



**Інститут біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України**  
**Силабус навчальної дисципліни**  
**«Біохімічні засади функціонування живих систем»**

<b>Спеціальність</b>	091 Біологія та біохімія
<b>Освітня програма</b>	091 «Біологія та біохімія»
<b>Освітній рівень</b>	Доктор філософії / PhD
<b>Статус дисципліни</b>	Дисципліна вибору Інституту (ДВІ.01)
<b>Мова викладання</b>	українська
<b>Курс/ семестр</b>	1 курс / I семестр
<b>Кількість кредитів ЄКТС</b>	2 (60 годин)
<b>Розподіл за видами занять за годинами навчання</b>	Лекції – 30 год.
	Самостійна робота – 28 год
	Консультації- 2 год
<b>Форма підсумкового контролю</b>	Іспит
<b>Відповідальні відділи</b>	Відділ біохімії вітамінів і коензимів, IV корпус, 212 кабінет, +3(044) 234-71-78, <a href="https://biochemistry.org.ua/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=5493&amp;Itemid=304&amp;lang=uk">https://biochemistry.org.ua/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=5493&amp;Itemid=304&amp;lang=uk</a>
<b>Викладачі</b>	<b>Великий Микола Миколайович</b> – завідувач відділу біохімії вітамінів і коензимів Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України, доктор біологічних наук, професор;
<b>Контактна інформація викладачів</b>	Великий Микола Миколайович – <a href="mailto:veliky@biochem.kiev.ua">veliky@biochem.kiev.ua</a> Борисава Тетяна Олександрівна – <a href="mailto:tborisov@biochem.kiev.ua">tborisov@biochem.kiev.ua</a> Косякова Галина Василівна – <a href="mailto:kosiakova@hotmail.com">kosiakova@hotmail.com</a>
<b>Дні занять</b>	Згідно діючого розкладу занять <a href="https://drive.google.com/drive/u/1/my-drive">https://drive.google.com/drive/u/1/my-drive</a>
<b>Передумови вивчення дисципліни</b>	Передумовами вивчення дисципліни «Біохімічні засади функціонування живих систем» є опанування аспірантами курсів «Біологічна та біоорганічна хімія», «Молекулярна біологія», «Біотехнологія».
<b>Мета</b> навчальної дисципліни полягає у формуванні системного розуміння молекулярних принципів функціонування живих організмів на основі комплексності у володінні інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку світової біохімічної науки, а також вмінь залучати засвоєні навички до вирішення актуальних проблем фундаментальної і прикладної біохімії, нейрохімії, біомедицини та біотехнології.	

### Зміст навчальної дисципліни

**Змістовий модуль 1.** Структурно-функціональні принципи інтеграції та регулювання клітинного метаболізму.

**Тема 1.** Основні принципи регулювання біокаталізу та інтегрованості метаболічних процесів в клітині.

**Тема 2.** Оборотні посттрансляційні ковалентні модифікації у регулюванні індивідуальних ензимів та мультиензимних комплексів.

**Тема 3.** Тунелювання (ченелінг) метаболітів у мультиензимних комплексах та асоціатах ензимів – метаболонах, як спосіб підвищення ефективності біокаталізу та регулювання.

**Тема 4.** Компартменталізація та мікро-компартменталізація ензимів і метаболічних процесів у клітині.

**Змістовий модуль 2.** Фундаментальні біохімічні механізми функціонування нервової системи та ліпідного сигналювання.

**Тема 5.** Біохімія нервової системи. Сучасний стан і тенденції розвитку світової і вітчизняної науки - біохімії нервової системи та закономірності перебігу основних біохімічних процесів у нервовій системі.

**Тема 6.** Сучасні нанонейротехнології. Принципи та заходи нейропротекції, що уповільнюють розвиток патологічних станів нервової системи.

**Тема 7.** Біологічно-активні ліпіди, участь ліпідів у клітинному сигналюванні.

**Тема 8.** N-ацилетаноламіни – клас мінорних ліпідів з адаптогенними властивостями.

#### Програмні результати навчання

РН01. Мати концептуальні та методологічні знання з біології і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати аналізу джерел літератури, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, експерименту) і математичного та/або комп'ютерного моделювання.

РН05. Знати праці провідних зарубіжних вчених, наукові школи та фундаментальні праці у галузі дослідження, формулювати мету власного наукового дослідження.

