

ОМІНІСТЕРСТВО 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 № 10 від 19.03 2021)

Завідувач кафедри 

Силабус з навчальної дисципліни

«Біоенергетичне забезпечення клітинних процесів»,  
що викладається в межах ОНП Біологія  
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для здобувачів  
спеціальності 091 Біологія

Львів 2021

|   |   |
|---|---|
| Назва курсу   | Біоенергетичне забезпечення клітинних процесів  |
| 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           | 091 Біологія  |
| Викладачі курсу                                     | Завідувач кафедри біофізики та біоенергетики, професор кафедри фізіології людини і тварин д.б.н. Бабський Андрій Мирославович   |
| Контактна інформація викладачів                     | andriy.babsky@gmail.com   |
| Консультації по курсу відбуваються                  | щосереди, 11:00–12:00 год (вул. Грушевського 4, ауд. 324)   |
| Сторінка курсу                                      | <a href="http://bioweb.lnu.edu.ua/course/bioenerhetychne">http://bioweb.lnu.edu.ua/course/bioenerhetychne</a>   |
| Інформація про курс                                 | Курс дає широкі знання про перебіг біоенергетичних процесів за нормальних і патологічних фізіологічних процесів, він націлений на поглиблення знань із біоенергетики та формування розуміння взаємодії біоенергетичних процесів і фізіологічних функцій організму на різних рівнях.   |
| Коротка анотація курсу                              | Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни “ Біоенергетичне забезпечення клітинних процесів” складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра спеціальності 091 Біологія, яка викладається в другому семестрі аспірантури в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою).<br>Програма навчальної дисципліни складається з двох змістових модулів:<br>1. Сучасні підходи до вивчення питань біоенергетики.<br>2. Біоенергетичне забезпечення фізіологічних функцій у нормі та за патологічних відхилень.<br>У першому модулі розглядають сучасні фізико-хімічні підходи до вивчення біоенергетичних процесів та молекулярні механізми трансформації енергії у живих системах – від молекули до біогеоценозів. У другому модулі вивчають яку роль відіграють біоенергетичні процеси у забезпеченні чи формуванні нормальних і патологічних фізіологічних функцій. |
| Мета та цілі курсу                                  | <b>Метою</b> викладання навчальної дисципліни “ Біоенергетичне забезпечення клітинних процесів” є ознайомлення аспірантів з новітніми проблемами вивчення біоенергетичного забезпечення фізіологічних функцій та роллю енергетичних процесів у розвитку адаптаційних чи патологічних станів організму.<br><b>Ціллю</b> курсу є поглиблення комплексного розуміння механізмів енергоперетворення та регуляції енергетичних процесів за впливу чинників різної етіології, усвідомлення визначальної ролі енергетичних процесів у фізіологічних реакціях і використання отриманих знань для розуміння механізмів адаптації чи патологічних змін організму.   |
| Література для вивчення дисципліни                  | <b>Основна література:</b><br>1. Клевець М. Ю., Манько В. В., Гальків М. О. та ін. Фізіологія людини і тварин (фізіологія нервової, м'язової і сенсорних систем) : підручник : [для студ. вищ. навч. закл.] /– Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 304 с.   |

