НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ АГРАРНИХ НАУК УКРАЇНИ

ІНСТИТУТ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ ТА АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

ВІДДІЛ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МІКРОБІОЛОГІЇ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою Радою ІСМАВ НААН

Протокол № 11 від 21.08.2026 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. директора ІСМАВ НААН

_____ Ольга ТЕРТИЧНА

РОБОЧА ПРОГРАМА

З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА»

Статус дисципліни: за вільним вибором

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Галузь знань: Н – «Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина»

Спеціальність: Н1 – «Агрономія»

Курс: 2, навчальний семестр 3, 4

Навчальний рік: 2026–2027

Кількість кредитів ЄКТС: 4

Чернігів – 2026 рік

Робоча програма «Технології виробництва мікробних препаратів для сільського господарства» для слухачів третього (освітньо-наукового) рівня за напрямом підготовки Н1 – «Агрономія» (Н – «Сільське, лісове, рибне господарство та ветеринарна медицина»).

Розробник: *Козар С.Ф., завідувач сектору ростової і функціональної активності мікроорганізмів лабораторії фізіології мікроорганізмів ІСМАВ НААН, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник.*

Abstract

Faculty VNT /Course Code – «Production technologies for microbial preparations intended for agriculture»

Course Description

The objective of the subject matter is formation of awareness of microbial preparations and their production technology for postgraduate students. At the same time, the following tasks are resolved, namely: looking at beneficial microbial bioagents of microbial preparations for agriculture; looking at features of growth and cultivation of beneficial microorganisms under controlled conditions; familiarization with the main production stages for biopreparations.

Key words: microbial preparations, technology, microorganisms, bioagent, cultivation.

Форма здобуття освіти	Рік навч.	Сем.	Розподіл годин					Разом	За тиждень		ІНДЗ	Контр.
			Всього ауд.	Лек	Прак	Лаб.	СРС		Ауд.	СРС		
Денна, вечірня	2	3	20	10	10		40	60	2	4	-	-
		4	20	10	10		40	60	2	4	-	3
	Разом		40	20	20		80	120	4	8		

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><th rowspan="2">Найменування показників</th><th rowspan="2">Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень</th><th>Характеристика навчальної дисципліни</th></tr>
<tr><th>Денна, вечірня форма здобуття освіти</th></tr>
<tr><td>Кількість кредитів – 4</td><td>Галузь знань 20 – «Аграрні науки та продовольство»</td><td>Вибіркова</td></tr>
<tr><td>Модулів – 2</td><td rowspan="4">Спеціальність 201 – «Агрономія»</td><td>Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Змістових модулів – 4</td><td>2-й</td></tr>
<tr><td>Семестр</td></tr>
<tr><td>Загальна кількість годин – 120</td><td>3-й – 4-й</td></tr>
<tr><td rowspan="10">Тижневих годин: аудиторних – 2; самостійної роботи аспіранта – 4.</td><td rowspan="10">Освітньо-кваліфікаційний рівень: третій (освітньо-науковий) рівень</td><td>Лекції</td></tr>
<tr><td>20 год.</td></tr>
<tr><td>Практичні, лабораторні</td></tr>
<tr><td>20 год.</td></tr>
<tr><td>Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>80 год.</td></tr>
<tr><td>Індивідуальні завдання</td></tr>
<tr><td>-</td></tr>
<tr><td>Вид контролю:</td></tr>
<tr><td>Залік</td></tr>
</table>

Примітка.
Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить 1:2.

Передумовою для вивчення дисципліни є успішне засвоєння дисциплін:
– «Сучасні теорії пізнання»;
– «Методика дослідної справи та організація підготовки дисертаційної роботи»;
– «Наукові основи сучасного аграрного виробництва».

2. Мета і завдання дисципліни

Мета навчальної дисципліни - формування у аспірантів системи знань про мікробні препарати і технології їх виробництва.

Завдання, які вирішуються в процесі вивчення дисципліни:

– вивчення корисних мікроорганізмів-біоагентів мікробних препаратів для сільського господарства;

– вивчення особливостей росту і культивування мікроорганізмів в контрольованих умовах;

– управління процесами на всіх стадіях виробництва біопрепаратів.

