**Зав. каф. мікробіології, проф. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_С. О. Гнатуш**

**Силабус курсу «Метаболізм мікроорганізмів»**

**2020–2021 н.р., що викладають в межах ОПП «Мікробіологія»**

**другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів спеціальності «091 Біологія»**

|  |  |
| --- | --- |
| **Назва курсу** | Метаболізм мікроорганізмів |
| **Адреса викладання**  **курсу** | вул. Грушевського 4, Львів, 79005 |
| **Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна** | біологічний факультет, кафедра мікробіології |
| **Галузь знань, шифр та назва спеціальності** | 09 Біологія / 091 Біологія  Спеціалізація: «Мікробіологія» |
| **Викладачі курсу** | доцент кафедри мікробіології, к. б. н. Яворська Галина Василівна |
| **Контактна інформація викладачів** | <http://bioweb.lnu.edu.ua/employee/yavorska-h-v> |
| **Консультації по курсу відбуваються** | вул. Грушевського 4, ауд. 302  Консультації за попередньою домовленістю. Он-лайн консультації через Zoom або подібні ресурси. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту або дзвонити |
| **Сторінка курсу** | <https://bioweb.lnu.edu.ua/course/metabolizm-mikroorhanizmiv> |
| **Інформація про курс** | Курс розроблено так, щоб надати студентам інформацію про особливості метаболітних процесів аеробних хемоорганотрофних, хемолітотрофних та фототрофних мікроорганізмів, зокрема, процесів розщеплення та синтезу речовин, способи їх регулювання, основні ферменти та ферментні комплекси, що здійснюють транспорт та перетворення речовин. Розглядають питання використання сучасних підходів метаболоміки для реконструкції метаболітних мереж мікробної клітини, що сприятиме виробленню вмінь і навичок для успішної самореалізації у майбутній професійній діяльності. |
| **Коротка анотація курсу** | Дисципліна «Метаболізм мікроорганізмів» є нормативною дисципліною, яку викладають в І семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Ця дисципліна є необхідною для розуміння функціонування метаболітних систем мікроорганізмів та способів їхнього регулювання з метою аналізування технологічних схем і розроблення нових напрямків практичного використання мікроорганізмів з урахуванням сучасних підходів метаболоміки. |
| **Мета та цілі курсу** | Метою викладання навчальної дисципліни “Метаболізм мікроорганізмів” є узагальнити і поглибити знання з біохімії та генетики мікроорганізмів про особливості метаболізму залежно від типів живлення і сформувати уявлення про загальні закономірності обміну речовин та регулювання у мікроорганізмів, механізми основних метаболічних процесів у мікроорганізмів, причини і можливості широкого розповсюдження мікроорганізмів у природі.  **Завдання (навчальні цілі)**:  1. Сформувати *систему знань* про різноманітні типи метаболізму у мікроорганізмів; способи отримання енергії мікроорганізмами; схеми розщеплення органічних сполук мікроорганізмами; механізми отримання електронів мікроорганізмами; особливості транспортування поживних речовин і продуктів обміну; основні шляхи біосинтезу у аеробних мікроорганізмів; способи регулювання метаболізму та функції основних компонентів; принципи функціонування регуляторних ферментів та метаболомів; значення сигнальних механізмів у регуляції обміну речовин;  2. Сформувати *вміння* за особливостями метаболізму мікроорганізму запропонувати спосіб їх вирощування; адаптувати методи культивування мікроорганізмів відповідно до їхніх фізіологічних властивостей (аеробних хемолітофних мікроорганізмів; аеробних автотрофних мікроорганізмів; фототрофних мікроорганізмів тощо);  3. Сформувати *вміння* самостійно визначати харчові потреби мікроорганізмів в утилізації різних моно- та полісахаридів, амінокислот, ліпідів; визначати можливості підготовчого метаболізму у аеробних хемоорганотрофних мікроорганізмів щодо різних типів полімерів;  4.Сформувати *уявлення* про особливості апоптозу та іонного обміну; методи ідентифікації та виділення регуляторних білків; сучасні методи вивчення метаболому мікроорганізмів; способи реконструкції процесів метаболізму у мікробній клітині; будову метаболітних мереж.  Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 09 Біологія, спеціальність 091 Біологія) дисципліна забезпечує набуття студентами таких *компетентностей:*  *Інтегральна компентентність:* здатність розв’язувати складні задачі і проблеми в галузі біології при здійсненні професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.  *Загальні компетентності:*  ЗК04. Здатність діяти на основі етичних міркувань (мотивів).  ЗК05. Здатність розробляти та керувати проектами.  ЗК06. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.  *Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:*  СК01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.  СК03. Здатність користуватися сучасними інформаційними технологіями та аналізувати інформацію в галузі біології і на межі предметних галузей.  СК04. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.  СК07. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації  СК10. Здатність використовувати результати наукового пошуку в практичній діяльності.  Згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Мікробіологія» другого (магістерського) рівня вищої освіти (спеціальності 091 Біологія (спеціалізація «Мікробіологія») галузі знань 09 Біологія кваліфікації: Біолог. Мікробіолог. Викладач) дисципліна забезпечує набуття студентами такої *компетентності:*  ФК11. Здатність характеризувати функціонування метаболітних систем мікроорганізмів та самостійно аналізувати способи їхнього регулювання, характеризувати технологічні схеми в мікробіології, нові напрямки практичного використання мікроорганізмів. |
| **Література для вивчення дисципліни** | Основна література:  1. Козлова І. П., Радченко О. С., Степура Л. Г., Кондратюк Т. О. Геохімічна діяльність мікроорганізмів та її прикладні аспекти: Навч. посібник. К.: Наук. думка, 2008. 528 с.  2. Радченко О. С. Фізіолого-біохімічні властивості мікроорганізмів та методи їх визначення. Навчальний посібник. Київ: ТОВ «Аграр Медіа Груп». 2012. 211 с.  3. Концевая, И. И. Микробиология: метаболизм бактерий. Практическое руководство для студ. биологич. спец. вузов. Гомельский гос. ун-т им. Ф. Скорины. Чернигов: Десна Полиграф, 2017. 52 с.  4. Современная микробиология. Прокариоты: В 2-х томах / Под.ред. Й.Ленгнера, Г.Древса, Г.Шлегеля. М.: Мир, 2005.  5. Нетрусов А. И., Котова И. Б Микробиология: учебник. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 352 с.  6. Марченко М. М., Копильчук Г. П. Біохімія інформаційних молекул. Чернівці: Вид-цтво Рута, 2003. 344 с.  7. Тоцький В.М. Генетика: Підручник. Одеса: Астропринт, 2002. 712 с.  8. Гудзь С. П., Гнатуш С. О., Яворська Г. В., Білінська І. С., Борсукевич Б. М. Практикум з мікробіології. Львів: Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2014. 436 с.  9. Ястремська Л. С., Малиновська І. М. Загальна мікробіологія і вірусологія: навч. Посібник. К.: НАУ, 2017. 232с.  10. Palsson B. O. Systems Biology. Constraint-based Reconstruction and Analysis. Cambridge University Press. 2015. 531 p.  11. Genetics Meets Metabolomics: from Experiment to Systems Biology. Ed. by Suhre K. Springer. 2012. 318 p.  12. The Handbook of Metabonomics and Metabolomics. Ed. by Lindon J.C., Nicholson J.K. and Holmes E. Elsevier. 2007. 561 p.  **Додаткові ресурси:**  http://bigg.ucsd.edu  https://ecocyc.org/  http://www.genome.jp/kegg  http://textbookofbacteriology.net/index.html |
| **Тривалість курсу** | один семестр |
| **Обсяг курсу** | 120 годин / 4 кредити ECTS. 48 год аудиторних занять, з них  32 год лекцій, 16 год практичних занять. 72 години самостійної роботи. |
| **Очікувані результати навчання** | Згідно з вимогами Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 09 Біологія, спеціальність 091 Біологія) дисципліна забезпечує набуття студентами таких результатів навчання:  ПР4. Розв’язувати складні задачі в галузі біології, генерувати та оцінювати ідеї.  ПР6. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організменному, популяційно-видовому та біосферному рівнях з точки зору фундаментальних загальнонаукових знань, а також за використання спеціальних сучасних методів досліджень.  ПР7. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників.  