|                                      |  |
|--------------------------------------|--|
|                                      | <p>2. Бабський А, Іккерт О, Манько В. Основи біоенергетики: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 312 с.</p> <p>3. Бабський АМ. Функціональний стан клітин і вміст <math>\text{Na}^+</math> за гіпоксії та канцерогенезу. – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, – 2018. – 180 с.</p> <p>4. Нельсон ДЛ, Кохс ММ. Основи біохімії за Ленінджером (Nelson DL, Cox MM. Lehninger Principles in Biochemistry, 4<sup>th</sup> ed.) Львів: БаК, 2015. – 2156 с.</p> <p>5. Гордій С.К., Іккерт О.В., Кургалюк Н.М., Ткаченко Г.М. Нейротрансмітери та ефективність дихання секреторних тканин. Львів: Вид-во ЛНУ, 2006. 241 с.</p> <p>6. Nicholls D. Bioenergetics, 4th Edition, Academic Press, 2013. – 434 p.</p> <p><b>Додаткова література:</b></p> <p>7. Ганонг В.Ф. Фізіологія людини. Підручник. – Львів: БаК, 2002. – 784 с.</p> <p>8. Скулачев В.П. Кислород в живой клетке: добро и зло // Соросовский Образовательный Журнал. 1996. Т. 3. С. 4-10.</p> <p>9. Lowen A. Bioenergetics: The Revolutionary Therapy That Uses the Language of the Body to Heal the Problems of the Mind, 1994.</p> <p>10. Sherwood, Lauralee. Human Physiology: From Cells to Systems, 9th edition, Brooks/Cole, Cengage Learning, 2016. - 912 p.</p> <p>11. Widmaier, E. et al. (2007). Vander's Human Physiology. 11th Ed. New York, McGraw-Hill, 2008 - 770 p.</p> |
| <b>Тривалість курсу</b>              | один семестр   |
| <b>Обсяг курсу</b>                   | 90 год, з яких 48 год аудиторних занять, з них 32 год лекцій, 16 год практичних занять та 42 год самостійної роботи  |
| <b>Очікувані результати навчання</b> | <p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- знати сучасні уявлення про особливості термодинаміки рівноважних та нерівноважних живих систем та молекулярні механізми енергетики живої клітини, проблематику механізмів спряження дихання та окисного фосфорилування, особливості про- та антиоксидантного метаболізму, роль енергетичних процесів у формуванні електрохімічного мембранного потенціалу та у транспортних системах клітинних мембран</li> <li>- вміти використовувати отримані знання у розумінні механізмів адаптації чи патологічних змін організму, які мають стосунок до тематики дисертаційної роботи; вміти опрацьовувати сучасну україномовну та англійськомовну літературу із прикладної біоенергетики; підготувати і представити на семінарі інформацію про механізми функціонування біоенергетичних систем за різних функціональних станів, брати участь у дискусії з колегами та викладачем.</li> </ul>  |
| <b>Ключові слова</b>                 | Біоенергетика, клітинні процеси  |
| <b>Формат курсу</b>                  | Очний (денний, вечірній), заочний  |
|                                      | проведення лекцій, практичних/семінарських робіт та консультації для кращого розуміння тем   |
| <b>Теми</b>                          | Наведено у табл. 1   |
| <b>Підсумковий контроль, форма</b>   | іспит наприкінці семестру  |
| <b>Пререквізити</b>                  | Для вивчення курсу аспіранти потребують базових знань із загаль-   |

|  |   |
|--|---|
|  | ної фізіології людини і тварин, біохімії, термодинаміки, біоенергетики, клітинної фізіології, біофізики мембран та фізіології дихання.  |
| Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу | лекції, презентація (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, дискусія  |
| Необхідне обладнання   | персональний комп'ютер, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор  |
| 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"> <li>• семінарські заняття: 50 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50;</li> <li>• контрольні заміри (модулі): 50 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 50.</li> </ul> <p>Іспит аспірант отримує на підставі результатів виконання ним усіх видів робіт на практичних заняттях та контрольних замірів протягом семестру.</p> <p><b>Академічна доброчесність.</b> Очікується, що роботи аспірантів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі аспіранта є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману. <b>Відвідання занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі аспіранти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Аспіранти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку аспіранти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом. <b>Література.</b> 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 й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність аспіранта під час практичного заняття.; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> |
| Питання до модульних контролів (замірів знань)                                     | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ентропія. Ентальпія. Поняття вільної енергії.</li> <li>2. Загальні правила метаболізму. Обмін речовини та енергії.</li> <li>3. Принцип адитивності у біоенергетиці.</li> <li>4. АТФ як джерело запасання енергії.</li> <li>5. Перша стадія гліколізу.</li> <li>6. Друга стадія гліколізу. Синтез АТФ.</li> </ol>  |