3. Компетентності, які отримують аспіранти після вивчення навчальної дисципліни «Технології виробництва мікробних препаратів для сільського господарства»

Загальні компетентності:

– **ЗК 1**. Здатність використовувати іноземну мову для представлення наукових результатів в усній та письмовій формах, для розуміння іншомовних наукових та професійних текстів;

– **ЗК 3**. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

– **ЗК 4.** Здатність розв'язувати комплексні проблеми агрономії на основі системного наукового та загального культурного світогляду із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності;

– **ЗК 6**. Володіння методами математичного і алгоритмічного моделювання при аналізі проблематики наукового дослідження;

– **ЗК 7**. Здатність до критичного аналізу та оцінювання сучасних наукових досягнень при вирішенні дослідницьких і практичних завдань, у тому числі в міждисциплінарних областях;

– **ЗК 8**. Здатність приймати обґрунтовані рішення, планувати і здійснювати комплексні дослідження на сучасному рівні на основі цілісного системного наукового світогляду;

– **ЗК 9**. Дотримання норм наукової етики, авторського і суміжних прав інтелектуальної власності; державної та міжнародної систем правової охорони інтелектуальної власності.

Спеціальні (фахові) компетентності:

– **ФК 1**. Здатність продукувати і обґрунтовувати нові перспективні ідеї, гіпотези, стратегії виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в агрономії та дотичних до неї міждисциплінарних напрямах і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з сільськогосподарських наук і суміжних галузей;

– **ФК 2**. Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері агрономії, інформаційні технології, методи комп'ютерного моделювання, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та освітній

діяльності;

– **ФК 4**. Здатність аналізувати, оцінювати і прогнозувати сучасний стан і тенденції розвитку агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур;

– **ФК 5**. Здатність ініціювати та реалізовувати інноваційні комплексні проєкти в агрономії та дотичні до неї міждисциплінарні проєкти, лідерство під час їх реалізації;

– **ФК 6**. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері агрономії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;

– **ФК 7**. Здатність до аналізу інформаційних джерел, авторських методик, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі агропромислового виробництва, агрономії і сільськогосподарської мікробіології;

– **ФК 8**. Здатність брати участь у критичному діалозі, наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати свою власну позицію, до підприємництва та прояву ініціативи щодо впровадження у виробництво результатів дисертаційного дослідження;

– **ФК 9**. Вміння обробляти отримані експериментальні дані на основі застосування стандартних математичних пакетів обробки інформації;

– **ФК 10**. Компетентність у володінні теоретичними основами управління мікробіологічними процесами у ґрунті;

– **ФК 11**. Компетентність у науково-методичних підходах щодо створення рослинно-мікробних асоціацій і симбіозів, щодо селекції корисних ґрунтових мікроорганізмів та пошуку алгоритму антропогенного впливу на колообіг поживних речовин в агроценозах.

4. Очікувані результати навчання з дисципліни

Під час вивчення дисципліни аспірант має досягти або вдосконалити наступні програмні результати навчання (ПРН), передбачені освітньою програмою:

– **РН 2**. Висувати і перевіряти гіпотези; обґрунтовувати та інтерпретувати результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного або комп’ютерного моделювання;

– **РН 3**. Планувати і виконувати теоретичні й експериментальні дослідження з агрономії та дотичних наукових напрямів з використанням сучасних методів, технологій та інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

– **РН 5**. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми агрономії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях;

– **РН 7**. Глибоко розуміти загальні принципи та методи аграрних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері агрономії та викладацькій практиці;

– **РН 9**. Вміти аналізувати наукові джерела інформації стосовно проблеми, яка досліджується, працювати з сучасними бібліографічними і реферативними базами даних, а також наукометричними платформами, такими як Web of Science, Scopus та ін., відслідковувати найновіші досягнення в агрономії. Дотримуватися правил цитування та посилання на використані джерела, правил оформлення бібліографічного списку, академічної доброчесності;

– **РН 10**. Знати закономірності розповсюдження, життєдіяльності мікроорганізмів у ґрунті, їх взаємозв'язків у мікробних угрупованнях, а також з рослинами;

– **РН 11**. Знати теоретичні та прикладні аспекти формування мікробіоценозу ґрунтів: типів живлення ґрунтових мікроорганізмів; типів взаємовідносин між мікроорганізмами та з рослинами; впливу екологічних факторів на розвиток мікроорганізмів у ґрунті. Вміти здійснювати моніторинг мікробних угруповань ґрунтів, створювати ефективні рослинно-мікробні симбіози та асоціації;

