**Силабус курсу «Біоенергетика»**

**2019–2020 н.р.**

|  |  |
| --- | --- |
| **Назва курсу** | Біоенергетика |
| **Адреса викладання курсу** | вул. Грушевського 4, 79005 Львів |
| **Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна** | біологічний факультет, кафедра біофізики та біоінформатики |
| **Галузь знань, шифр та назва спеціальності** | 01 Освіта / Педагогіка, 014 Середня освіта  (предметна спеціальність 014.05 Біологія та здоров'я людини) |
| **Викладачі курсу** | Бабський Андрій Мирославович, ст. н. сп., доктор біол. наук, завідувач кафедри біофізики та біоінформатики;  Гарасим Наталія Петрівна, канд. біол.наук, доцент. |
| **Контактна інформація викладачів** | andriy.babsky@lnu.edu.ua  nataliya.harasym@lnu.edu.ua |
| **Консультації по курсу відбуваються** | щосереди, 11:00–12:00 год (вул. Грушевського 4, ауд. 314) |
| **Сторінка курсу** |  |
| **Інформація про курс** | Курс розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов’язкові для того, щоб набути компетентності з питань біоенергетики, її фундаментального і прикладного значення для вирішення завдань із забезпечення енергією клітини та організм в цілому. Тому у курсі представлено як теоретичні, так і практичні знання щодо процесу синтезу енергії в клітинах тваринного і рослинного організмів, висвітлено чинники, які впливають на цей процес. |
| **Коротка анотація курсу** | Дисципліна «Біоенергетика» є варіативною дисципліною зі спеціальності 014 Середня освіта для освітньої програми магістра, яка викладається в ІІІ семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою).  Програма навчальної дисципліни складається з таких змістових модулів:  1. Молекулярні основи біоенергетики.  2. Біоенергетика мембран і фотосинтез.  У першому модулі розглядають питання обміну речовин і енергії, шляхи регуляції метаболізму, термодинамічні закони, а також детально вивчається структурно-функціональні аспекти дихального ланцюга.  У другому модулі вивчають мембрани з точки зору біоенергетики, первинні ΔμН-генератори, генератори ΔμNa, специфічні методи вивчення мембранної біоенергетики. |
| **Мета та цілі курсу** | Метою вивчення варіативної дисципліни «Біоенергетика» є опанування студентами основних питань, які стосуються фундаментальних і прикладних завдань біоенергетики, а також виховання навичок зі застосовування здобутих знань для вирішення завдань з вивчення енергетичних станів організму, залежно від того чи іншого впливу на нього. |
| **Література для вивчення дисципліни** | Основна література:   1. Бабський А, Іккерт О, Манько В. Основи біоенергетики: підручник [для студ. вищ. навч. закл.] –  Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2019. – 312 с. – (Серія «Біологічні студії»). 2. Александрова К.В. Особливості енергообміну в живих організмах. – Запоріжжя, 2012. – 106 с. 3. Огурцов А.Н. Молекулярная биоэнергетика клетки. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2009. – 112 с. 4. Гребеник Л.І., Висоцький І.Ю. Курс лекцій з біохімії. Розділ «Загальні закономірності метаболізму. молекулярні основи біоенергетики». – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 74 с. 5. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран. – Москва: Наука, 1989. – 554 с.   Додаткова література:   1. Костюк П.Г., Зима В.Л., Магура Ш.С., Мірошниченко М.С., .шуба М.Ф. Біофізика. – Київ: Видавництво «ВПЦ Київський університет», 2008. – 567 с. 2. Волькенштейн М.В. Биофизика. – М.: Наука, 1988. – 592 с. 3. Чиркин А.А., Данченко Е.О. Биохимия с основами молекулярной биологии. ВГУ им. П.М.Машерова, 2006. – 301 с. |
| **Тривалість курсу** | один семестр |
| **Обсяг курсу** | 90 год, з яких 36 год аудиторних занять, з них 24 год лекцій, 12 год практичних занять, та 54 год самостійної роботи |
