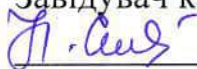


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Біологічний факультет

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні кафедри біохімії
біологічного факультету
Львівського національного
університету імені Івана Франка
(протокол № 15 від « 13 » 02 2023 р.)

Завідувач кафедри
 проф. Наталія СИБІРНА

Силабус навчальної дисципліни
«МОЛЕКУЛЯРНІ МЕХАНІЗМИ МІЖКЛІТИННОЇ КОМУНІКАЦІЇ»,
що викладається в межах ОПШ «Біохімія»
другого (магістерського) рівня вищої освіти для здобувачів
спеціальності 091 – Біологія та біохімія

Львів 2023

**Силабус курсу «Молекулярні механізми міжклітинної комунікації»
2023–2024 н. р.**

Назва курсу	Молекулярні механізми міжклітинної комунікації
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	09 «Біологія» 091 – Біологія та біохімія
Викладачі курсу	доцент кафедри біохімії, к.б.н. Сабадашка Марія Володимирівна
Контактна інформація викладачів	mariya.sabadashka@lnu.edu.ua
Консультації по курсу відбуваються	щовівторка, 15:00–16:00 год (вул. Грушевського 4, ауд. 319)
Сторінка курсу	https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=1780 https://bioweb.lnu.edu.ua/course/molekulyarni-mehanizmy-mizhklitynnoji-komunikatsiji
Інформація про курс	<p>Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Молекулярні механізми міжклітинної комунікації» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістра напряму 091 – Біологія та біохімія.</p> <p>Предметом вивчення навчальної дисципліни є молекулярні механізми сприймання клітинами сигналів та шляхи трансдукції сигналів у них.</p> <p>Міждисциплінарні зв'язки: Навчальна дисципліна «Молекулярні механізми міжклітинної комунікації» базується на знаннях студентів з генетики, біофізики, біохімії, фізіології людини і тварин, фізіології рослин. Глибоке вивчення цієї навчальної дисципліни становить підґрунтя для знайомства з молекулярними механізмами життєдіяльності організмів.</p>
Коротка анотація курсу	<p>Програма вивчення нормативної навчальної дисципліни «Молекулярні механізми міжклітинної комунікації» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки бакалавра, викладається в 2 семестрі в обсязі 4,0 кредити (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою).</p> <p>Програма дисципліни структурована на модулі, до складу яких входять 2 блоки змістових модулів:</p> <p>1. Молекулярні основи трансдукції сигналу. Біохімічні основи трансдукції сигналу. Загальні принципи міжклітинної комунікації. Первинні месенджери. Рецептори сигнальних молекул.</p> <p>2. Трансдукція сигналу в клітині. Фосфорилування білків, як спосіб трансдукції сигналу всередині клітини. Участь циклічних нуклеотидів у трансдукції сигналу всередині клітини. G-білки. Метаболізм інозитолфосфатів і роль мембранних ліпідів у</p>

