

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ  
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ім. М.І. ПИРОГОВА

---

«Затверджено»  
на методичній нараді  
кафедри біологічної та загальної хімії  
Завідувач кафедрою

 проф. ЗВО Наталія ЗАІЧКО  
« 05 » травня 2023 р.

**БІОХІМІЯ**

(назва навчальної дисципліни)

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

навчальної дисципліни  
з підготовки доктора філософії  
на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти

галузі знань **09 Біологія**

(шифр і назва галузі знань)

спеціальності **091 Біологія та біохімія,**

мова навчання **українська, англійська**

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова

РОЗРОБНИКИ:

д.мед.н., професор закладу вищої освіти Наталія ЗАІЧКО

д.мед.н., професор закладу вищої освіти Андрій МЕЛЬНИК

Обговорено на засіданні кафедри біологічної та загальної хімії Вінницького національного медичного університету ім. М.І.Пирогова та рекомендовано до затвердження на центральній методичній раді / науковій комісії « 05 » травня 2022 року, протокол № 14

Схвалено на центральній методичній раді /науковій комісії та рекомендовано до затвердження вченою радою « 10 » травня 2023 р, протокол № 5

**Змістовий модуль 1. Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул.**

***Тема 1. Предмет і задачі біохімії. Методи біохімічних досліджень. Основні класи біомолекул. Клітинні структури.***

Предмет, задачі, основні етапи та сучасні напрямки розвитку біохімії. Мета і принципи проведення біохімічних досліджень. Хімічний склад живих організмів. Загальна характеристика основних класів біомолекул (білків, ліпідів, вуглеводів, нуклеїнових кислот, гормонів, вітамінів, метаболітів) як складових компонентів живої матерії. Принципи будови прокаріотичних та еукаріотичних клітин. Поняття про біологічні мембрани та види мембранного транспорту (пасивний, активний, ендо- та екзоцитоз). Будуть зроблені акценти на новітній інформації щодо молекулярної організації клітинних живих організмів (низькомолекулярні структурні одиниці, макромолекули та біополімери, надмолекулярні ансамблі, субклітинні та клітинні структури, компартменталізація).

Знати: структуру біоорганічних сполук та функції, які вони виконують в живих організмах; реакційну здатність основних класів біомолекул, що забезпечує їх функціональні властивості та метаболічні перетворення в організмі; структуру біоорганічних сполук та функції, які вони виконують в живих організмах.

Вміти: аналізувати відповідність структури біоорганічних сполук фізіологічним функціям, які вони виконують в живих організмах; аналізувати відповідність структури біоорганічних сполук фізіологічним функціям, які вони виконують в живих організмах; трактувати завдання основних розділів біохімії (статичної, динамічної, функціональної, медичної та клінічної біохімії).

**Література:**

1. Скларов О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скларов, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31<sup>st</sup> edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>

13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. *Nat Struct Mol Biol* 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), *Diagnosis*, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### ***Тема 2. Білки та їх біологічні функції.***

Білки як об'єкт дослідження хімії, біохімії, біоорганічної хімії і молекулярної біології. Загальна характеристика білків, вміст білків в органах і тканинах. Амінокислоти - структурні елементи білків. Класифікація амінокислот, їх будова. Кислотно-основні, стереохімічні, оптичні властивості амінокислот. Структурна організація білків. Хімічні зв'язки в білковій молекулі. Первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білка. Домени. Полідоменна організація як альтернатива четвертинної структури білків. Будуть зроблені акценти на принципах та методах визначення первинної структури білків, фізико-хімічні властивостях та методах виділення білків (амфотерність, колоїдо-осмотичні властивості, фактори, що впливають на розчинність білків, коагуляція білків та методи їх осадження. Денатурація білків). Класифікація та функції білків. Прості білки (альбуміни і глобуліни, протаміни і пістони, проламіни та глутеліни, склеропротеїни). Складні білки (хромопротеїни, фосфопротеїни, ліпопротеїни, глікопротеїни та протеоглікани, нуклеопротеїни).

Знати: структуру біоорганічних сполук та функції, які вони виконують в живих організмах; реакційну здатність основних класів біомолекул, що забезпечує їх функціональні властивості та метаболічні перетворення в організмі; біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем.

Вміти: пояснювати біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем живих організмів; інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини; володіти базовими методами роботи з біологічним матеріалом, отримувати клітинні та субклітинні фракції тканин, виконувати базові біохімічні дослідження, які застосовуються в лабораторній діагностиці.

## Література:

1. Скларов О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скларов, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31<sup>st</sup> edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### **Тема 3. Ферменти: номенклатура та класифікація, хімічна природа, будова та механізм дії.**

Поняття про ферменти, субстрати, продукти реакції. Біологічне значення ферментів. Номенклатура та класифікація ферментів. Характеристика окремих класів ферментів (оксидоредуктаз, трансфераз, гідролаз, ліаз, ізомераз, лігаз). Хімічна природа ферментів. Молекулярна маса ферментів, амінокислотний склад, рівні структурної організації ферментів. Будова ферментів (простих і складних). Активний центр ферментів (будова, структурні ділянки та їх функції, роль окремих функціональних груп в активних центрах ферментів). Аlostеричні центри: визначення, будова, просторове розташування та функції. Поняття про аlostеричний ефект та регуляторні ферменти. Поглиблено буде вивчено механізм дії ферментів: стадії ферментативного каталізу, молекулярні механізми дії ферментів (ефект орієнтації реагентів, ефект деформації субстрату, ефект кислотно-основного каталізу, ефект ковалентного каталізу).

Знати: біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем; функціонування ферментативних процесів, що відбуваються в мембранах і органелах для інтеграції обміну речовин в клітинах; особливості діагностики фізіологічного стану організму та розвитку патологічних процесів на основі біохімічних досліджень.

Вміти: аналізувати перебіг ферментативних процесів, що відбуваються в мембранах і органелах для інтеграції обміну речовин в індивідуальних клітинах; пояснити основи ферментативного каталізу, найновітніші погляди на хімічну природу, властивості та механізм дії ферментів; аналізувати результати біохімічних досліджень та порушення біохімічних та ферментативних показників в умовах патології, що застосовуються для діагностики найпоширеніших хвороб людини.

#### **Література:**

- 1.Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
- 2.Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
- 3.Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
- 4.Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
- 5.Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
- 6.Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
- 7.Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
- 8.Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
- 9.Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
- 10.Harper's Illustrated Biochemistry 31<sup>st</sup> edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
- 11.Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
- 12.Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>



13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. *Nat Struct Mol Biol* 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), *Diagnosis*, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: <http://biochem.vsmu.edu.ua/>
2. бібліотека: <http://library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 4. Властивості ферментів. Кінетика та енергетика ферментативних реакцій. Принципи визначення та одиниці активності ферментів.***

Властивості ферментів як біокаталізаторів: специфічність дії, її види; термолабільність (температурний оптимум), залежність активності від рН середовища (рН-оптимум). Основні положення ферментативної кінетики. Фактори, що впливають на швидкість ферментативних реакцій. Поглиблене вивчення кінетики ферментативних реакцій: залежність швидкості ферментативних реакцій від концентрації субстрату, ферменту, значення константи Міхаеліса-Ментен ( $K_m$ ). Будуть зроблені акценти на графічних методах визначення константи Міхаеліса, швидкості реакції та інших кінетичних параметрів. Енергетика ферментативних реакцій (енергетичний бар'єр та енергія активації). Принципи визначення та одиниці активності ферментів.

Знати: відмінності ферментів від небіологічних каталізаторів; властивості ферментів як біокаталізаторів, умови їх дії; особливості кінетики та енергетики ферментативних реакцій; принципи та одиниці визначення ферментаивної активності.

Вміти: аналізувати перебіг ферментативних процесів, що відбуваються в мембранах і органелах для інтеграції обміну речовин в індивідуальних клітинах; пояснити основи ферментативного каталізу, найновітніші погляди на хімічну природу, властивості та механізм дії ферментів; інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини.

#### **Література:**

1. Складов О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Складов, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.

4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
5. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31<sup>st</sup> edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porriñi, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 5. Регуляція ферментативної активності. Активатори та інгібітори ферментів, їх біомедичне значення. Медична ензимологія.***

Активатори ферментів: представники, механізм дії. Будуть зроблені акценти на основних типах активації ферментів (асоціативна, каталітична, двопараметрично неузгоджена та узгоджена активація, псевдоактивація). Типи інгібування ферментативних реакцій (конкурентне, безконкурентне, неконкурентне, субстратне, алостеричне). Інгібітори ферментів: представники, механізм дії. Використання інгібіторів ферментів в медицині. Клітинна



організація ферментативної активності. Поліферментні системи та мультиферментні комплекси, іммобілізовані ферменти. Множинні молекулярні форми ферментів (ізоферменти, апоферменти) та їх значення для організму. Принципи та види регуляції активності ферментів (механізм саморегуляції за принципом зворотного зв'язку, за допомогою клітинних мембран, за допомогою аденілатів, шляхом посттрансляційної модифікації ферменту, каскадний механізм дії ферментів). Регуляція біосинтезу ферментів (конститутивні та адаптивні ферменти). Медична ензимологія (ензимопатологія, ензимодіагностика, ензимотерапія).

Знати: типи гальмування ферментативних реакцій; використання інгібіторів ферментів в медичній практиці; види регуляції ферментативної активності.

Вміти: пояснити основи ферментативного каталізу, найновітніші погляди на хімічну природу, властивості та механізм дії ферментів; володіти принципами сучасної медичної ензимології і аналізує сучасні здобутки в галуззі ензимопатології, ензимодіагностики, ензимотерапії; аналізувати механізми біохімічної дії та принципи цілеспрямованого застосування фізіологічно-активних сполук та фармакологічних засобів для діагностики та корекції патологічних процесів.

#### Література:

1. Складар О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Складар, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-

analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>

16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.

17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: <http://biochem.vsmu.edu.ua/>
2. бібліотека: <http://library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### **Тема 6. Кофактори і коферменти: хімічна будова і функції.**

Структура складних ферментів: роль апофермента та кофактора в біологічному каталізі. Кофактори: визначення, класифікація за механізмом дії (кофактори оксидоредуктаз, переносники хімічних груп атомів) та хімічною природою (невітамінні, вітаміноподібні та вітамінні кофактори). Йони металів як кофактори ферментів, металозалежні ферменти.

Кофактори I групи: структура, біологічне значення та механізм дії невітамінних кофакторів (гему, глутатіону), вітаміноподібних кофакторів (убіхінону, ліпоевої кислоти, тетрагідробіоптерину, піролохінолінохінону), вітамінних кофакторів - нікотинамідних (НАД, НАДФ), флавінових (ФМН, ФАД), кобамідних (5-дезоксадеозилкобаламіну), аскорбінової кислоти і токоферолу. Кофактори II групи: структура, механізм дії, біологічне значення невітамінних кофакторів (фосфатів вуглеводів і фосфатів нуклеозидів), вітаміноподібних (карнітину) та вітамінних кофакторів - тіаміндифосфату (ТДФ), коензиму ацилювання (КоА), піридоксальфосфату (ПАЛФ), біоцитину, тетрагідрофолієвої кислоти (ТГФК), метилкобаламіну. Коферментні функції жиророзчинних вітамінів (А, Е, К).

Знати: структуру складних ферментів, роль апофермента та кофактора у їх функціонуванні; будову та механізм дії представників кофакторів I групи – переносників електронів, протонів і атомів водню; структуру та механізм дії основних представників кофакторів II групи.

Вміти: пояснювати основні механізми біохімічної дії та принципи спрямованого застосування фізіологічно-активних сполук та фармакологічних засобів; пояснювати біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем живих організмів; аналізувати перебіг ферментативних процесів, що відбуваються в мембранах і органелах для інтеграції обміну речовин в індивідуальних клітинах.

### Література:

1. Складар О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Складар, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луцької – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.

5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: <http://biochem.vsmu.edu.ua/>
2. бібліотека: <http://library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 7. Загальні шляхи метаболізму. Окисне декарбоксилювання пірувату. Цикл трикарбонових кислот Кребса.***

Характеристика аутоτροφних та гетеротрофних організмів. Біохімічні закономірності обміну речовин у гетеротрофів та його основні етапи. Поняття про внутрішньоклітинний метаболізм та метаболічні шляхи (загальна характеристика катаболічних, анаболічних та амфіболічних шляхів метаболізму). Основні етапи катаболізму біомолекул. Центральні метаболіти обміну речовин. Окисне декарбоксилювання пірувату: будова мультиферментного комплексу, механізм утворення ацетил-КоА, біологічне значення та регуляція. Цикл трикарбоно-

вих кислот Кребса (ЦТК): визначення, локалізація, механізм, послідовність реакцій, біологічне значення, енергетичний баланс та регуляція. Анаплеротичні реакції ЦТК та їх біологічна роль. Знати: механізм трансформації енергії в живих організмах; закономірності обміну речовин в різних органах та тканинах; біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем.

Вміти: трактувати біохімічні закономірності обміну речовин, особливості катаболічних, анаболічних та амфіболічних шляхів метаболізму; аналізувати закономірності функціонування циклу трикарбонових кислот та механізми його регуляції; розкривати суть та значення анаплеротичних реакцій ЦТК.