ПР8. Застосовувати під час проведення досліджень знання особливостей розвитку сучасної біологічної науки, основні методологічні принципи наукового дослідження, методологічний і методичний інструментарій проведення наукових досліджень за спеціалізацією.  ПР15. Уміти самостійно планувати і виконувати інноваційне завдання та формулювати висновки за його результатами.  ПР16. Критично осмислювати теорії, принципи, методи з різних галузей біології для вирішення практичних задач і проблем.  Згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Мікробіологія» другого (магістерського) рівня вищої освіти (спеціальності 091 Біологія (спеціалізація «Мікробіологія») галузі знань 09 Біологія кваліфікації: Біолог. Мікробіолог. Викладач) дисципліна забезпечує набуття студентами таких результатів навчання:  ПР20. Демонструвати знання про функціонування метаболітних систем мікроорганізмів та способи їхнього регулювання, а також характеризувати технологічні схеми в мікробіології і нові напрямки практичного використання мікроорганізмів.  Для забезпечення такого результату студенти мають *знати*: різноманітні типи метаболізму у мікроорганізмів; способи отримання енергії та механізми отримання електронів мікроорганізмами; основні катаболітні та анаболітні шляхи аеробних хемоорганотрофних і хемолітотрофних мікроорганізмів; принципи регуляції метаболізму і шляхи регуляції синтезу та активності ферментів; основні сучасні методи вивчення метаболому мікроорганізмів, а також *вміти*: у лабораторних умовах, на основі теоретичних знань про фізіологічні потреби мікроорганізмів розробляти і виготовляти поживні середовища для культивування різноманітних фізіологічних груп мікроорганізмів; визначати можливості підготовчого метаболізму у аеробних хемоорганотрофних мікроорганізмів щодо різних типів полімерів; визначати харчові потреби і схеми окиснення різних неорганічних джерел електронів аеробними хемолітотрофними мікроорганізмами; культивувати аеробні й анаеробні автотрофні і фототрофні мікроорганізми; використовувати дані біохімічного аналізу, біоінформатичного аналізу (дані геноміки і протеоміки) для побудови метаболічних мереж мікроорганізмів; знаходити вирішення задач самостійним опрацюванням наукової та навчально-методичної літератури; самостійно спланувати експеримент на основі поставленої мети дослідження |
| **Ключові слова** | Метаболізм, катаболізм, анаболізм, карбонова автотрофія, нітрогенна автотрофія, хемосинтез, фотосинтез, бродіння, способи одержання енергії, дихальний ланцюг, мультиензимний комплекс, сплайсинг, компартментація, алостеричне регулювання, аттенуація, апоптоз, кворум сенсінг, метаболом |
| **Формат курсу** | очний |
|  | проведення лекцій, практичних робіт та консультацій |
| **Теми** | Тема 1. Вступ. Значення обміну речовин для мікроорганізмів  Тема 2. Ферменти – елементи контролю метаболізму.  Тема 3. Біосинтез і регулювання активності ферментів  Тема 4. Компартментація. Мультиферментні комплекси. Метаболони  Тема 5. Апоптоз. Сигнальні системи. Кворум-сенсінг і біоплівки  Тема 6. Живлення мікроорганізмів. Транспорт сполук у клітини  Тема 7. Енергетичний метаболізм  Тема 8. Класифікація та властивості метаболітних систем мікроорганізмів  Тема 9. Хемотрофія. Катаболізм хемоорганотрофних мікроорганізмів  Тема 10. Хемотрофія. Катаболізм хемолітотрофних мікроорганізмів та деякі процеси анаболізму  Тема 11. Фототрофія: істинна і квазі  Тема 12. Нітрогенна автотрофія  Тема 13. Анаболізм у мікроорганізмів  Тема 14. Методи дослідження метаболізму мікроорганізмів  Тема 15. Вторинний метаболізм у мікроорганізмів  Тема 16. Регуляція метаболізму у мікроорганізмів |
