

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет ветеринарної медицини
Кафедра біохімії і фізіології тварин імені академіка М.Ф. Гулого

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор
Національного університету біоресурсів і
природокористування України
професор, академік І.І. Ібатулін
« 01 » 06 2020 р.

РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО

на засіданні Вченої ради факультету
ветеринарної медицини
протокол № 9 від « 25 » травня 2020 р.
Декан факультету

М.І. Цвіліховський

на засіданні кафедри біохімії і фізіології
тварин ім. акад. М.Ф. Гулого
протокол № 5 від « 21 » 05 2020 р.
Завідувач кафедри В.А. Томчук

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ БІОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ 09 БІОЛОГІЯ

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 091 БІОЛОГІЯ

РІВЕНЬ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТРЕТІЙ (ОСВІТНЬО-НАУКОВИЙ) РІВЕНЬ

Факультет **ветеринарної медицини**

Розробники: доктор біологічних наук, доцент, професор кафедри біохімії і
фізіології тварин Калачнюк Лілія Григорівна, кандидат біологічних наук,
доцент, доцент кафедри біохімії і фізіології тварин Цвіліховський Валерій
Іванович

(науковий ступінь, вчене звання, посада)

Київ 2020

1. Опис навчальної дисципліни

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ МЕТОДИ БІОХІМІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

(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 «Фізико-хімічні методи біохімічних досліджень» є питання класичних і сучасних практичних підходів, способів і методів вивчення метаболічних процесів за різних фізіологічних станів живих організмів.

Мета дисципліни «Фізико-хімічні методи біохімічних досліджень» - сформувати в аспірантів цілісну систему знань використання методів і методичних підходів у біохімічних дослідженнях біооб'єктів.

Завдання курсу «Фізико-хімічні методи біохімічних досліджень» вивчити основні методи біохімічних досліджень обміну речовин та основи класичних і сучасних методів визначення біохімічних показників біологічного матеріалу, за якими можна охарактеризувати можливі зміни метаболічних процесів.

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

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до ретроспективного аналізу наукового доробку у напрямі біохімічного дослідження;
- 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;
- системний підхід у розробці та реалізації наукових проектів та програм;
- самостійність у прийнятті обґрунтованих рішень;
- здатність виявляти, формулювати та вирішувати проблеми дослідницького характеру в галузі біології, оцінювати та забезпечувати якість досліджень, які проводять.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

з н а т и:

- шляхи обміну речовин, орієнтуватися у виборі визначення біохімічних показників та тенденцій їхніх змін за дії чинників різної природи;
- дослідження біохімічних показників біологічного матеріалу за змін метаболічних процесів, викликаних дією ендо- й екзогенних факторів;
- класичні й новітні методи хіміко-аналітичних досліджень, методичні підходи у біохімічних дослідженнях порушень 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 біохімічних процесів у організмі;
- 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 і структура навчальної дисципліни повного терміну денної (заочної) форми навчання

Тема лекційного заняття 1. Об'ємно-аналітичні методи біохімічних досліджень

В основі кількісного хімічного аналізу лежить проведення хімічних реакцій між зразком, який досліджується, та підібраними та приготовленими реактивами. За кількістю витрачених реактивів або за кількістю здобутих продуктів реакції розраховують склад аналізованого зразка.

Хімічний аналіз поділяють на *ваговий та об'ємний*.

Ваговий (*гравіметричний*) аналіз базується на повному (кількісному) виділенні будь-якого компонента з аналізованого зразка у вигляді певної речовини з наступним точним зважуванням.

Об'ємний (*титриметричний*) аналіз ґрунтується на точному визначенні об'єму розчину речовини (відомої концентрації), який необхідний для повного перебігу реакції з даним об'ємом досліджуваного розчину. Кількість речовини у розчині визначають титруванням – до розчину з аналізованою речовиною поступово приливають розчин з точно відомою концентрацією речовин. Кінцеву точку титрування (*точку еквівалентності*) визначають за використання індикаторів чи фізико-хімічними методами (за електропровідністю, світлопропусканням тощо). За кількістю робочого розчину, що пішов на титрування, розраховують результати аналізу.