РН09. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з біології та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасного інструментарію, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті всього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

РН12. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати важливі теоретичні та практичні проблеми біології з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.

### Система оцінювання

Оцінювання знань аспірантів здійснюється за накопичувальною 100-бальною шкалою. Контрольні заходи: поточний контроль, що здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних занять, а також самостійної роботи й оцінюється сумою набраних балів (максимальна сума – 60 балів; мінімальна сума – 40 балів). підсумковий контроль у формі іспиту (максимальна кількість балів - 40 балів; мінімальна - 20 балів). Більш детальна інформація щодо оцінювання наведена в таблиці розподілу балів.

Поточне тестування та самостійна робота				Підсумковий тест (екзамен)				Сума	
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2				40	100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8		
5	5	10	10	5	5	10	10		

### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>	задовільно	
64-73	<b>D</b>		
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

<b>Навчально-методичне забезпечення</b>	<b>Рекомендована література</b>
	Змістовий модуль 1: Структурно-функціональні принципи інтеграції та регулювання клітинного метаболізму.
	<b>Базова</b>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Ye J, Medzhitov R. Control strategies in systemic metabolism. Nat Metab. 2019 Oct;1(10):947-957. doi: 10.1038/s42255-019-0118-8. Epub 2019 Oct 7. PMID: 32694839 Review.</li> <li>Straube R. Analysis of network motifs in cellular regulation: Structural similarities, input-output relations and signal integration. Biosystems. 2017 Dec;162:215-232. doi: 10.1016/j.biosystems.2017.10.012. Epub 2017 Oct 28. PMID: 29107640 Review.</li> <li>Xiao W, Wang RS, Handy DE, Loscalzo J. NAD(H) and NADP(H) Redox Couples and Cellular Energy Metabolism. Antioxid Redox Signal. 2018</li> </ol>

- Jan 20;28(3):251-272. doi: 10.1089/ars.2017.7216. Epub 2017 Jul 28. PMID: 28648096. Review.
4. Fürtauer L, Nägele T. Approximating the stabilization of cellular metabolism by compartmentalization. *Theory Biosci.* 2016 Jun;135(1-2):73-87. doi: 10.1007/s12064-016-0225-y. Epub 2016 Apr 5. PMID: 27048513.
  5. Kessler AC, Silveira d'Almeida G, Alfonzo JD. The role of intracellular compartmentalization on tRNA processing and modification. *RNA Biol.* 2018;15(4-5):554-566. doi: 10.1080/15476286.2017.1371402. Epub 2017 Sep 26. PMID: 28850002 Free PMC article. Review.
  6. Lewis CA, Parker SJ, Fiske BP, McCloskey D, Gui DY, Green CR, Vokes NI, Feist AM, Vander Heiden MG, Metallo CM. Tracing compartmentalized NADPH metabolism in the cytosol and mitochondria of mammalian cells. *Mol Cell.* 2014 Jul 17;55(2):253-63. doi: 10.1016/j.molcel.2014.05.008. Epub 2014 May 29. PMID: 24882210.
  7. Zhang Y, Fernie AR. Stable and Temporary Enzyme Complexes and Metabolons Involved in Energy and Redox Metabolism. *Antioxid Redox Signal.* – 2020. doi: 10.1089/ars.2019.7981. Online ahead of print. PMID: 32368925.
  8. Sweetlove LJ, Fernie AR. The role of dynamic enzyme assemblies and substrate channelling in metabolic regulation. *Nat Commun.* 2018 May 30;9(1):2136. doi: 10.1038/s41467-018-04543-8. PMID: 29849027. Review.
  9. Svedružić ŽM, Odorčić I, Chang CH, Svedružić D. Substrate Channeling via a Transient Protein-Protein Complex: The case of D-Glyceraldehyde-3-Phosphate Dehydrogenase and L-Lactate Dehydrogenase. *Sci Rep.* 2020 Jun 26;10(1):10404. doi: 10.1038/s41598-020-67079-2. PMID: 32591631.
  10. Wang N, McCammon JA. Substrate channeling between the human dihydrofolate reductase and thymidylate synthase. *Protein Sci.* 2016 Jan;25(1):79-86. doi: 10.1002/pro.2720. Epub 2015 Jun 29. PMID: 26096018.
  11. Fleming JR, Schupfner M, Busch F, Baslé A, Ehrmann A, Sterner R, Mayans O. Evolutionary Morphing of Tryptophan Synthase: Functional Mechanisms for the Enzymatic Channeling of Indole. *J Mol Biol.* 2018 Dec 7;430(24):5066-5079. doi: 10.1016/j.jmb.2018.10.013. Epub 2018 Oct 25. PMID: 30367843.
  12. Figlia G, Willnow P, Teleman AA. Metabolites Regulate Cell Signaling and Growth via Covalent Modification of Proteins. *Dev Cell.* 2020 Jul 20;54(2):156-170. doi: 10.1016/j.devcel.2020.06.036. PMID: 32693055 Review.
  13. Czuba LC, Hillgren KM, Swaan PW. Post-translational modifications of transporters. *Pharmacol Ther.* 2018 Dec;192:88-99. doi: 10.1016/j.pharmthera.2018.06.013. Epub 2018 Jun 30. PMID: 29966598 Free PMC article. Review.
  14. Humphrey SJ, James DE, Mann M. Protein Phosphorylation: A Major Switch Mechanism for Metabolic Regulation. *Trends Endocrinol Metab.* 2015 Dec;26(12):676-687. doi: 10.1016/j.tem.2015.09.013. Epub 2015 Oct 20. PMID: 26498855 Review.
  15. Chen Z, Zhang Y. Role of Mammalian DNA Methyltransferases in Development. *Annu Rev Biochem.* 2020 Jun 20;89:135-158. doi:

