

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Проректор з науково-педагогічної  
роботи та розвитку

\_\_\_\_\_ С.М. Кваша  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022р.

**РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО**

на засіданні Вченої ради факультету  
ветеринарної медицини

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

Декан факультету \_\_\_\_\_ М.І. Цвіліховський

на засіданні кафедри біохімії і фізіології тварин

Протокол № \_\_\_\_ від « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_ В.А. Томчук

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**МОЛЕКУЛЯРНІ МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ ОБМІНУ РЕЧОВИН**

Рівень вищої освіти – третій (освітньо-науковий) рівень

Галузь знань – 09 Біологія

Спеціальність – 091 «Біологія»

Освітньо-наукова програма – БІОЛОГІЯ

Гарант ОНП – Л.Г. Калачнюк

Розробники: д. б. н., проф. Калачнюк Л. Г., к. б. н., доц., Цвіліховський В. І.,  
кафедра біохімії і фізіології тварин

Київ 2022

## 1. Опис навчальної дисципліни

### МОЛЕКУЛЯРНІ МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ ОБМІНУ РЕЧОВИН

(назва)

| Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь                       |                      |                       |
|---------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Галузь знань                                                        | 09 Біологія          |                       |
| Освітньо-науковий рівень                                            | третій               |                       |
| Освітній ступінь                                                    | доктор філософії     |                       |
| Спеціальність                                                       | 091 «Біологія»       |                       |
| Освітньо-наукова програма                                           | Біологія             |                       |
| Характеристика навчальної дисципліни                                |                      |                       |
| Вид                                                                 | вибіркова            |                       |
| Загальна кількість годин                                            | 150                  |                       |
| Кількість кредитів ECTS                                             | 5                    |                       |
| Кількість змістових модулів                                         | Не передбачено       |                       |
| Курсовий проект (робота)                                            | Не передбачено       |                       |
| Форма контролю                                                      | екзамен              |                       |
| Показник навчальної дисципліни для денної та заочної форми навчання |                      |                       |
|                                                                     | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Рік підготовки (курс)                                               | 1                    | 1                     |
| Семестр                                                             | 2                    | 2                     |
| Лекційні заняття                                                    | 20                   | 20                    |
| Практичні, семінарські заняття                                      |                      |                       |
| Лабораторні заняття                                                 | 20                   | 20                    |
| Самостійна робота                                                   | 110                  | 110                   |
| Індивідуальні завдання                                              |                      |                       |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання       | 4                    | 4                     |

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Предметом дисципліни «Молекулярні механізми регуляції обміну речовин» є вивчення молекулярних механізмів регуляції метаболічних процесів за станів, викликаних дією чинників різної природи, на рівні клітини й організму.

**Мета** дисципліни «Молекулярні механізми регуляції обміну речовин» - сформувати в аспірантів цілісну систему знань метаболічних процесів та їх молекулярних механізмів регуляції в тварин у поєднанні з ресурсом методологічних підходів, класичних і новітніх методів біохімічних досліджень та практичних навичок їх вивчення.

**Завдання** курсу «Молекулярні механізми регуляції обміну речовин» вивчити обмін речовин і молекулярні механізми його регуляції та зміни метаболічних процесів на рівнях клітини й організму за різних станів, викликаних дією чинників різної природи, а також методологічні підходи, класичні та новітні методи їх вивчення.

Основними компетентностями, якими повинен володіти здобувач під вивчення дисципліни, є:

- знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до ретроспективного аналізу наукового доробку в напрямі біохімічного дослідження;
- здатність сформувати системний науковий світогляд та загальнокультурний кругозір;
- здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї (креативність);
- комплексність у володінні інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку світової і вітчизняної біологічної науки;
- комплексність у розробці та реалізації наукових проектів та програм;
- комплексність у прийнятті обґрунтованих рішень;

- здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, які проводять;

- здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в біології та дотичні до неї міждисциплінарні проекти.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

**з н а т и:**

- молекулярні механізми біохімічних процесів клітин та субклітинних компонентів за станів, викликаних дією чинників різної природи;
- біохімічні дослідження молекулярних механізмів метаболічних процесів на рівні організму й органів за впливу ендо- й екзогенних факторів;
- класичні й новітні методи хіміко-аналітичних досліджень, методичні підходи молекулярної та диференційної лабораторної діагностики у біохімічних дослідженнях порушень молекулярних механізмів метаболізму;

