**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Львівський національний університет імені Івана Франка**

**Біологічний факультет**

**Кафедра біохімії**

"**ЗАТВЕРДЖУЮ**"

Завідувач кафедри біохімії   
біологічного факультету

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ проф. Сибірна Н. О.

"\_\_\_" \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 2021 р.

(Ухвалено на засіданні кафедри біохімії

протокол № \_\_\_ від \_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Силабус навчальної дисципліни**

**«БІОХІМІЯ ОКСИДАТИВНО-НІТРАТИВНОГО СТРЕСУ»,**

що викладається в межах ОПП (ОПН)

третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для здобувачів

спеціальності 091 − Біологія

Львів − 2021

|  |  |
| --- | --- |
| **Назва курсу** | Біохімія оксидативно-нітративного стресу |
| **Адреса викладання курсу** | вул. Грушевського 4, 79005 Львів |
| **Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна** | біологічний факультет, кафедра біохімії |
| **Галузь знань, шифр та назва спеціальності** | 09 «Біологія», 091 «Біологія» |
| **Викладачі курсу** | доцент кафедри біохімії к.б.н. Нагалєвська Марія Романівна |
| **Контактна інформація викладачів** | mariia.nagalievska@lnu.edu.ua |
| **Консультації по курсу відбуваються** | щосереди, 11:00–12:00 год (вул. Грушевського 4, ауд. 319) |
| **Сторінка курсу** |  |
| **Інформація про курс** | Дисципліна «Біохімія оксидативно-нітративного стресу» є вибірковою дисципліною зі спеціальності 091 «Біологія» для третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, яка викладається в ІІІ семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою). |
| **Коротка анотація курсу** | Навчальна дисципліна **“**Біохіміяоксидативно-нітративногостресу” охоплює основні відомості про біохімічні та молекулярні механізми індукції, розвитку оксидативного і нітративного стресу, механізми запобігання розвитку оксидативно-нітративного стресу, закономірності залежності вільно радикальних процесів від екзогенниз та ендогенних чинників, теоретичні основи і особливості сучасних та поширених методик його діагностування та дослідження. |
| **Мета та цілі курсу** | Метою вивчення дисципліни «Біохіміяоксидативно-нітративногостресу» є вивчення ролі активних метаболітів у між- і внутрішньоклітинній сигналізації; аналіз змін обміну речовин та енергії, регуляції та інтеграції метаболічних процесів, молекулярних механізмів спадковості внаслідок розвитку оксидативно-нітративного стресу; формування знань щодо особливостей функціонування антиоксидантних систем організму; ознайомлення із сучасними уявленнями про механізми та причини розвитку оксидативно-нітративного стресу, з методами виявлення та дослідження рівня оксидативно-нітративного стресу; вивчення ролі оксидативно-нітративного стресу в етіології та патогенезі діабету, серцево-судинних, онкологічних, автоімунних, пульмонологічних, нейродегенеративних захворювань, тощо. |
| **Література для вивчення дисципліни** | Основна література:   1. Сибірна Н.О., Гончар М.В., Бродяк І.В., Стасик О.Г., Барська М.Л. Хіміябілка: підручник: [длястуд. вищ. навч. закл.] / заред. проф. Н.О. Сибірної. – Львів: ЛНУ іменіІванаФранка, 2010. – 393 с. – (Серія «Біологічністудії»). 2. Сибірна Н.О., Маєвська О. М.,Барська М.Л. Дослідженняокремихбіохімічнихпоказниківзаумов оксидативного стресу: Навчалшьно-методичнийпосібник. – Львів: ЛНУ іменіІванаФранка, 2006. – 60 с. 3. Сибірна Н.