#### Література:

1. Складаров О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Складаров, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

## Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### **Тема 8. Біологічне окиснення. Тканинне дихання.**

Біологічне окиснення: визначення, реакції, теорії (Баха, Палладіна, Віланда, Варбурга). Будова та маркерні ферменти мітохондрій (та принципи їх дослідження). Поняття про тканинне дихання та електронно-транспортний ланцюг мітохондрій (дихальний ланцюг). Компоненти дихального ланцюга. Комплекси дихального ланцюга: назва, склад та біологічне значення. Повний та укорочений дихальний ланцюг. Редокс-потенціал: механізм виникнення та біологічне значення в тканинному диханні. Продукти тканинного дихання (вода, вуглекислий газ, супероксидний аніон-радикал, гідроген пероксид) та шляхи їх утворення. Допоміжні ферменти тканинного дихання. Патологія тканинного дихання. Інгібітори дегідрогеназ та ферментів дихального ланцюга.

Знати: механізм трансформації енергії в живих організмах; способи регуляції обміну речовин в живих організмах; метаболізм основних класів біоорганічних сполук в живих організмах.

Вміти: аналізувати структуру та біологічну роль комплексів дихального ланцюга; пояснювати механізм виникнення та біологічну роль редокс-потенціалу в дихальному ланцюгу; аналізувати механізми впливу лікарських препаратів, біологічно-активних та токсичних речовин на процеси тканинного дихання.

Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.

11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 9. Біоенергетика. Окисне фосфорилювання.**

Поняття про біоенергетику. Макроергічні сполуки: визначення, представники, біологічне значення. Окисне фосфорилювання: визначення, локалізація. Будова  $H^+$ -АТФ-синтетази. Механізм окисного фосфорилювання. Основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела. Пункти спряження тканинного дихання та окисного фосфорилювання. Коефіцієнт окисного фосфорилювання (P/O, P/2e<sup>-</sup>). Інгібітори окисного фосфорилювання. Роз'єднувачі тканинного дихання та окисного фосфорилювання (протонофори, іонофори).

Знати: метаболізм основних класів біоорганічних сполук в живих організмах; способи регуляції обміну речовин в живих організмах; біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем.

Вміти: інтерпретувати молекулярний механізм утворення АТФ; аналізувати основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела; трактувати умови ефективного спряження окиснення та фосфорилювання.

#### Література:

1. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.



4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: <http://biochem.vsmu.edu.ua/>
2. бібліотека: <http://library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

**Тема 10. Вуглеводи: класифікація, будова, біологічне значення. Травлення вуглеводів в ШКТ. Проміжний обмін вуглеводів. Анаеробний гліколіз. Спиртове бродіння.**

Вуглеводи: класифікація, будова, біологічне значення моно-, ди- та полісахаридів. Травлення вуглеводів: характеристика ферментів-глікозидаз ( $\alpha$ -амілаза, сахараза, лактаза)

та ін.), їх субстратів та продуктів гідролізу у різних відділах ШКТ. Проміжний обмін вуглеводів: анаеробний гліколіз (визначення, локалізація в клітині, біологічне значення). Механізм гліколізу: етапи, реакції, ферменти, коферменти, гліколітична оксидоредукція, субстратне фосфорилювання, енергетичний баланс та регуляція. Гліколіз та патологічні стани (гіпоксія, канцерогенез).

Знати: основні шляхи внутрішньоклітинного метаболізму вуглеводів; механізм, біологічне значення та регуляцію гліколізу; механізм всмоктування продуктів гідролізу вуглеводів у кишечнику та їх транспорт у клітини.

Вміти: інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну вуглеводів та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини; аналізувати перебіг ферментативних процесів, що відбуваються в мембранах і органелах для інтеграції обміну речовин в індивідуальних клітинах; інтерпретувати біохімічні механізми виникнення патологічних процесів в живих організмах та принципи їх корекції.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. *Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry* / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. *Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook* / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. *Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry*/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. *Harper's Illustrated Biochemistry* 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. *Clin Immunol.*, 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, *bioRxiv* 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. *Nat Struct Mol Biol* 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), *Diagnosis*, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi:

- <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
  17. Porri, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### ***Тема 11. Аеробне окиснення вуглеводів. Ефект Пастера. Пентозофосфатний шлях окиснення глюкози. Глюконеогенез.***

Аеробне окиснення вуглеводів: етапи та їх локалізація в клітині, ферменти, коферменти, енергетичний баланс. Відмінності етапів та біоенергетики аеробного і анаеробного шляхів катаболізму глюкози. Ефект Пастера як механізм конкуренції між цими шляхами Шляхи та ферменти взаємоперетворення пірувату та лактату, регуляція аеробного окиснення вуглеводів. Човникові системи транспорту гліколітичного НАДН: механізм та енергетичний вихід гліцеролфосфатного та малат-аспартатного шунтів. Пентозофосфатний шлях окиснення глюкози: етапи, механізм, ферменти, коферменти, біологічне значення, регуляція. Глюконеогенез: субстрати, біологічне значення, механізм, шунтуючі реакції, ферменти, коферменти та регуляція глюконеогенезу.

Знати: основні етапи аеробного окиснення глюкози, їх локалізацію в клітині, вміти розрахувати енергетичний баланс; основні етапи, механізм, ферменти та коферменти ПФШ; способи регуляції обміну речовин в живих організмах.

Вміти: трактувати відмінності біоенергетики аеробного та анаеробного окиснення вуглеводів, ефект Пастера, човникові механізми транспорту відновлювальних еквівалентів; трактувати шляхи використання метаболітів ПФШ; пояснювати регуляцію та патологію аеробного та пентозофосфатного шляхів окиснення глюкози.

### **Література:**

1. Скларов О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скларов, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.

8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: <http://biochem.vsmu.edu.ua/>
2. бібліотека: <http://library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### ***Тема 12. Глікогенез та глікогеноліз. Глікокон'югати. Ензимопатії обміну глікогену та глікокон'югатів. Регуляція вуглеводного обміну.***

Глікогенез (синтез глікогену): основні етапи, ферменти, коферменти, роль УТФ, регуляція, біологічне значення. Глікогеноліз (розпад глікогену): основні етапи, ферменти, регуляція, аденілатциклазний механізм, біологічне значення та енергетика. Спадкові ензимопатії обміну глікогену (глікогенози, аглікогенози): основні причини та біохімічні прояви. Глікокон'югати: представники, особливості біосинтезу та катаболізму вуглеводних компонентів. Глікозидози (мукополісахаридози). Регуляція вуглеводного обміну (дія інсуліну, адреналіну, глюкагону, глюкостероїдів, СТГ, АКТГ, тироксину) та його порушення (гіпо- та гіперглікемія, порушення толерантності до вуглеводів, цукровий діабет та ін.).

Знати: основні етапи, ферменти, коферменти та регуляцію глікогенезу; причини та прояви вроджених ензимопатій обміну глікогену (глікогенозів, аглікогенозів); біологічну роль, особливості синтезу та розпаду глікокон'югатів.

Вміти: трактувати роль гормонів та аденілатциклазного механізму в регуляції обміну глікогену; трактувати поняття нормо-, гіпо- та гіперглікемії, глюкозурії, ниркового порогу

для глюкози; трактувати молекулярні механізми та клініко-біохімічні ознаки цукрового діабету.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>



5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

**Тема 13. Ліпіди: класифікація, будова, біологічне значення. Перекисне окиснення ліпідів, каскад арахідонової кислоти. Травлення ліпідів в ШКТ. Жовчні кислоти. Транспортні форми ліпідів.**

Ліпіди: класифікація, будова, загальні властивості та біологічне значення. Структура та функції представників окремих класів ліпідів: будова і властивості жирних кислот; нейтральні жири, триацилгліцероли, воски; стерини і стероїди; складні ліпіди: фосфоацилгліцероли, сфінголіпіди, гліколіпіди. Роль ліпідів у побудові біологічних мембран. Структурна організація і фізико-хімічні властивості мембран (мозаїчність, плинність, в'язкість, асиметрія, латеральна дифузія). Ліпідні моделі біологічних мембран. Перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ): ферментативне та неферментативне. Каскад арахідонової кислоти, ейкозаноїди та їх біологічне значення. Харчове значення ліпідів, особливості травлення (ферменти та особливості гідролізу триацилгліцеролів, фосфоліпідів, стеринів). Жовчні кислоти: структура, схема утворення, роль жовчних кислот в перетравленні ліпідів та всмоктуванні продуктів їх гідролізу. Транспортні форми ліпідів (ліпопротеїни): класифікація, склад, фізичні властивості, біологічне та діагностичне значення, методи дослідження.

Знати: механізм ферментативного і неферментативного перекисного окиснення ліпідів (ПОЛ); будову і функції біомембран, види мембранного транспорту; роль арахідонової кислоти як попередника біологічно активних сполук – ейкозаноїдів.

Вміти: пояснювати біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем живих організмів; інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну ліпідів та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини; інтерпретувати особливості фізіологічного стану організму та розвитку патологічних процесів на основі лабораторних досліджень.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луцької – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.



12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 14. Проміжний обмін ліпідів – ліполіз та його регуляція.**

Внутрішньоклітинний ліполіз: визначення, локалізація, біологічне значення. Катаболізм триацилгліцеролів: механізм, ферменти, регуляція. Активація гормонзалежного ферменту ліполізу - тригліцеридліпази. Нейрогуморальна регуляція ліполізу: роль адреналіну, глюкагону, інсуліну, соматотропіну. Активація жирних кислот (роль КоА), роль карнітину в транспорті жирних кислот в мітохондрії. Бета-окиснення жирних кислот: локалізація, послідовність ферментативних реакцій, енергетика окиснення. Особливості окиснення ненасичених жирних кислот і гліцеролу та їх енергетичний баланс. Енергетичний баланс повного окиснення молекули нейтрального жиру.

Знати: механізм, ферменти та продукти внутрішньоклітинного ліполізу, роль гормонів в його регуляції; механізм, ферменти та коферменти β-окиснення жирних кислот (насичених і ненасичених) та гліцеролу; реакційну здатність основних класів біомолекул, що забезпечує їх функціональні властивості та метаболічні перетворення в організмі.

Вміти: трактувати основні шляхи використання жирів в організмі; трактувати роль карнітинової системи транспорту жирних кислот з цитоплазми в мітохондрії; розрахувати енергетичний баланс повного окиснення жирних кислот, гліцеролу та молекули нейтрального жиру.

#### Література:

1. Складов О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Складов, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.

3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 15. Проміжний обмін ліпідів – ліпогенез (синтез жирних кислот, триацилгліцеролів і фосфогліцероліпідів) та його регуляція.***

Метаболічні джерела синтезу жирних кислот. Цитратний механізм транспорту ацетил-КоА в цитозоль. Синтез малоніл-КоА, роль біотину в цьому процесі. Біосинтез жирних кислот: ферменти, коферменти, будова ацилтранспортуючого протеїну та синтази жирних ки-

слот, механізм. Особливості синтезу ненасичених жирних кислот. Біосинтез триацилгліцеролів: механізм утворення активної форми гліцеролу (гліцерол-3-фосфату), синтез фосфатидної кислоти та її біологічне значення. Синтез фосфогліцероліпідів (фосфатидилхоліну, фосфатидилсерину, фосфатидилетаноламіну): роль фосфатидної кислоти, ЦТФ та метіоніну. Поглиблене вивчення біологічної ролі, біосинтезу та катаболізму сфінгозину, церамідів та сфінголіпідів. Сфінголіпідози.

Знати: метаболічні джерела синтезу жирних кислот, човниковий механізм транспорту ацетил-КоА з мітохондрій в цитозоль, утворення малоніл-КоА та роль в цьому процесі біотину; ферменти, коферменти, механізм та регуляцію біосинтезу насичених жирних кислот, особливості утворення ненасичених жирних кислот; приклади та механізм дії ліпотропних та ліпогенних факторів.

Вміти: трактувати метаболічні джерела та механізм синтезу нейтральних жирів і фосфогліцероліпідів; аналізувати перебіг ферментативних процесів, що відбуваються в мембранах і органелах для інтеграції обміну речовин в індивідуальних клітинах; інтерпретувати біохімічні механізми виникнення патологічних процесів в живих організмах та принципи їх корекції.

### Література:

1. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>

15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 16. Метаболізм кетонових тіл (кетогенез та кетоліз) та холестеролу, регуляція.***

Кетонові (ацетонові) тіла: структура, біологічне значення. Біосинтез кетонових тіл (кетогенез): субстрати, клітинна та органна локалізація, механізм, ферменти, коферменти. Розпад кетонових тіл (кетоліз): клітинна та органна локалізація, механізм, ферменти, коферменти. Патологія метаболізму кетонових тіл (поняття про кетонемію та кетонурію). Холестерин: структура, біологічне значення. Біосинтез холестерину: субстрати, ферменти, коферменти, механізм (утворення мевалонової кислоти, роль ГМГ-КоА-редуктази) та регуляція. Шляхи виведення холестерину з організму, транспортні форми холестерину. Регуляція та патологія ліпідного обміну (атеросклероз, ожиріння, жовчно-кам'яна хвороба).

Знати: будову та фізіологічну роль кетонових тіл, механізми їх біосинтезу (кетогенез) та утилізації (кетоліз); будову, біологічне значення, механізм синтезу та шляхи виведення холестеролу; приклади та клініко-біохімічні ознаки патології обміну ліпідів.

Вміти: трактувати шляхи синтезу та розпаду сфінголіпідів в клітинах, причини та прояви генетичних аномалій метаболізму сфінголіпідів; трактувати патологію метаболізму кетонових тіл, знати приклади та механізм дії кетогенних і антикетогенних факторів; інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини.

#### Література:

1. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.

