

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра біотехнології та хімії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 Таміла РОМАШКО

09 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(обов'язкова навчальна дисципліна)

МЕТОДИ БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

освітньо-професійна програма Біотехнології та біоінженерія

спеціальність 162 Біотехнології та біоінженерія

галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія

освітній ступінь Бакалавр

Навчально-науковий інститут агротехнологій, селекції та екології

Полтава

2024/2025 н.р.

Робоча програма навчальної дисципліни **Методи біотехнологічних досліджень для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Біотехнології та біоінженерія спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія**

Мова викладання: державна

Розробник: Тамара САХНО, професор, доктор хімічних наук, старший науковий співробітник

«02»вересня 2024 року



(Тамара САХНО)

Схвалено на засіданні кафедри біотехнології та хімії
протокол від 02.09. 2024 р. № 1

Погоджено гарантом освітньої програми Біотехнології та біоінженерія
«02»вересня 2024 року



(Сергій КОРИННИЙ)

Схвалено головою ради з якості вищої освіти
спеціальності

162«Біотехнології та біоінженерія»
протокол від 3 вересня 2024 року № 1



(Ірина КОРОТКОВА)

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма навчання
Загальна кількість годин	90
Кількість кредитів –	3
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти (обов'язкова чи вибіркова)	обов'язкова
Рік навчання (162ББ бд 2021)	4
Семестр	7
Лекції (годин)	16
Лабораторні (годин)	14
Самостійна робота (годин)	60
Форма семестрового контролю	екзамен

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Сформувати у здобувачів вищої освіти цілісну систему знань щодо методів фізико-хімічних досліджень, які використовуються в процесі виробництва та контролю виробництва продуктів біотехнології, теоретичних основ хроматографічних, спектроскопічних, електрохімічних та інших методів дослідження.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Біологія клітин і тканин, неорганічна та органічна хімія, аналітична хімія, біохімія, фізична і колоїдна хімія, основи біоіндикації та біотестування, об'єкти біотехнологічних виробництв, загальна біотехнологія, біофізика.

4. Компетентності:

Інтегральна компетентність Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії;

- загальні:

K01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

- спеціальні (фахові, предметні):

K11. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

К13. Здатність працювати з біологічними агентами, використовуваними у біотехнологічних процесах (мікроорганізми, гриби, рослини, тварини, віруси, окремі їхні компоненти).

К15. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва

К18. Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для реалізації та контролю виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення

К22. Здатність оцінювати ефективність біотехнологічного процесу.

5. Програмні результати навчання / результати навчання:

ПР02. Вміти здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного, органічного та біологічного походження, використовуючи відповідні методи

ПР 06. Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).

ПР12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізикохімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення

Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання

Програмний результат навчання (визначений освітньою програмою)	Очікувані результати навчання навчальної дисципліни
ПР02. Вміти здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного, органічного та біологічного походження, використовуючи відповідні методи	знати основні методи якісного та кількісного аналізу речовин неорганічного, органічного та біологічного походження.
	передбачати можливість використання методів для здійснення якісного та кількісного аналізу речовин

	неорганічного, органічного та біологічного походження.
	володіти основними методами досліджень якісного та кількісного аналізу речовин неорганічного, органічного та біологічного походження.
ПР 06. Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).	знати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).
	володіти основними методами визначення фізико-хімічних властивостей органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).
ПР12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо),	знати основні мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи для здійснення хімічного контролю, технологічного контролю, мікробіологічного контролю та контролю мікробіологічної чистоти і стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.
	Вміти обирати доцільні мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні чи біохімічні методи для здійснення, відповідно, хімічного контролю, технологічного контролю, мікробіологічного контролю та контролю мікробіологічної чистоти і стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.

мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв.	володіти основними методами мікробіологічних, хімічних, фізичних, фізико-хімічних та біохімічних досліджень, вміти здійснювати хімічний контроль, технологічний контроль, мікробіологічний контроль та контроль мікробіологічної чистоти і стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення.
---	---

6. Методи навчання і викладання

Словесні: лекція, пояснення бесіда

Наочні: демонстрування, ілюстрування

Практичні: лабораторні роботи, самостійна робота.

Комп'ютерні і мультимедійні методи: використання мультимедійних презентацій, дистанційне навчання тощо.

7. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ. Методи виділення біологічних речовин з біологічних об'єктів. Основи організації досліджень у біотехнології. Класифікація реактивів і правила їх використання. Седиментація та центрифугування: основи методів, аналіз субклітинних фракцій.

Тема 2. Хроматографія та електрофорез. Основні поняття хроматографії: терміни, класифікація методів, теоретичні основи. Газова, гель-хроматографія, іонообмінна та афінна хроматографія: принципи, апаратурне оформлення, сфери застосування. Методи електрофорезу: фронтальний, зональний, ізоелектричне фокусування, імуноелектрофорез.

Тема 3. Електрохімічні методи аналізу. Основи електрохімічних методів: вольтамперометрія, кулонометрія, кондуктометрія. Потенціометрія: рівняння Нернста, іон-селективні електроди, потенціометричне титрування. Біологічні та хімічні сенсорні системи: будова, принцип роботи, сфери застосування.

Тема 4. Спектроскопічні методи аналізу. Основи спектроскопії: класифікація, основні характеристики електромагнітного випромінювання. ІЧ-спектроскопія, видима та ультрафіолетова спектроскопія: принципи методів, підготовка зразків, застосування. Оптичні методи: рефрактометрія, нефелометрія, турбідиметрія, поляриметрія.

Тема 5. Мас-спектрометрія, ЯМР, ЕПР та їх застосування в сучасних біотехнологічних дослідженнях. Мас-спектрометрія: основи методу та застосування. Основи мас-спектрометрії. Апаратурне оформлення. Застосування в біотехнології. ICP-MS (мас-спектрометрія з індуктивно-зв'язаною плазмою). Ядерний магнітний резонанс (ЯМР). Основи методу

ЯМР. Основні характеристики. Електронний парамагнітний резонанс (ЕПР). Основи ЕПР. Характеристики методу. Застосування ЕПР у біотехнології. Інтеграція методів MS, ЯМР та ЕПР у біотехнологічних дослідженнях. Перспективи розвитку методів.

Тема 6. Імуноферментний аналіз і генетичні методи у біотехнології. Вступ до імуноферментного аналізу: основні поняття, взаємодія антиген-антитіло. Ферменти як мітки, використання поліклональних та моноклональних антитіл. Генетична інженерія: індукований мутагенез, створення антигенів та антитіл. Використання плазмідних векторів для експресії білків.

Тема 7. Біосенсори в біотехнології та їх застосування. Розробка та використання біологічних та хімічних сенсорів. Сучасні напрямки в сенсорних технологіях: аналіз біомолекул, контроль якості продуктів, медичні застосування.

Тема 8. Сучасні методи та перспективи біотехнологічних досліджень. Інтеграція різних методів аналізу у дослідженнях. Перспективи розвитку біотехнології: нові інструменти, автоматизація, цифровізація. Використання багатокомпонентних методів у біомедицині, фармакології, агробіотехнологіях.

Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин			
	денна форма 162ББ бд 2021			
	усь ого	у тому числі		
		л	лаб	с.р.
Тема 1. Вступ. Методи виділення біологічних речовин з біологічних об'єктів.	10	2	2	6
Тема 2. Хроматографія та електрофорез Основні поняття хроматографії: терміни, класифікація методів, теоретичні основи.	10	2	2	6
Тема 3. Електрохімічні методи аналізу	11	2	2	7
Тема 4. Спектроскопічні методи аналізу	11	2	2	7
Тема 5. Мас-спектрометрія, ЯМР, ЕПР та їх застосування в сучасних біотехнологічних дослідженнях	11	2	2	7
Тема 6. Імуноферментний аналіз і генетичні методи у біотехнології	13	2	2	9
Тема 7. Біосенсори в біотехнології та їх застосування	13	2	2	9
Тема 8. Сучасні методи та перспективи біотехнологічних досліджень.	11	2		9
Усього годин	90	16	14	60