– **РН 12**. Знати теоретичні основи управління мікробіологічними процесами у ґрунті з метою підвищення ефективності аграрного виробництва. Вміти створювати та застосувати мікробні препарати у сільському господарстві для отримання додаткової якісної продукції.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен ***знати:***

– теоретичні основи управління мікробіологічними процесами;

– характеристику мікроорганізмів-біоагентів мікробних препаратів та особливості їх дії;

– особливості культивування корисних мікроорганізмів в контрольованих умовах;

– оптимальні рішення щодо розробки заходів відтворення родючості ґрунтів за використання корисних ґрунтових мікроорганізмів;

– процеси створення та застосування мікробних препаратів у технологіях вирощування сільськогосподарських культур для підвищення їх урожайності та якості продукції;

– створення біоорганічних добрив з високим вмістом агрономічно цінних мікроорганізмів та фізіологічно активних речовин;

– етапи виробництва біопрепаратів для агропромислового виробництва;

– основне обладнання для виробництва мікробних препаратів.

уміти:

– використовувати різні методи культивування для виробництва мікробних препаратів;

– використовувати стерилізаційне обладнання;

– управляти мікробіологічними процесами при виробництві мікробних препаратів;

– організовувати здійснення контролю якості біопрепаратів.

5. Засоби діагностики результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є:

– залік;
– тестові та контрольні завдання;
– презентація результатів виконаних завдань та досліджень;
– анотація прочитаної додаткової літератури з курсу.

6. Програма навчальної дисципліни

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. «МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ТА ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ»

Лекція 1. Симбіотичні азотфіксувальні мікроорганізми як основа біопрепаратів для живлення рослин. Характеристика та систематика ризобій.

Глобальне значення біологічної фіксації азоту порівняно з промисловим процесом Габера-Боша. Історія вивчення кореневих бульбочок: від патологічних наростів (М. Мальпігі) до чистої культури (М. Бейєрінк). Сучасна систематика бульбочкових бактерій: роди класу альфа-протеобактерій та інші роди. Морфолого-фізіологічна характеристика ризобій. Ферментний комплекс нітрогенази та захисна роль леггемоглобіну в бульбочках. Вплив екологічних чинників на ефективність симбіозу: вологість ґрунту, температура, сольовий стрес, кислотність, дози мінерального азоту та хімічні пестициди.

Лекція 2. Асоціативні та вільноіснуючі діазотрофи. Морфолого-фізіологічні особливості несимбіотичних азотфіксаторів та механізми біостимуляції.

Поняття про несимбіотичну азотфіксацію. Просторові зони взаємодії з рослинами: гістосфера, ризоплана, ризосфера. Рід *Azotobacter*: видове різноманіття, поліморфізм клітин, метаболізм. Здатність до цистоутворення як стратегія виживання за несприятливих умов. Рід *Azospirillum*: історія відкриття (М. Бейєрінк, Й. Доберейнер), видовий склад. Характеристика інших родів несимбіотичних діазотрофів. Чинники навколишнього середовища, що впливають на несимбіотичні діазотрофи: температурні оптимуми (штами-мезофіли), вологість, сольовий та кислотний стреси, внесення мінерального азоту. Механізми стимуляції росту рослин: гормональний «коктейль» (ауксини, гібереліни, цитокініни), антистресова дія (абсцизова кислота) та захисні метаболіти.

Лекція 3. Мікробіологічна мобілізація фосфору в ґрунті. Біодобрива для поліпшення фосфорного живлення сільськогосподарських культур.

Запаси та форми фосфору в ґрунті. Проблема хемосорбції та низької рухливості фосфатів в орному шарі. Ґрунтова мікробіота як акумулятор та резервуар рухомого фосфору. Ключові механізми мікробіологічної мобілізації важкодоступного фосфору: продукування вугільної та органічних кислот; хелатоутворення (зв'язування заліза та алюмінію); синтез бактеріальних екзополісахаридних слизей; ферментативне розщеплення органофосфатів фосфатазами рослин та мікроорганізмів; участь у відновлювальних процесах. комплексний ефект бактеризації: поєднання мобілізації елементів живлення у ризосфері з біостимуляцією розвитку кореневої системи (на прикладі Поліміксобактерину).