7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 c.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### **Тема 17. Харчове значення та травлення білків.**

Харчове значення білків (норма білків в харчуванні, азотистий баланс). Білки повноцінні та неповноцінні. Травлення білків в ШКТ, протеолітичні ферменти (екзо- та ендopeптидази, дипептидази), їх специфічність, механізми активації. Роль HCl в травленні білків. Катаболізм білків в тканинах (катепсини, убіквітин-протеосомна система деградації білків). Інгібітори протеолітичних ферментів як лікарські засоби. Гниття білків (гіппунова кислота, тваринний індикан – діагностичне значення).

Знати: протеолітичні ферменти, шляхи їх активації та механізми травлення білків в шлунку та тонкому кишечнику; механізми всмоктування продуктів гідролізу білків; роль хлоридної кислоти (HCl) у травленні білків у шлунку.

Вміти: трактувати харчове значення та потребу організму людини у білках; тратувати поняття азотистого балансу та його роль для оцінки динамічного стану білків; трактувати ме-



ханізм та основні продукти гниття білків в товстому кишечнику; діагностичне значення тваринного індикану.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: <http://biochem.vsmu.edu.ua/>
2. бібліотека: <http://library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>



4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

**Тема 18. Проміжний обмін білків та амінокислот. Декарбоксилювання та трансамінування амінокислот.**

Загальні шляхи катаболізму амінокислот (за карбоксильною групою, за аміногрупою, деструкція вуглецевих радикалів). Пул амінокислот. Декарбоксилювання амінокислот: види ( $\alpha$ -декарбоксилювання,  $\omega$ -декарбоксилювання, декарбоксилювання, пов'язане з трансамінуванням або з конденсацією); механізм, ферменти, коферменти (роль ПАЛФ). Утворення та біологічне значення біогенних амінів (гістаміну, серотоніну, катехоламінів, ГАМК) та ендогенних токсинів (путресцину, кадаверину). Знешкодження біогенних амінів: роль моно- та діамінооксидаз, інгібітори моноамінооксидаз. Трансамінування амінокислот: механізм, ферменти, коферменти (роль ПАЛФ), біологічне значення. Клініко-діагностичне значення визначення активності АСТ та АЛТ в плазмі крові, коефіцієнт де Рітиса.

Знати: види, механізм, ферменти, коферменти, біологічне значення декарбоксилювання амінокислот; механізм, ферменти, коферменти, біологічне значення трансамінування амінокислот; реакційну здатність основних класів біомолекул, що забезпечує їх функціональні властивості та метаболічні перетворення в організмі.

Вміти: трактувати поняття «пул амінокислот», шляхи його поповнення, роль убіквітіну; трактувати біологічні ефекти, шляхи утворення та знешкодження біогенних амінів, біомедичне значення інгібіторів моноамінооксидаз; трактувати діагностичне значення трансаміназ як індикаторів ураження міокарду та печінки.

Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv

- 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. *Nat Struct Mol Biol* 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
  14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), *Diagnosis*, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
  15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
  16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
  17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### **Тема 19. Дезамінування амінокислот. Шляхи знешкодження аміаку.**

Дезамінування амінокислот: види, ферменти (НАД-дегідрогенази, ФАД/ФМН-оксидази, дегідратази), коферменти, біологічне значення. Непряме дезамінування (роль альфа-кетоглутарату та глутамату). Джерела аміаку в організмі. Способи знешкодження аміаку. Утворення транспортних форм аміаку (роль аргінази, глутамінази). Орнітиновий цикл синтезу сечовини: локалізація, механізм, ферменти, біологічне значення, регуляція. Цикл фумарової кислоти: біологічна роль, механізм. Ензимопатії орнітинового циклу. Механізми цитотоксичної дії аміаку, гіперамоніємія. Клініко-діагностичне значення визначення рівня аміаку та сечовини в крові та сечі.

Знати: механізми, медико-біологічне значення, органну та клітинну локалізацію процесів утворення та знешкодження аміаку; види, механізм, ферменти, біологічне значення дезамінування амінокислот; механізм, біологічне значення та патологію сечовиноутворення, клініко-діагностичне значення аналізу вмісту сечовини в крові та сечі.

Вміти: трактувати роль процесів утворення та знешкодження аміаку порушень при патології; трактувати джерела аміаку в організмі, механізм його токсичної дії, клініко-біохімічні ознаки гіперамоніємії, шляхи знешкодження аміаку; трактувати механізм утворення та роль транспортних форм аміаку.

### **Література:**

1. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.

4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 20. Загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Індивідуальні шляхи обміну ациклічних амінокислот. Ензимопатії.***

Загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Класифікація амінокислот за біологічною значимістю (замінні, незамінні), їх зв'язок з метаболізмом глюкози та кетонів тіл. Спеціалізовані шляхи обміну та біологічне значення ациклічних амінокислот: 1) гліцину й серину (роль тетрагідрофолату в їх метаболізмі); 2) сірковмісних амінокислот метіоніну й цистеїну (цикл активного метилу; синтез креатину, таурину, гідроген сульфід); 3)

негативно заряджених амінокислот (аспартату, глутамату), позитивно заряджених амінокислот (лізіну, аргініну), амінокислот з розгалуженими ланцюгами (валіну, лейцину, ізолейцину). Синтез оксиду азоту. Ензимопатії: хвороба “кленового сиропу”, цистинурія, гіпероксала-турія, гомоцистинурія (акценти на молекулярні основи виникнення, діагностики та корекції). Новітні дані щодо біологічного значення гомоцистеїну та синдрому гіпергомоцистеїнемії.

Знати: знати особливості метаболізму безазотистих скелетів амінокислот, біологічне значення ациклічних амінокислот, спеціалізовані шляхи їх метаболізму та роль у патології; біологічну роль, особливості метаболізму, клініко-біохімічні прояви ензимопатій обміну ациклічних амінокислот; спеціалізовані шляхи обміну та біологічну роль ациклічних амінокислот.

Вміти: трактувати загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот, їх зв'язок з метаболізмом глюкози та кетонових тіл; характеризувати ензимопатії обміну ациклічних амінокислот; інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини.

### Література:

1. Складаров О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Складаров, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-

- analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
  17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: <http://biochem.vsmu.edu.ua/>
2. бібліотека: <http://library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### ***Тема 21. Індивідуальні шляхи обміну циклічних амінокислот. Ензимопатії.***

Спеціалізовані шляхи обміну та біологічне значення циклічних амінокислот: 1) ароматичних амінокислот фенілаланіну й тирозину; ензимопатії (ферментні блоки) обміну фенілаланіну та тирозину (фенілпіровиноградна кетонурія та олігофренія, алкаптонурия, альбінізм); 2) гетероциклічних амінокислот проліну, триптофану (кінуреніновий шлях, синтез серотоніну, утворення індолу), гістидину (уроқаніновий шлях, синтез гістаміну). Ензимопатії їх обміну (хвороба Хартнупа).

Знати: знати особливості метаболізму безазотистих скелетів амінокислот, біологічне значення циклічних амінокислот, спеціалізовані шляхи їх метаболізму та роль у патології; біологічну роль, особливості метаболізму, клініко-біохімічні прояви ензимопатій обміну циклічних амінокислот; спеціалізовані шляхи обміну та біологічну роль циклічних амінокислот. Вміти: трактувати загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот, їх зв'язок з метаболізмом глюкози та кетонів тіл; характеризувати ензимопатії обміну циклічних амінокислот; інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини.

### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.



8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

**Тема 22. Практичні навички з модуля 1.** «Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул». Теоретичні питання з медичної біохімії у рамках модуля 1. Вирішення типових ситуаційних задач з медичної біохімії. Спеціалізовані практичні навички з медичної біохімії за напрямом підготовки доктора філософії у рамках модуля 1.

#### Біомолекули та клітинні структури

1. Предмет, задачі, основні етапи та сучасні напрямки розвитку біохімії. Мета і принципи проведення біохімічних досліджень.
2. Хімічний склад живих організмів. Загальна характеристика основних класів біомолекул (білків, ліпідів, вуглеводів, нуклеїнових кислот, гормонів, вітамінів, метаболітів) як складових компонентів живої матерії.
3. Принципи будови прокаріотичних та еукаріотичних клітин. Поняття про біологічні мембрани та види мембранного транспорту (пасивний, активний, ендо- та екзоцитоз).
4. Молекулярна організація клітинних живих організмів (низько-молекулярні структурні одиниці, макромолекули та біополімери, надмолекулярні ансамблі, субклітинні та клітинні структури, компартменталізація).



5. Білки як об'єкт дослідження хімії, біохімії, біоорганічної хімії і молекулярної біології. Загальна характеристика білків, вміст білків в органах і тканинах.
6. Амінокислоти - структурні елементи білків. Класифікація амінокислот, їх будова. Кислотно-основні, стереохімічні, оптичні властивості амінокислот.
7. Структурна організація білків. Хімічні зв'язки в білковій молекулі. Первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білка. Домени. Полідоменна організація як альтернатива четвертинної структури білків. Принципи визначення первинної структури білків.
8. Фізико-хімічні властивості білків (амфотерність, колоїдо-осмотичні властивості, фактори, що впливають на розчинність білків, коагуляція білків та методи їх осадження. Денатурація білків).
9. Класифікація та функції білків. Прості білки (альбуміни і глобуліни, протаміни і пістони, проламіни та глютеліни, склеропротейни). Складні білки (хромопротейни, фосфопротейни, ліпопротейни, глікопротейни та протеоглікани, нуклеопротейни).

#### Ферменти та кофактори. Регуляція ферментативних процесів.

10. Поняття про ферменти, субстрати, продукти реакції. Біологічне значення ферментів.
11. Номенклатура та класифікація ферментів. Характеристика окремих класів ферментів (оксидоредуктаз, трансфераз, гідролаз, ліаз, ізомераз, лігаз).
12. Хімічна природа ферментів. Молекулярна маса ферментів, амінокислотний склад, рівні структурної організації ферментів.
13. Будова ферментів (простих і складних).
14. Активний центр ферментів (будова, структурні ділянки та їх функції, роль окремих функціональних груп в активних центрах ферментів).
15. Аlostеричні центри: визначення, будова, просторове розташування та функції. Поняття про аlostеричний ефект та регуляторні ферменти.
16. Механізм дії ферментів: стадії ферментативного каталізу, молекулярні механізми дії ферментів (ефект орієнтації реагентів, ефект деформації субстрату, ефект кислотно-основного каталізу, ефект ковалентного каталізу).
17. Властивості ферментів як біокаталізаторів: специфічність дії, її види; термолабільність (температурний оптимум), залежність активності від рН середовища (рН-оптимум).
18. Основні положення ферментативної кінетики. Фактори, що впливають на швидкість ферментативних реакцій.
19. Залежність швидкості ферментативних реакцій від концентрації субстрату, ферменту, значення константи Міхаеліса-Ментен ( $K_m$ ).
20. Графічні методи визначення константи Міхаеліса, швидкості реакції та інших кінетичних параметрів.
21. Енергетика ферментативних реакцій (енергетичний бар'єр та енергія активації).
22. Принципи визначення та одиниці активності ферментів
23. Активатори ферментів: представники, механізм дії. Основні типи активації ферментів (асоціативна, каталітична, двопараметрично неузгоджена та узгоджена активація, псевдоактивація).
24. Типи інгібування ферментативних реакцій (конкурентне, безконкурентне, неконкурентне, змішане, псевдоінгібування, субстратне, аlostеричне).
25. Інгібітори ферментів: представники, механізм дії.
26. Визначення кінетичних констант інгібованих та активованих процесів.
27. Використання інгібіторів ферментів в біології та медицині.
28. Клітинна організація ферментативної активності. Поліферментні системи та мультиферментні комплекси, іммобілізовані ферменти.
29. Множинні молекулярні форми ферментів (ізоферменти, апоферменти) та їх значення для організму.
30. Принципи та види регуляції активності ферментів (механізм саморегуляції за принци-

