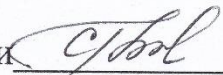


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет
Кафедра мікробіології

Затверджено на засіданні кафедри мікробіології
біологічного факультету
Львівського національного університету імені Івана Франка
(протокол 4 від 22.02.2023 р.)

Завідувач кафедри  проф. Світлана ГНАТУШ

**Силабус з навчальної дисципліни
«МЕТАБОЛІЗМ МІКРООРГАНІЗМІВ»,
яку викладають в межах освітньо-професійної програми «Мікробіологія»
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів спеціальності «091 Біологія та біохімія»**

Львів – 2023

Назва дисципліни	Метаболізм мікроорганізмів
Адреса викладання дисципліни	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 та біохімія
Викладачі дисципліни	Яворська Галина Василівна, к. б. н., доцент кафедри мікробіології, доцент
Контактна інформація викладачів	halyna.yavorska@lnu.edu.ua http://bioweb.lnu.edu.ua/employee/yavorska-h-v
Консультації по дисципліні відбуваються	вул. Грушевського 4, ауд. 302 Консультації за попередньою домовленістю. Онлайн консультації через Zoom або подібні ресурси. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту, телеграм або дзвонити
Сторінка дисципліни	https://bioweb.lnu.edu.ua/course/metabolizm-mikroorhanizmv
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Метаболізм мікроорганізмів» є нормативною дисципліною, яку викладають в I семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). Ця дисципліна є необхідною для розуміння функціонування метаболічних систем мікроорганізмів та способів їхнього регулювання з метою аналізування технологічних схем і розроблення нових напрямків практичного використання мікроорганізмів з урахуванням сучасних підходів метаболоміки.
Коротка анотація дисципліни	Зміст дисципліни розроблено так, щоб надати здобувачам інформацію про особливості метаболічних процесів аеробних і анаеробних 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, а також питання використання сигнальних систем і кворум-сенсінгу для і під час взаємодії, що сприятиме виробленню <i>hard skills</i> для успішної самореалізації у майбутній професійній діяльності.
Мета та цілі дис-	Метою викладання навчальної дисципліни «Метаболізм мік-

<p>ципліни</p>	<p>роорганізмів” є узагальнити і поглибити знання про особливості метаболізму, механізми основних метаболічних процесів, способи регулювання, тощо, залежно від типів живлення мікроорганізмів, про причини і можливості широкого розповсюдження мікроорганізмів у природі та виживання в змінних умовах.</p> <p>Завдання (навчальні цілі):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сформувати <i>систему знань</i> 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 мікроорганізмів; способи регулювання метаболізму та функції основних компонентів; принципи функціонування регуляторних ферментів та метаболомів; значення сигнальних механізмів у регуляції обміну речовин. 2. Сформувати <i>вміння</i> за особливостями метаболізму мікроорганізму запропонувати спосіб їх вирощування; адаптувати методи культивування мікроорганізмів відповідно до їхніх фізіологічних властивостей (аеробних і анаеробних хемолітофних, автотрофних та фототрофних мікроорганізмів); визначати харчові потреби мікроорганізмів в утилізації різних моно- та полісахаридів, амінокислот, ліпідів; визначати можливості підготовчого метаболізму в аеробних хемоорганотрофних мікроорганізмів щодо різних типів полімерів тощо. 3. Сформувати <i>уявлення</i> про особливості апоптозу та іонного обміну; сучасні методи вивчення метаболому мікроорганізмів; способи організації процесів метаболізму у мікробній клітині; будову метаболічних мереж.
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p><i>Основна література:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 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. 2. 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. 3. Марченко М. М., Копильчук Г. П. Біохімія інформаційних молекул. Чернівці: Рута, 2003. 344 с. 4. Механізми біохімічних реакцій : навч. посіб. : [для студ. вищ. навч. закл.] / [Н. О. Сибірна, Г. Я. Гачкова, Г. О. Стасик, І. В. Бродяк, М. Р. Нагалєвська, М. В. Сабадашка, М. Я. Люта, Я. П. Чайка, Н. І. Климишин, К. П. Дудок] ; за ред.

проф. Н.О. Сибірної. Видання третє, доповнене. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2021. 320 с. Серія «Біологічні Студії».

5. Мороз О., Гнатуш С., Яворська Г., Богославець Х., Трухим Н.О. Використання бактеріями *Desulfuromonas* sp. іонів феруму (III) та мангану (IV) як акцепторів електронів // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія / Visn. Dnipropetr. Univ. Ser. Biol. Ecol., 2016. 24 (1). С. 87–95.

