

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри біохімії
біологічного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 4/3 від «18» лютого 2025 р.)

Завідувач кафедри Н.Сибірня проф. Наталія СИБІРНА

**Силабус навчальної дисципліни
«Метаболоміка»,**

що викладається в межах ОПП «Біотехнології та біоінженерія»
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів
спеціальності 162 – Біотехнології та біоінженерія
галузь знань 16 – Хімічна інженерія та біоінженерія

Силабус курсу «Метаболоміка»

Назва курсу	Метаболоміка
Адреса викладання курсу	вул. Грушевського 4, 79005 Львів
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	біологічний факультет, кафедра біохімії
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	16 – Хімічна інженерія та біоінженерія, спеціальність 162 – Біотехнології та біоінженерія
Викладачі курсу	Доцент кафедри біохімії, к.б.н., Сабадашка Марія Володимирівна
Контактна інформація викладачів	maria.sabadashka@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	щовівторка, 15:00–16:00 год (вул. Грушевського 4, ауд. 336)
Сторінка курсу	https://bioweb.lnu.edu.ua/course/metabolomica
Інформація про курс	<p>Метаболоміка – наука, здатна спричинити значний зсув парадигми у медицині, сільському господарстві та виробництві продуктів харчування. Метаболоміка описує метаболізм та взаємодії клітин, організмів та спільнот організмів, щоб забезпечити основу для розуміння клітинних та організменних функцій у певному середовищі використовуючи біохімічні підходи.</p> <p>Метаболоміки поєднує геноміку, транскриптоміку, протеоміку та метаболоміку на рівні організму та/або сукупності організмів. З'ясування того, як геном та транскриптом пов'язані з кінцевими продуктами метаболізму, дозволить краще оцінити вплив навколишнього середовища, патогенів та генетичної модифікації на харчові та сенсорні якості їжі, а також на здоров'я організмів або виникнення патологій.</p> <p>З погляду метаболоміку складні організми можна розглянути як мережу сполук з малою молекулярною масою: амінокислоти, органічні кислоти, спирти, вуглеводи (включаючи олігосахариди та полісахариди), ліпіди, жирні кислоти, ксенобіотичні сполуки та інші. Таким чином, метаболоміка дає повну картину метаболічної активності клітин.</p> <p>Мета цього курсу — надати теоретичні та практичні знання з метаболоміки, а також її значення для наукових досліджень, охорони здоров'я та промисловості.</p>
Коротка анотація курсу	Курс знайомить студентів з основними закономірностями регулювання та контролю метаболізму на етапу метаболоміки та флюксоміки. Вивчення дисципліни передбачає ознайомлення особливостями метаболізму вуглеводів, ліпідів, білків, значення ферментних систем у цих процесах. Студенти детально знайомляться з молекулярними механізмами мембранного транспорту та підтримання молекулярної та біохімічної різноманітності

	<p>компартментів.</p> <p>Програма навчальної дисципліни складається з двох змістових модулів:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Механізми та принципи контролю метаболізму; 2. Молекулярні механізми регуляції метаболізму за впливу окремих речовин. <p>Знання, отримані на курсі здобувачі зможуть використати щоби революціонізувати підхід до досліджень метаболізму в клітинах, надаючи інструменти, необхідні для відкриття нових аспектів клітинної біології. Під час вивчення курсу буде розглянуто експериментальні моделі, які застосовуються в дослідженнях, використання даних метаболоміки і флюксоміки для розробки діагностичних і терапевтичних стратегій, так само як нутриціології, які в майбутньому допоможуть покращити якість життя пацієнтів у всьому світі.</p>
<p>Мета та цілі курсу</p>	<p>Метою викладання навчальної дисципліни «Метаболоміка» є</p> <ul style="list-style-type: none"> • показати фундаментальні досягнення біологічної хімії у вивченні метаболічної регуляції; • сформувати уявлення про метаболічний контроль і метаболічні варіації. <p>Основними завданнями вивчення дисципліни є:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ознайомити студентів з ключовими принципами метаболічного контролю; • розкрити принципи метаболічної варіації; • навчити інтерпретації результатів експериментальних досліджень на основі знань з метаболоміки.
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Функціональна біохімія : підручник: [для студ. вищ. навч. закл.] / [Н. О. Сибірна, Г. Я. Гачкова, І. В. Бродяк, К. А. Сибірна, М. Р. Хохла, М. В. Сабадашка] ; за ред. проф. Н. О. Сибірної. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2018. – 644 с. – (Серія «Біологічні Студії»). 2. Metabolomics – Methodology and Applications in Medical Science and Life Science / Zhan X. – IntechOpen; 2021. http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.90987 3. Metabolomics in food and nutrition / Weimer B. & Slupsky C. – Woodhead Publishing Limited; 2013. A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. 4. The Handbook of Metabolomics / Ed. by Whei-Mei Fan T., Higashi R. M., Lane A. N. – Humana Press; 2012. In Methods in Pharmacology and Toxicology. DOI:10.1007/978-1-61779-618-0 5. Metabolomics : metabolites, metabonomics, and analytical technologies / ed. Knapp J. S. and Cabrera W. L. – Nova Science Pub Inc; 2011. 263 p.