	<p>міжклітинній комунікації. Роль кальцію у внутрішньоклітинному сигналюванні. Активні форми оксисену та нітрогену та редокс сигналювання.</p> <p>Рецепція/трансдукція фізичних сигналів. Роль міжклітинного сигналювання в розвитку організму та регулюванні експресії генів.</p> <p>Роль порушення трансдукції сигналу у розвитку захворювань.</p>
<p>Мета та цілі курсу</p>	<p>Метою є</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ вивчення загальних принципів міжклітинного та внутрішньоклітинного сигналювання, основних модулів білків в сигналюванні. <p>Завданнями є</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ розкрити головну проблематику і тенденції розвитку сучасної молекулярної біології та сучасний стан дослідження сигнальних шляхів клітини; ✓ охарактеризувати й проаналізувати основні прикладні аспекти застосування досягнень сучасної молекулярної біології в галузі дослідження міжклітинної комунікації.
<p>Література для вивчення дисципліни</p>	<p>Основна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сиволоб А. В. Молекулярна біологія: підручник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр. Київський університет, 2008. – 384 с. 2. Alberts B., Johnson A., Lewis J., Raff M., Roberts K., Walter P. Molecular biology of the Cell, 5th edition. – Garland Science, 2008. 3. Extracellular and Intracellular Signaling. – Ed. by Adams J. D., Jr., Parker K. K.. – Missoula, MT, USA, 2011 4. Finkel T., Gutkind J. S. Signal transduction and human disease. – A John Wiley & Sons, inc., Publication, 2003. – 478 p. 5. Frank D. A. Signal transduction in cancer. – Kluwer academic publishers New York, Boston, Dordrecht, London, 2004. – 366 p. 6. Gomperts B. D., Kramer I. M., Tatham P. E. Signal Transduction. – Academic Press, 2010. 7. Groner B. Targeted Interference with Signal Transduction Events. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. – 192 p. 8. Halbach O., Dermietzel R. Neurotransmitters and Neuromodulators. – Villey-VCH. 2002. 9. Hancock J. T. Cell Signalling. – Oxford University Press, USA, 2011. 10. Helmreich E.J. M. (Ernst J. M.) The biochemistry of cell signalling. Academic Publishers, 2001. 11. Krauss G. Biochemistry of Signal Transduction and Regulation, 3rd edition. Villey-VCH 2003. 12. Stanfield C. L. Principles of Human Physiology, 6th edition. – Pearson Education, 2017. <p>Допоміжна</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Кучеренко М. Є. Біохімія: еволюційна і порівняльна. – К.: Либідь, 1996. 2. Кучеренко М. Є. Біохімія. – К.: ВПЦ “Київський університет”,

	<p>2002.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Остапченко Л. І. Гормональна регуляція обміну речовин і функцій організму. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2003. 4. Back M. Inflammatory Signaling Through Leukotriene Receptors in Atherosclerosis // Current Atherosclerosis Reports. 2008. Vol. 10. P. 244–251. 5. Forman H. J., Fukuto J., Torres M. Signal transduction by reactive oxygen and nitrogen species: pathways and chemical principles. – Kluwer academic publishers New York, Boston, Dordrecht, London, 2004. – 432 p. 6. Futai M., Wada Y., Kaplan J. Handbook of ATPases – Biochemistry, Cell Biology, Pathophysiology. – Willey-VCH, 2004. 7. Haga T., Takeda S. G protein-coupled receptors: structure, function, and ligand screening. – Taylor & Francis Group, LLC, 2006. – 332 p. 8. Levitzki A. Protein Tyrosine Kinase Inhibitors as Therapeutic Agents. – Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2000. – 223 p. 9. Lodish H., Arnold B., Zipursky S. L. et al. Molecular cell biology. – New York, W. H. Freeman and company, 2000. 10. Yawata Y. Cell Membrane – The Red Blood Cell as a Model. – Willey-VCH, 2003. <p>Інформаційні ресурси</p> <p>http://searchlauncher.bcm.tmc.edu/seq-util/seq-util.html http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gquery/gquery.fcgi, http://2zip.molgen.mpg.de/index.html, http://elm.eu.org/, http://au.expasy.org/, http://www.brenda-enzymes.org/, http://www.ch.embnet.org/software/TMPRED_form.html http://health-ua.com/parts/immunology/ http://meduniver.com/Medical/Book/2.html http://if.dsma.dp.ua/wiki/doku.php/імунологія</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>Процес вивчення дисципліни спрямований на формування наступних компетентностей:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу інформації в галузі біохімії, молекулярної біології і на межі предметних галузей. ✓ Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності. ✓ Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів. ✓ Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації.

- ✓ Розуміння молекулярних механізмів інтеграції метаболічних процесів, що здійснюються на рівні клітини, тканини, органу, які забезпечують гомеостаз цілого організму.
- ✓ Знання про молекулярно-клітинні та біохімічні основи функціонування різних типів клітин, тканин, органів та організму, загалом.

Після завершення цього курсу студент буде:

знати:

- головні проблеми і тенденції розвитку досліджень міжклітинного сигналювання;
- потенційні прикладні аспекти застосування досягнень досліджень в галузі міжклітинного сигналювання в біології та медицині;

уміти:

- застосовувати знання про біохімічні основи трансдукції сигналу; екстраклітинні сигнали; первинні месенджери;
- застосовувати знання про мембранні рецептори та види трансдукції сигналу через мембрану, рафти, кемпінг, ядерну рецепцію;
- застосовувати знання, отримані при вивченні трансдукції сигналу в середині клітини, міжбілкових взаємодії як основи передачі сигналу в клітині, доменів і сайтів модифікації, сайтів міжбілкової взаємодії, транслокації сигнальних молекул;
- застосовувати знання про регуляцію синтезу та деградацію месенджерів як регуляція сигналювання;
- застосовувати знання про загальну регуляція транскрипції геному.

