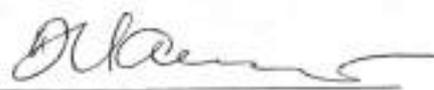


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра фізіології людини і тварин

Затверджено
на засіданні кафедри фізіології людини і тварин
біологічного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 1 від 31.03 2020 р.)

Завідувач кафедри 

Силабус з навчальної дисципліни

«Молекулярна фізіологія»,
що викладається в межах освітньо-наукової програми
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для здобувачів
спеціальності 091 – Біологія

Львів – 2020

**Силабус курсу «Молекулярна фізіологія»
2020–2021 н.р.**

Назва курсу	Молекулярна фізіологія
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	біологічний факультет, кафедра фізіології людини і тварин
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	09 Біологія, 091 Біологія
Викладачі курсу	проф. Манько Володимир Васильович
Контактна інформація викладачів	Volodymyr.Manko@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	щосереди, 15:00–16:00 год (вул. Грушевського 4, ауд. 136)
Сторінка курсу	https://bioweb.lnu.edu.ua/course/molekulyarna-i-klitynna-fiziolohiya
Інформація про курс	Курс спрямований на ознайомлення із молекулярними механізмами реалізації фізіологічних функцій, зокрема тих, що лежать в основі протікання таких клітинних процесів, як рецепції, внутрішньоклітинна сигналізація, скорочення, секреції тощо.
Коротка анотація курсу	Класифікація біологічних молекул за їхніми функціями у клітинах. Фізіологія молекули води та неорганічних іонів. Водневий та іонний зв'язок. Осмос. Фізіологічні функції ліпідів. Триацилгліцериди. Сфінголіпіди, стероїди. Фосфоліпіди. Комплексні ліпіди (ліпопротеїди, гліколіпіди). Роль ліпідів у забезпеченні бар'єрної функції клітинних мембран для полярних і заряджених частинок. Транспортування води і розчинених у ній речовин крізь біологічні мембрани. Властивості, структура і фізіологічні функції білків. Домени у білках. Альфа-спіраль, бета-лист і бета-циліндр. Структура, властивості та класифікація каналів витoku, ліганд- та потенціалкерованих іонних каналів, іонних pomp, котранспортерів і обмінників плазматичної мембрани. Їхня роль у генерації мембранного потенціалу, потенціалу дії, рецепторного і секреторного потенціалу. Транспортувальні системи мітохондрій та їхня роль у енергетичному забезпеченні клітин. Іоно- і метаболічні рецептори плазматичної мембрани. Внутрішньоклітинна трансдукція сигналу. G-білки. Аденілатциклазний, гуанілатциклазний, інозитотрифосфатазний, протеїн-тирозинкіназний сигнальні шляхи. Ca ²⁺ -сигналізація. Іонтранспортувальні системи внутрішньоклітинних мембран. Молекулярний механізм міжклітинної передачі інформації, фото-, механо-, хемо- і ноціцепції. Цитоскелет і рухливість клітин. Мікротубули. Внутрішньоклітинні філаменти. Мікрофіламенти та їхня роль у м'язовому скороченні. Нем'язове скорочення. Роль білкових молекул в екзо- та ендоцитозі, секреції рідини, всмоктуванні низькомолекулярних сполук, виділенні. Властивості та функції позаклітинних глобулярних і фібрилярних білків. Фізіологічні функції вуглеводів. Молекулярні механізми клітинного і гуморального імунітету.
Мета та цілі курсу	ознайомити здобувачів вищої освіти з молекулярними і клітинними механізмами реалізації фізіологічних функцій організму.