О., Чайка Я. П.,Климишин Н. І., Старикович Л. С., Клевета Г. Я., Дудок К. П. Механізмибіохімічнихреакцій: підручник: [длястуд. вищ. навч. закл.] / заред. проф. Н.О. Сибірної. – Виданнядруге, доповнене. – Львів: ЛНУ іменіІванаФранка, 2011. – 320 с. – (Серія «Біологічністудії»). 4. Acworth I. N. The handbook of redox biochemistry. – Chelmsford, MA: Esa Biosciences, 2003. – 590 p. 5. Dasgupta A., Klein K. Antioxidants in Food, Vitamins and Supplements. Prevention and Treatment of Disease. – USA: Elsevier, 2014. – 344 p. 6. Denisov E. T., Afanas`ev I. B. Oxidation and Antioxidants in Organic Chemistry and Biology. – Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group, 2005. – 981 p. 7. Grune T., Catalgol B., Jung T. Protein Oxidation and Aging, First Edition. – John Wiley & Sons, Inc., 2013. – 214 p. 8. Oxidative Stress - Molecular Mechanisms and Biological Effects // Ed. by Dr. V. Lushchak. – InTech, 2012. – 362 p. 9. Oxidative Stress and Diseases // Ed. by Dr. V. Lushchak. – InTech, 2012. – 610 p.   Додаткова література:  Періодичнівидання   1. Oxidative Medicine and Cellular Longevity – Окисдативнамедицинатадовголіттяклітини. 2. Free Radical Research – Дослідженнявільнихрадикалів. 3. Antioxidants & Redox Signaling – Антиоксидантита сигналювання пов’язане з окисно-відновнимипроцесами. 4. Nature. Reviews – Природа. Огляди. 5. ВісникЛьвівськогоуніверситету. Серіябіологічна. 6. Українськийбіохімічнийжурнал. |
| **Тривалість курсу** | 90 год. |
| **Обсяг курсу** | **48**години аудиторних занять. З них 32 годин лекцій, 16 годин практичних та 42 години самостійної роботи |
| **Очікувані результати навчання** | Після завершення цього курсу студент буде:   * знати особливостіхімічноїбудови, властивостіактивнихметаболітів, структуру і функціонуванняантиоксидантноїсистемизахисту,причинипорушенняпрооксидантно-антиоксидантногобалансутанаслідкирозвиткуоксидативно-нітративногостресу;методидослідженнярівняактивнихметаболітівтавивченняпроявівоксидативно-нітративногостресу;рольоксидативно-нітративногостресу у розвиткубагатьохзахворювань, длямоніторингудовкіллятощо; * вмітивикористовуватизнання, отриманіпідчасознайомлення з лекційнимматеріалом, підручниками, монографіями, періодикою, підчасвивченнябіохіміїтаіншихбіологічнихдисциплінтапідчассамостійноговивченняосновнихпонять; застосовуватиотриманізнаннядляпланування і виконанняекспериментальноїроботи в лабораторних і промисловихумовах, в клінічнійдіагностиці. |
| **Ключові слова** | Активні форми оксигену, активні форми нітрогену, пероксинітрит. активні форми сульфуру, активні форми карбону, активні форми фосфору, антиоксиданти |
| **Формат курсу** | очний |
|  | проведення лекцій та консультації для кращого розуміння тем |
| **Теми** | Наведено у табл. 1 |
| **Підсумковий контроль, форма** | усний іспит у кінці семестру |
| **Пререквізити** | для вивчення курсу аспіранти потребують базових знань з біохімії, генетики, мікробіології та вірусології,анатомії та фізіології людини і тварин, цитології, гістології, фізики та хімії |
| **Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу** | лекції, презентація (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, розв’язування вправ і задач, дискусія |
| **Необхідне обладнання** | персональний комп’ютер, загальновживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор |
| **Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)** | Максимальнакількістьбалівприоцінюваннізнаньаспірантів з дисципліни, яказавершуєтьсяіспитом, становитьзапоточнууспішність 50 балів, наіспиті – 50 балів. Поточнетестуваннякожногозмістовногомодулявключаєпитаннялекційногокурсу, практичнихробіттасамостійноїроботи (разом 50 балів). Рейтинговаоцінкапередпідсумковимконтролемвизначаєтьсяшляхомсумуваннябалівзавсівищеописанівидиробітстудентапідчаснавчальногосеместру. Підсумковийтест (іспит) – 50 балів. |
| **Питання до екзамену** | 1. Активні форми оксигену, їх утворення у клітинах. 2. Активність та ефективність антиоксидантів. 3. Біомаркери окиснення ліпідів. Маркери модифікування вуглеводів, кінцеві продукти глікозилювання (AGEs). 4. Біомаркери окиснення та нітрування протеїнів. 5. Біомаркериоксидативно-нітративного стресу, які використовуються чи можуть бути використані у клінічній практиці. 6. Визначення загальної антиоксидантної ємності біологічних систем та хімічних сполук. 7. Відновлення модифікацій ліпідів. 8. Відновлення структурно-функціональних властивостей білків. 9. Властивості та біологічна роль активних форм оксигену. 10. Властивості та функціональна роль активних форм нітрогену. 11. Внутрішньоклітинні джерела активних метаболітів: ключові прооксидантні ензими. Утворення активних форм у мітохондріях та мікросомах. 12. Вплив сонячного світла, ультрафіолетового випромінювання і розвиток оксидативно-нітративного стресу. 13. Галогеновмісні активні форми. Активні форми сульфуру. Активні форми карбону. Активні форми фосфору 14. Глікозилювання, глікоокиснення вуглеводів. 15. Глутатіонова система та гомеостаз. 16. Електронний парамагнітний резонанс та пов’язані з ним методи для вивчення активних метаболітів. 17. Ензиматичне окиснення ліпідів. 18. Ензиматичні антиоксиданти: каталаза, пероксидази, гемоксигеназа, супероксиддисмутаза, супероксидредуктаза, тіоредоксинредуктаза. 19. Ефекти оксидативно-нітративного стресу у електрофізіології нервової системи, нейродегенеративні та когнітивні захворювання. 20. Забруднення повітря та розвиток оксидативно-нітративного стресу. 21. Інтергаціябіомаркерівоксидативно-нітративного стресу та етіології і патогенезу захворювань. 22. Катаболізм активних форм нітрогену. 23. Маркери окиснення та нітрування ДНК. 24. Механізми інгібування окисних ланцюгових реакцій. 25. Неензиматичні водорозчинні та жиророзчинні антиоксиданти. 26. Окиснення ліпідів біологічних мембран. 27. Окиснення холестеролу. Окиснення ліпопротеїдів низької густини. 28. Окиснення, нітрування, нітрозилювання та нітрозування амінокислотних залишків протеїнів. 29. Оксидативно-нітративний стрес та старіння. 30. Оксидативно-нітративний стрес у реалізації імунної відповіді. 31. Оксидативно-нітративний стрес, спричинений курінням, вживанням алкоголю та наркотиків. 32. Основні шляхи трансдукції сигналів, пов’язані з розвитком оксидативно-нітративного стресу. 33. Пероксидне окиснення жирних кислот. 34. Пероксидне окиснення ліпідів. 35. Продукти окиснення ліпідів. 36. Продукція активних форм нітрогену у клітинах. NO-синтаза. S-нітрозотіоли. Пероксинітрит. 37. Протеоліз модифікованих білків. Неензиматичне окиснення ліпідів. 38. Психологічно-індукований оксидативно-нітративний стрес. 39. Реакції окисної модифікації ДНК. 40. Репарація АФО / АФН – індукованого ураження. 41. Розробка методів визначення маркерів оксидативно-нітративного стресу у крові та інших тканинах організму. 42. Роль оксидативно-нітративного стресу у процесі вагітності. 43. Синергізм дії антиоксидантів. 44. Сучасні методи визначення загального вмісту активних форм оксигену та нітрогену. |
| **Опитування** | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу. |

