

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 № 11 від 01.03. 2021р.)

Завідувач кафедри А. Васюк проф. Сибірна Н.О.

Силабус з навчальної дисципліни

«БІОХІМІЯ ОКСИДАТИВНО-НІТРАТИВНОГО СТРЕСУ»,

що викладається в межах ОНП Біологія

третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для здобувачів

спеціальності 091 – Біологія

галузь знань 09 Біологія

Львів

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	https://bioweb.lnu.edu.ua/course/biokhimiia-oksyd...ratyvnoho-stresu
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 IV семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою).
Коротка анотація курсу	Навчальна дисципліна «Біохімія оксидативно-нітративного стресу» 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 екзогенних та ендогенних чинників, теоретичні основи і особливості сучасних та поширених методик його діагностування та дослідження.
Мета та цілі курсу	Метою вивчення дисципліни «Біохімія оксидативно-нітративного стресу» 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. Хімія білка: підручник: [для студ. вищ. навч. закл.] / за ред. проф. Н.О. Сибірної. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 393 с. – (Серія «Біологічні студії») 2. Сибірна Н.О., Маєвська О. М., Барська М.Л. Дослідження окремих біохімічних показників за умов оксидативного стресу: Навчально-методичний посібник. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – 60 с. 3. Сибірна Н.О., Чайка Я. П., Климишин Н. І., Старикович Л. С., Клевета Г. Я., Дудок К. П. Механізми біохімічних реакцій: підручник: [для студ. вищ. навч. закл.] / за ред. проф. Н.О. Сибірної. – Видання друге, доповнене. – Львів: ЛНУ імені

	<p>Івана Франка, 2011. – 320 с. – (Серія «Біологічні студії»).</p> <ol style="list-style-type: none"> 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. <p>Додаткова література: Періодичні видання</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Oxidative Medicine and Cellular Longevity – Окисдатурна медицина та довголіття клітини. 2. Free Radical Research – Дослідження вільних радикалів. 3. Antioxidants & Redox Signaling – Антиоксиданти та сигналювання пов'язане з окисно-відновними процесами. 4. Nature. Reviews – Природа. Огляди. 5. Вісник Львівського університету. Серія біологічна. 6. Український біохімічний журнал.
Тривалість курсу	90 год.
Обсяг курсу	<p>Очний формат курсу: 48 години аудиторних занять. З них 32 годин лекцій, 16 годин практичних та 42 години самостійної роботи</p> <p>Заочний формат курсу: 18 години аудиторних занять. З них 12 годин лекцій, 6 годин практичних та 72 години самостійної роботи</p>
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - знати особливості хімічної будови, властивості активних метаболітів, структуру і функціонування антиоксидантної системи захисту, причини порушення прооксидантно-антиоксидантного балансу та наслідки розвитку оксидативно-нітративного стресу; методи дослідження рівня активних метаболітів та вивчення проявів оксидативно-нітративного стресу; роль оксидативно-нітративного стресу у розвитку багатьох захворювань, для моніторингу довкілля тощо; - вміти використовувати знання, отримані під час ознайомлення з лекційним матеріалом, підручниками, монографіями, періодикою, під час вивчення біохімії та інших біологічних дисциплін та під час самостійного вивчення основних понять; застосовувати отримані знання для планування і виконання експериментальної роботи в лабораторних і промислових умовах, в клінічній діагностиці.
Ключові слова	Активні форми кисню, активні форми нітрогену, пероксинітриг. активні форми сульфуру, активні форми карбону,

	активні форми фосфору, антиоксиданти
Формат курсу	очний (денна, вечірня), заочний
	проведення лекцій та консультації для кращого розуміння тем
Тем	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, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Максимальна кількість балів при оцінюванні знань аспірантів з дисципліни, яка завершується іспитом, становить за поточну успішність 50 балів, на іспиті – 50 балів. Поточне тестування кожного змістовного модуля включає питання лекційного курсу, практичних робіт та самостійної роботи (разом 50 балів). Рейтингова оцінка перед підсумковим контролем визначається шляхом сумування балів за всі вищеописані види робіт студента під час навчального семестру. Підсумковий тест (іспит) – 50 балів.</p> <p>Академічна доброчесність. Роботи здобувачів є винятково оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Жодні форми порушення академічної доброчесності (відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання у роботу інших аспірантів та ін..) не толеруються. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять. Усі аспіранти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Аспіранти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Аспіранти зобов'язані дотримуватись усіх строків визначених для виконання письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку аспіранти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Аспіранти заохочуються до використання також іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p>
Питання до екзамену	<ol style="list-style-type: none"> 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. Біомаркери оксидативно-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 кисню.
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 сульфору. Активні форми карбону. Активні форми фосфору
14. Глікозилування, 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. Інтеграція біомаркерів оксидативно-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, нітрозилування та нітрузування 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.