| **Очікувані результати навчання** | Після завершення цього курсу студент буде:   * детально знати молекулярну організацію дихального ланцюга мітохондрії та його роботу, а також хлоропласта і його участь у синтезі АТФ; * вміти взаємопов’язувати процеси дихання і фосфорилювання у мітохондріях. Застосовувати ті чи інші методи дослідження біоенергетичних процесів в постановці освітнього експерименту. |
| **Ключові слова** | біоенергетика, мітохондрія, хлоропласт, фотосинтез, метаболізм, дихальний ланцюг, мембранний потенціал |
| **Формат курсу** | очний/заочний |
|  | проведення лекцій, практичних робіт та консультації для кращого розуміння тем |
| **Теми** | Введення в біоенергетику. Введення в обмін речовин і енергії. Основні шляхи регуляції метаболізму. Обмін речовин і біоенергетика. Закони термодинаміки. Вільна енергія (ДG). Ентальпія. Ентропія. Макроергічні сполуки. Стадії катаболічних шляхів в організмі людини. Реакції біологічного окиснення та тканинне дихання.  Біоенергетика дихального ланцюга. Рівняння реакцій біологічного окиснення, циклу Кребса. Будова і властивості мітохондрій. Компоненти дихального ланцюга. Убіхінон. Система цитохромів. Цитохром с. Цитохром-оксидаза. Fe-S-білки. Структура дихального ланцюга. Альтернативні шляхи тканинного дихання. Окисно-відновні потенціали. Окисне фосфорилювання. Механізм спряження дихання і фосфорилювання в мітохондріях (гіпотези: хеміосмотичне спряження, хімічне спряження, конформаційне спряження). Механізм хеміосмотичного спряження та електронно-конформаційних взаємодій. Будова АТФ-синтази мітохондрій. Регуляція тканинного дихання. Вільне, нефосфорилююче окиснення. Інші види біологічного окиснення. Антиоксидантний захист. Речовини, які впливають на енергетичний обмін у клітинах. Біоенергетика і порушення обміну речовин. Гіпоенергетичні стани. Методи вивчення обміну речовин.  Введення в мембранну біоенергетику. Мембрани з точки зору біоенергетики. Спряжуючі іони. Конвертуюча енергетична «валюта» живої клітини. ΔμН, Δр, ΔμNa, Δs. Аденозинтрифосфат. Ліпідний компонент біомембран. Ліпідний бішар. Мембранні білки. Первинні ΔμН-генератори. Н+-АТФази – вторинні ΔμН-генератори. Використовувачі ΔμН. Регуляція, транспорт і стабілізація протонного потенціалу. Генератори ΔμNa. Утилізація ΔμNa, утворена первинними ΔμН-генераторами.  Фотосинтез. Структура хлоропластів. Характеристика фотосистем. Молекулярні механізми фотосинтезу. Фотосинтетична фіксація вуглецю.  Специфічні методи мембранної біоенергетики. Вимірювання мембранного потенціалу. Вимір ΔрН. Вимірювання швидких процесів протонування-депротонування. |
| **Підсумковий контроль, форма** | залік у кінці семестру |
| **Пререквізити** | Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з біохімії, біофізики, фізіології рослин, цитології. |
| **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)** | Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:   * практичні/самостійні тощо: 32 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 32; * контрольні заміри (модулі): 68 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 68.   Залік студент отримує на підставі результатів виконання ним усіх видів робіт на практичних заняттях та контрольних замірів протягом семестру. |
| **Питання до модульних контролів (замірів знань)** | 1. Введення в обмін речовин і енергії. 2. Основні шляхи регуляції метаболізму. 3. Обмін речовин і біоенергетика. 4. Макроергічні сполуки. 5. Стадії катаболічних шляхів в організмі людини. 6. Реакції біологічного окиснення та тканинне дихання. 7. Теорія окисно-відновних реакцій. 8. Характеристика транспорту електронів у клітині. 9. Рівняння реакції біологічного окиснення, циклу Кребса. 10. Ланцюг переносу електронів. 11. Будова і властивості мітохондрій. 12. Нікотинамідні дегідрогенази. 13. Флавінові дегідрогенази. 14. Убіхінон. 15. Цитохроми. 16. FeS-білки. 17. І-IV комплекси дихального ланцюга. 18. Фотосинтез. 19. Структура хлоропластів. 