохром Р450</li> <li>5. Опишіть закономірності розвитку оксидативного стресу за участі цитохром Р450.</li> <li>6. Будова та каталітичні властивості UDP-Глюкуронозилтрансферази.</li> <li>7. Назвіть основні субстрати UDP-Глюкуронозилтрансферази.</li> <li>8. Будова та каталітичні властивості сульфотрансфераз</li> <li>9. Назвіть основні субстрати сульфотрансфераз.</li> <li>10. Будова та каталітичні властивості глутатіон-S-трансфераз</li> <li>11. Назвіть основні субстрати глутатіон-S-трансфераз.</li> <li>12. Назвіть основні Гідролітичні ензими та їх субстрати.</li> <li>13. Класифікація транспортерів лікарських засобів та механізми їх функціонування</li> <li>14. Механізм функціонування транспортерів лікарських засобів</li> <li>15. Транспортери лікарських засобів надродина SLC.</li> <li>16. ABC транспортери лікарських засобів.</li> <li>17. Різноманітність метаболічних шляхів лікарських засобів.</li> <li>18. Біотоксикація.</li> <li>19. Фактори, що впливають на активність метаболізму лікарських засобів</li> <li>20. Метаболізм антидепресантів</li> <li>21. Метаболізм антипсихотичних засобів</li> <li>22. Метаболізм психостимуляторів</li> <li>23. Метаболізм протисудомних засобів</li> <li>24. Метаболізм стабілізаторів настрою та протимігреничних препаратів</li> <li>25. Метаболізм агоністів адренергічних рецепторів</li> <li>26. Метаболізм антагоністів адренергічних рецепторів</li> <li>27. Метаболізм діуретиків</li> <li>28. Метаболізм антиаретмічних препаратів</li> <li>29. Метаболізм антикоагулянтів</li> <li>30. Метаболізм ключових лікарських засобів, що використовуються для терапії онкологічних захворювань</li> <li>31. Метаболізм нестероїдних протипухлинних препаратів</li> <li>32. Метаболізм трициклічних антидепресантів</li> <li>33. Метаболізм опіоїдів</li> <li>34. Метаболізм морфіну та героїну</li> <li>35. Метаболізм амфетаміну та метамфетаміну</li> </ol>

	36. Метаболізм ЛСД 37. Метаболізм нікотину 38. Метаболізм алкоголю 39. Біотрансформація природних речовин
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

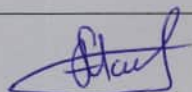
Таблиця 1

Схема курсу «Біотрансформація ліків і ксенобіотиків»

Тиж-день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1	<b>Ензими, що беруть участь в метаболізмі лікарських засобів</b> Системи класифікації ферментів, що метаболізують лікарські засоби, за різними критеріями. Найважливіші ферменти, що метаболізують лікарські засоби	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиж-день
2	<b>Цитохром P450</b> Регулювання. Структура білкової молекули. Механізм каталізу. Окисдатовний стрес і цитохром P450	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		
3	<b>UDP-Глюкуронозилтрансферази</b> Будова та каталітичні властивості. Основні субстрати	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиж-день
4	<b>Сульфотрансферази</b> Будова та каталітичні властивості. Основні субстрати	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		
5	<b>Глутатіон-S-трансферази</b> Будова та каталітичні властивості. Основні субстрати	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиж-день
6	<b>Гідролітичні ензими.</b> Будова та каталітичні властивості. Основні субстрати	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		
7	<b>Транспортні системи</b> Класифікація транспортерів лікарських засобів та механізми їх функціонування Транспортери лікарських засобів надродини SLC. ABC транспортери лікарських засобів. Транспортери лікарських засобів та пов'язані з ними захворювання	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиж-день