Тема лекційного заняття 2. Електрохімічні методи біохімічних досліджень

Електрохімічні методи аналізу (ЕХМА) – група методів кількісного хімічного аналізу, в основі яких лежать електрохімічні процеси. Для них характерні висока чутливість і селективність, швидкість відгуку на зміну складу аналізованого об'єкта, легкість автоматизації та можливість дистанційного управління. І, нарешті, вони не вимагають дорогого

аналітичного устаткування і можуть застосовуватися в лабораторних і виробничих умовах.

Електрохімічні методи аналізу засновані на дослідженні процесів, що протікають на поверхні електрода або в приелектродних просторі. Аналітичним сигналом служить електричний параметр (електричний потенціал, сила струму, опір та ін.), який піддається вимірюванню. За вимірюваним електричним параметром системи, ЕХМА поділяють на *потенціометрію* (вимірюють E , V при $I=0$ A), *вольтамперометрію* (вимірюють I , A як функцію від накладеного ззовні E , V), *кулонометрію* (вимірюють Q , $Кл$ при $I=const$ або $E=const$), *кондуктометрію* (вимірюють W , $См$ або $Ом^{-1}$). Деякі електрохімічні методи використовуються для визначення кінцевої точки титрування (*амперметричне титрування, кондуктометричне титрування, кулонометричне титрування*).

Тема лекційного заняття 3. Спектрофотометричні методи біохімічних досліджень

Електромагнітне випромінювання оптичного діапазону – оптичне (світлове) випромінювання – термін поєднує видиме світло, інфрачервоне та ультрафіолетове випромінювання.

До оптичного діапазону відносяться електромагнітні хвилі з довжиною від 100 до 10000 нм, яке розділяють на три області :

- ультрафіолетову (УФ) 100-380 нм;
- видиму 380-760 нм;
- інфрачервону (ІЧ) 760- 10000 нм.

Світло, як і інші електромагнітні хвилі характеризується *частотою, довжиною хвилі, поляризацією та інтенсивністю (визначається амплітудою хвилі)*. У вакуумі світло розповсюджується зі сталою швидкістю ($\sim 300\,000$ км/с). Швидкість поширення світла в речовині залежить від властивостей речовини і загалом менша від швидкості світла у вакуумі.

Світло, як електромагнітне випромінювання, має природу частки та хвилі одночасно. Випромінювання і поглинання світла відбувається квантами чи фотонами, енергія яких залежить від частоти:

$$E=h\cdot\nu=h\cdot c/\lambda,$$

де E – енергія кванта, ν – частота випромінювання, c – швидкість поширення електромагнітної хвилі у вакуумі, h – постійна Планка ($6,62 \cdot 10^{-34}$ Дж/с), λ – довжина хвилі.

До молекулярних абсорбційних методів відноситься фотометричний аналіз, який заснований на вимірюванні поглинання світла речовиною. Він включає саме *спектрофотометрію* (метод з використанням монохроматичного світла як у видимій, так і ультрафіолетовій та інфрачервоній частинах оптичного спектру) та *фотоелектроколориметрію* (метод, заснований на вимірюванні інтенсивності вузької смуги поліхроматичного світла у видимій частині оптичного спектру, яку виділяють, зокрема, світофільтрами).

Тема лекційного заняття 4. Спектро-флуориметричні і рефрактометричні методи біохімічних досліджень

Здатність поглинати та випромінювати світло ультрафіолетового та видимого діапазонів характерна для багатьох класів речовин: біомолекул (ретинол, хлорофіл, порфірин); органічних барвників (аніліновий синій, ціанові барвники); органічних молекул (тетрациклін, нафталін, пірен) тощо. Поглинання кванта світла молекулою або групою атомів, які знаходяться в основному стані, приводить до утворення збудженого синглетного стану. Збуджені стани молекули є нерівноважними і молекули повертаються до основного стану за участю ряду фотофізичних процесів. Одні з них супроводжуються випромінюванням квантів світла (флуоресценція та фосфоресценція), інші - це безвипромінювальна дисипація енергії у вигляді теплових коливань (внутрішня та інтеркомбінаційна конверсія).

Флуоресцентний метод - високоспецифічний, оскільки спектри збудження та флуоресценції у різних сполук значно відрізняються. Флуоресценцію досліджують на спектрофлуориметрах. Після опромінення (збудження) зразка (А,зб) сигнал флуоресценції (уЦ>) реєструють під кутом 90°.