6. Мороз О., Гнатуш С., Яворська Г., Богославець Х., Борсукевич Б. Відновлення сульфат-, нітрат- і нітрит-іонів бактеріями роду *Desulfovibrio* за впливу сполук феруму (III), хрому (VI) та мангану (IV) // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол., 2016. Вип. 71. С. 190–205.

7. Moroz O. M., Hnatush S. O., Yavorska G. V. Reduction of sulfate, nitrate and nitrite ions by *Desulfovibrio* sp. under the influence of ferrum (III) citrate // Біологічні студії / Studia biologica, 2020. Vol. 14. № 1. P. 3–22. <https://doi.org/10.30970/sbi.1401.607>

8. Moroz O. M., Hnatush S. O., Maslovska O. D., Yavorska G. V., Borsukevych B. M. Reduction of sulfur and oxidized forms of nitrogen by bacteria of *Desulfuromonas* sp., isolated from Yavorivske Lake, under the influence of ferrum citrate // Biosyst. Divers., 2020. Vol. 28. № 1. P. 53–59. <https://doi.org/10.15421/012009>

9. Moroz O. M., Hnatush S. O., Yavorska G. V., Zvir G. I. Dissimilatory reduction of sulfate, nitrate and nitrite ions by bacteria *Desulfovibrio* sp. under the influence of potassium dichromate // Regulatory Mechanisms in Biosystems, 2022. Vol. 13. № 1. P. 23–37. <https://doi.org/10.15421/022204>

10. Moroz O. M., Hnatush S. O., Yavorska H. V., Zvir G. I., Tarabas O. V. Influence of potassium dichromate on the reduction of sulfur, nitrate and nitrite ions by bacteria *Desulfuromonas* sp. // Regulatory Mechanisms in Biosystems, 2022. Vol. 13. N 2. P. 153–167. <https://doi.org/10.15421/022220>

11. Радченко О. С. Фізіолого-біохімічні властивості мікроорганізмів та методи їх визначення. Навчальний посібник. Київ: ТОВ «Аграр Медіа Груп». 2012. 211 с.

12. Філімоненко О.Ю. Конспект лекцій з дисципліни «Біохімічні основи мікробного синтезу». Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2016. 183 с.

13. Ястремська Л. С., Малиновська І. М. Загальна мікробіологія і вірусологія: навч. посібник. К.: НАУ, 2017. 232 с.

14. Genetics Meets Metabolomics: from Experiment to Systems Biology. Ed. by Suhre K. Springer. 2012. 318 p.

15. Kumar Arora Microorganisms for Sustainability.

Lucknow, Uttar Pradesh, India. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2019. 362 p.

16. Kushkevych Ivan Bacterial Physiology and Biochemistry. Academic Press is an imprint of Elsevier. 2023. 382 p.

17. Palsson B. O. Systems Biology. Constraint-based Reconstruction and Analysis. Cambridge University Press. 2015. 531 p.

18. The Handbook of Metabonomics and Metabolomics. Ed. by Lindon J.C., Nicholson J.K. and Holmes E. Elsevier. 2007. 561 p.

Додаткова література:

19. Bajpai P. Developments and Applications of Enzymes from Thermophilic Microorganisms. Academic Press is an imprint of Elsevier. 2023. 302 p.

20. Hnatysh S. O., Moroz O. M., Yavorska G. V., Borsukevych B. M. Sulfidogenic and metal reducing activities of *Desulfuromonas* genus bacteria under the influence of copper chloride // Biosystems Diversity, 2018. Vol. 26. № 3. P. 218–226. <https://doi.org/10.15421/011833>

21. Yuan L, Chu B, Chen S, Li Y, Liu N, Zhu Y, Zhou D. Exopolysaccharides from *Bifidobacterium animalis* Ameliorate *Escherichia coli*-Induced IPEC-J2 Cell Damage via Inhibiting Apoptosis and Restoring Autophagy // Microorganisms. 2021. N 9(11). P. 2363. <https://doi.org/10.3390/microorganisms9112363>

22. Georg Häcker G. Is there, and should there be, apoptosis in bacteria? // Microbes and Infection, 2013, Vol. 15 (8–9). P.640–644.