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. «БІОПЕСТИЦИДИ, ПРЕПАРАТИ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА ТА ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУЛЯЦІЇ»

Лекція 4. Біопрепарати для захисту рослин (біопестициди). Класифікація та механізми антагоністичної дії мікроорганізмів, вірусів і бактерій.

Визначення поняття «біопестицид» за класифікаціями EPA та EEA. Екологічні та економічні переваги використання в системах органічного землеробства. Класифікація біопестицидів: мікробні пестициди, біохімічні речовини, засоби захисту на основі генетичного матеріалу та пестициди РНК-інтерференції (RNAi). Механізми антагоністичної дії мікроорганізмів-біоагентів: антибіоз (синтез сидерофорів, антибіотиків, токсинів), конкуренція за джерела живлення та поверхню колонізації, гіперпаразитизм (дія хітиназ, глюканаз). Грибні ентомопатогенні та фунгіцидні препарати: використання грибів родів *Trichoderma*, *Penicillium*, *Chaetomium*. Препарати проти галових нематод. Вірусні інсектицидні препарати (вірини): на основі бакуловірусів (ядерний поліедроз) та райдужних вірусів (Iridoviridae). Особливості дії та латентний період. Бактеріальні інсектициди: механізм дії *Bacillus thuringiensis* (ендотоксин, формування іонних каналів в кишківнику комах). Біологічні методи боротьби з мишовидними гризунами: препарати на основі *Salmonella enteritidis* var. *Issatschenko* (Бактеродентицид).

Лекція 5. Препаративні форми мікробних препаратів. Технологічні основи виробництва порошкоподібних, рідких, гельних, гранульованих та сухих форм.

Порошкоподібна форма: торф як класичний носій. Альтернативні субстрати: глина, лушпайки арахісу, вермикуліт, активоване вугілля, сапропелі. Рідка форма: переваги та недоліки. Гельна форма: виготовлення на основі силікагелю та нативних бактеріальних екзополісахаридів. Гранульована форма: використання високодисперсних матеріалів (діоксид кремнію, бентоніт) та біогумусу (вермикомпосту). Комплексні гранульовані добрива. Сухі препарати: ліофілізація (сублімаційне висушування), захисні середовища. Масляні та інші інокулянти.

Лекція 6. Біопрепарати у тваринництві та ветеринарії. Застосування ферментів, антибіотиків, пробіотиків та вакцин мікробного походження.

Ферментні препарати мікробного походження для підвищення засвоюваності важкоперетравних компонентів кормів (клітковина, лігнін, геміцелюлоза) та зниження в'язкості хімусу. Використання кормових антибіотиків бактеріального та міцеліального походження (граміцидин, поліміксини, бацитрацин, нізин, хлортетрациклін) для тварин та птиці. Вимоги щодо заборони медичного застосування. Пробіотики у тваринництві: визначення, класифікація. Ключові пробіотичні мікроорганізми: молочнокислі стрептококи, лактобактерії, біфідобактерії, дріжджі, бацили та ентерококи. Механізми дії та особливості колонізації ШКТ. Спеціалізовані пробіотичні препарати та консерванти для спрямованого регулювання молочнокислого бродіння кормів. Вакцини у ветеринарній медицині: класифікація (живі, інактивовані, корпускулярні, спліт-вакцини, субодиничні, анатоксини, генно-інженерні, синтетичні). Переваги та ризики застосування живих і неживих вакцинних штамів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. «ФІЗІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА»

Лекція 7. Закономірності росту мікроорганізмів та їхні потреби у біогенних елементах у промисловій біотехнології.

Потреби мікроорганізмів-біоагентів у поживних речовинах для росту та конструктивного метаболізму. Роль основних біогенних макроелементів (вуглець, азот, фосфор, калій, магній, сірка) та мікроелементів як каталізаторів ферментативних систем. Типи мікробного живлення (хемоорганогетеротрофи, автотрофи). Специфіка підбору та стандартизації сировинних джерел (цукри, спирти, органічні кислоти, мінеральні солі) для агрономічно цінних штамів. Періодична культура мікроорганізмів як замкнена динамічна система. Закономірності розвитку популяції прокаріот у часі. Фази росту мікроорганізмів (крива росту). Фізіологічні особливості клітин на різних фазах кривої росту та їхнє практичне значення для визначення оптимального моменту зупинки ферментації та збирання біомаси з метою отримання життєздатних препаратів із максимальним терміном зберігання.