Флуоресцентний аналіз широко використовується при дослідженнях структури білків, нуклеїнових кислот, клітинних мембран, субклітинних органел та клітин

При переході проміння світла з одного прозорого середовища до іншого змінюється напрямок проміння - його заломлення. Методи, які засновані на вимірюванні показника заломлення, називаються рефрактометричними.

Показники заломлення залежать від природи речовини середовища, температури, довжини хвилі світла тощо. Залежність показника заломлення від довжини світлової хвилі називається дисперсією.

Показник заломлення визначається за допомогою приладів, які називаються рефрактометрами. Найчастіше в біохімічних дослідженнях використовують рефрактометри типа Аббе або Пульфриха. Вимірювання цими приладами засновані на визначенні величини граничного кута заломлення.

Визначення величини молекулярної рефракції є одним із методом, який використовується при визначенні складу речовини, структури її молекул. Залежність показника заломлення від складу досліджуваної речовини встановлюється експериментальним шляхом визначення показника заломлення для стандартних зразків, склад яких відомий. На основі одержаних результатів будують калібрувальні криві в координатах: по осі ординат - значення показника заломлення, по осі абсцис - концентрація досліджуваних речовин.

Тема лекційного заняття 5. Атомно-абсорбційні та атомно-емісійні спектральні методи біохімічних досліджень.

Атомно - спектроскопічні методи – це методи аналізу, які засновані на вимірюванні енергетичного стану атомів речовин. Вони відрізняються за способом отримання та реєстрації сигналу, а загальним є необхідність попередньої атомізації проб. Атоми речовин, які випаровуються в полум'ї, випромінюють чи поглинають світло певної довжини хвилі. За інтенсивності смуг у спектрі можна визначити кількість окремих хімічних елементів у зразку.

Атомно – абсорбційна спектроскопія заснована на поглинанні атомами випромінювання від зовнішнього джерела.

Метод кількісного елементного аналізу по атомних спектрах поглинання (абсорбції) в полум'ї. Атомні пари проби опромінюють в діапазоні 190-850 нм. У результаті поглинання квантів світла атоми переходять у збуджені енергетичні стани. Цим переходам в атомних спектрах відповідають резонансні лінії, які характерні для даного елемента.

Випромінювання потрапляє на вхідну щілину монохроматора, встановленого таким чином, що виділяється із спектру лише резонансна лінія визначуваного елемента, інтенсивність якої вимірюється фотоелектричним способом. Переведення аналізованого об'єкта в атомізований стан і формування поглинаючого шару пару зазвичай здійснюється в полум'ї. Найбільш часто використовують полум'я сумішей ацетилену з повітрям (2000 °C) і ацетилену з N_2O (2700 °C).

Атомно – емісійна спектроскопія заснована на випусканні випромінювання атомами, збудженими за використання різних зовнішніх джерел (дуга, іскра, полум'я, плазма).

Атомно-емісійний спектральний аналіз (АЕСА) – це метод елементного аналізу речовини, заснований на вивченні спектрів випускання вільний атомів та іонів у газовій фазі в області довжин хвиль 150–800 нм. Перехід у газову фазу здійснюється за використання різних джерел (дуга, іскра, полум'я, плазма).

Пробу досліджуваної речовини вводять в джерело випромінювання, де відбуваються її випаровування, дисоціація молекул і збудження атомів

(іонів). Останні випускають характерне випромінювання, яке надходить в реєструючий пристрій спектрального приладу.

Тема лекційного заняття 6. Електрофоретичні методи біохімічних досліджень

Електрофорез – це рух заряджених частинок (колоїдних, білкових тощо) у рідкому чи газоподібному середовищі під дією зовнішнього електричного поля.

Білки, нуклеїнові кислоти, полісахариди знаходяться в розчині у вигляді частинок (макромолекул), що за своїми розмірами відповідають колоїдним. Вони несуть певний електричний заряд, оскільки містять групи, які здатні до електролітичної дисоціації. Загальний заряд макромолекул визначається рН середовища. У електричному полі відповідно до свого заряду макромолекули мігрують у напрямку до протилежно зарядженого електроду. Електрофоретична рухливість заряджених часток може бути представлена наступним чином:

$$u = QD/kT - u',$$

де u' – електроосмотична рухливість, Q – загальний заряд частинки, D – коефіцієнт дифузії, k – константа Больцмана, T – абсолютна температура.

