НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТУ БОТАНІКИ ІМ. М.Г. ХОЛОДНОГО

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою Інституту ботаніки
ім. М.Г. Холодного НАН України,
13 травня 2025 р., протокол № 5

Голова вченої ради, чл.-кор. НАН України

Сергій МОСЯКІН

ПРОГРАМА

вступних іспитів до аспірантури
Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України
для підготовки докторів філософії (PhD)
на третьому (освітньо-науковому рівні)
за спеціальністю **Е1 Біологія та біохімія**
(напрям підготовки – **біохімія**)

Київ 2025

1. Місце біохімії у системі біологічного знання

1.1. Історія становлення та розвитку біохімії рослин; внесок вітчизняних учених.

1.2. Роль мультиоміки (геноміка, транскриптоміка, протеоміка, метаболоміка) у сучасних дослідженнях біохімії рослин.

1.3. Структурна та функціональна організація рослинної клітини:

- Клітинна стінка, плазмалема, цитоплазма та ядро.
- Органели: ядро, ядерце, хлоропласти, амілопласти, мітохондрії, вакуолі, ендоплазматичний ретикулум, карбоксисоми, газові вакуолі.
- Субклітинні структури: їх будова й функція в життєдіяльності клітини.

2. Молекулярні компоненти рослинної клітини та їх функціональна роль

2.1. Неорганічні компоненти

- Макро- та мікроелементи, їх роль у біополімеризації, метаболізмі та передачі сигналів.
- Вода: фізико-хімічні властивості, роль у підтримці структур і реакційних середовищ.

2.2. Білки та ферменти

- **Амінокислоти:** будова, класифікація, фізико-хімічні властивості; оліго- та поліпептиди.
- Структурні рівні білків; фактори стабілізації та динамічність конформації.
- **Методи виділення й очищення**: хроматографія, електрофорез, імунні методи.
- **Ферментативний каталіз**: номенклатура, механізми дії, кінетика, каталітичні центри.
- **Регуляція активності:** алостерія, коферменти (вітаміни), мультиферментні комплекси, генетична регуляція.
- **Сучасні підходи**: редагування генома (CRISPR/Cas9) в дослідженнях біосинтезу вторинних метаболітів.

2.3. Вуглеводи

- **Класифікація**: моносахариди (альдози, кетози), олігосахариди, полісахариди (крохмаль, інулін, цитоскелетні полісахариди).

2.4. Ліпіди

- **Класифікація**: нейтральні жири, фосфоліпіди, сфінголіпіди, гліколіпіди, стероїди, рослинні воски.
- Моделі мембран, гіпотеза елементарної мембрани, ліпідна міцелярна організація.

2.5. Нуклеїнові кислоти

- Мононуклеотиди, нуклеозиди, полімеризація вуглецевого каркасу.
- Структура ДНК/РНК, модель подвійної спіралі, гібридизаційні методи, гомологія послідовностей.

2.6. Пігменти та вторинні метаболіти

- **Хлорофіли та каротиноїди**: біосинтез, спектральні властивості, локалізація.
- **Фенольні сполуки, алкалоїди, терпени, фітогормони**: класифікація, біосинтез, екологічна, фізіологічна роль.

3. Метаболічні шляхи і обмін енергії

3.1. Катаболічні шляхи

- **Гліколіз**: локалізація, основні етапи, ключові ферменти, енергетичний баланс.
- **Пентозофосфатний шлях**: оксидативна і неиоксидативна гілки, взаємозв'язок з гліколізом, роль у забезпеченні редукувальної потужності для біосинтетичних процесів.
- **Цикл трикарбонових кислот (ЦТК):** локалізація; ключові ферменти, генерація NADH, $FADH_2$ і GTP (АТФ), забезпечення проміжних метаболітів для анаболічних шляхів.
- **β-окиснення жирних кислот:** локалізація, етапи, утворення ацетил-CoA, NADH, $FADH_2$.

- **Окисне фосфорилювання:** дихальний ланцюг, хеміосмотична теорія, кінцева акцепторна роль O_2.
- **Бродіння та альтернативні шляхи:** спиртове бродіння, молочнокисле бродіння.

3.2 Анаболічні шляхи

- **Біосинтез ліпідів:** жирнокислотний синтез, гліцероліпіди й мембранні ліпіди, регуляція синтезу ліпідів
- **Біосинтез вуглеводів**: глюконеогенез, синтез крохмалю, синтез сахарози, полісахариди клітинної стінки
- **Амінокислотний і азотний обмін:** фіксація азоту, нітратна асиміляція, біосинтез амінокислот (родина глутаміновмісних амінокислот, родина аспартатних, ароматичні амінокислоти, регуляція: зворотне інгібування ключових синтаз).
- **Біосинтез вторинних метаболітів:** шлях фенілпропаноїдів, терпеноїдні шляхи, алкалоїди.

3.3. Фотосинтез

- Реакційні центри і перша стадія фотосинтезу.
- Ланцюги переносу електронів в хлоропластах.
- Генерація трансмембранного електрохімічного потенціалу іонів водню.
- Фотохімічні реакції, в які вступають каротиноїди. Віолаксантиновий цикл.
- Регуляція фотосинтезу, квантовий вихід фотосинтезу.
- Фітохроми.
- Циклічне, нециклічне та псевдоциклічне фотофосфорилювання. Реакція Мелера.
- Фотосинтетичний контроль. H^+-АТРаза хлоропластів.
- Відновлення НАДФ$^+$.
- Цикл Кальвіна. Синтез сахарози.
- C_3- і C_4-фотосинтез. САМ-метаболізм.
- Фотодихання. Гліколатний шлях у C_3- і C_4-рослин. Можлива роль фотодихання.