	Завдання: сформувати у здобувачів вищої освіти систему знань про молекулярні механізми перебігу основних фізіологічних функцій.
Література для вивчення дисципліни	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Шуба Я. М. Основи молекулярної фізіології іонних каналів : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів. – К. : Наук. думка, 2010. – 446 с. 2. Костюк П. Г., Зима В. Л., Магура Ш. С., Мірошніченко М. С., Шуба М. Ф. Біофізика. – К.: ВПЦ "Київський університет", 2008. – 567 с. 3. Karp G. Cell and molecular biology: Concepts and experiments : 6th ed. – John Wiley & Sons, 2010. – 765 p. 4. Lodish H., Berk A., Matsudaira P. et al. Molecular cell biology : 5th ed. – 973 p. 5. Alberts B., Johnson A., Lewis J. et al. Molecular Biology of the Cell : 5th ed. – New York : Garland Science, 2007. – 1392 p. <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини. – Львів: БАК, 2002. – 784 с. 7. Berridge M. J. Cell Signalling Biology. – www.cellsignallingbiology.org. – 2012. 8. Sherwood L. Human Physiology: From Cells to Systems : 7th ed. – Belmont : Cengage Learning, 2010. – 928 p. 9. Hille B. Ionic channels of excitable membranes : 3th ed. – Sunderland : Sinauer Associates, 2001. – 814 p. 10. Hammond C. Cellular and molecular neurophysiology : 3th ed. – Amsterdam: Elsevier, 2008. – 405 p.
Тривалість курсу	один семестр
Обсяг курсу	90 год, з яких 48 год аудиторних занять, з них 32 год лекцій, 16 год практичних занять та 42 год самостійної роботи
Ключові слова	Молекулярна фізіологія, Клітинна фізіологія, функція
Формат курсу	очний/заочний або дистанційний
	проведення лекцій, практичних/семінарських робіт та консультації для кращого розуміння тем
Темп	Наведено у табл. 1
Підсумковий контроль, форма	іспит наприкінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу аспіранти потребують базових знань із загальної фізіології людини і тварин, біохімії, біофізики, клітинної фізіології.
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, загальнодоступні комп'ютерні програми і операційні системи, проектор; матеріали і обладнання для виконання практичних робіт
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • семінарські заняття: 50 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50; • контрольні заміри (модулі): 50 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50.

	Існит аспірант отримує на підставі результатів виконання ним усіх видів робіт на практичних заняттях та контрольних замірів протягом семестру.
<p>Питання до модульних контролів (замірів знань)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Предмет і методи молекулярної і клітинної фізіології 2. Атомарний склад клітин. Класифікація елементів за вмістом у клітині [органогенні елементи, макроелементи, мікроелементи і ультрамікроелементи]. 3. Ковалентний зв'язок [загальна характеристика, енергія розриву]. 4. Молекулярний склад клітин [вода та мінеральні солі, кислотно-лужний баланс, малі органічні речовини – моноцукри, жирні кислоти, амінокислоти, нуклеотиди тощо]. 5. Загальна характеристика основних типів макромолекул [ліпідів, білків, поліцукрів і нуклеїнових кислот]. 6. Функціональні групи біологічних молекул [метильна, гідроксильна, карбоксильна, амінна, фосфатна, сульфгідрильна, карбонільна]. 7. Класифікація біологічних молекул за їхніми функціями у клітинах [макромолекули, їхні мономері, метаболічні інтермедіати, молекули специфічної функції]. 8. Фізико-хімічні властивості води. Фази (стані) води [питома теплосмність, дипольний момент, діелектрична проникність, здатність до зворотної іонізації, густина і структурованість води у рідкому стані]. 9. Водневий зв'язок [загальна характеристика, енергія розриву, міжмолекулярні і внутрішньо молекулярні водневі зв'язки, водневі зв'язки між молекулами води та іншими молекулами]. 10. Полярні і неполярні розчинники. Вода як розчинник [гідрофобні, гідрофільні і амфіфільні речовини, гідрофобна взаємодія у водному середовищі]. 11. Дисоціація солей, лугів і кислот у водному середовищі. Іонний зв'язок [реакції] [загальна характеристика, енергія розриву]. 12. Осмос і тургор. 13. Загальна характеристика ліпідів. Класифікація. 14. Фізико-хімічні властивості і фізіологічні функції жирних кислот (FA) [короткі, середньої довжини, довголанцюгові, дуже довголанцюгові; насичені і ненасичені; цис- і транс-жири]. 15. Мембранні ліпіди: гліцерофосфоліпіди (GP), сфінголіпіди (SP), стероїдні ліпіди (ST). Їхня структурна формула, властивості та роль [фосфатидил-етаноламін, фосфатидилхолін, фосфатидилсерин, фосфатидил-инозитол] [сфінгомієлін і глікозилцереброзид] [холестерин]. 16. Структури, утворені фосфоліпідами у водних розчинах [міцела, ліпосома, одно- і двошарові мембрани]. Гель-рідинний фазний перехід у біологічних мембран. Вплив ліпідного складу на товщину і кривизну мембрани [вплив холестерину]. 17. Біохімічні методи очистки білків [диференційне центрифугування, зонально швидкісне центрифугування]. 18. Амінокислоти як структурні одиниці білків [амінокислоти із неполярними бічними групами, полярними бічними групами, спеціальні амінокислоти]. 19. Первинна структура білків [пептидний зв'язок, молекулярна маса пептидів, стабілізований стан]. 20. Вторинна структура білків [природа стабілізації, альфа-спіраль, бета-лист і бета-циліндр, поворот].