23. Abbamondi, G.R.; Tommonaro, G. Research Progress and Hopeful Strategies of Application of Quorum Sensing in Food, Agriculture and Nanomedicine // Microorganisms, 2022, Vol. 10. P. 1192. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061192>

24. Feist A.M., Herrgård M.J., Thiele I., Reed J.L., Palsson B.O. Reconstruction of biochemical networks in microorganisms // Nat Rev Microbiol., 2009;7(2):129-43. doi: 10.1038/nrmicro1949.

25. Ye C, Xu N, Chen X, Liu L. [Application of metabolic network model to analyze intracellular metabolism of industrial microorganisms]. Sheng Wu Gong Cheng Xue Bao. 2019;35(10) 1901-1913. doi:10.13345/j.cjb.190257.

Джерела літератури до окремих тем подано у презентаціях до лекцій та/або розміщено на платформі Moodle (<https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4251>).

Додаткові ресурси:

<https://openstax.org/books/microbiology/pages/8-introduction>

<http://bigg.ucsd.edu>

<https://ecocyc.org/>

	<p>http://www.genome.jp/kegg http://textbookofbacteriology.net/index.html https://uk.warbletoncouncil.org/rutas-metabolicas-13720 (мета-болічні шляхи: типи та основні шляхи, 2023)</p> <p>Організаційно-методичний центр електронного навчання ЛНУ імені Івана Франка: https://itcentres.lnu.edu.ua/e-learning/ Бібліотеки: https://bioweb.lnu.edu.ua/academics/library Система дистанційного навчання Moodle ЛНУ імені Івана Франка: http://e-learning.lnu.edu.ua/</p>
Обсяг дисципліни	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	<p>Згідно з вимогами освітньо-професійної програми «Мікробіологія» другого (магістерського) рівня вищої освіти (спеціальності 091 Біологія та біохімія галузі знань 09 Біологія) дисципліна забезпечує набуття здобувачами таких загальних (ЗК) і фахових (ФК) <i>компетентностей</i>:</p> <p>ЗК07. Здатність до пошуку та аналізу інформації з використанням різних джерел, зокрема й результатів власних досліджень</p> <p>ЗК08. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу інформації в галузі біології і на межі предметних галузей.</p> <p>ФК01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.</p> <p>ФК07. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації</p> <p>ФК13. Здатність характеризувати функціонування метаболічних систем мікроорганізмів та самостійно аналізувати способи їхнього регулювання, характеризувати технологічні схеми в мікробіології, нові напрямки практичного використання мікроорганізмів.</p> <p>ФК14. Здатність характеризувати організацію геномів мікроорганізмів, процеси регуляції експресії їх генів, транскрипції, трансляції, фолдингу білка, а також процеси реплікації, рекомбінації, репарації, рестрикції та модифікації генетичного матеріалу у мікроорганізмів.</p> <p>і таких програмних <i>результатів (ПР) навчання</i>:</p> <p>ПР2. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації</p> <p>ПР6. Аналізувати біологічні явища та процеси на молекулярному, клітинному, організменному, популяційно-видовому та</p>

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.

ПР 13. Дотримуватися основних правил біологічної етики, біобезпеки, біозахисту, оцінювати ризики застосування новітніх біологічних, біотехнологічних і медико-біологічних методів та технологій, визначати потенційно небезпечні організми чи виробничі процеси, що можуть створювати загрозу виникнення надзвичайних ситуацій.

ПР14. Дотримуватись норм академічної доброчесності під час навчання та провадження наукової діяльності, знати основні правові норми щодо захисту інтелектуальної власності.

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.

ПР18. Демонструвати знання про функціонування метаболічних систем мікроорганізмів та способи їхнього регулювання, а також характеризувати технологічні схеми в мікробіології і нові напрямки практичного використання мікроорганізмів.

ПР19. Характеризувати організацію геномів мікроорганізмів, процеси регуляції експресії їх генів, транскрипції, трансляції, фолдингу білка, реплікації, рекомбінації, репарації, рестрикції та модифікації генетичного матеріалу у мікроорганізмів.