- пом зворотного зв'язку, за допомогою клітинних мембран, за допомогою аденілатів, шляхом посттрансляційної модифікації ферменту, каскадний механізм дії ферментів).
31. Регуляція біосинтезу ферментів (конститутивні та адаптивні ферменти).
  32. Напрями ензимології у біології та медицині (ензимопатологія, ензимодіагностика, ензимотерапія).
  33. Структура складних ферментів: роль апофермента та кофактора в біологічному каталізі.
  34. Кофактори: визначення, класифікація за механізмом дії (кофактори оксидоредуктаз, переносники хімічних груп атомів) та хімічною природою (невітамінні, вітаміноподібні та вітамінні кофактори).
  35. Йони металів як кофактори ферментів, металозалежні ферменти.
  36. Кофактори I групи: структура, біологічне значення та механізм дії невітамінних кофакторів (гему, глутатіону), вітаміноподібних кофакторів (убіхінону, ліпоєвої кислоти, тетрагідробіоптерину, піролохінолінохінону), вітамінних кофакторів - нікотинамідних (НАД, НАДФ), флавінових (ФМН, ФАД), кобамідних (5-дезоксиаденозилкобаламіну), аскорбінової кислоти і токоферолу.
  37. Кофактори II групи: структура, механізм дії, біологічне значення невітамінних кофакторів (фосфатів вуглеводів і фосфатів нуклеозидів), вітаміноподібних (карнітину) та вітамінних кофакторів - тіаміндифосфату (ТДФ), коензиму ацилування (КоА), піридоксальфосфату (ПАЛФ), біоцитину, тетрагідрофолієвої кислоти (ТГФК), метилкобаламіну. Коферментні функції жиророзчинних вітамінів (А, Е, К).
- Загальні закономірності обміну речовин та енергії. Молекулярні основи біоенергетики.
38. Характеристика аутоτροφних та гетеротрофних організмів. Біохімічні закономірності обміну речовин у гетеротрофів та його основні етапи.
  39. Поняття про внутрішньоклітинний метаболізм та метаболічні шляхи (загальна характеристика катаболічних, анаболічних та амфіболічних шляхів метаболізму).
  40. Основні етапи катаболізму біомолекул. Центральні метаболіти обміну речовин.
  41. Окисне декарбоксилювання пірувату: будова мультиферментного комплексу, механізм утворення ацетил-КоА, біологічне значення та регуляція.
  42. Цикл трикарбонових кислот Кребса (ЦТК): визначення, локалізація, механізм, послідовність реакцій, біологічне значення, енергетичний баланс та регуляція.
  43. Анаплеротичні реакції ЦТК та їх біологічна роль.
  44. Біологічне окиснення: визначення, реакції, теорії (Баха, Палладіна, Віланда, Варбурга).
  45. Будова та маркерні ферменти мітохондрій. Поняття про тканинне дихання та електронно-транспортний ланцюг мітохондрій (дихальний ланцюг). Компоненти дихального ланцюга.
  46. Комплекси дихального ланцюга: назва, склад та біологічне значення. Повний та укорочений дихальний ланцюг.
  47. Редокс-потенціал: механізм виникнення та біологічне значення в тканинному диханні.
  48. Продукти тканинного дихання (вода, вуглекислий газ, супероксидний аніон-радикал, гідроген пероксид) та шляхи їх утворення. Допоміжні ферменти тканинного дихання.
  49. Патологія тканинного дихання. Інгібітори дегідрогеназ та ферментів дихального ланцюга
  50. Поняття про біоенергетику. Макроергічні сполуки: визначення, представники, біологічне значення.
  51. Окисне фосфорилювання: визначення, локалізація. Будова  $H^+$ -АТФ-синтетази Механізм окисного фосфорилювання.
  52. Основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела. Пункти спряження тканинного дихання та окисного фосфорилювання. Коефіцієнт окисного фосфорилювання ( $P/O$ ,  $P/2e^-$ ).
  53. Інгібітори окисного фосфорилювання. Роз'єднувачі тканинного дихання та окисного

фосфоритування (протонофори, іонофори)

#### Метаболізм вуглеводів та його регуляція.

54. Вуглеводи: класифікація, будова, біологічне значення моно-, ди- та полісахаридів.
55. Травлення вуглеводів: характеристика ферментів-глікозидаз ( $\alpha$ -амілаза, сахараза, лактаза та ін.), їх субстратів та продуктів гідролізу у різних відділах ШКТ.
56. Проміжний обмін вуглеводів: анаеробний гліколіз (визначення, локалізація в клітині, біологічне значення). Механізм гліколізу: етапи, реакції, ферменти, коферменти, гліколітична оксидоредукція, субстратне фосфорилювання, енергетичний баланс та регуляція.
57. Аеробне окиснення вуглеводів: етапи та їх локалізація в клітині, ферменти, коферменти, енергетичний баланс.
58. Відмінності етапів та біоенергетики аеробного і анаеробного шляхів катаболізму глюкози. Ефект Пастера як механізм конкуренції між цими шляхами
59. Шляхи та ферменти взаємоперетворення пірувату та лактату, регуляція аеробного окиснення вуглеводів.
60. овникові системи транспорту гліколітичного НАДН: механізм та енергетичний вихід гліцеролфосфатного та малат-аспартатного шунтів.
61. Пентозофосфатний шлях окиснення глюкози: етапи, механізм, ферменти, коферменти, біологічне значення, регуляція.
62. Глюконеогенез: субстрати, біологічне значення, механізм, шунтуючі реакції, ферменти, коферменти та регуляція глюконеогенезу.
63. Глікогенез (синтез глікогену): основні етапи, ферменти, коферменти, роль УТФ, регуляція, біологічне значення.
64. Глікогеноліз (розпад глікогену): основні етапи, ферменти, регуляція, аденілатциклазний механізм, біологічне значення та енергетика.
65. Спадкові ензимопатії обміну глікогену (глікогенози, аглікогенози): основні причини та біохімічні прояви.
66. Глікокон'югати: представники, особливості біосинтезу та катаболізму вуглеводних компонентів. Глікозидози (мукополісахаридози).
67. Регуляція вуглеводного обміну (дія інсуліну, адреналіну, глюкагону, глюкокортикоїдів, СТГ, АКТГ, тироксину) та його порушення

#### Метаболізм ліпідів та його регуляція.

68. Ліпіди: класифікація, будова, загальні властивості та біологічне значення.
69. Структура та функції представників окремих класів ліпідів: будова і властивості жирних кислот; нейтральні жири, триацилгліцероли, воски; стерини і стероїди; складні ліпіди: фосфоацилгліцероли, сфінголіпіди, гліколіпіди.
70. Роль ліпідів у побудові біологічних мембран. Структурна організація і фізико-хімічні властивості мембран (мозаїчність, плинність, в'язкість, асиметрія, латеральна дифузія). Ліпідні моделі біологічних мембран.
71. Перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ): ферментативне та неферментативне.
72. Каскад арахідонової кислоти, ейкозаноїди та їх біологічне значення.
73. Харчове значення ліпідів, особливості травлення (ферменти та особливості гідролізу триацилгліцеролів, фосфоліпідів, стеринів).
74. Жовчні кислоти: структура, схема утворення, роль жовчних кислот в перетравленні ліпідів та всмоктуванні продуктів їх гідролізу.
75. Транспортні форми ліпідів (ліпопротеїни): класифікація, склад, фізичні властивості, біологічне значення.
76. Внутрішньоклітинний ліполіз: визначення, локалізація, біологічне значення.
77. Катаболізм триацилгліцеролів: механізм, ферменти, регуляція. Активація гормонзалежного ферменту ліполізу - тригліцеридліпази.
78. Нейрогуморальна регуляція ліполізу: роль адреналіну, глюкагону, інсуліну, соматотропіну.

79. Активація жирних кислот (роль КоА), роль карнітину в транспорті жирних кислот в мітохондрії. □-Окиснення жирних кислот: локалізація, послідовність ферментативних реакцій, енергетика окиснення.
  80. Особливості окиснення ненасичених жирних кислот і гліцеролу та їх енергетичний баланс.
  81. Енергетичний баланс повного окиснення молекули нейтрального жиру.
  82. Метаболічні джерела синтезу жирних кислот. Цитратний механізм транспорту ацетил-КоА в цитозоль. Синтез малоніл-КоА, роль біотину в цьому процесі.
  83. Біосинтез жирних кислот: ферменти, коферменти, будова ацилтранспортуючого протеїну та синтази жирних кислот, механізм.
  84. Особливості синтезу ненасичених жирних кислот.
  85. Біосинтез триацилгліцеролів: механізм утворення активної форми гліцеролу (гліцерол-3-фосфату), синтез фосфатидної кислоти та її біологічне значення.
  86. Синтез фосфогліцероліпідів (фосфатидилхоліну, фосфатидилсерину, фосфатидилетаноламіну): роль фосфатидної кислоти, ЦТФ та метіоніну.
  87. Біологічна роль, біосинтез та катаболізм сфінголіпідів. Сфінголіпідози.
  88. Кетонів (ацетонів) тіла: структура, біологічне значення.
  89. Біосинтез кетонових тіл (кетогенез): субстрати, клітинна та органна локалізація, механізм, ферменти, коферменти.
  90. Розпад кетонових тіл (кетоліз): клітинна та органна локалізація, механізм, ферменти, коферменти.
  91. Патологія метаболізму кетонових тіл (поняття про кетонемію та кетонурію).
  92. Холестерин: структура, біологічне значення. Біосинтез холестерину: субстрати, ферменти, коферменти, механізм (утворення мевалонової кислоти, роль ГМГ-КоА-редуктази) та регуляція.
  93. Шляхи виведення холестерину з організму, транспортні форми холестерину.
  94. Регуляція та патологія ліпідного обміну (атеросклероз, ожиріння, жовчно-кам'яна хвороба).
- Метаболізм білків та амінокислот. Ензимопатії амінокислотного обміну
95. Харчове значення білків (норма білків в харчуванні, азотистий баланс). Білки повноцінні та неповноцінні.
  96. Травлення білків в ШКТ, протеолітичні ферменти (екзо- та ендопептидази, дипептидази), їх специфічність, механізми активації. Роль HCl в травленні білків.
  97. Катаболізм білків в тканинах (катепсини, убіквітин-протеосомна система деградації білків). Інгібітори протеолітичних ферментів.
  98. Гниття білків (гіппурова кислота, тваринний індикан).
  99. Загальні шляхи катаболізму амінокислот (за карбоксильною групою, за аміногрупою, деструкція вуглецевих радикалів). Пул амінокислот.
  100. Декарбоксилювання амінокислот: види ( $\alpha$ -декарбоксилювання,  $\omega$ -декарбоксилювання, декарбоксилювання, пов'язане з трансамінуванням або з конденсацією); механізм, ферменти, коферменти (роль ПАЛФ).
  101. Утворення та біологічне значення біогенних амінів (гістаміну, серотоніну, катехоламінів, ГАМК) та ендогенних токсинів (путресцину, кадаверину).
  102. Знешкодження біогенних амінів: роль моно- та діамінооксидаз, інгібітори моноамінооксидаз.
  103. Трансамінування амінокислот: механізм, ферменти, коферменти (роль ПАЛФ), біологічне значення.
  104. Дезамінування амінокислот: види, ферменти (НАД-дегідрогенази, ФАД/ФМН-оксидази, дегідратази), коферменти, біологічне значення.
  105. Непряме дезамінування (роль альфа-кетоглутарату та глутамату).
  106. Джерела аміаку в організмі. Способи знешкодження аміаку. Утворення транспортних форм аміаку (роль аргінази, глутамінази).

107. Орнітиновий цикл синтезу сечовини: локалізація, механізм, ферменти, біологічне значення, регуляція.
108. Цикл фумарової кислоти: біологічна роль, механізм.
109. Ензимопатії орнітинового циклу. Механізми цитотоксичної дії аміаку, гіперамоніємія.
110. Загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Класифікація амінокислот за біологічною значимістю (замінні, незамінні), їх зв'язок з метаболізмом глюкози та кетонів тіл.
111. Спеціалізовані шляхи обміну та біологічне значення ациклічних амінокислот:
  - 1) гліцину й серину (роль тетрагідрофолату в їх метаболізмі);
  - 2) сірковмісних амінокислот метіоніну й цистеїну (цикл активного метилу; синтез креатину, таурину, гідроген сульфід);
  - 3) негативно заряджених амінокислот (аспартату, глутамату), позитивно заряджених амінокислот (лізину, аргініну), амінокислот з розгалуженими ланцюгами (валіну, лейцину, ізолейцину). Синтез оксиду азоту. Ензимопатії: хвороба "кленового сиропу", цистинурія, гіпероксалуриія, гомоцистинурія.
112. Спеціалізовані шляхи обміну та біологічне значення циклічних амінокислот:
  - 1) ароматичних амінокислот фенілаланіну й тирозину; ензимопатії (ферментні блоки) обміну фенілаланіну та тирозину (фенілпіровиноградна кетонурія та олігофренія, алкаптонурія, альбінізм);
  - 2) гетероциклічних амінокислот проліну, триптофану (кінуреніновий шлях, синтез серотоніну, утворення індолу), гістидину (уроканіновий шлях, синтез гістаміну). Ензимопатії їх обміну (хвороба Хартнупа).

## **Змістовий модуль 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій. Біохімія тканин та фізіологічних функцій.**

### ***Тема 23. Нуклеопротейни та нуклеїнові кислоти.***

Нуклеотиди та нуклеозиди: визначення, структура, номенклатура, похідні, біологічне значення. Пуринові і піримідинові основи. Вуглеводні компоненти. Нуклеозиди, мононуклеотиди, нуклеозидмоно-, ди-, трифосфати. Циклічні нуклеотиди (цАМФ, цГМФ), їх біологічне значення. Нуклеїнові кислоти: класифікація, будова, характеристика, біологічне значення. ДНК - носій генетичної інформації. Рівні структурної організації ДНК, правила Чаргаффа, модель Уотсона та Кріка. Новітні дані про типи РНК, їх будову, біологічні функції та локалізація в клітині (мРНК, тРНК, рРНК, мяРНК), рибозими. Нуклеопротейни: визначення, будова, біологічне значення. Молекулярна організація ядерного хроматину.

Знати: механізм катаболізму пуринових та піримідинових нуклеотидів, ферменти, кінцеві метаболіти, регуляцію та патологію; механізм синтезу дезоксирибонуклеотидів, ферменти та коферменти; механізм синтезу пуринових та піримідинових нуклеотидів *de novo*, ферменти, головні проміжні метаболіти, регуляцію та патологію.

Вміти: трактувати будову, особливості травлення нуклеопротейнів та їх структурних компонентів – нуклеїнових кислот, нуклеотидів, нуклеозидів; трактувати біологічне значення нуклеопротейнів, нуклеїнових кислот, нуклеотидів та їх похідних; інтерпретувати біохімічні механізми виникнення патологічних процесів в живих організмах та принципи їх корекції.

### **Література:**

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.