| **Підсумковий контроль, форма** | Іспит. Форми: письмова, тестова, усна  **Алгоритм оцінювання студентів:**  **- семестрове оцінювання** – 50 балів**.**  Змістовий модуль 1 (тема 1–5): тести, де кожне питання оцінюють в 1 бал, всього 10 питань – 10 балів; терміни, де кожне питання оцінюють в 1 бал, всього 5 питань – 10 балів. Разом 20 балів.  Змістовий модуль 2 (тема 6–16): тести, де кожне питання оцінюють у 1 бал, всього 10 питань – 10 балів; теоретичне питання, яке оцінюють у 10 балів, всього 1 питання – 4 бали. Разом 14 балів.  Участь у семінарському занятті – 2 бали/заняття. Разом 16 балів.  **- підсумкове оцінювання (іспит)** – 50 балів. Тести, де кожне питання оцінюють у 1 бал, всього 10 питань – 10 балів; терміни: кожен термін оцінюють у 2 бали, всього 5 питань – 10 балів; теоретичні запитання, які оцінюють у 10 балів, всього 3 питання – 30 балів.  **Організація оцінювання:**  модульну контрольну роботу 1 проводять всередині семестру, модульну контрольну роботу 2 – наприкінці семестру.  У випадку **он-лайн навчання** оцінювання проводять на платформі moodle (<http://e-learning.lnu.edu.ua>) з використанням тестових завдань різного рівня складності, без теоретичних запитань. |
| **Пререквізити** | 1. Знати: основи загальної мікробіології, біохімії, генетики, молекулярної біології.  2. Вміти самостійно застосовувати знання з загальної мікробіології, біохімії, генетики та молекулярної біології, орієнтуватися в сучасних методах мікробіології та молекулярної біології.  3. Володіти елементарними навичками опрацювання наукової літератури, вирішення задач, біоінформатичного аналізу та аналізу даних, роботи з матеріалами та обладнанням, що використовують в мікробіологічній лабораторії. |
| **Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу** | Методи навчання: словесні, наочні, самостійної роботи студентів, стимулювання і мотивації навчальної діяльності, активні та проблемно-пошукові.  Методи контролю: усний, тестовий, письмовий. |
| **Необхідне обладнання** | комп’ютер/ноутбук, проектор |
| **Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)** | Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:   * практичні заняття/завдання самостійної роботи: 16 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 16; * контрольна робота (модульна): 20 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 20; * контрольна робота (модульна): 14 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 14; * іспит: 50 % оцінки за дисципліну; максимальна кількість балів – 50.   Виявлення ознак академічної недоброчесності в завданнях самостійної роботи студентів є підставою для їх не зарахування. Відвідування і активна участь у лекційних і практичних заняттях, а також опрацювання сучасних джерел літератури, виконання завдань практичних робіт є необхідними для опанування матеріалу курсу і набуття відповідних практичних навичок. Оцінку студент отримує на підставі результатів виконання ним усіх видів робіт на практичних заняттях, модульних контрольних робіт упродовж семестру та на іспиті |
| **Питання до модульних контролів (замірів знань)** | 1. Індукція біосинтезу ферментів у мікроорганізмів. 2. Ініціація транскрипції як важливий етап регулювання метаболізму. 3. Участь металів у регуляторних cистемах мікроорганізмів. 4. Ферментативна кінетика. Рівняння та константа Міхаеліса-Ментена. 5. Репресія і дерепресія синтезу ферментів. 6. Організація геному у прокаріот різних за типом живлення. 7. Будова та властивості ферментів мікроорганізмів. 8. Регуляція транскрипції у прокаріот. Взаємодія ДНК та ДНК-зв’язуючих білків. 9. РНК-полімерази мікроорганізмів, їхня будова та властивості. 10. Періодичні методи визначення активності ферментів. Одиниці активності. 11. Організація геному у еукаріотичних мікроорганізмів залежно від метаболізму. 12. Контроль транскрипції у *E.coli*. 13. Компартментація у прокаріот. 14. Регуляція трансляції у мікрорганізмів. 15. Метаболони мікроорганізмів. 16. Мультиензимні комплекси. Каскадний механізм дії ферментів. 17. Позитивна і негативна регуляція лактозного оперону. 18. Специфічні ДНК-зв’язуючі білки у дріжджів. 19. Ізоферменти і регуляція їхньої активності. 20. Реплікація ДНК. Ферменти та етапи синтезу ДНК. 21. Регуляція активності ферментів (ковалентна модифікація). 22. Регуляція сигнальних систем. 23. Посттранскрипційна регуляція. 24. Безперервні методи визначення активності ферментів. Одиниці активності. 25. Катаболітна репресія і GAL-система. 26. Види інгібування ферментів. 27. Регуляція активності ферментів (протеоліз). 28. Загальні транскрипційні фактори. 29. Регуляція активності ферментів (фосфорилювання, аденілювання, відновлення дисульфідів, протеоліз). 