

**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 № \_\_\_\_\_ від \_\_\_\_\_)

Завідувач кафедри, проф. \_\_\_\_\_ С.О. Гнатуш

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Метаболізм прокариот та його регуляція”,**  
що викладається в межах ОНП  
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для здобувачів зі  
спеціальності 091 – біологія

<b>Назва курсу</b>	“Метаболізм прокариот та його регуляція”.
<b>Адреса викладання курсу</b>	вул. Грушевського 4, Львів, 79005.
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Біологічний факультет, кафедра мікробіології.
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	09 біологія, спеціальність 091 – біологія, спеціалізація – мікробіологія.
<b>Викладачі курсу</b>	Гнатуш Світлана Олексіївна, кандидат біол. наук, професор, завідувач кафедри мікробіології.
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:svitlana.hnatush@lnu.edu.ua">svitlana.hnatush@lnu.edu.ua</a> <a href="https://bioweb.lnu.edu.ua/employee/hnatush-s-o-2">https://bioweb.lnu.edu.ua/employee/hnatush-s-o-2</a>
<b>Консультації по курсу відбуваються</b>	Вул. Грушевського 4, ауд. 302. Консультації за попередньою домовленістю. Он-лайн консультації через Zoom. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту або телефонувати.
<b>Сторінка курсу</b>	<a href="https://bioweb.lnu.edu.ua/course/metabolizm-mikroorhanizmiv">https://bioweb.lnu.edu.ua/course/metabolizm-mikroorhanizmiv</a>
<b>Інформація про курс</b>	Курс розроблено так, щоб надати інформацію про особливості метаболічних процесів 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 метаболічних мереж мікробної клітини, що сприятиме виробленню вмінь і навичок для успішної самореалізації у майбутній професійній діяльності.
<b>Коротка анотація курсу</b>	Є вибірковою дисципліною з спеціальності 091 – біологія для освітньої програми ОНП третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти, яка викладається в 4 семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Мета та цілі курсу</b>	Поглибити знання щодо закономірностей організації систем метаболізму прокариот; особливостей транспортування поживних речовин і продуктів обміну; типів живлення; способів регулювання метаболізму та функцій основних компонентів регуляторних систем. Ціллю курсу є навчити аспіранта демонструвати концептуальні та методологічні знання 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; здобуття нових теоретичних знань, умінь, навичок для продукування нових ідей, розв’язання комплексних проблем у галузі мікробіології.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	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.