2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: **[http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)**
2. бібліотека: **[http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)**
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 24. Метаболізм нуклеотидів, регуляція, патологія.**

Шляхи поповнення пулу вільних нуклеотидів в різних клітинах. Реутилізація готових азотистих основ та нуклеозидів (принцип, ферменти). Біосинтез пуринових нуклеотидів de



ново: джерела атомів пуринового ядра, механізм, ферменти, ключові проміжні метаболіти, регуляція (ретроінгібування). Біосинтез піримідинових нуклеотидів de novo: джерела атомів піримідинового ядра, механізм, ферменти, ключові проміжні метаболіти, регуляція, патологія (оротатацидурия). Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Інгібітори синтезу дТМФ (структурні аналоги дТМФ, похідні птерину). Катаболізм пуринових нуклеотидів в тканинах: механізм, ферменти, регуляція. Фізико-хімічні властивості сечової кислоти. Біохімічна характеристика патології обміну пуринів: гіперурикемія, подагра, синдром Леша-Ніхана, роль інгібіторів ксантиноксидази. Катаболізм піримідинових нуклеотидів: механізм, ферменти, кінцеві продукти метаболізму та їх роль в обміні речовин.

Знати: шляхи поповнення пулу вільних нуклеотидів в клітині, механізм реутилізації готових азотистих основ та нуклеозидів; механізм синтезу пуринових та піримідинових нуклеотидів; механізм катаболізму пуринових та піримідинових нуклеотидів, ферменти, кінцеві метаболіти, регуляцію.

Вміти: трактувати біологічне значення нуклеопротейнів, нуклеїнових кислот, нуклеотидів та їх похідних; характеризувати рівні структурної організації ДНК; трактувати напрямки та етапи передачі генетичної інформації.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>

14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), *Diagnosis*, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 25. Молекулярна біологія. Генетичний код. Реплікація ДНК.***

Генетичний код: визначення, властивості, біологічне значення. Напрямки та основні етапи передачі генетичної інформації. Генетичний матеріал вірусів, бактеріофагів, прокаріот, еукаріот. Мітохондріальна ДНК. Реплікація ДНК: визначення, загальні закономірності, біологічне значення. Механізм реплікації: сутність експерименту М.Мезельсона та Ф.Сталя. Фактори реплікації та компоненти ДНК-репліказної системи (реплісоми). Характеристика ДНК-полімераз прокаріот: ДНК-полімераза Корнберга, полімерази II та III, ДНК-полімерази еукаріот ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\epsilon$ -,  $\delta$ - полімерази). Топологія ДНК при реплікації. Етапи реплікації. Праймосома - будова, функції. Утворення реплікативної вилки, «точки огі», механізм синтезу антипаралельних ланцюгів ДНК, фрагменти Оказаки. Інгібітори реплікації (афідіколін – інгібітор ДНК-полімераз  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ; доксорубіцин, мітоміцини, актиноміцин D – інтеркалятори; фторхінолони – інгібітори ДНК-гірази прокаріот). Феномен недореплікації ДНК. Теломери.

Знати: молекулярні основи генетичного коду; етапи передачі генетичної інформації та механізм реплікації як одного з них; визначення, біологічне значення, механізм, етапи та фактори реплікації.

Вміти: трактувати напрямки та етапи передачі генетичної інформації; трактувати сутність експерименту М.Мезельсона та Ф.Сталя; пояснювати механізм дії інгібіторів реплікації.

#### Література:

1. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.

5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 26. Транскрипція. Процесінг. Інгібітори транскрипції.**

Транскрипція: загальні закономірності, кодуючі та некодуючі ланцюги ДНК, біологічне значення. Фактори та ферменти транскрипції. Характеристика РНК-полімераз прокаріот та еукаріот (РНК-полімерази I, II, III). Будова РНК-полімерази:  $\sigma$ -фактор,  $\sigma$ -фактор (2 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\beta'$ ). Сигнали транскрипції: 1) сигнали початку транскрипції у прокаріот та еукаріот – промотори, блок Прибнова, ТАТА-бокс, -35- та -10-послідовність; сигнали термінації транскрипції (паліндроми, полі-АТ-пари). Будова транскриптона (оперона). Механізм та етапи транскрипції (ініціація, елонгація, термінація, утворення ДНК-РНК-гібриду, утворення «шпильок»). Посттранскрипційна модифікація РНК (процесінг): сплайсинг, кепування, поліаденілування,

хімічна модифікація. Особливості процесінгу пре-мРНК, пре-рРНК та пре-тРНК. Сплайсосома. Альтернативний сплайсинг. Інгібітори транскрипції: токсини, антибіотики, протипухлинні алкалоїди.

Знати: молекулярні механізми та біологічне значення транскрипції та процесінгу; дію інгібіторів транскрипції; визначення, властивості та біологічне значення генетичного коду.

Вміти: трактувати дію інгібіторів транскрипції; інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини; інтерпретувати біохімічні механізми виникнення патологічних процесів в живих організмах та принципи їх корекції.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.

17. Porriani, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: <http:// library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 27. Трансляція. Інгібітори трансляції. Посттрансляційна модифікація білків. Нематричний синтез пептидів.***

Трансляція: фактори, біологічне значення. Особливості будови рибосом прокариот та еукаріот. Активація амінокислот: локалізація, реакції, роль аміноацил-тРНК-синтетаз (кодаз). Етапи трансляції та їх механізм. Поняття про ініціюючі та термінуючі кодони. Кодон-антикодонова взаємодія. Утворення ініціюючого комплексу (роль метіоніну та формілметіоніну, білкові фактори ініціації трансляції). Інгібітори трансляції: механізм дії антибіотиків, інтерферону та дифтерійного токсину. Посттрансляційна модифікація поліпептидів: хімічна модифікація, обмежений протеоліз. Фолдінг білків (шаперони, білки теплового шоку HSP). Пріони та пріонові хвороби. Нематричний синтез поліпептидів (глутатіону, рилізінг-факторів, ендорфінів, кінінів).

Знати: механізм та біологічне значення основних етапів біосинтезу білків; молекулярні механізми дії інгібіторів трансляції; основні фактори трансляції та їх роль в процесі синтезу білків.

Вміти: аналізувати механізми основних етапів трансляції (ініціації, елонгації та термінації); характеризувати процеси, які лежать в основі посттрансляційної модифікації пептидних ланцюгів; трактувати біохімічні механізми дії антибіотиків, протівірусного препарату інтерферону та дифтерійного токсину.

#### **Література:**

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.

9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 28. Регуляція експресії генів у прокариот та еукаріот.**

Оперон: визначення, будова та призначення окремих ділянок. Регуляція експресії генів у прокариот по типу індукції (функціонування Лас-оперону *E.Coli* за Ф.Жакоб та Ж.Моно) та репресії (функціонування гістидинового оперону *E.Coli*). Особливості геному еукаріот (екзони, інтрони, цис-регуляторні елементи, транс-регуляторні елементи, спейсери, транспозони, послідовності, що повторюються). Регуляція експресії генів у еукаріот на рівні структурної організації геному: гетеро- та еухроматин, хімічна модифікація гістонів (метилування, ацетилювання, фосфорилювання, SUMO), метилування ДНК (CpG-острівці). Генетичні рекомбінації та їх значення. Ампліфікація генів та її біомедичне значення. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР). Регуляція експресії генів у еукаріот на рівні транскрипції (промоторні послідовності, енхансери, сайленсери, атенуатори, інсулятори), регуляторні білки, дискримінація РНК, інтерференція РНК. Регуляція біосинтезу білків на рівні трансляції (на прикладі регуляції трансляції глобіну та дії інтерферону; фосфорилювання /дефосфорилювання фактору ініціації трансляції eIF2; АДФ-рибозилування факторів елонгації при дії дифтерійного токсину). Особливості експресії генів та біосинтезу білків у людини.

Знати: будову прокаріотичного оперону та трактувати механізми регуляції експресії генів по типу індукції (на прикладі Лас-оперону) та репресії (на прикладі гістидинового оперону); молекулярні основи репарації ДНК; механізм дії мутагенів.



Вміти: аналізувати механізми регуляції експресії генів у еукаріотів на рівні структурної організації геному, транскрипції та трансляції; розкривати суть та біомедичне значення процесу ампліфікації та полімеразної ланцюгової реакції; трактувати біологічне значення та механізми репарації ДНК.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луцької – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

## Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### **Тема 29. Молекулярні механізми мутацій. Генна інженерія.**

Мутагени: визначення, класифікація та механізм дії. Мутації: визначення, класифікація та роль у виникненні ензимопатій та спадкових хвороб (мовчазні мутації, міссенс-мутації, нонсенс-мутації). Репарація ДНК: ферменти, етапи, біологічне значення. Репарація УФ-індукованих генних мутацій (видалення тимінових димерів, репарація дезамінування цитозину). Патологія репарації (пігментна ксеродерма, прогерія). Генна інженерія (технологія рекомбінантних ДНК): визначення, біологічне значення, принципи (кДНК, зворотні транскриптази, рестриктази, отримання, трансплантація та клонування генів). Рекомібінатні білки як лікарські засоби.

Знати: принципи генної інженерії та її використання для діагностики, лікування спадкових хвороб й отримання біомедичних препаратів; біологічне значення та механізми репарації ДНК; види мутацій.

Вміти: характеризувати геномні, хромосомні та генні мутації та налізувати молекулярні механізми дії мутагенів; аналізувати механізми регуляції експресії генів; трактувати біологічне значення та механізми репарації ДНК.

### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.

12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 30. Біохімія міжклітинних комунікацій. Загальна характеристика гормонів та гормоноподібних речовин. Принципи регуляції.**

Характеристика ендокринної системи. Загальні принципи клітинної комунікації. Взаємодія нервової, імунної та ендокринної систем. Концепція регуляторного механізму зворотного зв'язку. Каскадне посилення гормонального сигналу. Типи міжклітинної комунікації. Класифікація та загальна характеристика гормонів (за місцем синтезу, хімічною природою та характером біологічної дії). Характеристика істинних гормонів (гормонів дистантної дії), представники. Характеристика гормоноподібних речовин (гістогормонів), окремі представники (гастроінтестинальні пептиди, фактори росту, цитокіни та ін.). Структурні компоненти ендокринної системи. «Клітини-мішені». Поняття про APUD-систему, апудоцити та продукти їх життєдіяльності. Різновиди місцевого (ізокринного) характеру дії біорегуляторів.

Знати: функції гормонів та інших біорегуляторних сигнальних молекул у системі міжклітинної інтеграції та в життєдіяльності організму людини; відповідність хімічної природи гормонів та інших сигнальних молекул (білково-пептидної, похідних амінокислот та стероїдної) виконуваних функції та механізму дії в «клітинах-мішенях»; функції гормонів та інших біорегуляторних сигнальних молекул у системі міжклітинної інтеграції та в життєдіяльності організму людини.

Вміти: трактувати ієрархію гормонів (взаємозв'язок) у цілісному організмі; регуляцію секреції та синтезу гормонів; трактувати будову різних видів рецепторів «клітин-мішеней»: іонотропного, метаботропного, цитозольного; аналізувати та пояснювати відповідність хімічної природи гормонів та інших сигнальних молекул (білково-пептидної, похідних амінокислот та стероїдної) виконуваних функції та механізму дії в «клітинах-мішенях».

## Література:

1. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>

6. <http://ukrbiochemjournal.org/>**Тема 31. Молекулярні механізми трансдукції гормонального сигналу. Апоптоз.**

Рецептори «клітин-мішеней» та їх будова (рецептори, асоційовані з іонними каналами, рецептори, асоційовані з G-білками, рецептори з ензиматичною активністю. Надродина цитоплазматичних рецепторів). Типи механізмів дії сигнальних молекул, в залежності від рецептора і швидкості реалізації біологічного ефекту. Іонотропний механізм дії нейромедіаторів. Мембранний механізм дії гормонів білково-пептидної природи та катехоламінів. Характеристика G-білків, протеїнкіназ, вторинних месенджерів - цАМФ, цГМФ, ІТФ, ДАГ, кальцій-кальмодулінового месенджера (Ca-КаМ). Цитозольний механізм дії гормонів стероїдної природи та тироксину. Роль активних форм кисню, нітроген монооксиду, монооксиду вуглецю, гідроген сульфід, ейкозаноїдів, церамідів, як внутрішньоклітинних сигнальних молекул – месенджерів. Сигнальні системи рецептор-незалежного та рецептор-залежного апоптозу, каспази, Fas-ліганди.

Знати: класифікацію гормонів за місцем синтезу, хімічною природою та характером біологічної дії; принципи мембранного (монотропного та метаботропного) та цитозольного (внутрішньоклітинного) механізму дії гормонів; основні механізми апоптозу.

Вміти: вміти аналізувати та пояснювати відповідність хімічної природи гормонів та інших сигнальних молекул (білково-пептидної, похідних амінокислот та стероїдної) виконуваних функцій та механізму дії; аналізувати різновиди місцевого (ізокринного) характеру дії біорегуляторів; трактувати ієрархію гормонів (взаємозв'язок) у цілісному організмі; регуляцію секреції та синтезу гормонів.

