

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Факультет технології виробництва і переробки продукції тваринництва,  
стандартизації та біотехнології**

**Кафедра біотехнології та біоінженерії**

**«ПОГОДЖЕНО»**

Декан факультету ТВПТСБ

Михайло ГИЛЬ

2025р.

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Перший проректор

Дмитро БАБЕНКО

2025р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА**

з навчальної дисципліни

**«КУЛЬТИВУВАННЯ КЛІТИННИХ КУЛЬТУР»**

освітньо-професійна програма

«Біотехнології та біоінженерія»

для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти

очної (денної) форми навчання

на 2025-2026 навчальний рік

Освітній ступень: – **Магістр**

Галузь знань: 16 – **«Хімічна інженерія та біоінженерія»**

Спеціальність 162 – **«Біотехнології та біоінженерія»**

Мова викладання: **українська**

## **2. Опис навчальної дисципліни «КУЛЬТИВУВАННЯ КЛІТИННИХ КУЛЬТУР»**

Галузь знань **16** – «Хімічна інженерія та біоінженерія»  
Спеціальність **162** – «Біотехнології та біоінженерія»  
Освітній ступень «**Магістр з біотехнологій та біоінженерії**»,  
Обов'язкова (вибіркова) компонента **Обов'язкова**  
Семестр **III**  
Кількість кредитів ECTS **4,0**  
Кількість модулів **1**  
Кількість змістовних модулів **3**  
Загальна кількість годин **120**

**Види навчальної діяльності та види навчальних занять, обсяг годин та кредитів:**

|                     |                   |
|---------------------|-------------------|
| Всього годин:       | - 120 / 4,0 кред. |
| із них:             |                   |
| лекцій              | - 26 / 0,87 кред. |
| лабораторних занять | - 40 / 1,33 кред. |
| практичних занять   | - 14 / 0,47 кред. |
| самостійна робота   | - 40 / 1,33 кред. |
| Іспит               | - 3-й семестр     |

### 3. Мета, завдання, предмет, об'єкт навчальної дисципліни

**Мета дисципліни:** Метою вивчення дисципліни є формування теоретичних, практичних засад і принципів направлених на визначення основних біотехнологічних напрямків використання рослинних і тваринних клітин в отриманні високої якості вторинних метаболітів необхідних для суспільства при вирішенні основних проблем шляхом удосконалення, інтенсифікації та оптимізації технології культивування клітин в біореакторах.

**Основні завдання дисципліни:** ознайомлення майбутніх спеціалістів з сучасними технологіями культивування культур клітин та вірусів, а також формування практичних навичок приготування клітинних культур та вірусовмісних біопрепаратів, що є обов'язковими при підготовці фахівців-біотехнологів.

**Предмет дисципліни** – культивування клітинних культур, які застосовуються у різноманітних напрямках сільського господарства та медицини, технології виробництва та отримання цільових біологічно-активних продуктів.

**Об'єкт дисципліни** – є бактерії, дріжджі, гриби, віруси, клітини рослин, тварин і людини, біологічно активні речовини спеціального призначення тощо.

#### **Інтегральні компетентності:**

Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми біотехнологій та біоінженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

#### **Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:**

K11. Здатність розробляти нові біотехнологічні об'єкти і технології та підвищувати ефективність існуючих технологій на основі експериментальних та/або теоретичних досліджень та/або комп'ютерного моделювання.

K14. Здатність прогнозувати напрямки розвитку сучасної біотехнології в контексті загального розвитку науки і техніки.

K15. Здатність застосовувати сучасні методи системного аналізу для дослідження та створення ефективних біотехнологічних процесів.

#### **Додаткові компетентності:**

K19. Здатність використовувати новітні досягнення у сфері сільськогосподарської біотехнології, знати перспективи їх використання.

#### **Програмні результати навчання:**

PR06. Знати та оцінювати основні методичні прийоми культивування еукаріотичних клітин тваринного та рослинного походження, розробляти нові технології їх застосування у наукових цілях, медицині, сільському господарстві тощо.

PR07. Мати навички виділення, ідентифікації, зберігання, культивування, іммобілізації біологічних агентів, здійснювати оптимізацію поживних середовищ, обирати оптимальні методи аналізу, виділення та очищення цільового продукту,

використовуючи сучасні біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напрямку біотехнології.