	<p>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.</p> <p>4. Современная микробиология. Прокариоты: В 2-х томах / Под.ред. Й. Ленгнера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005.</p> <p>5. Нетрусов А. И., Котова И. Б Микробиология: учебник. М.: Издательский центр «Академия», 2006. 352 с.</p> <p>6. Марченко М. М., Копильчук Г. П. Біохімія інформаційних молекул. Чернівці: Вид-цтво Рута, 2003. 344 с.</p> <p>7. Тоцький В. М. Генетика: Підручник. Одеса: Астропринт, 2002. 712 с.</p> <p>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.</p> <p>9. Голуб Н. Б., Андруховець В. М. Умови формування і структура мікробних плівок // Наукові вісті Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут”. – 2011. – № 3. – С. 20–26.</p> <p>10. Palsson B. O. Systems Biology. Constraint-based Reconstruction and Analysis. Cambridge University Press. 2015. 531 p.</p> <p>11. Genetics Meets Metabolomics: from Experiment to Systems Biology. Ed. by Suhre K. Springer. 2012. 318 p.</p> <p>12. The Handbook of Metabonomics and Metabolomics. Ed. by Lindon J. C., Nicholson J. K. and Holmes E. Elsevier. 2007. 561 p.</p> <p><b>Додаткові ресурси:</b>  <a href="http://bigg.ucsd.edu">http://bigg.ucsd.edu</a>  <a href="https://ecocyc.org/">https://ecocyc.org/</a>  <a href="http://www.genome.jp/kegg">http://www.genome.jp/kegg</a>  <a href="http://textbookofbacteriology.net/index.html">http://textbookofbacteriology.net/index.html</a></p>
<b>Тривалість курсу</b>	Один семестр
<b>Обсяг курсу</b>	48 годин аудиторних занять. З них: 32 години лекцій, 16 годин практичних занять. 42 години самостійної роботи.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p><b>знати:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• шляхи метаболізму прокариот;</li> <li>• механізми трансформації речовин та енергії в клітинах бактерій;</li> <li>• принципи взаємодій біомакромолекул прокариот;</li> <li>• механізми регулювання метаболізму прокариот на різних рівнях у т. ч. на рівні біоплівки.</li> </ul> <p><b>вміти:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• за результатами експериментальних досліджень давати характеристику різним типам метаболізму прокариот;</li> <li>• порівнювати функціонування автотрофних та гетеротрофних організмів, фототрофів та хемотрофів;</li> <li>• застосовувати різні методи вивчення регуляції метаболізму у прокариот у процесі розв’язання задач в науково-дослідній і професійній діяльності;</li> <li>• аналізуючи і співставляючи інформацію, робити висновок про процеси життєдіяльності прокариот на рівні окремих клітин і клітинних асоціацій;</li> <li>• застосовувати різні методи для вивчення метаболізму прокариот та його регуляції за впливу різних чинників та співставляти результати, отримані в процесі власних досліджень, із теоретично відомими;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>•представляти результати дослідження властивостей прокаріот, особливо-стей їх метаболізму та його регуляції у друкованих видання, на конференціях та симпозіумах.</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	Метаболізм, катаболізм, анаболізм, амфіболізм, вторинний метаболізм, автотрофія, гетеротрофія, хемосинтез, фотосинтез, бродіння, способи одержання енергії, дихальний ланцюг, мультиензимний комплекс, сплайсинг, алостеричне регулювання, оперон, регулон, кворум сенсінг, метаболом.
<b>Формат курсу</b>	Очний
	Проведення лекцій, практичних робіт та консультацій
<b>Теми</b>	<p>Тема 1. Закономірності метаболізму у прокаріот, структурно-функціональна організація, синтез та регулювання активності окремих ферментів та комплексів ферментів бактерій.</p> <p>Тема 2. Принципи функціонування регуляторних систем прокаріот.</p> <p>Тема 3. Компоненти окремих компартментів бактеріальної клітини та їхні функції.</p> <p>Тема 4. Особливості метаболізму у хемо- і фототрофів.</p> <p>Тема 5. Механізми регулювання метаболізму в різних груп прокаріот.</p> <p>Тема 6. Принципи організації і функціонування мікробних біоплівки.</p> <p>Тема 7. Значення сигнальних механізмів у регуляції обміну речовин прокаріот.</p> <p>Тема 8. Основні методи дослідження шляхів метаболізму та способів його регуляції у бактерій.</p>
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	<p>Іспит. Форми: письмова, тестова, усна.</p> <p><b>Алгоритм оцінювання:</b></p> <p>Семестрове оцінювання – 50 балів:</p> <p>Модуль 1 (тема 1–8): терміни, де кожне питання оцінюють в 1 бал, всього 5 термінів – 5 балів. Три теоретичні питання по 5 балів – 15 балів. Разом 20 балів.</p> <p>Модуль 2: практичні заняття: індивідуальне завдання – 15 балів, виступ на 2-х семінарах – 20 балів. Всього 30 балів.</p> <p>Підсумкове оцінювання (іспит) – 50 балів. Білет містить 5 запитань по 10 балів.</p>
<b>Пререквізити</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Знати: основи загальної мікробіології, біохімії, генетики, молекулярної біології.</li> <li>2. Вміти самостійно застосовувати знання з загальної мікробіології, біохімії, генетики та молекулярної біології, орієнтуватися в сучасних методах мікробіології та молекулярної біології.</li> <li>3. Володіти елементарними навичками опрацювання наукової літератури, вирішення задач, біоінформатичного аналізу та аналізу даних, роботи з матеріалами та обладнанням, що використовують в мікробіологічній лабораторії.</li> </ol>
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	<p>Методи навчання: словесні, наочні, самостійної роботи студентів, стимулювання і мотивації навчальної діяльності, активні та проблемно-пошукові.</p> <p>Методи контролю: усний, тестовий, письмовий.</p>
<b>Необхідне обладнання</b>	комп'ютер/ноутбук, проектор
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного)</b>	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• практичні заняття/завдання самостійної роботи, індивідуальне завдання: 30 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 30;</li> </ul>