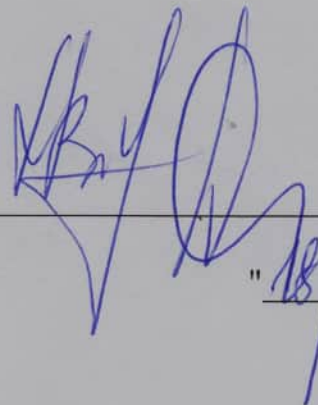
8	<b>Метаболізму лікарських засобів</b> Різноманітність метаболічних шляхів лікарських засобів. Біотоксикація. Фактори, що впливають на активність метаболізму лікарських засобів	Лекції – 2 год, практ.- заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		
9	<b>Препарати для лікування порушень функціонування центральної нервової системи</b> Антидепресанти. Антипсихотичні засоби. Психостимулятори. Протисудомні засоби та стабілізатори настрою. Засоби для терапії деменції та когнітивні посилювачі. Протимігренні препарати	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиж- день
10	<b>Препарати для лікування порушень функціонування серцево-судинної системи.</b> Агоністи та антагоністи адренергічних рецепторів. Діуретики. Антиаритмічні засоби. Антикоагулянти. Препарати, що знижують холестерол.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		
11	<b>Протипухлинні препарати</b> Алкілюючі препарати. Платиновмісні лікарські засоби. Антиметаболіти. Натуральні продукти. Ендокринна терапія. Інгібітор гістондеацетилази. Інгібітори тирозинкінази. Інгібітори протеасом.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиж- день
12	<b>Препарати проти гострого та хронічного болю</b> Нестероїдні протизапальні препарати. Селективні інгібітори циклооксигенази-2. Трициклічні антидепресанти. Опіоїди	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		
13	<b>Наркотичні речовини (включаючи дизайнерські наркотики).</b> Морфін та героїн. Кокаїн. Амфетамін / метамфетамін. ЛСД	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиж- день
14	<b>Метаболізм нікотину та наслідки його зловживання</b> Поглинання та розподіл нікотину. Екскреція нікотину. Метаболізм нікотину	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		
15	<b>Метаболізм алкоголю та наслідки зловживання ним</b> Поглинання та виведення етанолу. Метаболізм етанолу	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиж- день
16	<b>Метаболізм природних сполук</b> Рослинні продукти, як джерело лікарських засобів. Біотрансформація природних сполук.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		

Автор




Марія НАГАЛЄВСЬКА


"Погоджено"

  
Голова методичної ради  
біологічного факультету  
Віталій ГОНЧАРЕНКО  
" 18 " січня 2024 р.

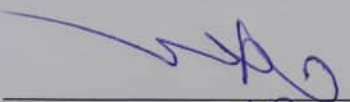
Гарант ОПП «Біохімія»

  
Наталія СИБІРНА  
" 17 " 01 2024 р.

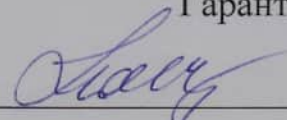
Гарант ОПП «Біофізика»

  
Марта БУРА  
" 17 " 01 2024 р.


Гарант ОПП «Ботаніка»

  
Анастасія ОДІНЦОВА  
" 18 " січня 2024 р.

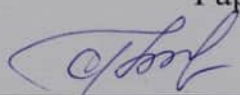
Гарант ОПП «Генетика»

  
Наталія ГОЛУБ  
" 15 " 01 2024 р.

Гарант ОПП «Зоологія»

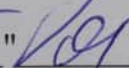
  
Андрій БОКОТЕЙ  
" 15 " 01 2024 р.

Гарант ОПП «Мікробіологія»

  
Світлана ГНАТУШ  
" 18 " 01 2024 р.


Гарант ОПП «Фізіологія людини і тварин»

  
\_\_\_\_\_ Оксана ІККЕРТ

" 15 "  \_\_\_\_\_ 2024 р.

Гарант ОПШ «Фізіологія рослин»

  
\_\_\_\_\_ Наталія РОМАНІУК

" ~~15~~ "  \_\_\_\_\_ 2024 р.