**Додаткові програмні результати:**

ПР13. Формулювати і оцінювати вимоги, обґрунтувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов біотехнологічного виробництва з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.

**4. Передумови для вивчення дисципліни**



## 5. Місце дисципліни у структурі навчальних дисциплін



## 6. Структурно-логічна схема навчальної дисципліни

| Змістовний модуль                     |                                                                                  | Теми |                                                                                            | Обсяги годин |    |    |    |       |
|---------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----|----|----|-------|
| №                                     | назва                                                                            | №    | назва                                                                                      | Л            | ЛЗ | ПР | СР | Разом |
| 1                                     | Напрямки застосування та загальні положення щодо культивування клітинних культур | 1    | Застосування культур клітин у різних галузях біології, медицини та сільського господарства | 2            | 2  |    | 4  | 8     |
|                                       |                                                                                  | 2    | Обладнання та живильні середовища для роботи з клітинними культурами                       | 2            | 4  |    | 2  | 8     |
|                                       |                                                                                  | 3    | Основні методи культивування клітин поза організмом                                        | 2            | 2  | 2  | 4  | 10    |
|                                       |                                                                                  | 4    | Характерні особливості клітин в культурі                                                   | 2            | 4  | 2  | 2  | 10    |
| Всього за змістовний модуль           |                                                                                  |      |                                                                                            | 8            | 12 | 4  | 12 | 36    |
| 2                                     | Культивування рослинних клітин                                                   | 5    | Історія створення культур клітин рослин                                                    | 2            | 2  |    | 4  | 8     |
|                                       |                                                                                  | 6    | Методи створення клітинних культур рослин                                                  | 2            | 4  |    | 4  | 10    |
|                                       |                                                                                  | 7    | Особливості культивування клітинних суспензій                                              | 2            | 4  | 2  | 2  | 10    |
|                                       |                                                                                  | 8    | Методи клонального розмноження рослин                                                      | 2            | 4  | 2  | 4  | 12    |
| Всього за змістовний модуль           |                                                                                  |      |                                                                                            | 8            | 14 | 4  | 14 | 40    |
| 3                                     | Культивування тваринних клітин                                                   | 9    | Історія культивування тваринних клітин                                                     | 2            | 2  |    | 2  | 6     |
|                                       |                                                                                  | 10   | Введення клітин у культуру. Системи культивування клітин                                   | 2            | 2  |    | 2  | 6     |
|                                       |                                                                                  | 11   | Гібридизація тваринних клітин                                                              | 2            | 4  | 2  | 2  | 10    |
|                                       |                                                                                  | 12   | Кріоконсервація. Отримання клітинних ліній для кріоконсервації.                            | 2            | 2  | 2  | 4  | 10    |
|                                       |                                                                                  | 13   | Культури клітин людини                                                                     | 2            | 4  | 2  | 4  | 12    |
| Всього за змістовний модуль           |                                                                                  |      |                                                                                            | 10           | 14 | 6  | 14 | 44    |
| Всього годин по навчальній дисципліні |                                                                                  |      |                                                                                            | 26           | 40 | 14 | 40 | 120   |

## 7. Зміст навчальної дисципліни

### 7.1. Загальний розподіл годин і кредитів

| Назва змістовного модуля                                                         | Кількість годин і кредитів |          |              |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|----------|--------------|
|                                                                                  | год.                       | кредитів | %            |
| Напрямки застосування та загальні положення щодо культивування клітинних культур | 36                         | 1,20     | 30,0         |
| Культивування рослинних клітин.                                                  | 40                         | 1,33     | 33,3         |
| Культивування тваринних клітин                                                   | 44                         | 1,47     | 36,7         |
| <b>Всього</b>                                                                    | <b>120</b>                 | <b>4</b> | <b>100,0</b> |

### 7.2. Склад, обсяг і терміни виконання змістовних модулів

| Назва змістовного модуля                                                         | Кількість годин | Термін виконання                                                            |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Напрямки застосування та загальні положення щодо культивування клітинних культур | 36              | Відповідно до семестрового навчального плану та графіку навчального процесу |
| Культивування рослинних клітин.                                                  | 40              |                                                                             |
| Культивування тваринних клітин                                                   | 44              |                                                                             |
| <b>Всього</b>                                                                    | <b>120</b>      | <b>x</b>                                                                    |