8.Теми лабораторних занять

Назва теми	Кількість годин
	Денна форма 162ББ бд 2021
Лабораторна робота 1. Ознайомлення з базовими методами біотехнологічних досліджень	4
Лабораторна робота 2. Розділення амінокислот методом ТШХ на силуфолових пластинках	4
Лабораторна робота 3. Визначення концентрації білка методом спектрофотометрії	4
Лабораторна робота 4. Індукований мутагенез з використанням хімічних факторів	2
Разом	14

9.Теми самостійної роботи

Назва теми	Кількість годин
	Денна форма 162ББ бд 2021
Тема 1. Вступ. Методи виділення біологічних речовин з біологічних об'єктів.	6
Тема 2. Хроматографія та електрофорез Основні поняття хроматографії: терміни, класифікація методів, теоретичні основи.	6
Тема 3. Електрохімічні методи аналізу	7
Тема 4. Спектроскопічні методи аналізу	7
Тема 5. Мас-спектрометрія, ЯМР, ЕПР та їх застосування в сучасних біотехнологічних дослідженнях	7
Тема 6. Імуноферментний аналіз і генетичні методи у біотехнології	9
Тема 7. Біосенсиори в біотехнології та їх застосування	9
Тема 8. Сучасні методи та перспективи біотехнологічних досліджень.	9
Разом	60

10.Індивідуальні завдання

Індивідуальні завдання здобувачів вищої освіти не передбачена.

11. Оцінювання результатів навчання

Програмні результати навчання / Результати навчання	Форми контролю програмних результатів навчання / результатів навчання
ПР02. Вміти здійснювати якісний та кількісний аналіз речовин неорганічного, органічного та біологічного походження, використовуючи відповідні методи	Форми поточного контролю: Опитування, виконання лабораторних робіт та їх захист, самостійна робота Форма семестрового контролю: екзамен
ПР 06. Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди).	Форми поточного контролю: Опитування, виконання лабораторних робіт та їх захист, самостійна робота Форма семестрового контролю: екзамен
ПР12. Використовуючи мікробіологічні, хімічні, фізичні, фізико-хімічні та біохімічні методи, вміти здійснювати хімічний контроль (визначення концентрації розчинів дезінфікувальних засобів, титрувальних агентів, концентрації компонентів поживного середовища тощо), технологічний контроль (концентрації джерел вуглецю та азоту у культуральній рідині упродовж процесу; концентрації цільового продукту); мікробіологічний контроль (визначення мікробіологічної чистоти поживних середовищ після стерилізації, мікробіологічної чистоти біологічного агента тощо), мікробіологічної чистоти та стерильності біотехнологічних продуктів різного призначення	Форми поточного контролю: Опитування, виконання лабораторних робіт та їх захист, самостійна робота Форма семестрового контролю: екзамен

Схема нарахування балів з навчальної дисципліни

Назва теми/ Форма семестрового контролю	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти				Разом
	Опитування	виконання лаборатор. робіт та їх захист	виконання самостійних робіт	екзамен	
Тема 1. Вступ. Методи виділення біологічних речовин.	4	3	3	-	10
Тема 2. Хроматографія та електрофорез Основні поняття хроматографії: терміни, класифікація методів, теоретичні основи.	4	3	3	-	10
Тема 3. Електрохімічні методи аналізу	4	3	3	-	10
Тема 4. Спектроскопічні методи аналізу	4	3	3	-	10
Тема 5. Мас-спектрометрія, ЯМР, ЕПР та їх застосування в	4	4	3	-	11