**в м і т и:**

- орієнтуватися в біохімічних дослідженнях на сучасному рівні, а саме: обирати відповідні хіміко-аналітичні та біохімічні методи й методологічні підходи, діагностики, а також обладнання, відбирати біологічні зразки, володіти загальноприйнятими класичними й окремими новітніми методиками з визначення в біологічних об'єктах різних показників за допомогою традиційних і новітніх приладів біохімічної лабораторії з метою характеристики молекулярних механізмів регуляції метаболізму;

- створювати нові знання через оригінальні дослідження, якість яких може бути визнана на національному та міжнародному рівнях;

- брати участь у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію на конференціях, семінарах та форумах;

- брати участь у критичному діалозі та зацікавити результатами дослідження;
- проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузях біологічних наук;
- критично сприймати та аналізувати чужі думки й ідеї, шукати власні шляхи вирішення проблеми, здійснювати критичний аналіз власних матеріалів;
- генерувати власні ідеї та приймати обґрунтовані рішення.

### **3. Програма та структура навчальної дисципліни** повного терміну денної (заочної) форми навчання

#### **Тема лекційного заняття 1. Структурна організація біомембран, їх регуляторна роль і механізми проникнення метаболітів**

Молекулярна будова компонентів мембран і їх структурна організація. Асиметрія структурних компонентів мембран. Регуляторна роль біомембран. Молекулярні механізми проникнення метаболітів через мембрани. Роль ліпідів у молекулярних механізмах регуляції активності мембранозв'язаних ензимів. Мембрани та міжклітинні взаємодії. Молекулярні механізми регуляції біохімічних процесів травлення і особливості всмоктування продуктів гідролітичних реакцій. Молекулярні механізми регуляції реакцій ензимного гідролізу та їх продуктів: амінокислот, моносахаридів, азотистих основ, пентоз, фосфатів, нуклезидів, 2-моноацилгліцеролу, жирних кислот, холестеролу, целюлози, лігніну), ресорбції (гідрофільних та ліпофільних речовин) або транспортних процесів через кров до печінки, ворітної вени, лімфатичної системи.

#### **Тема лекційного заняття 2. Роль інтермедіатів циклу трикарбонових кислот (ЦТК) у регуляції обміну речовин, зокрема вуглеводів. Гормональна регуляція вуглеводного обміну в нормі та за умов його порушення**

Молекулярні механізми регуляції метаболічних процесів розпаду вуглеводів: глікогенолізу, гліколізу та пентозофосфатного шляху. Роль метаболітів циклу трикарбонових кислот у молекулярних механізмах регуляції метаболізму. Молекулярні механізми спряження окиснення і фосфорилування в дихальному ланцюзі. Молекулярні механізми

біосинтетичних процесів вуглеводів: утворення моносахаридів, біосинтез глікогену, глюконеогенез. Роль гормонів у молекулярних механізмах регуляції вуглеводного обміну в нормі та за умов його порушення.

**Тема лекційного заняття 3. Роль метаболітів ЦТК у регуляції обміну ліпідів та забезпечення клітини енергією. Спряження окиснення і фосфорилювання в дихальному ланцюзі**

Молекулярні механізми регуляції метаболічних процесів розщеплення ліпідів у кишково-шлунковому тракті. Роль ліполітичних ензимів і жовчі в цих процесах. Молекулярні механізми регуляції біосинтетичних процесів ліпідів на прикладі насичених і ненасичених жирних кислот, кетонівих сполук, фосфатидів, стеридів.

Молекулярні механізми регуляції метаболізму сфінголіпідів і простагландинів.

**Тема лекційного заняття 4. Регуляція гідролітичних процесів білків та обміну амінокислот. Протеосинтез і його регуляція за трансляційних і пост-трансляційних модифікацій**

Молекулярні механізми регуляції гідролітичних процесів білків. Шляхи обміну амінокислот та молекулярні механізми їх регуляції. Молекулярні механізми регуляції синтетичних процесів окремих амінокислот та синтезу протеїнів за трансляційних процесів і пост трансляційних модифікацій.