**Література:**

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>



13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. *Nat Struct Mol Biol* 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), *Diagnosis*, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### ***Тема 32. Регуляція метаболізму гормонами центральних ендокринних залоз (гіпоталамо-гіпофізарна система). Регуляція метаболізму гормонами периферійних ендокринних залоз (гормони щитоподібної залози та наднирників).***

Гормони гіпоталамуса: хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль. Гормони епіфіза: хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль. Тропні гормони аденогіпофіза: класифікація, хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормони нейрогіпофіза (вазопресин, окситоцин): місце синтезу, хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль, можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормони щитоподібної залози (йодтироніни): хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль, можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормони мозкового шару наднирників (катехоламінів): хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль. Гормони кори наднирників (кортикостероїди та мінералокортикоїди): класифікація, хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Знати: хімічну природу, біосинтез, інактивацію, механізм дії, біологічну роль та можливу патологію гормонів центральних (гіпоталамуса, епіфіза, гіпофіза) ендокринних залоз; хімічну природу, біосинтез, інактивацію, механізм дії, біологічну роль та можливу патологію гормонів периферичних (щитоподібної залози, мозкового шару та кори наднирників) ендокринних залоз; принципи «прямого(+) - зворотнього (-)» зв'язку.

Вміти: аналізувати вплив гормонів центральних і периферичних ендокринних залоз на обмін білків, вуглеводів, ліпідів в нормі; аналізувати вплив гормонів центральних і периферичних ендокринних залоз на обмін білків, вуглеводів, ліпідів при патології; інтерпретувати біохімічні механізми виникнення патологічних процесів в живих організмах та принципи їх корекції.



## Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: <http:// library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

**Тема 33. Характеристика гормонів залоз змішаної секреції. Статеві гормони. Гормони підшлункової залози. Гормональна регуляція гомеостазу кальцію і фосфатів.** Чоловічі та жіночі статеві гормони: представники (прогестини або гестагени, андрогени та естрогени), місце синтезу, хімічна природа та особливості структурної організації, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормональна функція підшлункової залози. Біосинтез та секреція інсуліну. Особливості функціонування рецепторів до інсуліну. Механізм дії інсуліну. Біосинтез та механізм дії глюкагону та інших гормонів підшлункової залози.

Гормональна регуляція фосфорно-кальцієвого обміну. Розподіл кальцію і фосфору в організмі та їх біологічне значення, участь анатомо-фізіологічних систем (кісток, кишечника, нирок) в гомеостазі кальцію і фосфору. Паратгормон: секреція паратироїдного гормону, ефекти паратгормону, рецептори паратироїдного гормону. Будова, біосинтез та механізм дії кальцитоніну. Новітні наукові дані про кальцитріол: активація вітаміну D3, ефекти вітаміну D3, рецептори кальцитріолу, регуляція утворення кальцитріолу, геномні та негеномні ефекти. Роль інших гормонів у підтримці фосфорно-кальцієвого гомеостазу.

Знати: вплив гормонів залоз змішаних функцій на обмін білків, вуглеводів, ліпідів в нормі та при порушеннях їх функціонування; механізми гормональної регуляції гомеостазу кальцію; хімічну природу, біосинтез, активацію, механізм дії, регуляцію секреції, біологічну роль інсуліну та глюкагону в нормі та можливу патологію.

Вміти: трактувати хімічну природу, представники, біосинтез, регуляцію секреції, механізм дії, біологічну роль жіночих та чоловічих статевих гормонів та їх можливу патологію; аналізувати вплив анатомо-фізіологічних систем та гормонів (паратгормону, кальцитоніну, кальцитріолу) на концентрацію кальцію і фосфору в крові у нормі та при можливій патології; характеризувати роль іонів кальцію як внутрішньоклітинних месенджерів, їх розподіл в організмі та форми.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.

12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 34. Вітаміни. Основні поняття вітамінології. Номенклатура та класифікація вітамінів. Вітаміноподібні речовини. Вітаміни С та Р.**

Вітаміни: визначення, біологічне значення. Історія відкриття вітамінів. Класифікація та номенклатура вітамінів. Авітамінози, гіповітамінози, гіпервітамінози: визначення, приклади. Екзо- і ендogenous причини виникнення вітамінної недостатності. Антивітаміни; визначення, механізми дії, приклади, застосування в біології та медицині. Структура та біологічне значення вітаміноподібних речовин: холіну, ліпоєвої кислоти, пангамової (вітамін В15), оротової, параамінобензойної кислоти, інозиту, убіхінону. Характеристика вітамінів С та Р (коферментні та некоферментні функції, харчові джерела, добова потреба, ознаки авітамінозу, біомедичне застосування).

Знати: причини виникнення авітамінозів, гіповітамінозів, гіпервітамінозів; механізми дії антивітамінів та їх клінічне застосування; структуру, участь у метаболізмі, ознаки недостатності вітамінів С і Р.

Вміти: аналізувати перебіг ферментативних процесів, що відбуваються в мембранах і органелах для інтеграції обміну речовин в індивідуальних клітинах; інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини; інтерпретувати біохімічні механізми виникнення патологічних процесів в живих організмах та принципи їх корекції.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.

2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: **[http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)**
2. бібліотека: **[http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)**
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

**Тема 35. Водорозчинні вітаміни групи В: назви, коферментні та некоферментні функції, харчові джерела, добова потреба, ознаки авітамінозу, біомедичне застосування.**

Водорозчинні, коферментні вітаміни. Хімічна будова, біологічно активні форми та каталітичні функції коферментних вітамінів: тіамін - вітамін В1, рибофлавін - вітамін В2 та його коферментні форми - ФАД, ФМН; нікотинова кислота, нікотинамід - вітамін РР та його коферментні форми - НАД<sup>+</sup>, НАДФ<sup>+</sup>; піридоксин - вітамін В6 та його коферментні форми - піридоксальфосфат та піридоксамінфосфат; біотин - вітамін Н, пантотенова кислота - вітамін В3 і його коферментна форма - коензим А; фолієва кислота - вітамін Вс або В9, коферментна форма - тетрагідрофолієва кислота як переносник одновуглецевих фрагментів у реакціях біосинтезу; кобаламін – вітамін В12 (метилкобаламін, 5-дезоксиаденозилкобаламін). Вміст вітамінів групи В у продуктах харчування, добова потреба, ознаки авітамінозу, застосування в біології та медицині.

Знати: структуру вітамінів В1, В2, В3, РР, В6, В8, В9, В12 та їх коферментних форм; механізми дії вітамінних коферментів в основних метаболічних шляхах; причини та ознаки виникнення вітамінної недостатності, їх біохімічну діагностику.

Вміти: аналізувати відповідність структури біоорганічних сполук фізіологічним функціям, які вони виконують в живих організмах; інтерпретувати особливості фізіологічного стану організму та розвитку патологічних процесів на основі лабораторних досліджень; інтерпретувати особливості будови та перетворень в організмі вищих тварин та людини біоорганічних сполук як основи їх фармакологічної дії в якості лікарських засобів.

#### Література:

1. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>

14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), *Diagnosis*, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 36. Жиророзчинні вітаміни: біологічні функції, антиоксидантні властивості.**

Жиророзчинні вітаміни, хімічна будова, біологічні функції. Ретинол - вітамін А, анти-ксерофтальмічний фактор, каротиноїди. Біологічно активні форми: ретиналь, ретиноєва кислота, роль цис-транс ізомерії в процесах світлосприймання. Холекальциферолі – вітаміни групи Д, біологічно активні гідроксильовані похідні та їх роль в обміні кальцію і фосфатів.  $\alpha$ -токоферол - вітамін Е. Біологічно активні хінони - вітамін К, коферментна функція та участь в зсіданні крові. Ознаки та причини авітамінозів та гіпервітамінозів. Жиророзчинні вітаміни як антиоксиданти.

Знати: механізми дії вітамінів А, Д, Е, К; біологічне значення жиророзчинних вітамінів; причини та ознаки виникнення їх вітамінної недостатності, біохімічну діагностику.

Вміти: пояснювати основні механізми біохімічної дії та принципи спрямованого застосування фізіологічно-активних сполук та фармакологічних засобів; пояснювати біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем живих організмів; інтерпретувати значення біохімічних процесів обміну речовин та його регуляції в забезпеченні функціонування органів, систем та цілісного організму людини.

#### Література:

1. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.



6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### **Тема 37. Біохімія крові: фізико-хімічні константи, білки та ферменти.**

Кров як біологічна рідина, функції крові. Фізико-хімічні константи крові, їх регуляція. Буферні системи крові, лужний резерв крові. Порушення кислотно-лужної рівноваги (ацидоз, алкалоз). Хімічний склад крові, характеристика низькомолекулярних органічних компонентів (азотвмісних та безазотистих). Залишковий азот крові. Азотемії. Білки плазми крові: загальна характеристика, методи визначення, основні фракції. Вміст загального білка в плазмі крові в нормі та його зміни при патології. Характеристика білкових фракцій плазми крові (альбуміни,  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$  -,  $\gamma$  - глобуліни) та їх окремих представників ( $\alpha_1$ -антитрипсин, гаптоглобін, трансферин, церулоплазмін,  $\alpha_2$ -макроглобулін, інтерферон, фібриноген). Білки гострої фази (С-реактивний протеїн) та патологічні білки плазми крові (кріоглобулін, альфа-фе-

топротеїн). Ферменти плазми крові (власні, індикаторні, екскреторні): окремі представники та їх значення для діагностики патологічних станів. Кінінова система крові.

Знати: хімічний склад та функції крові; фізико-хімічні константи крові, їх зміни при патології; основні фракції білків та групи ферментів плазми крові, їх зміни при патології, діагностичне значення.

Вміти: інтерпретувати особливості фізіологічного стану організму та розвитку патологічних процесів на основі лабораторних досліджень; трактувати зміни вмісту загального білку в плазмі крові в умовах патології; характеризувати склад та функції кінінової системи плазми крові.

#### Література:

1. Склярів О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Склярів, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.

17. Porriani, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: <http:// library.vsmu.edu.ua>
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 38. Біохімія еритроцитів. Біосинтез порфіринів та гему. Гемоглобін. Система гемостазу та фібринолізу. Зміни в системі гемостазу за COVID-19.**

Біосинтез порфіринів та гему. Порушення обміну порфіринів (порфірії). Гемоглобін: будова, види, сполуки, біосинтез, роль в транспорті кисню. Етапи біосинтезу гемоглобіну та їх регуляція. Гемоглобінози (гемоглобінопатії, таласемії).

Згортальна, антизгортальна та фібринолітична системи крові. Роль ендотелію судин та тромбоцитів в гемостазі. Коагуляційний гемостаз: фази, шляхи, групи факторів згортання крові (в нормі та при патології). Антикоагулянти та інгібітори згортання крові (протейн С, протейн S, антитромбін III). Система фібринолізу (плазміноген, активатори та інгібітори). Молекулярні механізми засідання крові. Принципи лабораторної оцінки стану системи гемостазу.

Знати: будову та особливості метаболізму еритроцитів та наслідки їх порушень; механізм біосинтезу гема та гемоглобіну; будову та особливості метаболізму еритроцитів та наслідки їх порушень.

Вміти: трактувати особливості будови та обміну речовин в еритроцитах, молекулярні основи спадкових порушень синтезу гема та гемоглобіну та їх біохімічні прояви; трактувати молекулярні основи гемоглобінозів (гемоглобінопатій та таласемій); пояснювати механізми розвитку та принципи діагностики порфірій. Принципи лабораторної оцінки стану системи гемостазу, значення D-димеру. Зміни в системі гемостазу за COVID-19.

#### **Література:**

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.

8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 39. Біохімія імунних процесів. Біохімія запалення. Біохімічні аспекти COVID-19.**

Загальна характеристика імунної системи (клітинна та гуморальна ланки). Кластери диференціації лімфоцитів (маркери Т- та В-лімфоцитів, нульових клітин) та методи їх дослідження. Імуноглобуліни: структура, біологічні функції. Медіатори і гормони імунної систем (цитокіни, інтерлейкіни, фактори росту). Біохімічні компоненти системи комплементу людини. Біохімічні механізми розвитку імунодефіцитних станів (первинні та вторинні імунодефіцити). Принципи лабораторної оцінки стану імунної системи системи. Новітні наукові дані про біохімію запалення. Медіатори запалення та флогогенні чинники. Патогенетичні стадії запалення (альтерація, ексудація, проліферація). Пусковий механізм запалення, Toll-like рецептори та їх ліганди. Біохімічні етапи запальної відповіді. Медіатори запалення (клітинні циркулюючі). Утворення ліпідних медіаторів запалення. Характеристика ізоформ ЦОГ. Утворення активних форм кисню та азоту, їх роль в запальній реакції. Характеристика ізо-

форм синтази оксиду азоту. Білки гострої фази – класифікація, діагностичне значення. Регуляція запального процесу. Біохімічні основи протизапальної дії лікарських засобів.

Знати: біохімічні та молекулярні основи фізіологічних функцій клітин, органів і систем; особливості діагностики фізіологічного стану організму та розвитку патологічних процесів на основі біохімічних досліджень; молекулярні механізми розвитку патологічних процесів, принципи їх біохімічної діагностики та корекції. Біохімічні аспекти COVID-19 (механізми розвитку «цитокінового шторму», патогенетичне та діагностичне значення ІЛ-6). Біохімічні основи протизапальної дії лікарських засобів, антицитокінові засоби.

Вміти: аналізувати роль факторів та пускових механізмів у формуванні запалення; трактувати стадії запального процесу; пояснювати механізми утворення активних форм кисню та азоту і їх роль в запальній реакції.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>

16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 40. Біохімія печінки. Пігментний обмін.**

Печінка – центральний орган підтримки гомеостазу організму. Роль печінки в обміні вуглеводів (синтезі та розпаді глікогену, гліюконеогенезі та ін.); обміні ліпідів (синтезі та розпаді жирних кислот, метаболізмі кетонових тіл та холестерину.); обміні білків та амінокислот; детоксикації аміаку та синтезі сечовини.