сучасних біотехнологічних досліджень					
Тема 6. Імуноферментний аналіз і генетичні методи у біотехнології	4	4	3	-	11
Тема 7. Біосенсиори в біотехнології та їх застосування	4	4	3	-	11
Тема 8. Сучасні методи та перспективи біотехнологічних досліджень.	4		3	-	7
Екзамен				20	20
Разом	32	24	24	20	100

Шкала та критерії оцінювання опитування

Кількість балів	Критерії оцінювання
2	здобувач вищої освіти відтворює основну частину лекції, виявляє знання і розуміння основних положень; аналізує навчальний матеріал, систематизує інформацію, є законспектовані основні положення, чіткі висновки і узагальнення, вільно володіє вивченим обсягом матеріалу, що повністю забезпечує формування компетентностей та досягнення програмних результатів.
1	здобувач вищої освіти не відтворює значну частину теоретичного матеріалу, не виявляє знання і розуміння основних положень; за допомогою викладача може аналізувати навчальний матеріал, виправляти помилки, серед яких є значна кількість суттєвих; виявляє значні труднощі у формуванні висновків, що не повністю забезпечує формування компетентностей та досягнення програмних результатів.
0	Продемонстровано відсутність теоретичної підготовки з матеріалу курсу, допущено принципові помилки у формулюванні висновків, що не дозволяє оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.

Шкала та критерії оцінювання виконання лабораторних робіт

Кількість балів	Критерії оцінювання
4	Правильно виконана і оформлена лабораторна робота, усвідомлене виконання дослідів, правильно виконані розрахунки, сформульовані повні висновки, що свідчить про формування в повній мірі у здобувачів вищої освіти компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.
2	Правильно виконана і оформлена лабораторна робота, достатня теоретична підготовка до теми лабораторної роботи, але відповіді скорочені, наявні несуттєві недоліки, допущено незначні помилки у висновках, які були виправлені після зауваження викладача, що свідчить про задовільний рівень формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.
0	Відсутність оформленої лабораторної роботи, допущені принципові помилки при виконанні дослідів, досить низький рівень володіння теоретичним матеріалом курсу, що не дає можливість оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів.

Шкала та критерії оцінювання виконання завдань самостійної роботи

Кількість балів	Критерії оцінювання
3-2	Питання розкриті та підкріплене теоретичним матеріалом без помилок, з використанням значного обсягу різноманітних літературних джерел, послідовно описана кожна дія та зроблено загальний висновок, що свідчить про формування компетентностей та досягнення програмних результатів у повному обсязі.
1	Показано достатні знання матеріалу теми, допущено несуттєві помилки при виконання деяких завдань, але робота виконана в повному обсязі, що свідчить про формування компетентностей та часткове досягнення програмних результатів навчання
0	Продемонстровано відсутність теоретичної підготовки з матеріалу курсу, виявлено суттєві труднощі при формулюванні відповідей на питання, допущено принципові помилки у висновках, у визначенні суті методів дослідження, що не дає можливості оцінити формування компетентностей та досягнення програмних результатів.

Шкала та критерії оцінювання знань здобувачів вищої освіти на екзамені

Максимальна оцінка за кожне завдання становить 5 балів, максимальна сумарна кількість балів за іспит – 20 балів.

Кількість балів	Критерії оцінювання
5 балів	Відповідь здобувача вищої освіти правильна, повна, послідовна, логічна; він відмінно опанував фактичний матеріал з усього курсу дисципліни, вміє застосовувати його щодо конкретно поставлених завдань, чітко орієнтується в матеріалі; проявляє творчі здібності у розумінні теоретичного матеріалу, що свідчить про формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання в повному обсязі.
4 бали	Відповідь здобувача вищої освіти правильна, повна, послідовна, логічна; він добре опанував фактичний матеріал з усього курсу дисципліни, вміє застосовувати його щодо конкретно поставлених завдань, чітко орієнтується у матеріалі, володіє основними аспектами з першоджерел і рекомендованої літератури, аргументовано викладає його, висловлює свої міркування з приводу тих чи тих проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного застосування; відповідь на теоретичні запитання дає з використанням відповідної термінології, допускаючи несуттєві помилки щодо фактичного матеріалу. Демонструє достатні систематизовані знання з питань дисципліни, що свідчить про достатній рівень формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.
3 бали	Відповідь здобувача вищої освіти правильна, послідовна, логічна, але він має незначні прогалини в знанні теоретичного матеріалу, вміє застосовувати його щодо конкретно поставлених завдань, розуміє основні положення, що є визначальними в курсі цієї компоненти; має здатність аналізувати отриману інформацію та практично її використовувати; допускає неточності та помилки, які може усувати за допомогою викладача, що вказує на задовільний рівень формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.