- 10.1146/annurev-biochem-103019-102815. Epub 2019 Dec 9. PMID: 31815535
16. Cohen MS, Chang P. Insights into the biogenesis, function, and regulation of ADP-ribosylation. *Nat Chem Biol.* 2018 Feb 14;14(3):236-243. doi: 10.1038/nchembio.2568. PMID: 29443986 Free PMC article. Review.
17. Kim DS, Challa S, Jones A, Kraus WL. PARPs and ADP-ribosylation in RNA biology: from RNA expression and processing to protein translation and proteostasis. *Genes Dev.* 2020 Mar 1;34(5-6):302-320. doi: 10.1101/gad.334433.119. Epub 2020 Feb 6. PMID: 32029452 Free PMC article. Review.
18. Pohl C, Dikic I. Cellular quality control by the ubiquitin-proteasome system and autophagy. *Science.* 2019 Nov 15;366(6467):818-822. doi: 10.1126/science.aax3769. Epub 2019 Nov 14. PMID: 31727826 Review.
19. Leestemaker Y, Ovaa H. Tools to investigate the ubiquitin proteasome system. *Drug Discov Today Technol.* 2017 Dec;26:25-31. doi: 10.1016/j.ddtec.2017.11.006. Epub 2017 Nov 26. PMID: 29249239 Free article. Review.

#### **Допоміжна**

1. Chen AH, Silver PA. Designing biological compartmentalization. *Trends Cell Biol.* 2012 Dec;22(12):662-70. doi: 10.1016/j.tcb.2012.07.002. Epub 2012 Jul 27. PMID: 22841504 Review.
2. Ovádi J, Saks V. On the origin of intracellular compartmentation and organized metabolic systems. *Mol Cell Biochem.* 2004 Jan-Feb;256-257(1-2):5-12. doi: 10.1023/b:mcbi.0000009855.14648.2c. PMID: 14977166 Review.
3. Huang YM, Huber GA, Wang N, Minter SD, McCammon JA. Brownian dynamic study of an enzyme metabolon in the TCA cycle: Substrate kinetics and channeling. *Protein Sci.* 2018 Feb;27(2):463-471. doi: 10.1002/pro.3338. Epub 2017 Nov 21. PMID: 29094409.
4. Wu F, Minter S. Krebs cycle metabolon: structural evidence of substrate channeling revealed by cross-linking and mass spectrometry. *Angew Chem Int Ed Engl.* 2015 Feb 2;54(6):1851-4. doi: 10.1002/anie.201409336. Epub 2014 Dec 23. PMID: 25537779.
5. Dunn M.F. Allosteric regulation of substrate channeling and catalysis in the tryptophan synthase holoenzyme complex // *Archives of Biochemistry and Biophysics.* – 2012. – V. 519, № 2. – P. 154–166. Review.
6. Hopp AK, Grüter P, Hottiger MO. Regulation of Glucose Metabolism by NAD(+) and ADP-Ribosylation. *Cells.* 2019 Aug 13;8(8):890. doi: 10.3390/cells8080890. PMID: 31412683 Free PMC article. Review.
7. Munnur D, Bartlett E, Mikolčević P, Kirby IT, Rack JGM, Mikoč A, Cohen MS, Ahel I. Reversible ADP-ribosylation of RNA. *Nucleic Acids Res.* 2019 Jun 20;47(11):5658-5669. doi: 10.1093/nar/gkz305. PMID: 31216043 Free PMC article.
8. Liu C, Fang Y. New insights of poly(ADP-ribosylation) in neurodegenerative diseases: A focus on protein phase separation and pathologic aggregation. *Biochem Pharmacol.* 2019 Sep;167:58-63. doi: 10.1016/j.bcp.2019.04.028. Epub 2019 Apr 26. PMID: 31034795 Review
9. Дрель В.Р., Шиманський І.О., Сибірна Н.О., Великий М.М. Роль