Лекція 8. Обладнання та узагальнені технологічні процеси стерилізації поживних середовищ, апаратури й повітря.

Принцип асептики в промисловій біотехнології та його відмінність від медичного трактування. Поняття контамінації монокультури сторонньою мікробіотою та джерела її надходження (ґрунт, вода, повітря, персонал). Фізико-хімічні властивості та фази біологічного аерозолю (крупноядерна, дрібноядерна фази, бактеріальний пил). Теоретичні основи термічної стерилізації. Кінетика загибелі мікроорганізмів, питома швидкість загибелі. Узагальнений вплив чинників середовища (pH, захисна роль жирів та полісахаридів) на терморезистентність спор. Узагальнена технологія стерилізації обладнання, комунікацій та посуду. Режими сухожарової обробки посуду. Стерилізація ліній та реакторів насиченою парою під тиском. Проблема

недогріву комунікацій та повітряних пробок. Технологічні основи стерилізації рідких поживних середовищ. Порівняльна характеристика періодичного способу та безперервного способу у потоці. Стерилізація сипучих середовищ (автоклавування, хімічна обробка оксидом етилену, використання СВЧ-випромінювання та прискорювачів електронів). Особливості стерилізації торфу як наповнювача мікробних препаратів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. «ПРОМИСЛОВЕ КУЛЬТИВУВАННЯ МІКРООРГАНІЗМІВ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РЕГЛАМЕНТ ТА БЕЗПЕКА БІОТЕХНОЛОГІЧНИХ ВИРОБНИЦТВ»

Лекція 9. Промислове культивування мікроорганізмів та апаратурне оформлення ферментаційних процесів. Конструкції біореакторів та автоматизація піногасіння.

Біологічний реактор (ферментер) як центральний апарат біотехнологічної схеми. Специфіка керування гетерогенною трифазною системою «рідина – суспензія клітин – газ» в ході проліферації біоагентів. Класифікація промислових ферментерів за способом підведення енергії для аерації та перемішування: барботажні апарати, апарати з ежекційною системою аерації, комбіновані апарати з механічним перемішуванням і барботажем. Конструктивні особливості великотоннажних герметизованих ферментерів: герметизація, робота під надлишковим тиском, температурний режим стерилізації. Автоматизація процесів піногасіння в стерильному біореакторі. Схема трьохрівневого автоматичного контролю висоти піни за допомогою датчиків. Реалізація комбінованого хімічного і механічного піногасіння. Поверхневе культивування мікроорганізмів: традиційний кюветний спосіб (геометрія та перфорація кювет, логістика завантажувального та розвантажувального коридорів ростових камер) та вирощування у механізованих установках у товстому шарі. Поточний контроль у процесі культивування: аналіз накопичення метаболітів, стан біомаси продуцента, стабілізація pH середовища та споживання складових поживного субстрату.

Лекція 10. Технологічний регламент, стадії та безпека біотехнологічного виробництва мікробних препаратів.

Технологічний регламент як базовий нормативний документ промислового біотехнологічного підприємства. Структура регламенту відповідно до чинних стандартів. Характеристика кінцевого продукту. Рекомендовані нормативні показники якості готового продукту та методи їх лабораторного контролю в регламенті: зовнішній вигляд, колір, вологість, кількість життєздатних клітин бактерій, наявність сторонніх мікроорганізмів. Стандарти фасування та умови тривалого збереження життєздатності клітин. Характеристика вхідної сировини та напівпродуктів. Послідовна блочна структура промислового технологічного процесу біопрепаратів: стадії допоміжних робіт, стадії основних технологічних процесів, стадії знезараження відходів (термічна стерилізація та утилізація некондиційної культуральної рідини), стадії пакування, маркування та складування. Охорона праці та безпека

праці на біотехнологічних підприємствах. Специфіка роботи з концентрованими лугами, кислотами та живими біоагентами. Санітарні вимоги до центрального опалення, загальнообмінної вентиляції та штучного освітлення. Біологічний аерозоль як провідний шкідливий фактор виробничого середовища. Санітарно-гігієнічний моніторинг повітря робочої зони.

7. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем		Кількість годин для денної, вечірньої форми здобуття освіти				
		Всього	У тому числі			
			Лек.	Прак.	Примітка до виконання практ.робіт	Сам. роб.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
МОДУЛЬ 1.						
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. МІКРОБНІ ПРЕПАРАТИ ДЛЯ ПОЛІПШЕННЯ ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН ТА ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ						
1.	Симбіотичні азотфіксувальні мікроорганізми – основа біопрепаратів для живлення рослин	10	2	2	-	6
2.	Асоціативні та вільноіснуючі діазотрофи – біоагенти препаратів	10	2	1	-	7
3.	Мікробіологічна мобілізація фосфору в ґрунті. Біодобрива для поліпшення фосфорного живлення сільськогосподарських культур.	10	2	1	-	7
	Разом за змістовим модулем 1	**30**	**6**	**4**	**-**	**20**
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. БІОПЕСТИЦИДИ, ПРЕПАРАТИ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА ТА ТЕХНОЛОГІЇ ФОРМУЛЯЦІЇ						
4.	Біопрепарати для захисту рослин (біопестициди).	10	2	2	-	7
5.	Препаративні форми мікробних препаратів. Технологічні основи виробництва порошкоподібних, рідких, гельних, гранульованих та сухих форм.	10	2	1	-	6
6.	Біопрепарати у тваринництві та ветеринарії. Застосування ферментів, антибіотиків, пробіотиків та вакцин.	10	2	1	-	7
	Разом за змістовим модулем 2	**30**	**6**	**4**	**-**	**10**
МОДУЛЬ 2.						
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. ФІЗІОЛОГО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПІДГОТОВКИ БІОТЕХНОЛОГІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА.						
7.	Закономірності росту мікроорганізмів та їхні потреби у біогенних елементах у промисловій біотехнології.	15	2	4	-	9
8.	Обладнання та узагальнені технологічні процеси стерилізації поживних середовищ, апаратури й повітря.	15	2	2	-	11
	Разом за змістовим модулем 3	**30**	**4**	**6**	**-**	**20**

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. СТАДІЇ ТА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА. КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ БІОПРЕПАРАТІВ.						
9.	Промислове культивування мікроорганізмів та апаратурне оформлення ферментаційних процесів. Конструкції біореакторів та автоматизація піногасіння.	15	2	4	-	9
10.	Технологічний регламент, стадії та безпека біотехнологічного виробництва мікробних препаратів.	15	2	2	-	11
	Разом за змістовим модулем 4	**30**	**4**	**6**	**-**	**20**
	Усього годин за дисципліну	**120**	**20**	**20**	**-**	**80**

8. Теми практичних занять

№ п.п.	Назва теми	Кількість годин
1	Симбіотичні азотфіксувальні мікроорганізми – основа біопрепаратів для живлення рослин	2
2	Асоціативні та вільноіснуючі діазотрофи – біоагенти препаратів	2
3	Мікробіологічна мобілізація фосфору в ґрунті. Біодобрива для поліпшення фосфорного живлення сільськогосподарських культур.	2
4	Біопрепарати для захисту рослин (біопестициди).	2
5	Препаративні форми мікробних препаратів. Технологічні основи виробництва порошкоподібних, рідких, гельних, гранульованих та сухих форм.	2
6	Біопрепарати у тваринництві та ветеринарії. Застосування ферментів, антибіотиків, пробіотиків та вакцин.	2
7	Закономірності росту мікроорганізмів та їхні потреби у біогенних елементах у промисловій біотехнології.	2
8	Обладнання та узагальнені технологічні процеси стерилізації поживних середовищ, апаратури й повітря.	2
9	Промислове культивування мікроорганізмів та апаратурне оформлення ферментаційних процесів. Конструкції біореакторів та автоматизація піногасіння.	2
10	Технологічний регламент, стадії та безпека біотехнологічного виробництва мікробних препаратів.	2
	Разом	**20**

9. Самостійна робота

№ п.п.	Назва теми	Кількість годин
1	Характеристика мікробних препаратів на основі азотфіксувальних і фосфатмобілізівних мікроорганізмів	6
2	Характеристика біопрепаратів для захисту рослин від хвороб і шкідників	7
3	Характеристика мікробних препаратів на основі пробітичних бактерій	7
4	Параметри росту бактерій та принципи їх визначення	7
5	Поживні середовища для культивування мікроорганізмів	6
6	Умови культивування бактерій	7
7	Особливості технологічного процесу виготовлення мікробних препаратів	9
8	Якість біопрепаратів та її контроль	11
9	Стерилізаційне обладнання, яке використовується при виготовленні мікробних препаратів	9
10	Обладнання для культивування мікроорганізмів	11
	Разом	**80**

10. Індивідуальні завдання

Робочим планом не передбачено.