Основні типи електрофоретичних систем – *фронтальний* електрофорез (метод рухомої межі), *стаціонарний* (ізоелектрофокусування, імуноелектрофорез) електрофорез та *зональний* електрофорез (або *електрофорез на носії*). Однак таке розділення відносно умовне.

В системах першого типу електричне поле накладається на межі між розчином макромолекул та буфером. Швидкість міграції заряджених частинок визначається шляхом спостереження за переміщенням цієї межі.

Тема лекційного заняття 7. Хроматографічні методи біохімічних досліджень

Хроматографія – процес, заснований на багаторазовому повторенні актів сорбції та десорбції речовини при її переміщенні в потоці рухомої фази вздовж нерухомого сорбенту. Розподіл складних сумішей хроматографічним методом засновано на різній сорбції компонентів суміші. При протіканні цього процесу так звана рухома фаза (елюент), що містить аналізовану пробу, переміщується через нерухому фазу. Зазвичай нерухома фаза являє собою речовину з розвиненою поверхнею, а рухлива – потік газу або рідини, що фільтрується через шар сорбенту. При цьому відбувається багаторазове повторення актів сорбції – десорбції, що є характерною особливістю хроматографічного процесу і зумовлює ефективність хроматографічного розділення.

Якісний хроматографічний аналіз, тобто ідентифікація речовини по його хроматограмі, може бути виконаний при порівнянні хроматографічних характеристик, найчастіше це *утримуваного об'єму* (тобто об'єму рухомої фази, пропущеної через колонку від початку введення суміші до появи даного компонента на виході з колонки), які знаходять при певних умовах для компонентів аналізованої суміші та для еталона.

Кількісний хроматографічний аналіз зазвичай проводять на хроматографі. Метод заснований на вимірюванні різних параметрів хроматографічного піка (висоти, ширини, площі і утримуваного об'єму), які залежать від концентрації речовин, що визначаються.

У кількісній газовій хроматографії застосовують методи *абсолютного градуювання і внутрішньої нормалізації, або нормування*. Використовується також метод *внутрішнього стандарту*. При абсолютному градуюванні експериментально визначають залежність висоти або площі піка від концентрації речовини і будують градуювальні графіки або розраховують відповідні коефіцієнти. Далі визначають ті ж характеристики піків в аналізованій суміші, і за градуювальним графіком знаходять концентрацію аналізованого речовини. Цей простий і точний метод є основним при визначенні мікродомішок.

При використанні методу *внутрішньої нормалізації* беруть суму будь-яких параметрів піків, наприклад суму висот всіх піків або суму їх площ, за 100%. Тоді відношення висоти окремого піка до суми висот або відношення площі одного піку до суми площ при множенні на 100 буде характеризувати масову частку (%) компонента в суміші. При такому підході необхідно, щоб залежність величини вимірюваного параметра від концентрації була однаковою для всіх компонентів суміші.

Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма					Заочна форма						
	усь ого	у тому числі					усь ого	у тому числі				
л		п	ла б	ін д	с.р.	л		п	ла б	ін д	с.р.	
Тема 1. Об'ємно-аналітичні методи біохімічних досліджень.	19	2		2		15	19	2		2		15
Тема 2. Електрохімічні методи біохімічних досліджень.	19	2		2		15	19	2		2		15
Тема 3. Спектрофотометричні методи біохімічних досліджень.	23	4		4		15	23	4		4		15
Тема 4 Спектро-флуориметричні і рефрактометричні методи біохімічних досліджень.	19	2		2		15	19	2		2		15
Тема5. Атомно-абсорбційні та атомно-емісійні спектральні методи біохімічних досліджень.	19	2		2		15	19	2		2		15
Тема 6. Електрофоретичні методи біохімічних досліджень.	23	4		4		15	23	4		4		15
Тема 7. Хроматографічні методи біохімічних досліджень.	28	4		4		20	28	4		4		20
Усього годин	150	20		20		110	150	20		20		110

4. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1.	Визначення хімічних та біохімічних показників ваговим та титрометричним методами	2
2.	Потенціометричне визначення іонів в розчині та рН-метрія біологічних рідин	2
3.	Визначення біохімічних показників методом спектрофотометрії	2
4.	Визначення біохімічних показників спектрофлуориметричним та рефрактометричним	2
5.	Визначення біохімічних показників атомно-абсорбційним і атомно-емісійними методами	4
6.	Електрофоретичне розділення білків відповідно до їх молекулярної маси у поліакриламідному гелі	4
7.	Визначення біохімічних показників хроматографічними методами	4
Всього		20