	<p>6. Biochemistry [5th Edition] / R. A. Harvey, D. R. Ferrier. – Philadelphia, PA : Lippincott Williams & Wilkins, 2011. – 520 p.</p> <p>7. Biochemistry [7th Edition] / D. R. Ferrier. – Pekin, China : Wolters Kluwer, 2017. – 1706 p.</p> <p>8. Metabolic Regulation: A Human Perspective [3rd Edition] / K. N. Frayn. – New Delhi, India : AptaraR Inc., 2010. – 371 p.</p> <p>9. Essentials of biochemistry [2nd Edition] / P. Naik. – New Delhi, India : Jaypee Brothers Medical Publishers, 2017. – 506 p.</p> <p>10. Essential Physiological Biochemistry : An organ-based approach / S. Reed. – Singapore : Markono Pte. Ltd. 2009. – 330 p.</p> <p>11. Principles of Biochemistry [5th Edition] / L. A. Moran, H. R. Horton, K. G. Scrimgeour, M. D. Perry. – Glenview, IL : Pearson Education, Inc., 2012. – 786 p.</p> <p>Додаткова</p> <p>1. Biochemistry [4th Edition] / R. H. Garrett, C. M. Grisham. – Boston, MA : Brooks/Cole, 2010. – 1184 p.</p> <p>2. Encyclopedia of Cell Biology. Volume 1 Molecular Cell Biology / R. Abradshaw, P. D. Stahl. – Waltham, MA : Academic Press is an imprint of Elsevier, 2016. – 2969 p.</p> <p>3. Enzyme Regulation in Metabolic Pathways / Lloyd Wolfenbarger, Jr. – Pondicherry, India : John Wiley & Sons, Inc., 2017. – 177 p.</p> <p>4. Enzyme Regulation in Metabolic Pathways / Lloyd Wolfenbarger. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, Inc., 2017. 177 p.</p> <p>5. Function and Regulation of Cellular Systems / A. Deutsch, J. Howard, M. Falcke, W. Zimmermann. – Basel, Switzerland : Springer Basel AG, 2004. – 447 p.</p> <p>6. Textbook of Biochemistry with Clinical Correlation [5th Edition] / T. M. Devliv. – NY : John Wiley & Sons, Inc., 2002. – 1216 p.</p>
Тривалість курсу	один семестр
Обсяг курсу	120 год, з яких 48 год аудиторних занять, з них 32 год лекцій, 16 год практичних занять, та 72 год самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <p>знати:</p> <ul style="list-style-type: none"> • особливості механізмів забезпечення гомеостазу та ключові принципи регуляції метаболізму в багатоклітинних організмів; • клітинні механізми метаболічного контролю, що обумовлюють короткострокові та довгострокові ефекти; • основні шляхи гормональної регуляції обмінних процесів на рівні організму; • особливості нейрональної регуляції; • роль окремих компонентів нутрієнтів у метаболічному контролі. <p>уміти:</p> <ul style="list-style-type: none"> • використовувати знання, отримані під час ознайомлення з лекційним матеріалом, підручниками, монографіями, періодикою

	<p>під час вивчення біохімії та інших біологічних дисциплін;</p> <ul style="list-style-type: none"> • інтерпретувати результати експериментальних досліджень на основі отриманих знань.
Ключові слова	Метаболізм, метаболіти, нутрієнти, пластичний обмін, енергетичний обмін
Формат курсу	очний проведення лекцій, практичних занять та консультацій для кращого розуміння тем
Тем	Наведено у табл. 1
Підеумковий контроль, форма	залік у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з біохімії, цитології, імунології, фізіології людини і тварин, молекулярної біології
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	лекції, презентації (ілюстрація, демонстрація), розповіді, пояснення, розв'язування вправ і задач, дискусія, інформація на сторінці курсу в Moodle
Необхідне обладнання	персональний комп'ютер, загальнонавчальні комп'ютерні програми і операційні системи, проєктор
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"> • практичні/самостійні тощо: 30 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 30; • контрольні заміри (модулі): 20 % семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 20; • за підеумковий тест студент отримує 50 балів. <p>Іспит студент отримує на підставі результатів виконання ним усіх видів робіт на практичних заняттях та контрольних замірів протягом семестру.</p> <p>Академічна доброчесність. Роботи здобувачів є винятково оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Жодні форми порушення академічної доброчесності (відеутіність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання у роботу інших студентів та ін.) не толеруються. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять. Усі студенти відвідають усі лекції та практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватись усіх строків визначених для виконання письмових робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без пра-</p>