### 7.3. Перелік та короткий зміст лекцій

#### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ I**

##### **Напрямки застосування та загальні положення щодо культивування клітинних культур**

#### **1. Застосування культур клітин у різних галузях біології, медицини та сільського господарства**

Актуальність застосування культур клітин у різних галузях біології, медицини та сільського господарства. Можливість їх використання у вирішенні проблем диференціювання та проліферації клітин, взаємодії клітин з навколишнім середовищем, адаптації, старіння, біологічної рухливості, злоякісної трансформації та ін. Роль клітинних культур у біотехнології при виробництві біологічно активних речовин; застосування їх для діагностики та лікування спадкових захворювань; як тест-об'єкти при випробуванні нових фармакологічних речовин, а також для збереження генофонду видів тварин і рослин, що зникають. (*Key words: The role of cell cultures in biotechnology in the production of biologically active substances; their use for diagnosis and treatment of hereditary diseases; as test objects for testing new pharmacological substances, as well as for preserving the gene pool of endangered animal and plant species*)

#### **2. Обладнання та живильні середовища для роботи з клітинними культурами**



Апарати масового культивування клітин. Лабораторні струшувачі, ролерні установки, лабораторні ферментери. Глибинне культивування клітинних та бактеріальних культур. Культуральний посуд. Особливі вимоги до властивостей поверхні та матеріалу виробів зі скла та пластику. Основні типи та склад поживних середовищ для культивування різних типів клітин. Основні поживні потреби клітин. Переваги та недоліки різних типів поживних середовищ.

**(Key words:** *Apparatus for mass cell cultivation. Culture glassware. Special requirements for the properties of the surface and material of glass and plastic products. The main types and composition of nutrient media for culturing various types of cells.*)

### **3. Основні методи культивування клітин поза організмом:**

Методи технології вирощування клітин вищих організмів *in vitro*. Калюсні і суспензійні культури клітин вищих рослин, методи їх отримання і застосування. Протопласти рослинних клітин, їх отримання, методи регенерації і культивування. Злиття протопластів рослинних клітин. Гібридизація соматичних клітин рослин.

Методи технології вирощування клітин і тканин тварин *in vitro*. Введення первинної культури. Прийоми культивування в суспензійній культурі і в адгезованому стані. Вимоги до якості і складу поживних середовищ. Первинні та трансформовані культури.

**(Key words:** *Methods of technology for sensing cells from living organisms in vitro. Calus and suspension cultures of vegetable crops. Protoplasts of growing plants, their removal. Synthesis of protoplasts of plant tissues. Hybridization of somatic cells in roslins. Methods of technology for the detection of cellin and animal tissue in vitro. Introduction of primary culture. Accept cultivation in a suspension culture and in an adhesive station. Primary and transformed cultures.*)

### **4. Характерні особливості клітин в культурі**

Типи культивуємих клітин. Характерні особливості культивуємих клітин. Клітинна адгезія. Клітинні лінії, штами. Клонування. Трансформація первинних клітин. Адгезивні та суспензійні культури: задачі, відмінності. Залежність від прикріплення та ріст у суспензії. Регуляція росту, що залежить від щільності культури (контактне гальмування).

**(Key words:** *Types of cultured cells. Characteristic features of cultured cells. Cell adhesion. Cell lines, strains. Cloning. Transformation of primary cells. Adhesive and suspension cultures: problems, differences. Dependence on attachment and growth in suspension. Growth regulation dependent on culture density (contact inhibition).*

## **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ II**

### **Культивування рослинних клітин.**

### **5. Історія створення культур клітин рослин**



Історія створення культур клітин рослин. Значення робіт німецьких вчених Х.Фехтінга, К.Рехінгера, Г.Габерландта. Досліди Роббінса та Котте. Подальша розробка методів, поживних середовищ та умов культивування клітин рослин.

**(Key words:** *History of the creation of plant cell cultures. The importance of the works of German scientists H. Fechting, K. Rechinger, G. Haberlandt. Experiments of Robbins and Kotte. Subsequent development of methods, nutrient media and conditions for cultivating plant cells.*)

## **6. Методи створення клітинних культур рослин**

Методи створення клітинних культур рослин. Отримання культури калусних клітин. Середовища та методи вирощування калусних клітин: поверхневий спосіб на агаризованій живильному середовищі, суспензійні культури та глибинне культивування, культивування окремих (одиноків) клітин. Динаміка зростання популяції рослинних клітин та особливості кожної фази. Протопласти рослинних клітин. Способи виділення рослинних протопластів. Умови культивування протопластів.