Пігментний обмін. Катаболізм гемоглобіну: основні етапи, роль ретикуло-ендотеліальної системи та печінки. Обмін та характеристика жовчних пігментів (прямого та непрямого білірубину, стеркобіліну та уробіліну). Рівень загального білірубину та його фракцій в плазмі крові в нормі. Жовтяниці: визначення, класифікація. Характеристика набутих жовтяниць, їх біохімічна діагностика. Спадкові жовтяниці: характеристика, біохімічна діагностика. Склад та значення жовчі.

Знати: біохімічні функції печінки та її роль в метаболізмі вуглеводів, ліпідів та білків; роль печінки в обміні жовчних пігментів; діагностичне значення показників катаболізму гемоглобіну.

Вміти: пояснювати етапи катаболізму гемоглобіну та обміну жовчних пігментів; трактувати набуті та спадкові порушення пігментного обміну; пояснити сечовиноутворювальну функцію печінки.

#### Література:

- 1.Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
- 2.Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луцької – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
- 3.Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
- 4.Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
- 5.Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
- 6.Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
- 7.Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.



8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31<sup>st</sup> edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S. (2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porri, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 41. Детоксикаційна функція печінки. Біотрансформація ксенобіотиків та ендогенних токсинів. Мікросомальне окиснення, реакції кон'югації, Р-глікопротеїн.***

Поняття про ксенобіотики, шляхи метаболізму ксенобіотиків. Будова та функції мікросомальних електронно-транспортних ланцюгів (НАДФН- та НАДН-залежних). I фаза біотрансформації ксенобіотиків: приклади реакцій окиснення (гідроксилювання, деалкілювання), роль системи цитохромів P450. Феномен індукції ферментів метаболізму ксенобіотиків та його біомедичне значення. Поняття про метаболічну активацію ксенобіотиків та її наслідки для організму. II фаза біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних метаболітів: значення, загальні закономірності. Реакції кон'югації. Приклади реакцій кон'югації з глюкуроною, сірчаною, оцтовою кислотами, гліцином (утворення гіпурових кислот), глутатіоном. Нові наукові дані про III фазу метаболізму ксенобіотиків та її біологічне значення (система Р-глікопротеїну).

Знати: біохімічні закономірності метаболізму ксенобіотиків в залежності від їх фізико-хімічних властивостей; фази перетворення чужорідних сполук в живих організмах; будову та функції мікросомальних електронно-транспортних ланцюгів, роль цитохрому P450.

Вміти: трактувати значення феномену індукції ферментів метаболізму ксенобіотиків; аналізувати значення явища метаболічної активації; пояснювати значення II та III фаз метаболізму ксенобіотиків.

#### Література:

1. Складаров О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Складаров, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: <http://biochem.vsmu.edu.ua/>
2. бібліотека: <http://library.vsmu.edu.ua>

3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### **Тема 42. Водно-мінеральний обмін. Біохімія нирок та сечі.**

Класифікація та біологічне значення мінеральних речовин. Вода: будова, біологічне значення, обмін. Гормональна регуляція водно-мінерального обміну. Гормони - регулятори осмотичного тиску та концентрації іонів калію і натрію (антидіуретичний гормон, система ренін-ангіотензин-альдостерон, передсердний натрійуретичний пептид). Мінеральний обмін: вміст хімічних елементів в організмі людини, їх класифікація, біологічне значення. Основні функції нирок. Особливості обміну речовин в нирках. Механізм утворення сечі: фільтрація, реабсорбція, секреція. Кліренс: визначення, значення, приклади. Фізико-хімічні властивості сечі. Органічні і неорганічні компоненти сечі.

Знати: біохімічний склад сечі в нормі та при патології; особливості обміну речовин в нирках; етапи утворення сечі в організмі.

Вміти: розкрити роль нирок у підтриманні сталості внутрішнього середовища організму; висвітлити роль ренін-ангіотензинової системи нирок; пояснювати механізми регуляції водного та мінерального обміну.

#### **Література:**

1. Складаров О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Складаров, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>

14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), *Diagnosis*, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)*, 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. *Biological Chemistry*, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

#### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

#### ***Тема 43. Біохімія м'язової та сполучної тканини.***

Біохімія м'язової тканини. Характеристика білків, небілкових азотвмісних речовин та безазотистих сполук м'язів. Креатин, креатинфосфат, креатинін: синтез, біологічна роль. Енергопостачаючі процеси м'язового скорочення. Послідовність включення енергопостачаючих процесів під час м'язової роботи.. Молекулярні механізми скорочення та розслаблення поперечно-посмугованих м'язів. Особливості скорочення гладеньких м'язів та кардіоміоцитів. Біохімічні зміни в м'язах під час тренування, гіпокінезії та втоми. Біохімічні зміни при патології скелетних м'язів (м'язових дистрофія, атрофіях, метаболічних міопатіях) та серцевого м'язу (інфаркти міокарда, міокардитах, кардіоміопатіях).

Сполучна тканина: види, функції, особливості будови, клітинні елементи. Біохімія основної речовини сполучної тканини: будова, функції, особливості метаболізму глікозаміногліканів, протеогліканів, структурних глікопротеїнів. Мукополісахаридози. Біохімія волокон сполучної тканини: будова, функції, особливості біосинтезу та розпаду колагену та еластину. Молекулярні основи патології сполучної тканини: спадкові порушення будови колагенових та еластинових волокон (синдром Елерса-Данлоса, Менке, Марфана), колагенози, скорбут. Біохімічні маркери патології сполучної тканини.

Знати: особливості хімічного складу сполучної тканини, будову та функції її макромолекул; особливості біосинтезу та катаболізму колагену і еластину; біохімічні зміни в м'язах при тренуванні, втомі, гіпокінезії та при патології м'язів.

Вміти: аналізувати основні шляхи регуляції метаболізму сполучної тканини; трактувати молекулярні основи патології сполучної тканини; пояснювати особливості метаболізму, біоенергетики, молекулярні основи скоротливості м'язів у нормі та їх зміни при патології.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. *Clinical Biochemistry (Lecture Notes)* 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.

4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>

### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: [http:// biochem.vsmu.edu.ua/](http://biochem.vsmu.edu.ua/)
2. бібліотека: [http:// library.vsmu.edu.ua](http://library.vsmu.edu.ua)
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

### **Тема 44. Біохімія нервової тканини.**

Особливості хімічного складу та метаболізму нервової тканини. Нейромедіатори та нейропептиди: представники, біологічне значення. Спинномозкова рідина: хімічний склад, зміни при патології. Біохімічні основи виникнення та проведення нервових імпульсів. Будова та функціонування хімічних синапсів. Поняття про нейромедіатори та нейро модулятори. Характеристика нейромедіаторів - збуджувальних (серотонін, гістамін, глутамат, аспартат),

гальмівних (ГАМК, гліцин, таурин, аденозин) та змішаних (ацетилхолін, норадреналін, дофамін). Нові наукові дані про нейротрофіни (мозковий нейротрофічний фактор, фактор росту нервів, нейротрофіни 3 та 4). Лікарські препарати, що впливають на нервову систему.

Знати: будову та принципи функціонування хімічних синапсів; механізм дії та біологічні ефекти нейромедіаторів; біохімічні механізми дії нейротропних засобів.

Вміти: аналізувати особливості хімічного складу та метаболізму нервової тканини; трактувати хімічний склад спинномозкової рідини в нормі та при патології; пояснювати хімічні основи виникнення та проведення нервових імпульсів.

#### Література:

1. Скляр О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляр, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2020. – 706 с.
2. Клінічна біохімія. Том 1: підручник / за загальною редакцією доктора медичних наук, професора Г.Г. Луньової – Вид-во «Магнолія», 2021. – 400 с.
3. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ Wiley, 2018. – 316 p.
4. Біологічна хімія: підручник / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської, М.М. Корди, Г.М. Ерстенюка, О.В. Кузнецова – Вид-во «Нова книга». – 2021. – 648 с.
5. Смірнова О.В., Заїчко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. – 372 с.
6. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2019. – 732 с.
7. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M., ..... Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020. – 544 с.
8. Biological and Bioorganic Chemistry. Third edition. In 2 books. Book 1. Bioorganic Chemistry: Textbook / Edited by B.S. Zimenkovsky, I.V. Nizhenkovska. – Medicine Publishing, 2020. – 273 p.
9. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R. Ferrier – 8 th ed., 2021. – 640 p.
10. Harper's Illustrated Biochemistry 31st edition / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Education, 2018. – 800 p.
11. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
12. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; <https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921>, <https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1>
13. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y>
14. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: <https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057>
15. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: <https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338>
16. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
17. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. <https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368>



### Інформаційні ресурси

1. адреса сайту кафедри: **http: // biochem.vsmu.edu.ua/**
2. бібліотека: **http: // library.vsmu.edu.ua**
3. <http://www.brenda-enzymes.org/>
4. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
5. <http://www.annualreviews.org/journal/biochem>
6. <http://ukrbiochemjournal.org/>

**Тема 45. Практичні навички з модуля 2.** Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій та гормональної регуляції. Біохімія тканин та фізіологічних функцій. Теоретичні питання з медичної біохімії по модулю 2. Вирішення типових ситуаційних задач з медичної біохімії в рамках модуля 2. Спеціалізовані практичні навички з медичної біохімії за напрямом підготовки доктора філософії у рамках модуля 2.

### Метаболізм нуклеотидів та його регуляція

1. Нуклеотиди та нуклеозиди: визначення, структура, номенклатура, похідні, біологічне значення. Пуринові і піримідинові основи. Вуглеводні компоненти.
2. Нуклеозиди, моонуклеотиди, нуклеозидмоно-, ди-, трифосфати. Циклічні нуклеотиди (цАМФ, цГМФ), їх біологічне значення.
3. Нуклеїнові кислоти: класифікація, будова, характеристика, біологічне значення.
4. ДНК - носій генетичної інформації. Рівні структурної організації ДНК, правила Чаргаффа, модель Уотсона та Кріка.
5. Типи РНК, їх будова, біологічні функції та локалізація в клітині (мРНК, тРНК, рРНК, мяРНК).
6. Нуклеопротейни: визначення, будова, біологічне значення. Молекулярна організація ядерного хроматину.
7. Шляхи поповнення пулу вільних нуклеотидів в різних клітинах. Реутилізація готових азотистих основ та нуклеозидів (принцип, ферменти).
8. Біосинтез пуринових нуклеотидів de novo: джерела атомів пуринового ядра, механізм, ферменти, ключові проміжні метаболіти, регуляція (ретроінгібування).
9. Біосинтез піримідинових нуклеотидів de novo: джерела атомів піримідинового ядра, механізм, ферменти, ключові проміжні метаболіти, регуляція, патологія (оротатацидурія).
10. Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Інгібітори синтезу дТМФ (структурні аналоги дТМФ, похідні птерину).
11. Катаболізм пуринових нуклеотидів в тканинах: механізм, ферменти, регуляція. Фізико-хімічні властивості сечової кислоти.
12. Біохімічна характеристика патології обміну пуринів: гіперурикемія, подагра, синдром Леша-Ніхана, роль інгібіторів ксантиноксидази.
13. Катаболізм піримідинових нуклеотидів: механізм, ферменти, кінцеві продукти метаболізму та їх роль в обміні речовин.

### Основи молекулярної біології

14. Генетичний код: визначення, властивості, біологічне значення. Напрямки та основні етапи передачі генетичної інформації.
15. Генетичний матеріал вірусів, бактеріофагів, прокаріот, еукаріот. Мітохондріальна ДНК.
16. Реплікація ДНК: визначення, загальні закономірності, біологічне значення. Механізм реплікації: сутність експерименту М.Мезельсона та Ф.Сталя. Фактори реплікації та компоненти ДНК-репліказної системи (реплісоми).
17. Характеристика ДНК-полімераз прокаріот: ДНК-полімераза Корнберга, полімерази II та III.