	ва її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.
Питання до модульних контролів (замірів знань)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зовнішнє та внутрішнє середовище організму. Обмін речовин між зовнішнім та внутрішнім середовищем 2. Компаратменталізація рідин організму 3. Негативний зворотний зв'язок при контролі гомеостазу 4. Синтез, використання та зберігання енергії ; енергетичний баланс 5. Швидкість метаболізму 6. Метаболічна роль АТФ 7. Ключові принципи організації метаболічних шляхів. 8. Еволюція метаболічних шляхів. 9. Типи метаболічних реакцій 10. Роль вітамінів у регуляції метаболізму 11. Як здійснюється інтеграція метаболізму? 12. Метаболічна регуляція в окремих тканинах 13. Компаратменталізація та інтраорганний метаболізм 14. Фермент-опосередкований контроль метаболічних шляхів 15. Аlostерична регуляція ферментів. 16. Ковалентна модифікація у регуляції ферментів. 17. Індукція та репресія синтезу ензимів 18. Гормони та коротко-тривалий контроль активності ферментів 19. Довготривалий контроль активності ензимів 20. Гормони та довготривалий контроль активності ензимів (інсулін, стероїди та тиреоїдні гормони) 21. Нутрієнти та контроль експресії генів 22. Принципи контролю транскрипції (функції регуляторних білків ; лактозний оперон) 23. Осмос: пасивний транспорт води через мембрани : Осмолярність, Осмотичний тиск, Тонічність 24. Хімічна характеристика макронутрієнтів (вуглеводи, ліпіди, білки) 25. Метаболізм води 26. Регуляція водного й електролітного балансу 27. Порушення водного й електролітного балансу 28. Метаболізм натрію, калію та хлориду 29. Метаболізм кальцію, фосфору та магнію 30. Метаболізм сульфуру 31. Метаболізм мікромінералів 32. Метаболізм вуглеводів (постабсорбтивний етап, метаболізм вуглеводів після сніданку) 33. Метаболізм ліпідів (неестерифіковані жирні кислоти плазми, триацилгліцерол плазми, постабсорбтивна фаза) 34. Метаболізм амінокислот і білків (замінні та незамінні амінокис-

	<p>лоти, інші метаболічно важливі групи амінокислот, амінокислоти з розгалуженим радикалом та метаболізм амінокислот у м'язах, аланін і глютамін; контроль синтезу та розпаду білків)</p> <p>35. Зв'язок між метаболізмом вуглеводів, ліпідів та амінокислот</p> <p>36. Шляхи метаболізму ліпопротеїдів (екзогенний шлях метаболізму хіломікронів; метаболізм ліпопротеїнів низької щільності та дуже низької щільності, метаболізм ліпопротеїнів високої щільності)</p> <p>37. Регуляція метаболізму ліпопротеїнів (Метаболізм інсуліну та триацилгліцеролі).</p> <p>38. Гомеостаз холестеролу.</p> <p>39. Клітинний мембранний транспорт</p> <p>40. Транспорт речовин крізь мембрану (транспорт глюкози, амінокислот, жирних кислот, холестеролу, малих полярних молекул, води та гліцерилу)</p> <p>41. Стратегія засвоєння (вуглеводів, ліпідів, білків та амінокислот)</p> <p>42. Вплив кишкової мікрофлори на метаболізм</p> <p>43. Етанол порушує метаболізм енергії у печінці</p> <p>44. Депо енергії в організмі (вуглеводи ; ліпіди ; амінокислоти)</p> <p>45. Зміни метаболізму за голодування</p> <p>46. Зміни метаболізму за забруднення навколишнього середовища</p> <p>47. Терморегуляція. Температурний баланс.</p> <p>48. Метаболічна відповідь або адаптація на зміни температури навколишнього середовища (тепловий стрес, холодний стрес)</p> <p>49. Зміни метаболізму при цукровому діабеті</p> <p>50. Регулювання енергетичного балансу</p> <p>51. Зміни метаболізму при ожирінні</p>
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Схема курсу

Тиждень	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг години	Додаткова література / ресурс для виконання завдань (за потреби)	Термін виконання
1.	Загальна структура метаболізму. Гомеостаз. Загальні закономірності обміну речовин та енергії	Лекції – 8 год. практичні заняття – 2 год. самостійна робота – 14 год		2 тиждень
2.	Клітинний мембранний транспорт	Лекції – 2 год. практичні заняття – 2 год. самостійна робота – 4 год		1 тиждень
3.	Хімічна характеристика макроутрієнтів. Інтеграція метаболізму вуглеводів, ліпідів і білків у нормі	Лекції – 8 год. практичні заняття – 4 год. самостійна робота – 5 год		2 тиждень
4.	Метаболізм води. Метаболізм йонів	Лекції – 4 год. практичні заняття – 2 год. самостійна робота – 5 год		1 тиждень
5.	Клітинні механізми, залучені в метаболічну регуляцію. Короткотривала і довготривала регуляція метаболізму	Лекції – 8 год. практичні заняття – 2 год. самостійна робота – 9 год		1 тиждень
6.	Зміни метаболізму за екстремальних умов	Лекції – 2 год. практичні заняття – 4 год. самостійна робота – 4 год		1 тиждень

Авторка




Марія САБАДАШКА

«ПОГОДЖЕНО»

Голова методичної ради
біологічного факультету

 доц. Віталій ГОНЧАРЕНКО
« 10 » _____ 2025 р.

Гарант ОІП «Біотехнології та біоінженерія»


 проф. Богдан ОСТАП
« 10 » _____ 2025 р.