	<p>39. Реакції окисної модифікації ДНК.</p> <p>40. Репарація АФО / АФН – індукованого ураження.</p> <p>41. Розробка методів визначення маркерів окислативно-нітративного стресу у крові та інших тканинах організму.</p> <p>42. Роль окислативно-нітративного стресу у процесі вагітності.</p> <p>43. Синергізм дії антиоксидантів.</p> <p>44. Сучасні методи визначення загального вмісту активних форм кисню та нітрогену.</p>
Оцінювання	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Біохімія окислативно-нітративного стресу»

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин		Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
		Очний формат	Заочний формат		
1	Особливості хімічної будови, властивості активних метаболітів. Активні форми кисню, їх утворення у клітинах. Властивості та біологічна роль активних форм кисню.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2,5 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
2	Особливості хімічної будови, властивості активних метаболітів. Продукція активних форм нітрогену у клітинах. NO-синтаза. S-нітрозотіоли. Пероксинітрит. Властивості та функціональна роль активних форм нітрогену.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2,5 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
3	Особливості хімічної будови, властивості активних метаболітів. Галогеновмісні активні форми. Активні форми сульфуру. Активні форми карбону. Активні форми фосфору	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2,5 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
4	Структура та функціонування антиоксидантної системи захисту. Активність та ефективність антиоксидантів. Механізми інгібування окисних ланцюгових реакцій. Синергізм	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год,	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень

	дії антиоксидантів.	самостійна робота – 2,5 год			
5	Структура та функціонування антиоксидантної системи захисту. Ензиматичні антиоксиданти: каталаза, пероксидази, гемоксигеназа, супероксиддисмутаза, супероксидредуктаза, тіоредоксинредуктаза.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2,5 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
6	Структура та функціонування антиоксидантної системи захисту. Неензиматичні водорозчинні та жиророзчинні антиоксиданти. Глутатионова система та гомеостаз. Катаболізм активних форм нітрогену.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2,5 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
7	Причини порушення прооксидантно-антиоксидантного балансу та наслідки розвитку оксидативно-нітративного стресу. Основні шляхи трансдукції сигналів, пов'язані з розвитком оксидативно-нітративного стресу. Внутрішньоклітинні джерела активних метаболітів: ключові прооксидантні ензими. Утворення активних форм у мітохондріях та мікосоммах. Реакції окисної модифікації ДНК. Репарація АФО / АФН – індукованого ураження.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2,5 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
8	Причини порушення прооксидантно-антиоксидантного балансу та наслідки розвитку оксидативно-нітративного стресу Окиснення, нітрування, нітрозилування та нітрузування амінокислотних залишків протеїнів. Відновлення структурно-функціональних властивостей білків. Протеоліз модифікованих білків.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2,5 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
9	Причини порушення прооксидантно-антиоксидантного балансу та наслідки розвитку оксидативно-нітративного стресу Неензиматичне окиснення ліпідів. Пероксидне окиснення ліпідів. Пероксидне окиснення жирних кислот. Окиснення ліпідів біологічних мембран. Окиснення холестеролу. Окиснення ліпопротеїдів низької густини. Ензиматичне окиснення ліпідів. Продукти окиснення ліпідів.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2,5 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень

	Відновлення модифікацій ліпідів, Глікозилювання, глікоокиснення вуглеводів.				
10	Методи дослідження рівня активних метаболітів та вивчення проявів оксидативно-нітративного стресу Сучасні методи визначення загального вмісту активних форм оксигену та нітрогену (супероксид-аніон радикалу, гідроксил-радикалу, пероксиду гідрогену, оксиду нітрогену, пероксинітриту.	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
11	Методи дослідження рівня активних метаболітів та вивчення проявів оксидативно-нітративного стресу Біомаркери окиснення та нітрування протеїнів. Маркери окиснення та нітрування ДНК. Біомаркери окиснення ліпідів. Маркери модифікування вуглеводів, кінцеві продукти глікозилювання (AGEs).	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2 год	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
12	Роль оксидативно-нітративного стресу у розвитку захворювань, для моніторингу довкілля тощо 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	Лекції – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
13	Роль оксидативно-нітративного стресу у розвитку захворювань, для моніторингу довкілля тощо 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	Практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
14	Роль оксидативно-нітративного стресу у розвитку захворювань, для моніторингу довкілля тощо Вплив сонячного світла, ультрафіолетового випромінювання і розвиток оксидативно-нітративного стресу. Оксидативно-нітративний стрес, спричинений курінням, вживанням	Лекції – 2 год, практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 2,5 год	Практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень

	алкоголю та наркотиків. Психологічно-індукований оксидативно-нітративний стрес.				
15	Планування та виконання експериментальної роботи в лабораторних і промислових умовах, в клінічній діагностиці Інтергація біомаркерів оксидативно-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	Практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень
16	Планування та виконання експериментальної роботи в лабораторних і промислових умовах, в клінічній діагностиці Електронний парамагнітний резонанс та пов'язані з ним методи для вивчення активних метаболітів. Біомаркери оксидативно-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	Практ. заняття – 1 год, самостійна робота – 4,5 год		1 тиждень

Автори



М. Р. Нагалєвська
М. В. Сабадашка

«ПОГОДЖЕНО»

Голова методичної ради
біологічного факультету
доц. В. І. Гончаренко
«10» лютого 2021 р.

Гарант ОНП
А. М. Бабський проф. А. М. Бабський
«10» окт 2021 р.