Для забезпечення такого результату здобувачі мають *знати*: різноманітні типи метаболізму у мікроорганізмів; способи отримання енергії та механізми отримання електронів мікроорганізмами; основні катаболітні та анаболітні шляхи хемоорганотрофних і хемолітотрофних мікроорганізмів; принципи регуляції метаболізму і шляхи регуляції синтезу та активності ферментів; основні сучасні методи вивчення метаболізму 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 в хемоорганотрофних мікроорганізмів щодо різних типів полімерів; визначати харчові потреби і схеми окиснення різних неорганічних джерел електронів хемолітотрофними

	мікроорганізмами; культивувати аеробні й анаеробні автотрофні і фототрофні мікроорганізми; використовувати дані біохімічного аналізу, біоінформативного аналізу (дані метаболоміки) для побудови метаболічних мереж мікроорганізмів; знаходити вирішення задач самостійним опрацюванням наукової та навчально-методичної літератури; самостійно планувати експеримент на основі поставленої мети дослідження
Ключові слова	Метаболізм, катаболізм, анаболізм, карбонова автотрофія, нітрогена автотрофія, хемосинтез, фотосинтез, бродіння, способи одержання енергії, дихальний ланцюг, мультиензимний комплекс, компартментація, алостеричне регулювання, атенуація, апоптоз, кворум сенсінг, метаболом
Формат дисципліни	очний/дистанційний (за умови карантинних обмежень, воєнного стану тощо)
	проведення лекцій, практичних занять та консультацій
Теми	Див. табл. 1 (нижче)
Підсумковий контроль, форма	Іспит – письмовий, тестовий (комбінований).
Пререквізити	<ol style="list-style-type: none"> 1. Знати основи загальної мікробіології, біохімії та фізіології мікроорганізмів, генетики, молекулярної біології. 2. Вміти самостійно застосовувати знання із загальної мікробіології, біохімії, генетики та молекулярної біології, орієнтуватися в сучасних методах мікробіології та молекулярної біології. 3. Володіти навичками опрацювання наукової літератури, роботи з матеріалами та обладнанням, що використовують в мікробіологічній лабораторії.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання дисципліни	Лекції, презентації, колаборативне навчання (групові проекти, спільні розробки), проектно-орієнтоване навчання, змішане навчання. Методи навчання: словесні, наочні, самостійної роботи здобувачів, стимулювання і мотивації навчальної діяльності, активні, проблемно-пошукові та інтерактивні. Методи контролю: усний, тестовий, письмовий.
Необхідне обладнання	персональний комп'ютер/ноутбук, загальноживані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховують за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • практичні заняття/завдання самостійної роботи: 30 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 30; • тестові модулі: 20 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 20; • екзамен: 50 % оцінки за дисципліну; максимальна кількість балів – 50.

Алгоритм оцінювання здобувачів: використання формувального й сумативного оцінювання. *Формувальне* з використанням ІТ-інструментів (задля зворотного зв'язку – Mentimeter, самоперевірки знань – Kahoot, взаємооцінювання – Moodle та ін., розвитку творчих підходів – Microsoft, Canva, MindMeister, MindMup та ін., для формування чітких критеріїв – Prometheus, Moodle тощо). *Сумативне:* загалом 100 балів, з яких 50 – упродовж семестру і 50 – на іспиті. Оцінки здобувачі можуть відстежувати упродовж семестру на платформі Moodle і на етапі завершення семестру – Dekanat.

Оцінювання упродовж семестру – 50 балів.

Тестовий модуль 1 (теми 1–2 модуль 1 на Moodle): тести, де кожне питання оцінюють в 1 бал, всього 10 питань – 10 балів.

Тестовий модуль 2 (теми 1–5 модуль 2 на Moodle): тести, де кожне питання оцінюють у 1 бал, всього 10 питань – 10 балів.

Участь у семінарському занятті (повідомлення) – 2 бали/заняття. Разом 14 балів.

Створення презентації до доповіді – 6 балів.

Проект задля побудови метаболітних мереж мікроорганізмів (робота в малих групах до 3 здобувачів) – 10 балів.

Підсумкове оцінювання (іспит) – 50 балів. Тести різного рівня складності – 40 балів і творче завдання – 10 балів.

Організація оцінювання: тестовий модуль 1 проводять всередині семестру, а 2 – наприкінці семестру на платформі Moodle (<https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4251>).

Для оцінювання під час екзамену використовують різні діяльності і завдання, а також тести різного рівня складності. Самостійна робота здобувачів – це підготовка до практичних занять (повідомлення і презентації), згідно запропонованих тем, які розроблено з урахуванням можливості опрацювання окремих аспектів змісту дисципліни (розміщено на платформі Moodle <https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4251>) й створення проєкту.