|                          |   |
|--------------------------|---|
|                          | <ol style="list-style-type: none"> <li>7. Енергетична цінність фосфоенолпірувату і 1,3-дифосфогліцерату.</li> <li>8. Ключові ферменти гліколізу.</li> <li>9. Пентозофосфатний шлях окислення глюкози.</li> <li>10. Роль <math>Ca^{2+}</math> у функціонуванні циклу Кребса.</li> <li>11. Термодинамічні засади у біоенергетиці. Закони термодинаміки.</li> <li>12. Структура і функції сукцинату і сукцинатдегідрогенази.</li> <li>13. Енергетичне забезпечення руху війок та джгутиків.</li> <li>14. Гормонально-субстратні системи регуляції енергетичних процесів.</li> <li>15. Теорія стресу. Вплив катехоламінів на дихання та синтез АТФ у клітині.</li> <li>16. Вплив ацетилхоліну на дихання та синтез АТФ у клітині.</li> <li>17. Терапевтична дія сукцинату та інших субстратів циклу Кребса.</li> <li>18. Регуляція циклу лимонної кислоти.</li> <li>19. Функціональна роль ацетил-КоА.</li> <li>20. Компоненти циклу лимонної кислоти як біосинтетичні інтермедіати.</li> <li>21. Піруватдегідрогеназний комплекс.</li> <li>22. Функціональна та структурна організація циклу Кребса.</li> <li>23. Теплопродукція м'язів. Калоригенний ефект.</li> <li>24. Роль гліколізу і глікогенолізу у м'язовому скороченні.</li> <li>25. Роль фосфокреатину в енергетичному обміні та у скороченні м'язів.</li> <li>26. Роль іонів <math>Ca^{2+}</math> у скороченні м'язів.</li> <li>27. Енергетична роль аденілаткіназної реакції у м'язах.</li> <li>28. Роль АТФ у скороченні м'язів.</li> <li>29. Розміри, форма та ультраструктура мітохондрій.</li> <li>30. Окисно-відновні реакції у біоенергетичних процесах.</li> <li>31. Нікотинові і флавінові дегідрогенази.</li> <li>32. Флавінові дегідрогенази.</li> <li>33. Мітохондріальна ДНК.</li> <li>34. Будова дихального ланцюга мітохондрій.</li> <li>35. Гліколіз за умов дефіциту кисню.</li> <li>36. Енергетика серця.</li> <li>37. Розподіл і локалізація мітохондрій в клітині.</li> <li>38. Цитохроми мітохондрій.</li> <li>39. Спадкові мітохондріальні хвороби.</li> <li>40. Метод диференційного центрифугування за виділення мітохондрій.</li> <li>41. Полярнографічний метод вивчення мітохондріального дихання</li> <li>42. рН-метрія за дослідження окисного фосфорилування та транспорту <math>Ca^{2+}</math> у мітохондріях.</li> <li>43. Регуляторна роль аденілаткінази</li> <li>44. Порушення біоенергетичних процесів у ракових клітинах.</li> <li>45. АМФ-чутлива кіназа за низькоенергетичних станів організму.</li> <li>46. Мітохондрії і пошкодження серця за ішемії/реперфузії.</li> <li>47. Мітохондрії і рак.</li> <li>48. Роль мітохондрій у розвитку панкреатиту.</li> <li>49. Біоенергетичні процеси за нейродегенеративних пошкоджень.</li> </ol> |
| <p><b>Опитування</b></p> | <p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>   |

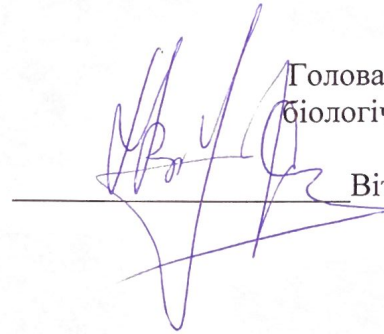
Схема курсу «Біоенергетичне забезпечення клітинних процесів»

| Тиждень | Тема занять (перелік питань)                                    | Форма діяльності та обсяг годин   | Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби) | Термін виконання |
|---------|---|---|--|------------------|
| 1       | Сучасні методи клітинної біоенергетики.                         | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 2       | Дихальний ланцюг.   | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 3       | Цикл трикарбонних кислот.                                       | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 4       | Спряження дихання та окисного фосфорилування.                   | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 5       | Синтез АТФ.   | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 6       | Мітохондрії й активні форми кисню.                              | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 7       | Транспорт іонів та інших речовин крізь біологічні мембрани.     | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 8       | Біоенергетика фотосинтезу.                                      | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 9       | Особливості біоенергетики бактерій.                             | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 10      | Бурштинова біоенергетика.                                       | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 3 год |  | 1 тиждень        |
| 11      | Вплив гормонів на дихання у мітохондріях різних органів.        | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 2 год |  | 1 тиждень        |
| 12      | Енергетика руху.  | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 2 год |  | 1 тиждень        |
| 13      | Біоенергетичні основи секреторних і нейрогормональних процесів. | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 2 год |  | 1 тиждень        |
| 14      | Гормонально-субстратно-нуклеотидні системи.                     | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 2 год |  | 1 тиждень        |
| 15      | Порушення біоенергетичних процесів і мітохондріальні            | Лекції – 2 год,   |  | 1 тиждень        |

|    |   |   |  |           |
|----|---|---|--|-----------|
|    | хвороби.  | практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 2 год                    |  |           |
| 16 | Мітохондрії як «мішень» дії за терапевтичних підходів до лікування. | Лекції – 2 год,<br>практ. заняття – 1 год,<br>самостійна робота – 2 год |  | 1 тиждень |

Автор

Андрій Бабський



«Погоджено»  
Голова методичної ради  
біологічного факультету

Віталій Гончаренко

10.02.2021 р.



Гарант ОНП

Андрій Бабський

10.02.2021 р.