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

1. За допомогою яких біохімічних показників можна визначити порушення обміну вуглеводів?
2. За допомогою яких біохімічних показників можна визначити порушення обміну ліпідів?
3. За допомогою яких біохімічних показників можна визначити порушення обміну аміносполук?
4. Атомно-абсорбційний метод і його застосування.
5. Будова газового хроматографа та принцип його роботи.
6. Види детекторів в газовій хроматографії та принцип їх роботи.
7. Види хроматографічних колонок для газової хроматографії. Переваги їх і недоліки.
8. Візуальна колориметрія та її суть.

9. Газова хроматографія, принцип роботи та застосування в лабораторному аналізі.
10. Дати визначення коефіцієнту заломлення і пояснити від чого він залежить.
11. Дати пояснення, яким чином на розділення хроматографічної колонки впливає температура і товщина нерухомої фази.
12. Електромагнітні спектри та їх види.
13. Електрофорез та методи його використання в препаративному та аналітичному аналізі.
14. Електрохімічні методи аналізу та принцип їх роботи.
15. Закони поглинання випромінювання. Пояснити яким чином проходить світло через шар рідини.
16. Класифікувати та дати визначення фізико-хімічним методам аналізу.
17. Метод флуоресцентних міток та мета його застосування.
18. Молекулярно-абсорбційний спектральний аналіз та його види.
19. На які види поділяють спектрофлуорометрію за механізмом дії та тривалістю?
20. Назвіть основні чинники, які впливають на розділення в газовій хроматографії.
21. Особливості поглинання оптичного випромінювання.
22. Пояснити поняття про оптичну щільність та коефіцієнт пропускання світла рідиною.
23. Пояснити, яким чином відбувається розділення речовин методом газової хроматографії.
24. Поясніть принцип методу електрофорезу та важливість застосування в лабораторному аналізі.
25. Принцип роботи методів оптичної атомної спектроскопії.
26. Рефрактометрія та її застосування.
27. Рухомі фази в газовій хроматографії їх переваги і недоліки.
28. Спектрофотометричні методи і їх застосування.

29. Способи та правила уведення рідких проб у хроматограф.
30. Ступінь розділення хроматографічної колонки та отримання хроматограми.
31. Фотоелектроколориметричні методи і їх застосування.
32. Яким чином на роздільну здатність хроматографічної колонки впливає її перевантаження?
33. Пояснити як відбувається контроль якості роботи хроматографічної системи.
34. Які існують способи вираження концентрації розчинів?
35. Які основні напрями застосування методу спектрофлуориметрії?
36. Які хімічні реакції покладено в основу титриметричного аналізу?

6. Методи навчання

Основними видами навчальних занять дисципліни «Фізико-хімічні методи біохімічних досліджень» є заняття: аудиторні (лекція, лабораторне заняття, консультація) та позааудиторні - самостійна робота аспірантів.

Навчальна лекція дисципліни «Фізико-хімічні методи біохімічних досліджень» — це логічно вивершений, науково обґрунтований і систематизований виклад наукових питань, що висвітлюють обмін речовин, регуляцію та корекцію метаболічних процесів за допомогою як кормових, так і лікарських засобів з метою зміцнення здоров'я та підвищення рівня продуктивності тварин. Лекції курсу «Фізико-хімічні методи біохімічних досліджень» є ілюстрованими і представлені у вигляді презентацій (PDF-файли яких надаються аспірантам) з метою кращого засвоєння матеріалу.

Оскільки лекція є одним з основних видів навчальних занять і, **одночас, методів навчання** у вищій школі, то вона покликана формувати у аспірантів базис знань з молекулярних механізмів регуляції обміну речовин, а також визначати напрямок, основний зміст і характер лабораторних занять та самостійної роботи аспірантів з дисципліни «Фізико-хімічні методи біохімічних досліджень».