Виявлення ознак академічної недоброчесності в завданнях самостійної роботи здобувачів (немає посилань на використану літературу, фабрикування джерел літератури, списування, втручання в роботу інших тощо) є підставою для їх не зарахування (кодекс академічної доброчесності Львівського національного університету імені Івана Франка, <https://cutt.ly/ofX2uIH>, положення про забезпечення академічної доброчесності у Львівському національному університеті імені Івана Франка https://lnu.edu.ua/wpcontent/uploads/2019/06/reg_academic_virtue.pdf). Відвідування і активна участь у лекційних і практич-

	<p>них заняттях, а також опрацювання сучасних джерел літератури, виконання завдань практичних робіт і самостійної роботи є необхідними для опанування матеріалу дисципліни і набуття відповідних практичних навичок. Оцінку здобувач/ка отримує на підставі результатів виконання усіх видів робіт на практичних заняттях, тестових модулях і самостійної роботи упродовж семестру та на екзамені. Літературу, яку здобувачі не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачкою в межах освітньої діяльності. Здобувачі також повинні користуватися пошуком необхідних джерел літератури й самостійно її опрацьовувати.</p> <p>Організація роботи на практичних заняттях: практичні заняття відбуваються після прослуханих лекцій або опрацьованого самостійно матеріалу на платформі Moodle. Передбачено, що здобувачі працюють одноосібно, по двоє або по четверо над розкриттям питання (див. план нижче). Після представлення доповіді на практичному занятті, кожен пише у завданнях «Доповідь 1-8» на Moodle, коротко (2-3 речення), що він опрацював, дізнався тощо. На кожному практичному занятті, кожен здобувач має можливість отримати бали. Щодо презентацій, то їх створюють для доповідей на кожне заняття, але лише одну з них (до теми 6), яку кожен виконує індивідуально, треба завантажити на Moodle у завдання «Презентація до практичних». Вимоги до оформлення презентацій, а також критерії оцінювання доповідей і презентації є на платформі Moodle.</p>
<p>Питання до екзамену</p>	<p>Усі необхідні матеріали розміщено на платформі Moodle (https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4251). Оцінювання відбувається з використанням різних форм діяльності (тести різного рівня складності і творча робота).</p> <p><i>Питання для самоконтролю:</i> Індукція біосинтезу ферментів у мікроорганізмів. Ініціація транскрипції як важливий етап регулювання метаболізму. Участь металів у регуляторних системах мікроорганізмів. Ферментативна кінетика. Рівняння та константа Міхаеліса-Ментена. Репресія і дерепресія синтезу ферментів. Типи живлення мікроорганізмів. Організація геному у прокариот різних за типом живлення. Будова та властивості ферментів мікроорганізмів. Регуляція транскрипції у прокариот. Взаємодія ДНК та ДНК-зв'язуючих білків. РНК-полімерази мікроорганізмів, їхня будова та властивості. Періодичні та безперервні методи визначення активності ферментів. Одиниці активності. Організація геному у мікроорганізмів залежно від метаболізму. Контроль транскрипції у <i>E.coli</i>. Компартаментація у мікроорганізмів. Регуляція трансляції у мікроорганізмів. Метаболони мікроорганізмів. Мульти-</p>

	<p>ензимні комплекси. Каскадний механізм дії ферментів. Позитивна і негативна регуляція лактозного оперону. Ізоферменти і регуляція їхньої активності. Регуляція активності ферментів (ковалентна модифікація, протеоліз). Сигнальні системи мікроорганізмів. Роль у метаболізмі. Регуляція сигнальних систем. Посттранскрипційна регуляція. Катаболітна репресія і GAL-система. Види інгібування ферментів. Загальні транскрипційні фактори. Участь АТФ і ГТФ у регуляції метаболізму. Транспорт і регуляція транспорту феруму та інших катіонів у мікроорганізмів. Функціональне значення різних ділянок мРНК. Участь кофакторів у каталітичній дії ферментів. Трансляційний компартмент. Локалізація рибосом, функціональні сайти, транслокація та транспептидація. Фактори, які впливають на швидкість біохімічних реакцій (температура, рН, тощо). Посттранскрипційна регуляція. Специфічність дії ферментів. Роль мембран у впорядкуванні руху молекул. Роль ефекторів у регуляції активності ферментів. Аlostерична активація та інгібування. Класифікація та характеристика основних класів ферментів. тРНК – будова, функції. Сплайсинг. Процесинг. Апоптоз. Кворум-сенсінг у мікроорганізмів. Регуляторні механізми, що контролюють процес азотфіксації. Автотрофія у мікроорганізмів. Вторинний метаболізм у мікроорганізмів.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості дисципліни буде надано по завершенню дисципліни на платформі Moodle та системі Dekanat