Дисципліна «Молекулярні механізми міжклітинної комунікації» забезпечує здобуття загальних компетентностей (ЗК), фахових компетентностей (ФК) і програмних результатів навчання (ПР), передбачених освітньо-професійною програмою «Біохімія» другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 09 Біологія, спеціальності 091 «Біологія та біохімія»:

- ФК01. Здатність користуватися новітніми досягненнями біології, необхідними для професійної, дослідницької та/або інноваційної діяльності.
- ФК04. Здатність аналізувати і узагальнювати результати досліджень різних рівнів організації живого, біологічних явищ і процесів.
- ФК07. Здатність діагностувати стан біологічних систем за результатами дослідження організмів різних рівнів організації
- ФК 13. Розуміння молекулярних механізмів інтеграції метаболічних процесів, що здійснюються на рівні клітини,

	<p>тканини, органу, які забезпечують гомеостаз цілого організму.</p> <ul style="list-style-type: none"> • ФК 14. Знання про молекулярно-клітинні та біохімічні основи функціонування різних типів клітин, тканин, органів та організму, загалом. • ПР02. Використовувати бібліотеки, інформаційні бази даних, інтернет ресурси для пошуку необхідної інформації. • ПР04. Розв'язувати складні задачі в галузі біології, генерувати та оцінювати ідеї. • ПР06. 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. • ПР07. Описувати й аналізувати принципи структурно-функціональної організації, механізмів регуляції та адаптації організмів до впливу різних чинників. • ПР20. Розуміти функціональну значимість гліканів у трансдукції сигналів, транспортуванні молекул, адгезії інфекційних агентів до клітин-господаря, клітинно-клітинних взаємодіях, злочасній трансформації та метастазуванні.
Ключові слова	трансдукція сигналів, месенджери, рецептори
Формат курсу	очний
	проведення лекцій, практичних занять і консультації для кращого розуміння тем
Теми	Наведено у табл. 1
Підсумковий контроль, форма	іспит у кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з хімії, біохімії, біології
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, загальнонавчівані комп'ютерні програми і операційні системи, проектор
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: 60% семестрової оцінки; максимальна кількість балів – 30, з яких 24 бали максимально за дві доповіді та 6 балів – за участь у дискусії; • контрольні заміри (модулі): 40% семестрової оцінки; максимальна кількість балів за два модулі – 20; • відповідь на іспиті: максимальна кількість балів – 50. <p>Іспит студент отримує на підставі результатів виконання ним усіх видів робіт на практичних заняттях та контрольних замірів впродовж семестру.</p>

	<p>Академічна доброчесність. Роботи здобувачів є винятково оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Жодні форми порушення академічної доброчесності (відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання у роботу інших аспірантів 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 права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p>
<p>Питання до модульних контролів (замірів знань)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Вимоги до сигналів, що надходять до клітини. 2. Типи первинних месенджерів. 3. Первинні месенджери: гормони, цитокіни (інтерлейкіни, інтерферони, фактори некрозу пухлин, хемокіни), ростові фактори, нейротрансмітери, феромони, пурини. 4. Механізми дії на клітину-мішень первинних месенджерів 5. Типи рецепторів. 6. Ензими як рецептори для газоподібних сигнальних молекул. 7. Кислотно-основна рівновага (рН) і температура як фактори об'ємної передачі сигналу. 8. Білкові взаємодії як основа передачі сигналу в клітині. 9. Домени та сайти міжбілкової взаємодії (SH2, SH3, пролін-багаті послідовності тощо). 10. Механізм фосфорилування білків. 11. Каскади сигналювання. 12. Кінази. 13. Фосфатази. 14. Інші ковалентні модифікації білків як спосіб передачі внутрішньоклітинних сигналів. 15. Убіквітинювання/протеоліз та регульований синтез як два процеси регуляції сигналювання. 16. цАМФ утворення та участь у контролі метаболізму глікогену. 17. Родина гетеротримерни G-білків. 18. Гуанілатциклази: розчинні та мембранозв'язані гуанілатциклази. 19. Фосфодіестерази. 20. Компарменталізація нуклеотидного сигналювання. 21. Надродина GTPаз: функції мономерних G білків. 22. Метаболізм інозитол-1,4,5-трифосфату та участь інозитол фосфатів у клітинному сигналюванні.