**(Key words:** *Methods of creating plant cell cultures. Obtaining a culture of callus cells. Media and methods for growing callus cells: surface method on an agar nutrient medium, suspension cultures and submerged cultivation, cultivation of individual (single) cells. Dynamics of plant cell population growth and the characteristics of each phase. Plant cell protoplasts. Methods for isolating plant protoplasts. Conditions for culturing protoplasts.*)

## **7. Особливості культивування клітинних суспензій**

Суспензійні культури як модельні системи. Отримання клітинних суспензій. Два види систем культивування рослинних клітин – відкрита і замкнута. Відмінна особливість суспензійних культур клітини рослин. Суспензійні культури для промислового отримання вторинних метаболітів. Механізми і умови, блокуючи активний ріст клітин і клітинну проліферацію.

**(Key words:** *Suspension cultures as model systems. Obtaining cell suspensions. Two types of plant cell cultivation systems - open and closed. A distinctive feature of suspension cultures of plant cells. Suspension cultures for industrial production of secondary metabolites. Mechanisms and conditions blocking active cell growth and cell proliferation.*)

## **8. Методи клонального розмноження рослин**

Формування рослин внаслідок активації існуючих в інтактній рослині меристем (апекс стебла, пазушні і сплячі бруньки стебла) - прямий морфогенез. Формування рослини в результаті індукції виникнення бруньок або ембріодів. Індукція пазушних бруньок. Створення безвірусного садивного матеріалу. Соматичний ембріогенез. Клональне мікророзмноження на підставі диференціації адвентивних бруньок

**(Key words:** *The formation of plants due to the activation of meristems existing in an intact plant (stem apex, axillary and dormant stem buds) is direct morphogenesis. The formation of a plant as a result of the induction of the emergence of buds or*

embryoids. Induction of axillary buds. Creation of virus-free planting material. Somatic embryogenesis. Clonal micropropagation based on the differentiation of adventitious buds ).

### **ЗМІСТОВНИЙ МОДУЛЬ III**

#### **Культивування тваринних клітин**

##### **9. Історія культивування тваринних клітин**

Роботи В. Ру, Р. Гаррисона, А. Карреля. Первинні, диплоїдні та постійні культури. Проблеми розвитку культивування тваринних клітин. Культивування клітин безхребетних.

*(Key words: Works by V. Roux, R. Garrison, A. Carrel. Primary, diploid and permanent cultures. Problems of the development of cultivation of animal cells. Cultivation of invertebrate cells.)*

##### **10. Введення клітин у культуру. Системи культивування клітин**

Морфологічні особливості постійних клітинних культур. Біологія культивованих клітин. Особливості в біології культивованих клітин *in vitro*. Особливості трансформованих клітин. Питательные среды и условия культивирования. Непроточна культура. Проточна культура.

*(Key words: Morphophysiological features of permanent cell cultures. Biology of cultured cells. Features in the biology of cultured cells in vitro. Features of transformed cells. Nutrient media and cultivation conditions. Non-flow culture. Flow culture.)*

##### **11. Гібридизація тваринних клітин**

Історія методу гібридизації тваринних клітин. Механізм злиття клітин (імунізація, підготовка до злиття, злиття клітин, відбір клонів, що продукують специфічні антитіла, клонування і реклонування, виявлення антитіл, що синтезуються гібридними клітинами, масове напрацювання гібридомних клітин). Банк даних із гібридомів CODATA-IUIS..

*(Key words: History of the animal cell hybridization method. The mechanism of cell fusion (immunization, preparation for fusion, cell fusion, selection of clones producing specific antibodies, cloning and recloning, detection of antibodies synthesized by hybrid cells, mass production of hybridoma cells). CODATA-IUIS hybridoma data bank.)*

##### **12. Кріоконсервація. Отримання клітинних ліній для кріоконсервації**

Завдання кріобіології. Механізми ушкодження клітини при охолодженні. Механізм дії кріопротектора. Кріоконсервація тваринних і рослинних клітинних культур. Основні принципи кріоконсервації, зберігання та розморожування.