NAD(+) and ADP-Ribosylation. Cells. 2019 Aug 13;8(8):890. doi: 10.3390/cells8080890. PMID: 31412683 Free PMC article. Review.

7. Munnur D, Bartlett E, Mikolčević P, Kirby IT, Rack JGM, Mikoč A, Cohen MS, Ahel I. Reversible ADP-ribosylation of RNA. Nucleic Acids Res. 2019 Jun 20;47(11):5658-5669. doi: 10.1093/nar/gkz305. PMID: 31216043 Free PMC article.

8. Liu C, Fang Y. New insights of poly(ADP-ribosylation) in neurodegenerative diseases: A focus on protein phase separation and pathologic aggregation. Biochem Pharmacol. 2019 Sep;167:58-63. doi: 10.1016/j.bcp.2019.04.028. Epub 2019 Apr 26. PMID: 31034795 Review

9. Дрель В.Р., Шиманський І.О., Сибірна Н.О., Великий М.М. Роль ензимів родини PARP та процесу полі-ADP-рибозилування протеїнів у регулюванні клітинних функцій // Укр. біохім. журнал. – 2011. – Т. 83, № 6. – С. 5-34.

10. Gaczynska M, Osmulski PA. Targeting Protein-Protein Interactions in the Ubiquitin-Proteasome Pathway. Adv Protein Chem Struct Biol. 2018;110:123-165. doi: 10.1016/bs.apcsb.2017.09.001. Epub 2017 Oct 18. PMID: 29412995 Review.

11. Sommer T, Wolf DH. The ubiquitin-proteasome-system. Biochim Biophys Acta. 2014 Jan;1843(1):1. doi: 10.1016/j.bbamcr.2013.09.009. Epub 2013 Sep 19. PMID: 24055503 No abstract available.

12. Wilson VG. Introduction to Sumoylation. Adv Exp Med Biol. 2017;963:1-12. doi: 10.1007/978-3-319-50044-7\_1. PMID: 28197903 Review.

#### Інформаційні ресурси

1. [https://vufind.carli.illinois.edu/vf-uic/Record/uic\\_2083101/TOC](https://vufind.carli.illinois.edu/vf-uic/Record/uic_2083101/TOC)

2.

[https://www.hse.ru/data/2013/10/09/1280379806/Fundamental%20Neuroscience%20\(3rd%20edition\)%202008.pdf](https://www.hse.ru/data/2013/10/09/1280379806/Fundamental%20Neuroscience%20(3rd%20edition)%202008.pdf)

3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19526857>

4. <https://www.sciencedaily.com/releases/2018/09/180920101101.htm>

5. <https://uk.dralexjimenez.com>

*Розгорнуту інформацію щодо компетентностей, результатів навчання, методів навчання, форм оцінювання, самостійної роботи наведено у Робочій програмі навчальної дисципліни : <https://drive.google.com/drive/u/1/my-drive>*

Силабус затверджено на засіданні Вченої ради Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна НАН України

Протокол № 7 від 11 . 07 .2023 року

Гарант освітньо-наукової програми  
академік НАН України,  
д.б.н., професор



С.В. Комісаренко