**Тема лекційного заняття 5. Вплив антибіотиків та інгібіторів синтезу пуринових і піримідинових нуклеотидів та дезоксинуклеотидів на механізми регуляції метаболічних процесів нуклеїнових кислот і нуклеопротеїнів**

Молекулярні механізми регуляції катаболічних і анаболічних процесів нуклеїнових кислот (НК). Вплив антибіотиків на молекулярні механізми регуляції метаболічних процесів нуклеопротеїнів. Вплив інгібіторів синтезу пуринових і піримідинових нуклеотидів та дезоксинуклеотидів на молекулярні механізми їх регуляції. Молекулярні механізми регуляції реплікаційних і транскрипційних процесів.

**Тема лекційного заняття 6. Регуляторна роль вітамінів у метаболічних процесах (гіпо- та гіпервітамінозні стани)**

Вітаміни, як регулятори молекулярних механізмів регуляції метаболізму. Роль таких коензимів, як: тіамінпірофосфат, ФАД, ФМН, коензим А, НАД, НАДФ, піридоксальфосфат, біотин, ліпоаміди, 5'-

дезоксиденозилкобаламін, метилкобаламін, у молекулярних механізмах регуляції каталітичних процесів за дії ензимів. Роль жиророзчинних вітамінів у молекулярних механізмах регуляції обміну речовин. Молекулярні механізми регуляції метаболізму за гіпо- та гіпервітамінозних станів. Особливості молекулярних механізмів регуляції метаболізму за вітамінного живлення тварин.

### Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем                                                                                                                                                           | Кількість годин |              |         |         |      |    |              |              |         |             |      |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--------------|---------|---------|------|----|--------------|--------------|---------|-------------|------|----|
|                                                                                                                                                                                         | денна форма     |              |         |         |      |    | Заочна форма |              |         |             |      |    |
|                                                                                                                                                                                         | усь<br>ого      | у тому числі |         |         |      |    | усь<br>ого   | у тому числі |         |             |      |    |
| л                                                                                                                                                                                       |                 | п            | ла<br>б | ін<br>д | с.р. | л  |              | п            | ла<br>б | і<br>н<br>д | с.р. |    |
| Тема 1. Структурна організація біомембран, їх регуляторна роль і механізми проникнення метаболітів.                                                                                     | 14              | 2            |         | 2       |      | 10 | 14           | 2            |         | 2           |      | 10 |
| Тема 2. Роль інтермедіатів циклу трикарбонових кислот (ЦТК) у регуляції обміну речовин, зокрема вуглеводів. Гормональна регуляція вуглеводного обміну в нормі та за умов його порушення | 28              | 4            |         | 4       |      | 20 | 28           | 4            |         | 4           |      | 20 |
| Тема 3. Роль метаболітів ЦТК у регуляції обміну ліпідів та забезпечення клітини енергією. Спряження окиснення і фосфорилування в дихальному ланцюзі.                                    | 28              | 4            |         | 4       |      | 20 | 28           | 4            |         | 4           |      | 20 |
| Тема 4. Регуляція гідролітичних процесів білків та обміну амінокислот. Протео-синтез і його регуляція за трансляційних і пост-трансляційних модифікацій.                                | 28              | 4            |         | 4       |      | 20 | 28           | 4            |         | 4           |      | 20 |
| Тема 5. Вплив антибіотиків та інгібіторів синтезу пуринових і піримідинових нуклеотидів та дезоксинуклеотидів на механізми регуляції метаболічних процесів                              | 28              | 4            |         | 4       |      | 20 | 28           | 4            |         | 4           |      | 20 |



|                                                                                              |     |    |  |    |  |     |     |    |  |    |  |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|----|--|----|--|-----|-----|----|--|----|--|-----|
| нуклеїнових кислот і нуклеопротейнів                                                         |     |    |  |    |  |     |     |    |  |    |  |     |
| Тема 6. Регуляторна роль вітамінів у метаболічних процесах (гіпо- та гіпервітамінозні стани) | 24  | 2  |  | 2  |  | 20  | 24  | 2  |  | 2  |  | 20  |
| <b>Усього годин</b>                                                                          | 150 | 20 |  | 20 |  | 110 | 150 | 20 |  | 20 |  | 110 |