2 бали	Здобувач вищої освіти не опанував більшу частину теоретичного матеріалу, викладає його не досить послідовно та логічно, під час відповіді допускає істотні помилки, не завжди вміє інтегровано застосовувати набуті знання, нечітко й хибно формулює основні теоретичні положення; здатний виконувати завдання за зразком; володіє елементарними вміннями навчальної діяльності, що вказує на часткове формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання.
1 бал	Відповідь здобувача вищої освіти при відтворенні навчального матеріалу елементарна, фрагментарна, обумовлюється початковим уявленням про предмет вивчення, не розкриває поставлених запитань або завдань; він виявляє незнання більшої частини теоретичного матеріалу, не має цілісного розуміння матеріалу з дисципліни, допускає грубі помилки, що вказує на формування компетентностей та досягнення програмних результатів навчання не в повному обсязі.
0 балів	Відсутність знань основного матеріалу курсу з дисципліни унеможливорює формування компетентностей та досягнення програмних результатів.
0–20	Разом

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачено під час реалізації навчальної дисципліни

Засоби навчання: центрифуга ОПН-8, холодильник, термометр, рН-метр - рН-150М; мікроскопи MICROmed XS-5520, бактеріологічні петлі, автоматичні дозатори одноканальні, спектрофотометр ULAB 102; терези технічні ВТ-200, силуфолові пластинки. Перелік інструментів та обладнання забезпечує навчально-наукова лабораторія «Загальної біотехнології».

13. Політика навчальної дисципліни

– щодо термінів виконання та перескладання

Усі навчальні завдання, передбачені робочою програмою навчальної дисципліни, мають бути виконані у встановлений термін відповідно розкладу. Перескладання поточного та підсумкового контролю відбуваються за наявності поважних причин з дозволу деканату; завдання лабораторних робіт, завдання самостійної роботи, які здаються з порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (-30%). Порядок повторного проходження контрольних заходів в Університеті регулюється «Положенням про організацію освітнього процесу в ПДАУ» та «Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в ПДАУ».

– щодо академічної доброчесності

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися вимог нормативно-правових актів стосовно академічної доброчесності, що наведені на сторінці «Академічна доброчесність» сайту ПДАУ. Дотримання академічної доброчесності здобувачами вищої освіти передбачає: самостійне виконання завдань поточного та семестрового контролю, контрольної роботи, посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

У разі виявлення академічної недоброчесності здобувач вищої освіти отримує за завдання 0 балів і має повторно виконати його

– *щодо відвідування занять*

Не дозволяються пропуски занять з неповажних причин. Здобувачі вищої освіти мають брати активну участь під час проведення занять, виконувати необхідний мінімум навчальної роботи, що є допуском до семестрового контролю. В умовах впровадження дистанційної форми навчання за наявності об'єктивних причин (наприклад, лікарняний, знаходження на карантині тощо) та за узгодженням з викладачем, опанування навчальної дисципліни здобувачами вищої освіти може здійснюватися самостійно, на засадах академічної доброчесності, при цьому здобувач має звітувати через електронну пошту або через систему дистанційного навчання Moodle про стан виконання завдань.