3.4. Регуляція метаболічних потоків

- Алостерія, енергетичний статус (АТФ/АДФ/АМФ), внутрішньоклітинна транспортна організація.

3.5. Закони біоенергетики:

- Вільна енергія реакцій, окисно-відновні потенціали, роль АТФ.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біохімія рослин : навч. посіб. / М. С. Кобилецька, О. І. Терек ; Львів. нац. ун-т ім. Івана Франка. Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2017. 269 с. : рис., табл.
2. Основи біохімії за Ленінджером : [навч. посіб.] Дейвід Л. Нельсон, проф. біохімії, Майкл М. Кокс, проф. біохімії ; [пер. з англ.: О. Матишевська та ін.]. Львів : БаК, 2015. 1256 с. : іл.
3. Остапченко Л.І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю. Д. та ін. Біохімія. – К.: ВПЦ «Київ. ун-т», 2012, 796 с.
4. Бабенюк Ю.Д., Беньковська Л.К. Словник біохімічних термінів. - Київ: Фітосоціоцентр, 2003. – 30 с.

5. Сибірна Н. О., Климишин Н. І., Чайка Я. П., Старикович Л. С., Клевета Г. Я., Дудок К. П. Механізми біохімічних реакцій. – Львів: Вид-во ЛНУ ім. І.Франка, 2009. – 315 с.
6. Heldt, H.-W., & Piechulla, B. (2005). Plant Biochemistry (3rd ed.). Academic Press. [PDF] https://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/Plant-Biochemistry-by-Heldt--2005-.pdf
7. Weckwerth, W., & Kahl, G. (2012). The Handbook of Plant Metabolomics: Metabolite Profiling and Networking. Wiley-VCH. [PDF] https://download.e-bookshelf.de/download/0000/8123/32/L-G-0000812332-0002366620.pdf
8. Buchanan, B. B., Gruissem, W., & Jones, R. L. (2000). Biochemistry & Molecular Biology of Plants (1st ed.). American Society of Plant Physiologists. [PDF] https://archive.org/details/biochemistrymole00buch

Додаткова література

9. Бабенюк Ю.Д., Остапченко Л.І., Скопенко О.В. Біохімія: терміни і номенклатура ферментів: Навчальний посібник. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2005. – 356 с.
10. Остапченко Л.І., Скопенко О.В. Біохімія в схемах і таблицях: Навчальний посібник. – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2004 .– 128 с.
11. Miesfeld R. L. Biochemistry (First Edition). – W. W. Norton & Company. – 2017. – 1344 p.
12. Ronner P. Netter's Essential Biochemistry (Netter Basic Science) 1st Edition Elsevier. – 2017. –496 p
13. Zhao, Y.; Wu, Y.; Wang, M. Bioactive Substances of Plant Origin. In Handbook of Food Chemistry; Cheung, P.C.K., Mehta, B.M., Eds.; Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, 2015; pp. 967–1008 ISBN 978-3-642-36604-8. (https://www.researchgate.net/publication/278700004_Bioactive_Substances_of_Plant_Origin)
14. Золотарьова О. К., Шнюкова Є. І., Сиваш О. О., Михайленко, Н. Ф. Перспективи використання мікроводоростей у біотехнології Київ: Альтерпрес, 2008.
15. Laware, S., Jaiswal, A., Behera, M., & Kumar, S. (2024). Plants & Secondary Metabolites, Volume I. Zenodo. https://doi.org/10.5281/zenodo.13742393
16. Wink, M. (Ed.). (2010). Biochemistry of Plant Secondary Metabolism (2nd ed., Annual Plant Reviews, Vol. 40). Wiley-Blackwell. [PDF] https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Martins-18/post/Does-anyone-have-experience-with-Identification-and-quantification-of-secondary-metabolites/attachment/59d627e4c49f478072e9b7d8/AS%3A272427328704512%401441963144575/download/Biochemistry%2Bof%2BPlant%2BSecondary%2BMetabolism.pdf
17. Jones, A., Smith, B., & Patel, R. (2019). Proteomics: a powerful tool to study plant responses to biotic stress. Applications in Plant Sciences, 7(1):e01350. [PDF] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6859632/pdf/apps-7-1900135.pdf
18. Park, S., Lee, J., & Kim, H. (2023). Approach strategies and application of metabolomics to crop plants: protocols and MS analysis. Frontiers in Plant Science, 14:1192235. [PDF] https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2023.1192235/pdf

19. Lei, Z., Jander, G., & Fiehn, O. (2022). Mining plant metabolomes: Methods, applications, and perspectives. Metabolites, 12(2):240. [PDF] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8554038/pdf/metabo-12-00240.pdf
20. Wang, L., Li, X., & Zhang, X. (2022). Recent advances in proteomics and metabolomics in plants. Molecular Horticulture, 2(1):38. [PDF] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10514990/pdf/s43897-022-00038-9.pdf
21. Li, J., & Zhang, H. (2023). Opportunities and challenges in the application of single-cell and spatial transcriptomics in plants. Frontiers in Plant Science, 14:1185377. [PDF] https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2023.1185377/pdf
22. Chen, M., Huang, Y., & Gao, Y. (2020). Systematic Multi-Omics Integration Approach in Plant Systems Biology. Frontiers in Plant Science, 11:944. [PDF] https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2020.00944/pdf
23. Alberts B., A. Johnson, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, P. Walter. Molecular biology of the Cell, 5th edition. – Garland Science, 2008.