18. ДНК-полімерази еукаріот ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\epsilon$ -,  $\delta$ - полімерази).
19. Топологія ДНК при реплікації. Етапи реплікації.
20. Праймосома - будова, функції.
21. Утворення реплікативної вилки, «точки огі», механізм синтезу антипаралельних ланцюгів ДНК, фрагменти Оказаки.
22. Реплікативний апарат бактерій, фагів.
23. Інгібітори реплікації (афідіколін – інгібітор ДНК-полімераз  $\alpha$ ,  $\delta$ ,  $\epsilon$ ; доксорубіцин, мітоміцини, актиноміцин D – інтеркалятори; фторхінолони – інгібітори ДНК-гірази прокаріот).
24. Феномен недореплікації ДНК. Теломери
25. Транскрипція: загальні закономірності, кодуючі та некодуючі ланцюги ДНК, біологічне значення. Фактори та ферменти транскрипції.
26. Характеристика РНК-полімераз прокаріот та еукаріот (РНК-полімерази I, II, III). Будова РНК-полімерази:  $\sigma$ -фактор,  $\sigma$ -фактор (2 $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\beta'$ ).
27. Сигнали транскрипції: сигнали початку транскрипції у прокаріот та еукаріот – промотори, блок Прибнова, ТАТА-бокс, -35- та -10-послідовність; сигнали термінації транскрипції (паліндроми, полі-АТ-пари).
28. Будова транскриптона (оперона). Механізм та етапи транскрипції (ініціація, елонгація, термінація, утворення ДНК-РНК-гібриду, утворення «шпильок»).
29. Посттранскрипційна модифікація РНК (процесінг): сплайсинг, кепування, поліаденілування, хімічна модифікація. Особливості процесінгу пре-мРНК, пре-рРНК та пре-тРНК. Сплайсосома. Альтернативний сплайсинг.
30. Інгібітори транскрипції: токсини, антибіотики, протипухлинні алкалоїди.
31. Трансляція: фактори, біологічне значення. Особливості будови рибосом прокаріот та еукаріот.
32. Активація амінокислот: локалізація, реакції, роль аміноацил-тРНК-синтетаз (кодаз).
33. Етапи трансляції та їх механізм. Поняття про ініціюючі та термінуючі кодони. Кодон-антикодонова взаємодія. Утворення ініціюючого комплексу (роль метіоніну та формілметіоніну, білкові фактори ініціації трансляції).
34. Інгібітори трансляції: механізм дії антибіотиків, інтерферону та дифтерійного токсину.
35. Посттрансляційна модифікація поліпептидів: хімічна модифікація, обмежений протеоліз. Фолдінг білків (шаперони, білки теплового шоку HSP). Пріони.
36. Нематричний синтез поліпептидів (глутатіону, рилізінг-факторів, ендорфінів, кінінів)

#### Основи молекулярної генетики

37. Оперон: визначення, будова та призначення окремих ділянок.
38. Регуляція експресії генів у прокаріот по типу індукції (функціонування Лас-оперону E.Coli за Ф.Жакоб та Ж.Моно) та репресії (функціонування гістидинового оперону E.Coli).
39. Особливості геному еукаріот (екзони, інтрони, цис-регуляторні елементи, транс-регуляторні елементи, спейсери, транспозони, послідовності, що повторюються).
40. Регуляція експресії генів у еукаріот на рівні структурної організації геному: гетеро- та еухроматин, хімічна модифікація гістонів (метилування, ацетилювання, фосфорилювання, SUMO), метилування ДНК (CpG-острівці).
41. Генетичні рекомбінації та їх значення. Ампліфікація генів та її біомедичне значення. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР).
42. Регуляція експресії генів у еукаріот на рівні транскрипції (промоторні послідовності, енхансери, сайленсери, атенюатори, інсулятори), регуляторні білки, дискримінація РНК, інтерференція РНК.
43. Регуляція біосинтезу білків на рівні трансляції (на прикладі регуляції трансляції глобі-

ну та дії інтерферону; фосфорилювання /дефосфорилювання фактору ініціації трансляції eIF2; АДФ-рибозилування факторів елонгації).

44. Особливості біосинтезу білків у людини.
45. Мутагени: визначення, класифікація та механізм дії.
46. Мутації: визначення, класифікація та роль у виникненні ензимопатій та спадкових хвороб (мовчазні мутації, міссенс-мутації, нонсенс-мутації).
47. Репарація ДНК: ферменти, етапи, біологічне значення. Репарація УФ-індукованих генних мутацій (видалення тимінових димерів, репарація дезамінування цитозину). Патологія репарації (пігментна ксеродерма, прогерія).
48. Генна інженерія (технологія рекомбінантних ДНК): визначення, біологічне значення, принципи (кДНК, зворотні транскриптази, рестриктази, отримання, трансплантація та клонування генів).

#### Біохімія міжклітинних комунікацій та гормональної регуляції

49. Характеристика ендокринної системи. Загальні принципи клітинної комунікації. Взаємодія нервової, імунної та ендокринної систем. Концепція регуляторного механізму зворотного зв'язку. Каскадне посилення гормонального сигналу. Типи міжклітинної комунікації.
50. Класифікація та загальна характеристика гормонів (за місцем синтезу, хімічною природою та характером біологічної дії). Характеристика істинних гормонів (гормонів дистантної дії), представники. Характеристика гормоноподібних речовин (гістогормонів), окремі представники (гастроінтестинальні пептиди, фактори росту, цитокіни та ін.).
51. Структурні компоненти ендокринної системи. «Клітини-мішені». Поняття про APUD-систему, апудоцити та продукти їх життєдіяльності.
52. Різновиди місцевого (ізокринного) характеру дії біорегуляторів.
53. Рецептори «клітин-мішеней» та їх будова (рецептори, асоційовані з іонними каналами, рецептори, асоційовані з G-білками, рецептори з ензиматичною активністю. Надродина цитоплазматичних рецепторів).
54. Типи механізмів дії сигнальних молекул, в залежності від рецептора і швидкості реалізації біологічного ефекту. Іонотропний механізм дії нейромедіаторів.
55. Мембранний механізм дії гормонів білково-пептидної природи та катехоламінів.
56. Характеристика G-білків, протеїнкіназ, вторинних месенджерів - цАМФ, цГМФ, ІТФ, ДАГ, кальцій-кальмодулінового месенджера (Ca-CaM).
57. Цитозольний механізм дії гормонів стероїдної природи та тироксину.
58. Роль активних форм кисню, нітроген монооксиду, монооксиду вуглецю, гідроген сульфід, ейкозаноїдів, церамідів, як внутрішньоклітинних сигнальних молекул – месенджерів.
59. Сигнальні системи рецептор-незалежного та рецептор-залежного апоптозу, каспази, Fas-ліганди
60. Гормони гіпоталамуса: хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль.
61. Гормони епіфіза: хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль.
62. Тропні гормони аденогіпофіза: класифікація, хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції.
63. Гормони нейрогіпофіза (вазопресин, окситоцин): місце синтезу, хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль, можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції.
64. Гормони щитоподібної залози (йодтироніни): хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль, можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції.

65. Гормони мозкового шару наднирників (катехоламінів): хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль.
66. Гормони кори наднирників (кортикостероїди та мінералокортикоїди): класифікація, хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції.
67. Чоловічі та жіночі статеві гормони: представники (прогестини або гестагени, андрогени та естрогени), місце синтезу, хімічна природа та особливості структурної організації, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції.
68. Гормональна функція підшлункової залози. Біосинтез та секреція інсуліну. Особливості функціонування рецепторів до інсуліну. Механізм дії інсуліну.
69. Біосинтез та механізм дії глюкагону та інших гормонів підшлункової залози.
70. Гормональна регуляція фосфорно-кальцієвого обміну. Розподіл кальцію і фосфору в організмі та їх біологічне значення, участь анатоно-фізіологічних систем (кісток, кишечника, нирок) в гомеостазі кальцію і фосфору.
71. Паратгормон: секреція паратироїдного гормону, ефекти паратгормону, рецептори паратироїдного гормону.
72. Кальцитріол: активація вітаміну Д, ефекти вітаміну Д, рецептори кальцитріолу, регуляція утворення кальцитріолу. Будова, біосинтез та механізм дії кальцитоніну.
73. Роль інших гормонів у підтримці фосфорно-кальцієвого гомеостазу.

#### Вітаміни та вітаміноподібні речовини

74. Вітаміни: визначення, біологічне значення. Історія відкриття вітамінів. Класифікація та номенклатура вітамінів. Авітамінози, гіповітамінози, гіпервітамінози: визначення, приклади. Екзо- і ендogenous причини виникнення вітамінної недостатності.
75. Антивітаміни; визначення, механізми дії, приклади, застосування в біології та медицині.
76. Структура та біологічне значення вітаміноподібних речовин: холіну, ліпоєвої кислоти, пангамової (вітамін В<sub>15</sub>), оротової, параамінобензойної кислоти, інозиту, убіхінону, вітаміну U (проти виразковий фактор).
77. Характеристика вітамінів С та Р (коферментні та некоферментні функції, харчові джерела, добова потреба, ознаки авітамінозу, біомедичне застосування).
78. Водорозчинні, коферментні вітаміни. Хімічна будова, біологічно активні форми та каталітичні функції коферментних вітамінів: тіамін - вітамін В<sub>1</sub>, рибофлавін - вітамін В<sub>2</sub> та його коферментні форми - ФАД, ФМН; нікотинова кислота, нікотинамід - вітамін РР та його коферментні форми - НАД<sup>+</sup>, НАДФ<sup>+</sup>; піридоксин - вітамін В<sub>6</sub> та його коферментні форми - піридоксальфосфат та піридоксамінфосфат; біотин - вітамін Н, пантотенова кислота - вітамін В<sub>3</sub> і його коферментна форма - коензим А; фолієва кислота - вітамін В<sub>9</sub> або В<sub>12</sub>, коферментна форма - тетрагідрофолієва кислота як переносник одновуглецевих фрагментів у реакціях біосинтезу; кобаламін – вітамін В<sub>12</sub> (метилкобаламін, 5-дезоксиденозилкобаламін).
79. Вміст вітамінів групи В у продуктах харчування, добова потреба, ознаки авітамінозу, застосування в біології та медицині.
80. Жиророзчинні вітаміни, хімічна будова, біологічні функції. Ретинол - вітамін А, антиксерофтальмічний фактор, каротиноїди. Біологічно активні форми: ретиналь, ретиноева кислота, роль цис-транс ізомерії в процесах світлосприймання.
81. Холекальциферолі – вітаміни групи Д, біологічно активні гідроксильовані похідні та їх роль в обміні кальцію і фосфатів.
82. α-токоферол - вітамін Е.
83. Біологічно активні хінони - вітамін К, коферментна функція та участь в зсіданні крові. Ознаки та причини авітамінозів та гіпервітамінозів.
84. Жиророзчинні вітаміни як антиоксиданти.

85. Кров як біологічна рідина, функції крові. Фізико-хімічні константи крові, їх регуляція.
86. Буферні системи крові, лужний резерв крові. Порушення кислотно-лужної рівноваги (ацидоз, алкалоз).
87. Хімічний склад крові, характеристика низькомолекулярних органічних компонентів (азотвмісних та безазотистих). Залишковий азот крові. Азотемії.
88. Білки плазми крові: загальна характеристика, методи визначення, основні фракції. Вміст загального білка в плазмі крові в нормі та його зміни при патології.
89. Характеристика білкових фракцій плазми крові (альбуміни,  $\alpha_1$ -,  $\alpha_2$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -глобуліни) та їх окремих представників ( $\alpha_1$ -антитрипсин, гаптоглобін, трансферин, церулоплазмін,  $\alpha_2$ -макроглобулін, інтерферон, фібриноген).
90. Білки гострої фази (С-реактивний протеїн) та патологічні білки плазми крові (кріоглобулін, альфа-фетопротеїн).
91. Ферменти плазми крові (власні, індикаторні, екскреторні): окремі представники та їх значення для діагностики патологічних станів.
92. Кінінова система крові.
93. Біосинтез порфіринів та гему. Порушення обміну порфіринів (порфірії).
94. Гемоглобін: будова, види, сполуки, біосинтез, роль в транспорті кисню. Етапи біосинтезу гемоглобіну та їх регуляція. Гемоглобінози (гемоглобінопатії, таласемії).
95. Згортальна, антизгортальна та фібринолітична системи крові. Роль ендотелію судин та тромбоцитів в гемостазі.
96. Коагуляційний гемостаз: фази, шляхи, групи факторів згортання крові (в нормі та при патології). Антикоагулянти та інгібітори згортання крові (протеїн С, протеїн S, анти-тромбін III).
97. Система фібринолізу (плазміноген, активатори та інгібітори). Молекулярні механізми засідання крові. Принципи лабораторної оцінки стану системи гемостазу.
98. Печінка – центральний орган підтримки гомеостазу організму. Роль печінки в обміні вуглеводів (синтезі та розпаді глікогену, глюконеогенезі та ін.); обміні ліпідів (синтезі та розпаді жирних кислот, метаболізмі кетонових тіл та холестерину.); обміні білків та амінокислот; детоксикації аміаку та синтезі сечовини.
99. Пігментний обмін. Катаболізм гемоглобіну: основні етапи, роль ретикуло-ендотеліальної системи та печінки.
100. Обмін та характеристика жовчних пігментів (прямого та непрямого білірубіну, стеркобіліну та уробіліну). Рівень загального білірубіну та його фракцій в плазмі крові в нормі.
101. Жовтяниці: визначення, класифікація. Характеристика набутих жовтяниць, їх біохімічна діагностика. Спадкові жовтяниці: характеристика, біохімічна діагностика.
102. Склад та значення жовчі.
103. Поняття про ксенобіотики, шляхи метаболізму ксенобіотиків. Будова та функції мікосомальних електронно-транспортних ланцюгів (НАДФН- та НАДН-залежних).
104. I фаза біотрансформації ксенобіотиків: приклади реакцій окиснення (гідроксилювання, деалкілювання), роль системи цитохромів P450.
105. Феномен індукції ферментів метаболізму ксенобіотиків та його біомедичне значення. Поняття про метаболічну активацію ксенобіотиків та її наслідки для організму
106. II фаза біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних метаболітів: значення, загальні закономірності. Реакції кон'югації. Приклади реакцій кон'югації з глюкуроною, сірчаною, оцтовою кислотами, гліцином (утворення гіпурових кислот), глутатіоном.
107. Поняття про III фазу метаболізму ксенобіотиків та її біологічне значення (система Р-глікопротеїну).
108. Метаболізм етанолу та механізм його токсичної дії.
109. Класифікація та біологічне значення мінеральних речовин.

110. Вода: будова, біологічне значення, обмін.
111. Гормональна регуляція водно-мінерального обміну. Гормони - регулятори осмотичного тиску та концентрації іонів калію і натрію (антидіуретичний гормон, система ренін-ангіотензин-альдостерон, передсердний натрійуретичний пептид).
112. Мінеральний обмін: вміст хімічних елементів в організмі людини, їх класифікація, біологічне значення.
113. Основні функції нирок. Особливості обміну речовин в нирках. Механізм утворення сечі: фільтрація, реабсорбція, секреція. Кліренс: визначення, значення, приклади