*(Key words: Problems of cryobiology. Mechanisms of cell damage during cooling. Mechanism of cryoprotector action. Cryopreservation of animal and plant cell cultures. Basic principles of cryopreservation, storage and defrosting.)*

##### **13. Культури клітин людини**

Культури клітин людини. Стовбурові клітини. Особливості фібробластів. Характеристика ембріональних стовбурових клітин. Перспективи та проблеми використання стовбурових клітин.

(Key words: Human cell cultures. Stem cells. Features of fibroblasts. Characteristics of embryonic stem cells. Prospects and problems of using stem cells).

#### 7.4. Лабораторні заняття

| Назва змістовного модуля/тема                                                                                | Обсяг годин | Форма контролю                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Змістовний модуль 1. Напрямки застосування та загальні положення щодо культивування клітинних культур</b> | <b>12</b>   |                                                                                 |
| Застосування культур клітин у різних галузях біології, медицини та сільського господарства                   | 2           | Усне опитування                                                                 |
| Обладнання та живильні середовища для роботи з клітинними культурами                                         | 4           | Презентації. Слайди. Усне опитування. Індивідуальна робота*                     |
| Основні методи культивування клітин поза організмом:                                                         | 2           | Презентації. Слайди. Усне опитування.                                           |
| Характерні особливості клітин в культурі                                                                     | 4           | Презентації. Слайди. Усне опитування. Індивідуальна робота*                     |
| <b>Змістовний модуль 2. Культивування рослинних клітин</b>                                                   | <b>14</b>   |                                                                                 |
| Історія створення культур клітин рослин                                                                      | 2           | Виконання лабораторної роботи. Слайди. Усне опитування                          |
| Методи створення клітинних культур рослин                                                                    | 4           | Виконання лабораторної роботи. Слайди. Усне опитування                          |
| Особливості культивування клітинних суспензій                                                                | 4           | Виконання лабораторної роботи. Слайди. Усне опитування<br>Індивідуальна робота* |
| Методи клонального розмноження рослин                                                                        | 4           | Виконання лабораторної роботи. Слайди. Усне опитування                          |
| <b>Змістовний модуль 3. Культивування тваринних клітин</b>                                                   | <b>14</b>   |                                                                                 |
| Історія культивування тваринних клітин                                                                       | 2           | Виконання лабораторної роботи. Слайди. Усне опитування                          |
| Введення клітин у культуру. Системи культивування клітин                                                     | 2           | Виконання лабораторної роботи. Слайди. Усне опитування<br>Індивідуальна робота* |
| Гібридизація тваринних клітин                                                                                | 4           | Виконання лабораторної роботи. Слайди. Усне опитування                          |
| Кріоконсервація. Отримання клітинних ліній для кріоконсервації.                                              | 2           | Виконання лабораторної роботи. Слайди. Усне опитування                          |
| Культури клітин людини                                                                                       | 4           | Виконання лабораторної роботи. Слайди. Усне опитування                          |
| <b>Разом по дисципліні</b>                                                                                   | <b>40</b>   | <b>x</b>                                                                        |

\* див. Перелік тем індивідуальних робіт

## 7.5. Практичні заняття

| Назва змістовного модуля/тема                                                                                | Обсяг годин | Форма контролю                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>Змістовний модуль 1. Напрямки застосування та загальні положення щодо культивування клітинних культур</b> | <b>4</b>    |                                                             |
| Основні методи культивування клітин поза організмом:                                                         | 2           | Презентації. Слайди. Усне опитування.                       |
| Характерні особливості клітин в культурі                                                                     | 2           | Презентації. Слайди. Усне опитування. Індивідуальна робота* |
| <b>Змістовний модуль 2. Культивування рослинних клітин</b>                                                   | <b>4</b>    |                                                             |
| Особливості культивування клітинних суспензій                                                                | 2           | Слайди. Усне опитування. Індивідуальна робота*              |
| Методи клонального розмноження рослин                                                                        | 2           | Слайди. Усне опитування                                     |
| <b>Змістовний модуль 3. Культивування тваринних клітин</b>                                                   | <b>6</b>    |                                                             |
| Гібридизація тваринних клітин                                                                                | 2           | Презентація. Слайди. Усне опитування                        |
| Кріоконсервація. Отримання клітинних ліній для кріоконсервації.                                              | 2           | Презентація. Слайди. Усне опитування                        |
| Культури клітин людини                                                                                       | 2           | Презентації. Слайди. Усне опитування. Індивідуальна робота* |
| <b>Разом по дисципліні</b>                                                                                   | <b>14</b>   | <b>x</b>                                                    |