#### 4. Теми лабораторних занять

| № п/п         | Назва теми                                                                                                                                                                        | Кількість годин |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>1</b>      | <b>2</b>                                                                                                                                                                          | <b>3</b>        |
| 1.            | Молекулярні механізми регуляції метаболізму.<br>Класичні методи визначення метаболітів обмінних процесів                                                                          | 2               |
| 2.            | Новітні методологічні підходи вивчення механізмів регуляції метаболізму                                                                                                           | 4               |
| 3.            | Регулятори молекулярних механізмів метаболічних процесів                                                                                                                          | 4               |
| 4.            | Новітні методологічні підходи вивчення регуляторів молекулярних механізмів метаболічних процесів                                                                                  | 4               |
| 5.            | Методичні підходи дослідження впливу антибіотиків та інгібіторів синтезу пуринових і піримідинових нуклеотидів та дезоксинуклеотидів на механізми регуляції метаболічних процесів | 4               |
| 6.            | Біохімічні показники досліджень регуляторної ролі вітамінів у метаболічних процесах                                                                                               | 2               |
| <b>Всього</b> |                                                                                                                                                                                   | <b>20</b>       |

#### 5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань здобувачами.

1. Приклади молекулярних механізмів регуляції, що підтримують співвідношення енергії між катаболічними й анаболічними провідними шляхами у гетеротрофних організмів.
2. Молекулярні механізми регуляції поєднання обмінів нуклеїнових кислот і протеїнів на прикладі синтезу білка.
3. Молекулярні механізми регуляції поєднання обмінів нуклеїнових кислот і вуглеводів.
4. Яким чином регулюється поєднання гліколітичного шляху перетворень із синтетичними процесами нуклеозидтрифосфатів та нуклеїнових кислот?

5. Яким чином залежить глікогенез від обміну нуклеїнових кислот?
6. Яким чином поєднується катаболізм піримідинових азотистих основ із утворенням *de novo* жирних кислот та їх окисненням?
7. Які необхідні для синтезу нуклеїнових кислот сполуки постачає бета-окиснення жирних кислот?
8. Як поєднуються метаболічні процеси нуклеїнових кислот і ліпідів за синтезу ЦДФ-холіну і ЦДФ-етаноламіну?
9. Яким чином через піруват поєднуються обміни білків і вуглеводів?
10. Дати пояснення як гліколітичний інтермедіат - 3-фосфогліцерат, поєднує метаболічні процеси білків і вуглеводів.
11. Які амінокислоти можуть бути джерелами вуглеводів?
12. Які ензими задіяні в регуляції катаболічних і анаболічних процесів вуглеводів?
13. Які спільні ензими, що активують процеси як глюконеогенезу, так і гліколізу?
14. Яким чином поєднується катаболічне розщеплення глюкози із синтезом ліпідів?
15. Як відбувається регуляція гліколізу на молекулярному рівні (на прикладі перебігу однієї із його трьох незворотних реакцій)?
16. Пояснити молекулярний механізм дії стероїдних гормонів на метаболічні процеси.
17. За допомогою якого молекулярного механізму глюкагон гальмує гліколіз у печінці?
18. Який із вітамінів задіяний у процесах регуляції переамінування амінокислот?
19. За допомогою яких гормонів відбувається регуляція обміну води?
20. Які катіони утримують, а які видаляють вміст води з клітини і як?
21. Які молекулярні механізми регуляції функціонування глюкозо-лактатного (циклу Корі) і глюкозо-аланінового метаболічних шляхів?

22. Охарактеризувати спільні і відмінні перетворення за глікогенолізу і гліколізу та їх регуляцію.
23. Яким чином регулюється гліколітичний процес на прикладі однієї із незворотніх його реакцій?
24. Дати характеристику молекулярному механізму дії стероїдних гормонів на метаболічні процеси в клітині?
25. За допомогою якого молекулярного механізму глюкагон гальмує гліколіз у печінці?
26. Охарактеризувати анаболічні та катаболічні перетворення жирних кислот (локалізація в клітині, ензими і молекулярні механізми їх регуляції).
27. Приклади молекулярних механізмів регуляції транскрипційних та трансляційних процесів у еукаріотичній та прокаріотичній клітинах.
28. Молекулярні механізми регуляції кодування генетичної інформації.
29. Молекулярні механізми регуляції реплікації ДНК.
30. Геномна РНК ретровірусів, її перетворення (зворотна транскрипція) та молекулярні механізми регуляції.