<p><b>виду навчальної діяльності)</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• контрольна робота (модульна): 20 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 20;</li> <li>• іспит: 50 % оцінки за дисципліну; максимальна кількість балів – 50.</li> </ul> <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 аспірантів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі аспірантів є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><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.</p> <p><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 за іспит. Індивідуальне завдання передбачає демонстрацію володіння одним/кількома методами дослідження метаболізму прокаріот. У випадку успішного експерименту - публікації/підготовки публікації за результатами дослідження у фаховому виданні можуть зараховуватися 10 балів до модуля 1 (два теоретичні запитання). Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>
<p><b>Питання до модульних контролів (замірів знань)</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Різноманітність метаболічних шляхів прокаріот.</li> <li>2. Процеси бродиння і дихання та їхня регуляція.</li> <li>3. Аеробне та анаеробне дихання.</li> <li>4. Біосинтез клітинних будівельних блоків.</li> <li>5. Синтез та регулювання активності окремих ферментів та комплексів ферментів бактерій.</li> <li>6. Нова номенклатура для ієрархічних регуляторних систем.</li> <li>7. Катаболітна репресія.</li> <li>8. Роль ФЕП-залежної фосфотрансферазної системи.</li> <li>9. Модулон RelA/SpoT. Алармон ppGpp.</li> <li>10. Структура і функції транспортних систем прокаріот.</li> <li>11. Регуляція і різноманітність транспортних систем.</li> <li>12. Внутрішньоклітинні мембранні структури у прокаріот.</li> <li>13. Механізми отримання енергії у хемолітогетеротрофів.</li> <li>14. Механізми отримання енергії у хемолітоавтотрофів.</li> <li>15. Використання світла прокаріотами.</li> <li>16. Метаболізм сполук Карбону, Нітрогену і Сульфуру.</li> <li>17. Ферум і манган-редукція у прокаріот.</li> <li>18. Оперони і регулони як транскрипційні одиниці.</li> <li>19. Пострансляційний контроль.</li> <li>20. Алостерична регуляція активності ферментів.</li> <li>21. Ковалентна модифікація білків.</li> <li>22. Фундаментальні принципи організації біоплівки.</li> <li>23. Парадигма гормезису.</li> </ol>

	24. Регуляторні процеси в біоплівках. 25. Передача сигналу двохкомпонентними регуляторними системами. 26. Бактеріальний хемотаксис. 27. Об'єднані метаболічні мережі та шляхи передачі сигналів. 28. Генетичні методи дослідження регуляторних процесів метаболізму. 29. Методи отримання мутантів. 30. Біохімічні методи дослідження регуляторних процесів метаболізму.
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу на платформі moodle

Таблиця 1

### Схема курсу «Метаболізм мікроорганізмів»

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1	Закономірності метаболізму у прокаріот, структурно-функціональна організація, синтез та регулювання активності окремих ферментів та комплексів ферментів бактерій.	Лекції – 4 год, практична робота – 2 год самостійна робота – 3 год	2 тижні
2	Принципи функціонування регуляторних систем прокаріот.	Лекції – 4 год, практична робота – 2 год самостійна робота – 3 год	2 тижні
3	Компоненти окремих компартментів бактеріальної клітини та їхні функції.	Лекції – 4 год, практична робота – 2 год самостійна робота – 2 год	2 тижні
4	Особливості метаболізму у хемо- і фототрофів.	Лекції – 4 год, практична робота – 2 год самостійна робота – 2 год	2 тижні
5	Механізми регулювання метаболізму в різних груп прокаріот.	Лекції – 4 год, практична робота – 2 год самостійна робота – 3 год	2 тижні
6	Принципи організації і функціонування мікробних біоплівок.	Лекції – 4 год, практична робота – 2 год самостійна робота – 3 год	2 тижні
7	Значення сигнальних механізмів у регуляції обміну речовин прокаріот.	Лекції – 4 год, практична робота – 2 год самостійна робота – 3 год	2 тижні
8	Основні методи дослідження шляхів метаболізму та способів його регуляції у бактерій.	Лекції – 4 год, практична робота – 2 год самостійна робота – 3 год	2 тижні