11. Методи навчання

Програма курсу передбачає навчання у формі лекцій, практичних занять, самостійної роботи аспірантів та отримання консультацій у викладача.

На лекції викладач усно розкриває основні теоретичні положення конкретної теми, аналізує і узагальнює їх, що дає можливість аспірантам сприймати і осмислювати вивчений матеріал і приходити до певних узагальнюючих висновків. Лекційний матеріал подається у вигляді розповіді, пояснення, роз'яснення, бесіди, демонстрації та ілюстрації з використанням мультимедійного обладнання, плакатів та натуральних предметів.

Практичне заняття - форма навчального заняття, при якій викладач організує детальне опрацювання в лабораторних умовах аспірантами окремих положень навчальної дисципліни та формує вміння і навички їх практичного застосування шляхом індивідуального виконання аспірантом відповідно сформульованих завдань. Практичне заняття включає не тільки проведення попереднього контролю знань, умінь і навичок аспірантів, постановку загальної проблеми викладачем та її обговорення за участю аспірантів, а і передбачає формування навичок розв'язування певних задач та здійснення науково-пошукової діяльності, що стосуються тематики згідно навчальної програми. Також на практичних заняттях здійснюється оцінювання знань аспірантів.

Мета практичних занять полягає в тому, щоб аспіранти у лабораторних умовах під керівництвом викладача змогли поглибити свої знання, отримані на лекціях і в ході самостійної роботи. В ході цих занять здійснюється проведення поточного модульного контролю засвоєння аспірантами теоретичного та практичного матеріалу.

Зміст практичних занять:

– розгляд і обговорення теоретичного матеріалу за переліком контрольних питань по відповідним темам лекційних занять;

– розгляд і обговорення теоретичного матеріалу за переліком питань для самостійного опрацювання;

– проведення експериментальних робіт в лабораторних умовах;

– виконання поточних і залікових контрольних робіт;

– проведення модульного контролю засвоєння теоретичного матеріалу;

– проведення консультацій з дисципліни.

При проведенні аудиторних занять використовують такі методи, як: словесний метод; практичний метод; лабораторний метод; пояснювально-ілюстративний метод; дослідницький метод тощо.

12. Форми контролю

Поточний контроль проводиться шляхом спілкування із аспірантами під час практичних занять та консультацій, опитування та тестування, і має на меті перевірку рівня підготовленості аспіранта до виконання конкретної роботи.

Загальні оцінки за усну відповідь, звіти за практичні роботи по кожному модулю виводяться як відношення суми зароблених балів по кожному виду робіт до кількості робіт кожного виду.

Бали, набрані аспірантом під час поточного контролю, дораховуються до балів за практичні роботи, доповіді та модульні контрольні роботи і отримуються модульні оцінки за відповідні модулі.

Семестровий контроль за результатами вивчення дисципліни проводиться в останній атестаційний тиждень семестру (сесію). Аспіранти, які повністю виконали навчальний план і позитивно атестовані з дисципліни за результатами поточного та модульного контролів (набрали більше 60 балів), отримують залік автоматично, можуть не складати залік і залишити набрану кількість балів, як підсумкову оцінку. У випадку, якщо аспірант не набрав достатню кількість балів (менше 60 балів), він відповідає на залікові питання. Залікові питання знаходяться в пакеті документів на дисципліну.

Аспірант може отримати більше ніж 90 балів за семестр при умові отримання додаткових балів (участі у конференціях і семінарах).