## **6. Методи навчання**

**Основними видами навчальних занять дисципліни «Молекулярні механізми регуляції обміну речовин» є заняття: аудиторні (лекція, лабораторне заняття, консультація) та позааудиторні - самостійна робота аспірантів.**

## **7. Форми контролю**

1. Усний і письмовий поточний контроль знань.
2. Формою самостійної роботи здобувача є вивчення спеціальної літератури та виконання індивідуальних завдань.
3. Екзамен.

## 8. Методичне забезпечення

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти, навчальні плани, підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали лабораторних занять; індивідуальні навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи здобувачів.

## 9. Рекомендована література

### Основна література

1. Підручник «Біохімія тварин з основами фізичної і колоїдної хімії» / В.А. Томчук, В.А. Грищенко, Л.Г. Калачнюк та ін. (4.3.Ензими : С.204-215 (ЛГ Калачнюк); Розділ 5. «Динамічна та функціональна біохімія», С. 237-348 (ЛГ Калачнюк). 2020)
2. Ishchenko L., Ushkalov V., Vygovska L. Principles of molecular diagnostics / in Laboratory practice. Manual / edited by M.Klopčič and T.Ishchenko. –SMC VFPO. – Kyiv. 2020. – 280p. (колективний посібник) <http://www.ag-lab.org/sites/default/files/manuals/Structure%20of%20the%20manual%20and%20WG.pdf>
3. Baird L, Yamamoto M. 2020. The molecular mechanisms regulating the KEAP1- NRF2 pathway. Mol Cell Biol 40:e00099-20. <https://doi.org/10.1128/MCB.00099-20>.
4. Wang B, Wu L, Chen J, Dong L, Chen C, Wen Z, Hu J, Fleming I, Wang DW. Metabolism pathways of arachidonic acids: mechanisms and potential therapeutic targets. Signal Transduct Target Ther. 2021 Feb 26;6(1):94. doi: 10.1038/s41392-020-00443-w.
5. Covarrubias AJ, Perrone R, Grozio A, Verdin E. NAD(+) metabolism and its roles in cellular processes during ageing. Nat Rev Mol Cell Biol. 2021 Feb;22(2):119-141. doi: 10.1038/s41580-020-00313-x. Epub 2020 Dec 22.

6. Martínez-Reyes I, Chandel NS. Cancer metabolism: looking forward. *Nat Rev Cancer*. 2021 Oct;21(10):669-680. doi: 10.1038/s41568-021-00378-6.
7. Fanucchi S, Domínguez-Andrés J, Joosten LAB, Netea MG, Mhlanga MM. The Intersection of Epigenetics and Metabolism in Trained Immunity. *Immunity*. 2021 Jan 12;54(1):32-43. doi: 10.1016/j.immuni.2020.10.011.
8. Hannun YA, Obeid LM. Sphingolipids and their metabolism in physiology and disease. *Nat Rev Mol Cell Biol*. 2018 Mar;19(3):175-191. doi: 10.1038/nrm.2017.107.
9. Yin J, Ren W, Huang X, Deng J, Li T, Yin Y. Potential Mechanisms Connecting Purine Metabolism and Cancer Therapy. *Front Immunol*. 2018 Jul 30;9:1697. doi: 10.3389/fimmu.2018.01697.
10. Hopp AK, Grüter P, Hottiger MO. Regulation of Glucose Metabolism by NAD(+) and ADP-Ribosylation. *Cells*. 2019 Aug 13;8(8):890. doi: 10.3390/cells8080890.
11. La Vecchia S, Sebastián C. Metabolic pathways regulating colorectal cancer initiation and progression. *Semin Cell Dev Biol*. 2020 Feb;98:63-70. doi: 10.1016/j.semcdb.2019.05.018.
12. Kimmelman AC, White E. Autophagy and Tumor Metabolism. *Cell Metab*. 2017 May 2;25(5):1037-1043. doi: 10.1016/j.cmet.2017.04.004.
13. Спеціальна біохімія : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів [За редакцією член-кореспондента НААНУ С.Д. Мельничука.] Автори: С.Д. Мельничук, С.В. Хижняк, В.І. Цвіліховський, Грищенко, В.А. Томчук, Є.А. Деркач, Н.М. Мельникова, Л.Г. Калачнюк, Г.І. Калачнюк, О.М. Тупицька.– Київ, 2014. – 371с.
14. Біохімія: практикум / Д.О. Мельничук, С.Д. Мельничук, Л.Г. Калачнюк, М.В. Шевряков, Г.І. Калачнюк. За загальною редакцією академіка НАН України і НААН Д.О. Мельничука (рекомендовано Міністерством освіти і науки, молоді та спорту України, лист № 1/11-16887 від 30.10.2012) - К: ВЦ НУБіП України, 2012, 528 с.