Лабораторне заняття - це вид навчального заняття, на якому аспіранти під керівництвом викладача проводять справжні або модельні експерименти чи досліді в спеціально обладнаних навчальних лабораторіях з використанням устаткування, пристосованого для умов навчального процесу. Звідси дидактичною метою лабораторного заняття є практичне підтвердження окремих теоретичних положень дисципліни «Фізико-хімічні методи біохімічних досліджень», набуття практичних умінь та навичок роботи з лабораторним устаткуванням, обладнанням, обчислювальною технікою, вимірювальною апаратурою, методикою експериментальних біохімічних досліджень.

Етапами *підготовки і проведення лабораторного заняття* є: проведення попереднього контролю підготовленості аспірантів до виконання конкретної лабораторної роботи; виконання конкретних завдань у відповідності з запропонованою тематикою; оформлення індивідуального звіту; оцінювання результатів роботи аспірантів викладачем.

Слід обов'язково зазначити, що у випадку виконання лабораторних робіт, пов'язаних з можливою небезпекою для здоров'я і життя аспірантів, обов'язковим етапом його підготовки і проведення є інструктаж з правил безпеки і контроль за їх дотриманням, що проводиться як і на першому занятті (загальний інструктаж роботи в біохімічній лабораторії), так і наступних (інструктаж щодо окремих можливо небезпечних умов проведення дослідів).

Консультація - це один із видів навчальних занять, що проводиться з метою отримання аспірантом відповіді на окремі теоретичні чи практичні питання біохімії тварин та для пояснення певних теоретичних положень чи аспектів їх практичного застосування у ветеринарній медицині. Консультації протягом семестру (поточні консультації, семестрові) та перед контрольним заходом (екзаменаційні) проводяться за графіком деканату факультету.

Самостійна робота є основним засобом засвоєння аспірантом навчального матеріалу з біохімії тварин у час, вільний від обов'язкових

навчальних занять.

Методи навчання за рівнем самостійної розумової діяльності:

- **проблемний виклад**, що передбачає створення викладачем проблемної ситуації, допомогу аспірантам у виділенні та «прийнятті» проблемного завдання;
- **частково пошуковий метод**, що включає аспірантів у пошук шляхів, прийомів і засобів розв'язання пізнавального завдання;
- **дослідницький метод**, який спрямований на включення аспірантів у самостійне розв'язання пізнавального завдання з використанням необхідного обладнання.

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. Агасян П.К., Хамракулов Т.К. Кулонометрический метод анализа. – М., 1984.- 176 с.

2. Агасян П.К., Николаева Е.Р. Основы электрохимических методов анализа. Потенциометрический метод. – М., 1986. – 176 с.
3. Айвазов Б.В. Основы газовой хроматографии.- М.: «Высшая школа», 1990.- 215 с.
4. Аналитическая химия. Проблемы и подходы. В 2 кн. / Под ред. Р.Кельнера, Ж.-М. Мерме, М. Отто, М. Видмера. – М.:Мир, 2004.- 320 с.
5. Аналитическая хроматография /К.И. Сакодынский, В.В. Бражников, С.А. Волков, и др. – М.: Химия. – 1993. – 464 с.
6. Брайніна Х.З., Нейман Є.Я., Слепушкин В.В. Інверсійні електроаналітичні методи. – М.: Хімія, 1988. – 239 с.
7. Будников Г.К., Улахович Н.А., Медянцева Э.П. Основы электроаналитической химии. – Казань., 1986.- 176 с.
8. Быковский Ю. А., Неволин В. Н. Лазерная масс-спектрометрия. М., 1985. – 187 с.
9. Васильев В.П. Аналитическая химия. ч. 2. – М.: Высшая школа, 1989. – 220 с.
10. Вульфсон Н.С., Заикин В.Г., Микая А.И. Масс-спектрометрия органических соединений. М., 1986. – 154 с.
11. Гайдукевич О.М., Болотов В.В. та ін. Аналітична хімія. – Харків “Основа”, 2000.–С.358-368.
12. Гиошон Ж., Гийемен К. "Количественная газовая хроматография" ч.1, М.: Мир, 1991. – 145 с.
13. Голицын В.М. Неденатурирующий электрофорез. Фракционирование фотосинтетических пигмент-белковых комплексов и белков плазмы крови // Биохимия. – 1999. Т.64.- С. 64-70.
14. Дин П., Джонсон У., Милд Ф. Аффинная хроматография. Методы. – М.: Мир, 1988. – 278 с.
15. Дорохова Е.Н., Прохорова Г.В. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа. – М. Мир, 1991.- 198 с.