21. Третинна і четвертинна структура білків [природа стабілізації, Ca^{2+} -зв'язуючий домен, Zn^{2+} -зв'язуючий домен, природа стабілізації].
22. Домени у білках. Метод визначення гідрофобних профілів білків [гідрофобно-гідрофільний п'лоттінг, принципи і застосування].
23. Загальна характеристика механізмів транспортування речовин через біологічні мембрани [проста і полегшена дифузія, іонні канали, обмінники і помпи, ендо- і екзоцитоз].
24. Роль ліпідів у забезпеченні бар'єрної функції клітинних мембран для води, полярних і заряджених частинок [відносна проникність чистого фосфоліпідного двошару для різних молекул, коефіцієнт розподілу речовин різних у водній та ліпідній фазі].
25. Іонні помпи [помпи P-, V- і F-класу]. Асиметричний розподіл іонів між клітиною і позаклітинним середовищем [Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Cl^- ...]. Натрій-калієва помпа плазматичної мембрани.
26. Ca^{2+} -помпа плазматичної мембрани і Ca^{2+} -помпа ендоплазматичного ретикулуму секреторних клітин. Ідентифікація, структура, фармакологічні і кінетичні властивості.
27. H^+ -помпа і АТФ-зв'язуючі касети.
28. Загальна характеристика мембранних транспортерів. GLUT1 і GLUT2 транспортери плазматичної мембрани [структура, функція, кінетика].
29. Na^+ -глюкозний котранспортер і $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ антипортер.
30. Ідентифікація, структура і кінетичні властивості Na^+ - Ca^{2+} -обмінника плазматичної мембрани. Термодинаміка Na^+ - Ca^{2+} -обміну.
31. Методи активації і ресстрації активності Na^+ - Ca^{2+} -обміну через плазматичну мембрану. Ідентифікація струму Na^+ - Ca^{2+} -обміну через мембрану секреторних клітин.
32. Загальна характеристика іонних каналів. Транспортування крізь біологічні мембрани води і розчинених у ній речовин. Аквапорини [AQP1 і AQP2].
33. НАДН-залежний шлях дихального ланцюга [комплекс I, III і IV].
34. ФАД-залежний шлях дихального ланцюга [комплекс II, III і IV].
35. CoQH_2 -цитохром c-редуктазний комплекс [роль цитохрому c, Q_i і Q_o -сайти, гемвмісних і Fe-S-вмісних сполук].
36. Цитохром c-оксидазний комплекс [роль цитохромів c, Cu_A і Cu_B -центри, цитохром a і цитохром a3 та їхня роль у транспортуванні протонів і електронів].
37. АТФ-синтаза [олігоміцинзв'язуючи субодинаця $\text{F}_0 - a_1b_2c_{12}$, субодинаця $\text{F}_1 - (\alpha\beta)\gamma\delta\epsilon$, механізм синтезу].
38. Фосфат і АДФ/АТФ-транспортні системи у мітохондріях [$\text{HPO}_4^{2-}/\text{OH}^-$ -обмінник, АДФ/АТФ-обмінник, рушійна сила, функція].
39. Ca^{2+} -транспортивальні системи мітохондрій.
40. Етапи і типи міжклітинної сигналізації [від синтезу до інактивації сигнальних молекул; ендокринна, паракринна, аутокринна і юкстакринна]. Внутрішньоклітинна трансдукція сигналу.
41. Загальна характеристика G-протеїн-зв'язаних рецепторів.
42. Загальна характеристика G-білків [Gq, Gs, Gi, Gt ...].
43. Цикл активності G-білка. ГТФази як перемикачі активності.
44. Аденілатциклазний сигнальний шлях.
45. Гуанілатциклазний сигнальний шлях і система NO.
46. Інозитотрифосфатазний сигнальний шлях.
47. Загальна характеристика Ca^{2+} -сигналізації. Типи Ca^{2+} -сигналів, їхні часові і просторові властивості.