	<p>23. Роль диацилгліцеролу в клітинному сигналюванні.</p> <p>24. Похідні ліпідів, як сигнальні молекули.</p> <p>25. Участь градієнту концентрації кальцію у передачі сигналу.</p> <p>26. Участь сфінгозин-1-фосфату в вивільненні кальцію.</p> <p>27. Циклічна ADP-рибоза та NAADP⁺ (нікотинат аденін динуклеотидфосфат).</p> <p>28. Оксид нітрогену, як сигнальна молекула.</p> <p>29. Редокс сигналювання та молекулярні механізми передачі сигналу за участю гідроген пероксиду.</p> <p>30. Участь монооксиду карбону в передачі внутрішньоклітинних сигналів.</p> <p>31. Рецепція та трансдукція фізичних та деяких хімічних сигналів: світлових, нюхових, теплових, радіаційних, магнітних, електромагнітних, гравітаційних, тиск, фізичне коливання середовища, осмос, тургор, парціальний тиск газів тощо.</p> <p>32. Рецепція хвиль, полів тощо.</p> <p>33. Транскрипційні фактори.</p> <p>34. Трансформуючий фактор росту β.</p> <p>35. Передача сигналу за участю Notch-рецепторів.</p> <p>36. Wnt-сигналювання.</p> <p>37. Передача внутрішньоклітинного сигналу за участі Toll-подібного рецептора</p> <p>38. Порушення трансдукції сигналу, як молекулярний механізм розвитку патологій (онкології, дисфункції імунної системи, дисфункції статевої системи), старіння організму людини.</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Таблиця 1

Схема курсу «Молекулярні механізми міжклітинної комунікації»

Тиж день	Тема занять (перелік питань)	Форма діяльності та обсяг годин	Термін виконання
1.	Вступ. Молекулярні основи міжклітинної комунікації.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 6 год	1 тиждень
2.	Тема 1. Екстраклітинні сигнали, первинні месенджери.	Лекції – 6 год, самостійна робота – 6 год	3 тижні
3.	Тема 2. Роль міжклітинного сигналювання в розвитку організму.	Практичні заняття – 4 год, самостійна робота – 8 год	
4.	Тема 3. Рецептори сигнальних молекул.	Лекції – 6 год, самостійна робота – 6 год	3 тижні
5.	Тема 4. Рецепція/трансдукція фізичних сигналів.	Практичні заняття – 4 год, самостійна робота – 8 год	
6.	Тема 5. Фосфорилування білків (англ. мовою).	Лекції – 4 год, практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год	2 тижні

7.	Тема 6. Участь циклічних нуклеотидів у трансдукції сигналу всередині клітини.	Лекції – 4 год, практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год	2 тижні
8.	Тема 7. Метаболізм інозитолфосфатів.	Лекції – 2 год, самостійна робота – 6 год	1 тиждень
9.	Тема 9. Активні форми кисню та нітрогену та редокс сигналювання.	Лекції – 2 год, практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 6 год	1 тиждень
10.	Тема 8. Роль кальцію у сигналюванні.	Лекції – 4 год, самостійна робота – 6 год	2 тижні
11.	Тема 10. Роль порушення трансдукції сигналу у розвитку захворювань.	Лекції – 2 год, практичні заняття – 2 год, самостійна робота – 8 год	1 тиждень

Автор



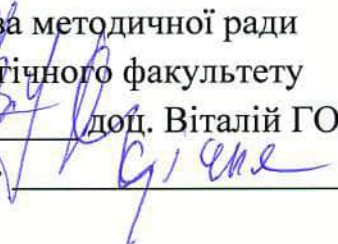
Марія САБАДАШКА

«ПОГОДЖЕНО»


Голова методичної ради

біологічного факультету

доц. Віталій ГОНЧАРЕНКО

«03»  2023 р.

Гарант ОПП «Біохімія»

 проф. Наталія СИБІРНА

«02»  2023 р.