30. Участь АТФ і ГТФ у регуляції метаболізму. 31. Транспорт і регуляція транспорту заліза у мікроорганізмів. 32. Функціональне значення різних ділянок мРНК. 33. Участь кофакторів у каталітичній дії ферментів. 34. Трансляційний компартмент. 35. Локалізація рибосом, функціональні сайти, транслокація та транспептидація. 36. Фактори, які впливають на швидкість біохімічних реакцій (температура, рН). 37. Посттранскрипційна регуляція. 38. Специфічність дії ферментів. 39. Етапи синтезу РНК. 40. Пострансляційна регуляція. 41. Роль мембран у впорядкуванні руху молекул. 42. Методи ідентифікації та виділення регуляторних білків. 43. Механізми дії ферментів. 44. Транскрипція РНК. 45. Роль ефекторів у регуляції активності ферментів. 46. Класифікація та характеристика основних класів ферментів. 47. Термінація транскрипції та механізми, що її забезпечують. 48. тРНК – будова, функції. 49. Фактори, що впливають на швидкість ферментативної реакції (концентрація ферменту, концентрація субстрату). 50. Алостерична активація та інгібування. 51. Сплайсинг. 52. Процесинг. 53. Апоптоз. 54. Види специфічності ферментів. 55. Регуляція іонного обміну у мікроорганізмів. 56. Сигнальні системи мікроорганізмів. Роль у метаболізмі. 57. Кворум-сенсінг у мікроорганізмів. 58. Регуляторні механізми, що контролюють процес азотфіксації. 59. Вторинний метаболізм у мікроорганізмів. 60. Автотрофія у мікроорганізмів. |
| **Опитування** | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу на платформі moodle |

Таблиця 1

Схема курсу «Метаболізм мікроорганізмів»

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Тиждень, дата\*, години | Тема занять | Форма  заняття | Література / ресурс для виконання завдань | Термін виконання\* |
| 1, 2. | Вступ. Значення обміну речовин для мікроорганізмів | лекція | 3, 4, 8, 9 | 2 тижні |
| Ферменти – елементи контролю метаболізму | лекція |
| 2. | Використання ферментів мікроорганізмів і механізмів регулювання у біотехнології і конструюванні генів | практичне заняття | 4, 5, 6, 7, 12 | 2 тижні |
| 3, 4. | Біосинтез і регулювання активності ферментів | лекція | 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11 | 2 тижні |
| Компартментація. Мультиферментні комплекси. Метаболони. | лекція |
| 4. | РНК – види, будова, функції. Роль алостеричних ферментів у регуляції метаболізму. Родини регуляторних білків та методи їхньої ідентифікації | практичне заняття | 4, 5, 7, 11, 12 | 2 тижні |
| 5, 6. | Апоптоз. Сигнальні системи. Кворум-сенсінг і біоплівки | лекція | 1, 4, 5, 11, 12 | 2 тижні |
| Живлення мікроорганізмів. Транспорт сполук у клітини | лекція |
| 6. | Метаболони мікроорганізмів. Протеоліз білків. Апоптоз у мікроорганізмів | практичне заняття | 1, 2, 3, 4, 8 | 2 тижні |
| 7, 8. | Енергетичний метаболізм | лекція | 1, 2, 3, 4, 5, 8 | 2 тижні |
| Класифікація та властивості метаболітних систем мікроорганізмів | лекція |
| 8. | Значення транспорту молекул і йонів у клітину мікроорганізмів для живлення та механізми регулювання цих процесів | практичне заняття | 1, 3, 4, 5, 10 | 2 тижні |
| 9, 10. | Хемотрофія. Катаболізм хемоорганотрофних мікроорганізмів | лекція | 1, 2, 4, 5, 8 | 2 тижні |
| Хемотрофія. Катаболізм хемолітотрофних мікроорганізмів та деякі процеси анаболізму | лекція |
| 10. | Способи отримання енергії та особливості будови дихального ланцюга у різних мікроорганізмів | практичне заняття | 1, 2, 4, 5, 8 | 2 тижні |
| 11, 12. | Фототрофія: істинна і квазі | лекція | 1, 2, 3, 4, 5, 8 | 2 тижні |
| Нітрогенна автотрофія | лекція | 2 тижні |
| 12. | Характеристика метаболізму гетеротрофних мікроорганізмів | практичне заняття | 1, 4, 5, 8 | 2 тижні |
| 13, 14. | Анаболізм у мікроорганізмів | лекція | 1, 2, 4, 5, 8 | 2 тижні |
| Методи дослідження метаболізму мікроорганізмів | лекція | 2 тижні |
| 14. | Карбонова автотрофія | практичне заняття | 2, 4, 5, 10 | 2 тижні |
| 15, 16. | Вторинний метаболізм у мікроорганізмів | лекція | 1, 2, 4, 8 | 2 тижні |
| Регуляція метаболізму у мікроорганізмів | лекція |
| 16. | Нітрогенна автотрофія | практичне заняття | 1, 4, 5, 8, 10 | 2 тижні |

\* - заповнюється згідно розкладу в І семестрі