20. Характеристика фотосистем. 21. Молекулярні механізми фотосинтезу. 22. Фотосинтетична фіксація вуглецю. 23. Вимірювання мембранного потенціалу. 24. Вимір ΔрН. 25. Вимірювання швидких процесів протонування-депротонування. 26. Альтернативні шляхи тканинного дихання. 27. Окисне фосфорилювання. 28. Спряження дихання і фосфорилювання. 29. Механізм хеміосмотичного спряження. 30. Електронно-конформаційні взаємодії. 31. Будова та функціонування АТФ-синтази. 32. Типи АТФ-аз. Немітохондріальні АТФ-синтази. 33. Регуляція тканинного дихання. 34. Вільне окиснення. 35. Інші види біологічного окиснення. 36. Мікросомальне окиснення. 37. Система мікросомного окиснення. Цитохром Р-450. 38. Ізоформи цитохрому Р-450. 39. Регуляція активності монооксигеназ. 40. Мікросомне окиснення. 41. Цитохром В5. 42. Регуляція дії цитохрому Р450 цитохромом В5. 43. Діоксигенази. 44. Пероксидазне окиснення. 45. Мієлопероксидазна система. 46. Нейтрофіли і дихальний вибух. 47. Кисень і активні кисневі метаболіти. 48. Радикальні окислювальні процеси. 49. Активація кисню у ферментативних реакціях. 50. Cупероксид аніон-радикал. Загальна характеристика його утворення. 51. НАДФН-оксидаза. 52. Біологічні ефекти синтезованого НАДФН-оксидазою супероксид аніон-радикалу. 53. Генерація супероксид аніон-радикалу НАДФН-оксидазами нефагоцитуючих клітин. 54. Ксантиноксидоредуктаза. 55. Утворення активних кисневих метаболітів в мітохондріях. 56. Відновлення кисню цитохромом р-450. 57. Інші механізми утворення супероксид аніон-радикалу. 58. Загальна характеристика системи антиоксидантного захисту. 59. Структура та функції супероксиддисмутази. 60. Структура та функції супероксидредуктази. 61. Структура та функції каталази. 62. Структура та функції глутатіонпероксидази. 63. Загальна характеристика фенольних антиоксидантів. 64. Класифікація фенольних антиоксидантів. 65. Вітамін Е. 66. Каротиноїди. 67. Аскорбінова кислота. 68. SH-вмісні сполуки. 69. Історія становлення науки «Біоенергетика». 70. Бактеріородопсин і химерні протеоліпосоми. 71. Галородопсин. 72. Натрієвий цикл у корисних бактерій. 73. Дія антимікробних агентів, направлених на систему мембранної енергетики. 74. Регенерація АТФ за рахунок енергії світла. 75. Мембрани з точки зору біоенергетики. 76. Спряжуючі іони. 77. Конвертуюча енергетична «валюта» живої клітини. 78. ΔμН, Δр, ΔμNa, Δs. |
| **Опитування** | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу. |

Таблиця 1

Схема курсу «Біоенергетика»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тиждень | Тема занять (перелік питань) | Форма діяльності  та обсяг годин | Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби) | Термін виконання |
| 1 | Введення в біоенергетику. Молекулярні основи біоенергетики | Лекції – 4 год,  практ. заняття – 2 год,  самостійна робота – 9 год |  | 1 тиждень |
| 2 | Біоенергетика дихального ланцюга. Механізм спряження дихання і фосфорилювання в мітохондріях. | Лекції – 4 год,  практ. заняття – 2 год,  самостійна робота – 9 год |  | 1 тиждень |
| 3 | Будова АТФ-синтази мітохондрій. Регуляція тканинного дихання. Речовини, які впливають на енергетичний обмін у клітинах. | Лекції – 4 год,  практ. заняття – 2 год,  самостійна робота – 9 год |  | 1 тиждень |
| 4 | Введення в мембранну біоенергетику. ΔμН, Δр, ΔμNa, Δs. Первинні ΔμН-генератори. Генератори ΔμNa. | Лекції – 4 год,  практ. заняття – 2 год,  самостійна робота – 9 год |  | 1 тиждень |
| 5 | Фотосинтез. Молекулярні механізми фотосинтезу. Фотосинтетична фіксація вуглецю. | Лекції – 4 год,  практ. заняття – 2 год,  самостійна робота – 9 год |  | 1 тиждень |
| 6 | Специфічні методи мембранної біоенергетики.  Вимірювання мембранного потенціалу. Вимір ΔрН. Вимірювання швидких процесів протонування-депротонування. | Лекції – 4 год,  практ. заняття – 2 год,  самостійна робота – 9 год |  | 1 тиждень |