Таблиця 1

Схема курсу «Біохіміяоксидативно-нітративногостресу»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тиждень | Тема занять (перелік питань) | Форма діяльності  та обсяг годин | Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби) | Термін виконання |
| 1 | **Особливостіхімічноїбудови, властивостіактивнихметаболітів.**  Активні форми оксигену, їх утворення у клітинах. Властивостітабіологічнарольактивнихформ оксигену. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 2 | **Особливостіхімічноїбудови, властивостіактивнихметаболітів.**  Продукціяактивнихформнітрогену у клітинах. NO-синтаза. S-нітрозотіоли. Пероксинітрит. Властивостітафункціональнарольактивнихформнітрогену. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 3 | **Особливостіхімічноїбудови, властивостіактивнихметаболітів.**  Галогеновмісні активні форми. Активні форми сульфуру. Активні форми карбону. Активні форми фосфору | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 4 | **Структуратафункціонуванняантиоксидантноїсистемизахисту.**  Активністьтаефективністьантиоксидантів. Механізмиінгібуванняокиснихланцюговихреакцій. Синергізмдіїантиоксидантів. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 5 | **Структуратафункціонуванняантиоксидантноїсистемизахисту.**  Ензиматичніантиоксиданти: каталаза, пероксидази, гемоксигеназа, супероксиддисмутаза, супероксидредуктаза, тіоредоксинредуктаза. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 6 | **Структуратафункціонуванняантиоксидантноїсистемизахисту.**  Неензиматичніводорозчинні тажиророзчинніантиоксиданти. Глутатіоновасистематагомеостаз.Катаболізмактивнихформнітрогену. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 7 | **Причинипорушенняпрооксидантно-антиоксидантногобалансутанаслідкирозвиткуоксидативно-нітративногостресу.**  Основні шляхи трансдукції сигналів, пов’язані з розвитком оксидативно-нітративного стресу. Внутрішьоклітинні джерела активних метаболітів: ключові прооксидантні ензими. Утворення активних форм у мітохондріях та мікросомах. Реакціїокисноїмодифікації ДНК. Репарація АФО / АФН – індукованогоураження. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 8 | **Причинипорушенняпрооксидантно-антиоксидантногобалансутанаслідкирозвиткуоксидативно-нітративногостресу**  Окиснення, нітрування, нітрозилювання танітрозуванняамінокислотнихзалишківпротеїнів. Відновленняструктурно-функціональнихвластивостейбілків. Протеолізмодифікованихбілків. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 9 | **Причинипорушенняпрооксидантно-антиоксидантногобалансутанаслідкирозвиткуоксидативно-нітративногостресу**  Неензиматичнеокисненняліпідів. Пероксиднеокисненняліпідів. Пероксиднеокисненняжирнихкислот. Окиснення ліпідівбіологічнихмембран. Окиснення холестеролу. Окиснення ліпопротеїдівнизькоїгустини. Ензиматичнеокисненняліпідів. Продуктиокисненняліпідів. Відновленнямодифікаційліпідів.Глікозилювання, глікоокиснення вуглеводів. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 10 | **Методидослідженнярівняактивнихметаболітівтавивченняпроявівоксидативно-нітративногостресу**  Сучасніметодивизначеннязагальноговмістуактивнихформ оксигену танітрогену (супероксид-аніонрадикалу, гідроксил-радикалу, пероксидугідрогену, оксидунітрогену, пероксинітриту. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2 год |  | 1 тиждень |
| 11 | **Методидослідженнярівняактивнихметаболітівтавивченняпроявівоксидативно-нітративногостресу**  Біомаркериокисненнятанітруванняпротеїнів. Маркериокисненнятанітрування ДНК. Біомаркериокисненняліпідів. Маркеримодифікуваннявуглеводів, кінцевіпродуктиглікозилювання (AGEs). | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2 год |  | 1 тиждень |
| 12 | **Рольоксидативно-нітративногостресу у розвиткузахворювань, длямоніторингудовкіллятощо**  Гормони та оксидативно-нітративний стрес. Роль оксидативно-нітративного стресу у процесі вагітності. Оксидативно-нітративний стрес у реалізації імунної відповіді. Оксидативно-нітративний стрес та старіння. Серцево-судинні захворювання. Атеросклероз та ожиріння. Гіперглікемія та цукровий діабет. Ефекти оксидативно-нітративного стресу у електрофізіології нервової системи, нейродегенеративні та когнітивні захворювання. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 13 | **Рольоксидативно-нітративногостресу у розвиткузахворювань, длямоніторингудовкіллятощо**  Автоімунні захворювання. Цироз печінки. Гіпертензія та захворювання нирок. Злоякісні новоутворення. Пульмонологічні захворювання. Захворювання органів зору. Забруднення повітря та розвиток оксидативно-нітративного стресу. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2 год |  | 1 тиждень |
| 14 | **Рольоксидативно-нітративногостресу у розвиткузахворювань, длямоніторингудовкіллятощо**  Вплив сонячного світла, ультрафіолетового випромінювання і розвиток оксидативно-нітративного стресу. Оксидативно-нітративний стрес, спричинений курінням, вживанням алкоголю та наркотиків. Психологічно-індукований оксидативно-нітративний стрес. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |
| 15 | **Плануваннятавиконанняекспериментальноїроботи в лабораторних і промисловихумовах, в клінічнійдіагностиці**  Інтергаціябіомаркерівоксидативно-нітративного стресу та етіології і патогенезу захворювань. Визначення загальної антиоксидантної ємності біологічних систем та хімічних сполук. Розробка методів визначення маркерів оксидативно-нітративного стресу у крові та інших тканинах організму. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2 год |  | 1 тиждень |
| 16 | **Плануваннятавиконанняекспериментальноїроботи в лабораторних і промисловихумовах, в клінічнійдіагностиці**  Електронний парамагнітний резонанс та пов’язані з ним методи для вивчення активних метаболітів. Біомаркериоксидативно-нітративного стресу, які використовуються чи можуть бути використані у клінічній практиці. Молекулярні принципи антиоксидантної терапії. | Лекції – 2 год,  практ. заняття – 1 год,  самостійна робота – 2,5 год |  | 1 тиждень |