Поточний контроль

Модуль за тематичним планом дисципліни та форма контролю	**Кількість балів**
Змістовий модуль 1. Вступ до маркетингових досліджень	**0-22**
1. Усна відповідь	0-6
2. Доповідь	0-6
3. Тести	0-10
Змістовий модуль 2. Якісні маркетингові дослідження	**0-22**
1. Усна відповідь	0-6
2. Доповідь	0-6
3. Тести	0-10
Змістовий модуль 3. Кількісні маркетингові дослідження	**0-23**
1. Усна відповідь	0-7
2. Доповідь	0-6
3. Тести	0-10
Змістовий модуль 4. Напрямки маркетингових досліджень	**0-23**
1. Усна відповідь	0-7
2. Доповідь	0-6
3. Тести	0-10
Кількість балів за поточний контроль	**0 – 90**

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	**Оцінка ECTS**	**Оцінка за національною шкалою**	
		для екзамену	**для заліку**
90 – 100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
75-81	C		
66-74	D	задовільно	

60-65	E		
0-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

13. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Лекційний матеріал подається у вигляді презентацій за допомогою медіа-проектора. Під час лекцій аналізуються проблемні ситуації, організується зворотний зв'язок з аудиторією шляхом формулювання запитань і стислих відповідей з обох сторін. Для проведення практичних завдань використовується обладнання лабораторії фізіології мікроорганізмів (мікроскоп, термостат, сушильна шафа, качалки тощо).

14. Рекомендована література

Базова

1. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Токмакова Л.М. та ін. Експериментальна ґрунтова мікробіологія / За ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграр. наука, 2010. 464 с.
2. Волкогон В.В., Надкернична О.В., Ковалевська Т.М. та ін. Мікробні препарати у землеробстві. Теорія і практика / За ред. В.В. Волкогона. Київ: Аграрна наука, 2006. 312 с.
3. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Янсе Л.А., Постоєнко В.О. Екологічна біотехнологія та біоінженерія: підручник. Ч. 1 : Біоінженерія. Київ: Аграрна наука, 2021. 136 с.
4. Кляченко О.Л., Коломієць Ю.В., Янсе Л.А., Постоєнко В.О.. Екологічна біотехнологія та біоінженерія: підручник. Ч. 2 : Клітинні технології. Київ: Аграрна наука, 2021. 276 с.
5. Kolomiiets Yu., Klyachenko O., Subin O. Biotechnology. Kyiv: Comprint, 2022. 420 p.

Додаткова

6. Minchin F.R., James E.K., Becana M. Oxygen Diffusion, Production Of Reactive Oxygen And Nitrogen Species, And Antioxidants In Legume Nodules. *Nitrogen-Fixing Leguminous Symbioses*. 2008. Springer. P. 321-362.
7. Okafor N., Okeke B.C. Modern Industrial Microbiology and Biotechnology (2nd ed.). CRC Press, 2017. 488 p.
8. Rao D.L.N. Recent Advances in Biological Nitrogen Fixation in Agricultural Systems. Proc*eedings of the Indian National Science Academy*. 2014. Vol. 80 (2). P. 359-378.

9. Raymond J., Siefert J. L., Staples C. R., Blankenship R. E. The Natural History of Nitrogen Fixation. *Molecular Biology and Evolution*. 2004. Vol. 21 (3). P. 541–554.
10. Shamseldin A., Abdelkhalek A., Sadowsky M.J. Recent Changes to the Classification of Symbiotic, Nitrogen-Fixing, Legume-Associating Bacteria: a Review. *Symbiosis*. 2017. Vol.71. P. 91-109.
11. Smil V. Nitrogen in Crop Production: An Account of Global Flows. *Global Biogeochemical Cycles*. 1999. Vol. 13 (2). P. 647-662.
12. Zakhia F., de Lajudie P. Taxonomy of Rhizobia. *Agronomie*. 2001, Vol. 21, P. 569–576.
13. Козар С.Ф. Оптимізація середовища для сумісного культивування *Bradyrhizobium japonicum* і *Azospirillum brasilense*. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2014. Вип. 19. С. 27–32.
14. Сидоров Ю.І., Влязло Р.Й., Новіков В.П. Процеси і апарати мікробіологічної та фармацевтичної промисловості: навчальний посібник. Львів: Інтелект-Захід, 2008. 736 с.

Інформаційні ресурси

1. http://www.nbuv.gov.ua/ – Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського
2. https://link.springer.com/ – база даних журналів, книг, довідкових матеріалів.
3. http://naas.gov.ua/ – Національна академія аграрних наук України
4. http://www.nas.gov.ua/UA/Pages/default.aspx – Національна академія наук України
5. https://smic.in.ua/index.php/journal – міжвідомчий тематичний науковий збірник «Сільськогосподарська мікробіологія».