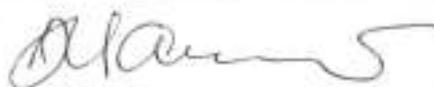
	<p>48. Конформаційні зміни білкових молекул у реалізації ввімкнення зорового каскаду (on-ефект) [роль і структурна модель родопсину, трансдуцину, фосфодіестерази цГМФ, цГМФ-керованих катіонних каналів].</p> <p>49. Родопсин-індукована інактивація цГМФ-чутливих катіонних каналів. Генерація рецепторного потенціалу [роль і структурна модель родопсину, трансдуцину, фосфодіестерази цГМФ, цГМФ-керованих катіонних каналів паличок і колбочок, підсилювач 1 і 2].</p> <p>50. Конформаційні зміни білкових молекул у реалізації вимкнення зорового каскаду (off-ефект) [Na^+-Ca^{2+}-обмінник, рековерин, родопсинкіназа, арестин, фосфатаза 2а, трансдуцини, гуанілатциклаза, цГМФ-керовані катіонні канали паличок і колбочок].</p> <p>51. Роль міжклітинної передачі інформації у функціонуванні рецепторних полів гангліозних з on-центром [метаботропних глутаматних рецепторів біполярів, іонотропних глутаматних рецепторів горизонтальних клітин та ГАМК-рецепторів паличок і колбочок].</p> <p>52. Роль міжклітинної передачі інформації у функціонуванні рецепторних полів гангліозних з off-центром [іонотропних глутаматних рецепторів біполярів та горизонтальних клітин і ГАМК-рецепторів паличок та колбочок].</p> <p>53. Тонкі протофібрили (мікрофіламенти) [F-актин, будова і властивості G-актину, полімеризація G-актину, завершу вальні білки (тропо-модулін, CapZ), тропонін С, тропонін І, тропонін Т, тропоміозин].</p> <p>54. Товсті протофібрили (мікрофіламенти) [порівняльна характеристика різних типів міозину, будова і властивості важкого ланцюга міозину II, легкі ланцюги міозину та їхня роль у м'язовому скороченні].</p> <p>55. Організація саркомера скелетних м'язів. Конформаційні зміни регуляторних і скоротливих білків у процесі скорочення.</p> <p>56. Скоротливий апарат гладеньких м'язів [особливості будови та просторового розміщення тонких і товстих протофібрил]. Роль регуляторних і скоротливих білків у скороченні та розслабленні [Ca^{2+}-кальмодулінових комплекс, кіназа і фосфатаза легкого ланцюга міозину, легкий ланцюг міозину, кальдесмон, протеїнкіназа А].</p> <p>57. Роль іонотранспортувальних систем у секреції рідини [ацинарні та протокові клітини слинної і підшлункової залози, парієтальні клітини шлунка].</p> <p>58. Секреція білка. Екзоцитоз. Роль іонотранспортувальних систем, цитоскелету і мембранозв'язаних білкових молекул в екзоцитозі.</p> <p>59. Роль білкових молекул у всмоктуванні продуктів травлення у шлунково-кишковому тракті.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу «Молекулярна фізіологія»

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1, 2	Предмет і методи молекулярної фізіології. Фізіологія молекули води та неорганічних іонів	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 5 год		2 тижні
3, 4	Фізико-хімічні властивості і фізіологічні функції ліпідів. Бар'єрна і транспортна функція клітинних мембран для води та розчинених у ній полярних і заряджених частинок	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 5 год		2 тижні
5, 6	Фізико-хімічні властивості і фізіологічні функції білків.	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 5 год		3 тижні
7, 8	Молекулярна фізіологія іонних каналів, помп, обмінників і котранспортерів. Транспортування речовин крізь біологічні мембрани та генерування біопотенціалів	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 5 год		3 тижні
9, 10	Транспортувальні системи мітохондрій та їхня роль у енергетичному забезпеченні клітин	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 5 год		2 тижні
11, 12	Внутрішньоклітинна трансдукція сигналу. Іоно- і метаболічні рецептори плазматичної мембрани	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 5 год		2 тижні
13, 14	Молекулярна фізіологія міжклітинної передачі інформації, фоторецепції	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год		2 тижні
15, 16	Молекулярні механізми м'язового	Лекції – 4 год, практ. заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год		2 тижні

скорочення, секреції ріднин та екзоцитозу			
---	--	--	--

Автор



Володимир Манько

"Погоджено"

Голова методичної ради
біологічного факультету



Віталій Гончаренко

"25" _____ 2020 р.

Гарант ОНП



Андрій Бабський

"25" _____ 05 _____ 2020 р.