Таблиця 1

Схема дисципліни «Метаболізм мікроорганізмів»

Тиж- день**	Тема занять	Форма діяльності, тривалість, год	Література / інтернет-ресурс	Термін виконання
2,3	Вступ. Предмет, завдання, значення обміну речовин для мікроорганізмів	лекція, 2	3, 4, 12, 13, 16	2 тижні
	Ферменти – елементи контролю метаболізму: будова, властивості, механізм дії, умови й методи визначення активності	лекція, 2		
2.	Використання ферментів мікроорганізмів і механізмів регулювання у біотехнології і біоінженерії*	практичне заняття, 2 самостійна робота, 9	4, 11, 12, 13, 19	2 тижні
4,5.	Регулювання активності ферментів у	лекція, 2	1, 3, 4, 11,	2 тижні

	мікроорганізмів		12, 13, 19	
	Регулювання синтезу ферментів мікроорганізмів	лекція, 2		
4.	Механізми регулювання активності та синтезу ферментів мікроорганізмів*	практичне заняття, 2 самостійна робота, 9	4, 5, 7, 11, 12, 13	2 тижні
6,7.	Множинні молекулярні форми та ізоферменти. Мульферментні комплекси у мікроорганізмів	лекція, 2	3, 4, 14, 17, 18	2 тижні
	Метаболони і компартменти мікроорганізмів	лекція, 2		
6.	Комплекси ферментів мікроорганізмів, їхнє функціонування, особливості та взаємодії*	практичне заняття, 2 самостійна робота, 9	3, 4, 14, 17, 18	2 тижні
8,9.	Апоптоз у мікроорганізмів	лекція, 2	21, 22, 23, 24	2 тижні
	Сигналізування і кворум-сенсінг у мікроорганізмів	лекція, 2		
8.	Значення апоптозу мікроорганізмів. Приклади систем передавання інформації у бактерій*	практичне заняття, 2 самостійна робота, 9	21, 22, 23, 24	2 тижні
10,11.	Живлення мікроорганізмів. Транспорт сполук у клітину в мікроорганізмів	тестовий контроль 1/ лекція, 2	1, 2, 11, 12, 13, 16	2 тижні
	Енергетичний метаболізм мікроорганізмів	лекція		
10.	Значення транспорту молекул і йонів у клітину мікроорганізмів для живлення та механізми регулювання цих процесів. Способи отримання енергії та особливості будови дихального ланцюга у різних мікроорганізмів*	практичне заняття, 2 самостійна робота, 9	1, 2, 11, 12, 13, 16	2 тижні
12,13.	Хемотрофний метаболізм у мікроорганізмів	лекція, 2	2, 5-10, 15, 16, 21	2 тижні
	Метаболізм метаногенів	лекція		2 тижні
12.	Різноманіття та характеристика метаболізму гетеротрофних мікроорганізмів*	практичне заняття, 2 самостійна робота, 9	2, 5-10, 15, 16, 21	2 тижні
14,15.	Фототрофія: істинна і квазі. Карбо	лекція, 2	2, 5-10,	2 тижні

	нова автотрофія Способи (шляхи, цикли) фіксування CO ₂ у мікроорганізмів		15, 16, 21	
	Діазотрофія	лекція, 2		2 тижні
14.	Карбонова і нітрогенна автотрофія, фототрофія і міксотрофія. Анаболітні системи мікроорганізмів та їхнє значення*	практичне заняття, 2 самостійна робота, 9	2, 5-10, 15, 16, 20	2 тижні
16.	Анаболізм у мікроорганізмів	лекція, 2	2, 5-10, 15, 16, 19	2 тижні
	Вторинний метаболізм у мікроорганізмів, його регулювання	лекція/тестовий контроль 2, 2		
1-16.	Представлення й обговорення проєктів «Побудова метаболітних мереж мікроорганізмів» (завдання на Moodle)/Інноваційне завдання	практичне заняття, 2 самостійна робота, 9	всі джерела	упродовж семестру

* - питання на практичні заняття (для коротких повідомлень й обговорення) і завдання самостійної роботи розміщено на платформі Moodle (<https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=4251>)

** - може змінюватися згідно розкладу I семестру

Автор дисципліни

Галина Яворська

Галина ЯВОРСЬКА

Віталій Гончаренко

«Погоджено»
Голова методичної ради
біологічного факультету
Віталій ГОНЧАРЕНКО

15.02.23.

Світлана Гнатуш

Гарант ОПІ
Світлана ГНАТУШ

15.02.23