16. Дробышев А.И. Основы атомного спектрального анализа. Учебное пособие. – СПб.: Изд-во С-Петербург. Ун-та, 1997. – 200 с.
17. Золотов Ю.А., Дорохова Я.Н., Фадеева и др. Основы аналитической химии. В 2 кн. Учеб. для вузов. / Под ред. Золотова Ю.А. - М.: Высшая школа. 2002. – 351 с.
18. Кирхнер Ю. Тонкослойная хроматография.- М.: Мир, 1981. – 523 с.
19. Ковалева И.П. Методические указания к лабораторной работе №10 «Исследование качества жира» для студентов высших учебных заведений специальности 1010 «Технология рыбных продуктов» КТИРПХ, 1988. – 50 с.
20. Коренман Я.И. Практикум по аналитической химии. Хроматографические методы анализа: Учебное пособие/ Воронеж. гос. технол. акад., Воронеж 2000. – 336 с.
21. Крамаренко В.П. Токсикологічна хімія. / Підруч.: Пер. з рос. – К.: Вища шк. – 1995. – 423 с.
22. Кучеренко Н.Е., Бабенюк Ю.Д., Войцицкий В.М. Современные методы биохимических исследований. – К.: Фитосоциоцентр, 2001. – 424 с.
23. Лабораторные исследования в ветеринарии: химико-токсикологические методы: Справочник / Под ред. Б.И. Антонова; Сост. Б.И. Антонов и др. – М.: Агропромиздат. – 1989. – 320с.
24. Никольский Б.П., Матерова Е.А. Ионоселективные электроды. – Л., 1980. – 161 с.
25. Остерман Л.А. Исследование биологических макромолекул электрофокусированием, иммуноэлектрофорезом и радиоизотопными методами. – М.: Наука, 1983. – 304 с.
26. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот (электрофорез и ультрацентрифугирование). – М.: Наука, 1985. – 305 с.
27. Пискарева С.А., Барашков К.М., Ольшанова К.М. Аналитическая химия: Учеб. для сред. спец. учеб. заведений. – М.: Высш. шк., 1994. – 384 с.
28. Плэмбек Дж. Электрохимические методы анализа. – М., 1985. – 147 с.

29. Система мероприятий по борьбе с болезнями витаминной недостаточности в промышленном птицеводстве (Методические указания). Одобрены Главным управлением ветеринарии Госагропрома СССР 12 июля 1989 года.
30. Скоупс Р. Методы очистки белков: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 358 С.
31. Смик Н.І. Збірник задач з електрохімічних методів аналізу– К.: ВПЦ “Київський університет”, 2006. – 82 с.
32. Харитонов Ю.Я. Аналітична хімія. Кн. 2. - М.: Вища школа.2003. – 345с.
33. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия (аналитика): В 2 кн. – Кн. 2. Количественный анализ. Физико-химические (инструментальные) методы анализа. – М. Мир, 2001. – 302 с.
34. Хефтман Э., Кастер Т., Нидервизер А. и др. Хроматография: практическое приложения метода. – М.: Мир, 1986. – 335 с.
35. Чепмен Д. Практическая органическая масс-спектрометрия. М., 1988. – 245 с.
36. Чмиленко Ф.О., Деркач Т.М. Методи атомної спектроскопії: атомно-абсорбційний спектральний аналіз. – Дн-ск:РВВ ДНУ, 2002. – 120 с.
37. Юинг Г. Инструментальные методы химического анализа. – М. Мир, 1989.- 201 с.

Додаткова література

1. Мельничук Д.О., Грищенко В.А. Роль кислотно-лужного стану та фосфоліпідів молока у формуванні колострального імунітету в новонароджених телят: монографія. – К.: ЦП «Компринт», 2015. – 250с.
2. 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.
3. Використання ліпосом на основі фосфоліпідів молока у гепатології / за ред.. Д.О. Мельничука. - К: Вид. центр НУБіП України, 2010. – 400 с.

4. 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.
5. Біологічна хімія з основами фізичної та колоїдної хімії (лабораторно-практичні заняття), укладачі: Д.О. Мельничук та ін. Київ, 1998. – 147 с.
6. 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 ін. наукових журналів
5. Web-сторінки «Вікіпедії» та інших інтернет-ресурсів