\* див. Перелік тем індивідуальних робіт

## 7.6. Перелік тем індивідуальних робіт

| № п/п | Назва теми                                                                                            | Кільк. год. |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 1     | Клітина – одиниця живого, як об'єкт біологічного дослідження                                          | 2           |
| 2     | Механічні методи дисоціації клітин                                                                    | 2           |
| 3     | Первинні та трансформовані культури                                                                   | 2           |
| 4     | Гібридизація соматичних клітин рослин                                                                 | 2           |
| 5     | Злиття протопластів рослинних клітин                                                                  | 2           |
| 6     | Поживні середовища для створення культури мікроорганізмів                                             | 2           |
| 7     | Мікроносії для культивування клітин рослин                                                            | 2           |
| 8     | Мікроносії для культивування клітин тварин                                                            | 2           |
| 9     | Особливості кріоконсервації клітинних культур                                                         | 2           |
| 10    | Переваги та недоліки застосування безсироваткових середовищ                                           | 2           |
| 11    | Причини та наслідки трансформації первинних клітин                                                    | 2           |
| 12    | Уявлення о програмованої клітинної смерті (апоптоз). Фактори апоптозу та зміни в клітині при апоптозі | 2           |
| 13    | Історія створення культур клітин. Вчені, які зробили вагомий внесок у                                 | 2           |

|                                             |                                                                                                               |   |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
|                                             | розвиток культивування клітин                                                                                 |   |
| 14                                          | Особливості моделювання <i>in vitro</i> умов <i>in vivo</i>                                                   | 2 |
| 15                                          | Банк клітин <i>in vitro</i> : значення для збереження генофонду                                               | 2 |
| 16                                          | Сукупність базових методів, які використовуються для конструювання нових клітин                               | 2 |
| 17                                          | Клітинні основи росту. Вплив зовнішніх умов на ріст та розвиток організму.                                    | 2 |
| 18                                          | Соціально-етичні та гуманістичні проблеми культивування клітинних культур                                     | 2 |
| 19                                          | Історія відкриття стовбурових клітин. Напрями застосування стовбурових клітин                                 | 2 |
| 20                                          | Контамінація в процесі культивування клітин. Методи усунення мікоплазми, вірусів, бактерій, грибів та дрозів. | 2 |
| Всього за 3-й семестр 40 год. / 1,1,33 з.к. |                                                                                                               |   |

## 7.7. Питання для поточного та підсумкового контролю знань здобувачів вищої освіти

### Змістовний модуль 1

1. Основні правила техніки безпеки в лабораторії для культивування клітин.
2. Групи основного обладнання для роботи з культурами клітин.
3. Як створюється локальний стерильний простір?
4. Технічні характеристики шаф-ламінарів.
5. Що являє собою CO<sub>2</sub>-інкубатор?
6. Структура, температурний та газовий режим CO<sub>2</sub>-інкубатора.
7. Принцип побудови інвертованого мікроскопу.
8. Допоміжне обладнання культурального боксу.
9. Які прилади забезпечують підтримання та довготривале зберігання культивованих клітин?
10. Які основні принципи стерильної роботи?
11. Історія створення середовищ для культивування.
12. Які компоненти використовуються для середовищ культивування?
13. Які компоненти застосовуються при культивуванні клітин з метою стимуляції росту клітинних популяцій?
14. Яким чином готують середовища із сухих наважок?
15. Методи стерилізації розчинів для культивування.
16. Які розчини рекомендовано готували лише ультрафільтрацією?
17. Яким чином поділяється посуд для культивування клітин?
18. За якими параметрами поділяється пластиковий посуд?
19. Способи миття скляного посуду, що використовується для стерильної роботи.
20. Яким чином слід підготувати посуд до стерилізації?
21. Які способи стерилізації вам відомі?



24. Яким чином стерилізуються пластикові наконечники до автоматичних піпеток?
25. Розповісти послідовність підготовки ламінарного боксу до роботи.
26. Описати послідовність процедури підготовки скляної піпетки до роботи в ламінарному боксі.