– *щодо зарахування результатів неформальної / інформальної освіти*

Здобувачі вищої освіти мають право на зарахування результатів інформальної \ неформальної освіти, що регламентовано «Положенням про порядок визнання результатів навчання, набутих у неформальній та інформальній освіті здобувачами вищої освіти ПДАУ». Із метою визнання та перезарахування результатів навчання, здобувач вищої освіти звертається до викладача, який відповідає за реалізацію освітнього компонента, із відповідними документами, що підтверджують результати навчання, про отримання яких заявив здобувач (сертифікати, свідоцтва, довідки тощо).

– *щодо оскарження результатів оцінювання*

Підставами для оскарження результату оцінювання можуть бути: недотримання викладачем системи оцінювання, вказаної у робочій програмі, силабусі навчальної дисципліни, необ'єктивне оцінювання та/або наявність конфлікту інтересів, якщо про його існування здобувачу вищої освіти не було і не могло бути відомо до проведення оцінювання. Порядок оскарження результатів оцінювання здобувачів вищої освіти регламентується Положенням про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в Полтавському державному аграрному університеті.

14. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Основні напрямки сучасних біотехнологій: посібник / А.С. Юет, Д.М. Гребіник, К.О. Дворщенко, та ін. К.: Електронне видання, 2023. 390 с.
2. Техніка спектроскопії : навчальний посібник. І.В. Солтис. Чернівці: ЧНУ, 2022. 132 с.
3. Коструба А. М., Федішин Я. І., Саварин В. І., Вихрист О. М. Фізичні методи дослідження речовини та біологічних об'єктів. Електронний навчальний посібник. Львів: ЛНУВМБ імені С. З. Гжицького, 2020. 320 с
4. Фізичні методи дослідження речовин: Атлас ІЧ та ЯМР-спектрів. ІЧ-спектри: навч.-метод. посіб. / Г. О. Сіренко, Г. Я. Стефанюк, Д. А. Фундюк,

- М. І. Мартинюк, Н. В. Шмаль-цер. ІваноФранківськ: Супрун В. П., 2017. 104 с
5. Дігтяр С. В., Єлізаров М. О., Мазницька О. В., Никифорова О. О., Новохатко О. В., Пасенко А. В., Сакун О. А. Галузі сучасної біотехнології: підручник для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / Загальна редакція професора Никифорова В. В. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2021. 184 с.

Допоміжна

1. Аналітичні методи досліджень. Спектроскопічні методи аналізу: теоретичні основи і методики: навчальний посібник для підготовки студентів вищих навчальних закладів. Д.О. Мельничук, С.Д. Мельничук, В.М. Войціцький та ін.: К.: ЦП «Компринт», 2016. 289 с.
2. Волошина, О. С. Антонюк М. М. Методи досліджень в біотехнології: конспект лекцій, К.: НУХТ, 2012. 157 с.
3. Михальська С.І., Комісаренко А.Г. Актуальні напрями сучасних біотехнологій пшениці. Фізіологія рослин і генетика. 2022. 54, № 3. С. 187-213.
4. Смик Н.І. Метод капілярного електрофорезу для визначення низькомолекулярних органічних кислот у соках. Вісник Черкаського університету. Хімічні науки. 2013. №14. С. 85-96.
5. Костюк, П.Г. Біофізика : підручник / П.Г.Костюк, В.Л.Зима, І.С.Магура та ін. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 567 с.
6. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Янсе Л.А., Постоєнко В.О. Екологічна біотехнологія та біоінженерія. Ч.2. Клітинні технології. К.: Аграрна освіта, 2020. 255 с.
7. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Янсе Л.А., Постоєнко В.О. Екологічна біотехнологія та біоінженерія. Ч.3. Промислова та екологічна біотехнологія. К.: Аграрна освіта, 2020. 340 с.

Інформаційні ресурси мережі Інтернет

- 1 www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed
- 2 www.arguslab.com
- 3 www.coursera.org:
- 4 www.dnatorna.com/
- 6 www.rcsb.org/pdb/explore.do?structureId=2b7a
- 7 https://www.youtube.com/watch?v=5cnqDCB_Xw