15. Маршалл В.Дж., Бангерт С.К. Клиническая химия. 6-е изд. М: Бином, 2011. – 408 с.
16. Фаллер Дж.М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. Руководство для врачей. М: Бином-Пресс, 2011. – 256 с.
17. Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. 3-е изд.: Пер. с нем. М.: Мир, 2009. - 469 с.
18. Марри Р., Греннер Д., Мейс П., Родуэлл В. Биохимия человека – М.: Мир, 2009. - Т. 1. - 381 с.
19. Марри Р., Греннер Д., Мейс П., Родуэлл В. Биохимия человека – М.: Мир, 2009. - Т. 2. - 414 с.
20. Мельничук Д.О. Гіпобіоз тварин – молекулярні механізми та практичне значення для сільського господарства і медицини: монографія /Д.О. Мельничук, С.Д. Мельничук. – К.: НАУ, 2007. – 220 с.
21. Стрельцов О.А., Мельничук Д.О., Снітинський В.В. та ін. Фізична і колоїдна хімія. Львів: Ліга-Прес, 2002. – 456 с.
22. Berg J.M., Tymoczko J.L., Stryer L. Biochemistry. – New York: W H Freeman; 2002. 1515 p. <http://www.twirpx.com/file/543149/>
23. Губський Ю.І. Біологічна хімія. Київ – Вінниця: Нова книга, 2007. – 655 с.
24. Николаев А.Я. Биологическая химия. 3-е изд., перераб и доп. - М.: Медицинское информационное агенство. - 2007. - 568 с

### **Додаткова література**

1. Калачнюк Л.Г. Молекулярні механізми регуляції метаболічних процесів за дії екзогенних чинників (монографія). – К: Компрінт, 2016. – 361 с.
2. Калачнюк Л.Г. Трансляційні і транс-трансляційні процеси у клітині та окремі механізми їх регуляції (монографія). – К: Компрінт, 2017. – 155 с.
3. Мельничук Д.О., Грищенко В.А. Роль кислотно-лужного стану та фосфоліпідів молока у формуванні колострального імунітету в новонароджених телят: монографія. – К.: ЦП «Компрінт», 2015. – 250 с.

4. Важкі метали: біохімічні механізми токсичного впливу на організм: монографія / Мельникова Н.М., Кліх Л.В., Деркач Є.А. [та ін.]; під редакцією професора Н.М. Мельникової. – К.: – 2015. – 291 с.
5. Використання ліпосом на основі фосфоліпідів молока у гепатології / за ред. Д.О. Мельничука. - К: Вид. центр НУБіП України, 2010. – 400 с.
6. Цвіліховський В.І. Ліпідний спектр крові перепелів за фонового вмісту охратоксину А в кормі / В.І. Цвіліховський // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – 2015. – Вип. 221. – С. 155-161.
7. Біологічна хімія з основами фізичної та колоїдної хімії (лабораторно-практичні заняття), укладачі: Д.О. Мельничук та ін. Київ, 1998. – 147 с.
8. Практикум з органічної хімії, за редакцією Д.О. Мельничука. Київ: Видавничий центр НАУ, 2002. – 133 с.

#### **10. Інформаційні ресурси**

1. US National Library of Medicine National Institutes of Health (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>)
2. The Ukrainian Biochemical Journal (<http://ua.ukrbiochemjournal.org/>)
3. Журнал «Біологія тварин» (<http://www.aminbiol.com.ua/index.php/ua/>)
4. Веб-сторінки наукових ін. журналів
5. Web-сторінки «Вікіпедії» та інших інтернет-ресурсів