### Змістовний модуль 2

1. Які напрямки існують в клітинній інженерії рослин?
2. Охарактеризуйте основні принципи методу культури клітин, тканин та органів рослин *in vitro*.
3. Які способи та режими стерилізації застосовуються в біотехнології рослин до рослинних об'єктів, живильних середовищ, посуду, матеріалів?
4. Які основні компоненти входять до живильних середовищ для культивування рослинних клітин, тканин та органів *in vitro*?
5. Поясніть сутність терміну «тотипотентність рослинних клітин».
6. Охарактеризуйте типи регенерації рослин в культурі *in vitro*.
7. Охарактеризуйте сутність явища соматонального варіювання в культурі *in vitro*. В яких випадках воно є недоліком? Для досягнення якої мети воно має позитивне значення?
8. Які існують біотехнологічні шляхи отримання гаплоїдів та подвоєних гаплоїдних ліній у рослин? З якою метою вони створюються?
9. Наведіть класифікацію гаплоїдів квіткових рослин.
10. Охарактеризуйте методичні принципи отримання у рослин суспензійних культур та культур протопластів.
11. Які частини рослини використовуються для мікронального розмноження в культурі *in vitro*?
12. Наведіть основні етапи технології отримання безвірусного садивного матеріалу рослин в культурі меристем. Для яких культур застосовується дана технологія? Чому отримати безвірусний садивний матеріал можливо лише в меристемній культурі?
13. Які об'єкти використовуються для виконання робіт з запилення та запліднення *in vitro*? Охарактеризуйте методичні підходи до штучного злиття яйцеклітин та спермій у рослин. Які перспективи для селекції, клітинної інженерії та клітинної біології відкриває технологія штучного запилення та запліднення *in vitro*?
14. Які задачі в селекції та рослинництві вирішуються завдяки ембріокulturі *in vitro*?
15. Охарактеризуйте особливості депонування *in vitro* та кріозберігання як способів збереження рослинних ресурсів.



### Змістовний модуль 3

1. Назвіть джерела походження перещеплювальних стабільних клітинних ліній.
2. Які характерні ознаки мають перещеплювальні стабільні клітинні лінії?
3. Наведіть приклади найбільш широко застосовуваних в біотехнології стабільних клітинних ліній та розкажіть про їх походження.
4. Які основні чинники впливають на ріст клітин у культурі?
5. Як розподіляються клітинні культури за ознакою відношення до субстрату?
6. Які переваги мають перещеплювальні культури клітин в порівнянні з первиннотрипсинізованими клітинними культурами?
7. Вкажіть основні недоліки перещеплювальної культури клітин.
8. Які основні живильні середовища використовуються в біотехнології культур клітин тварин?
9. Які сольові розчини використовуються при роботі з культурами клітин *in vitro*?
10. Назвіть фази росту культур клітин. Яка з них є найбільш сприятливою для наступного пасажування культури?
11. Які основні чинники впливають на швидкість формування клітинного моношару?
12. Що є джерелом факторів росту при культивуванні клітин тварин?
13. Дайте визначення посівної концентрації клітин. Як вона впливає на швидкість досягнення культурою логарифмічної фази росту?
14. Які ознаки вказують на необхідність заміни живильного середовища при культивуванні клітинних культур?
15. Якими способами можна продовжити перебування клітин в культурі в логарифмічній фазі росту?

### Питання до іспиту

1. Історичні етапи клітинної інженерії з культивування тварин клітин.
2. Класичні досліді Хейфліка та Мурхеда щодо виділення лінії диплоїдних клітин людини WI-38. Межа Хейфліка і феномен старіння на лінії WI-38.
3. Особливості культури тварин клітин. Гетерогенність клітинної популяції.
4. Характеристика первинних культур тваринних клітин. Пасивування. Трансформація у постійну клітинну лінію.
5. Взаємодія клітин один з одним у культурі тварин клітин. Швидкість поділу клітин. "Соціальний контроль" щільності популяції.
6. Трансформація клітин тваринної культури. Причини трансформації.
7. Поживні середовища та умови культивування тварин клітин.
8. Непроточна культура тваринних клітин. Способи збільшення тривалості життя непроточних культур.
9. Моношарові культури. Переваги та недоліки моношарових культур.
10. Культура клітин людини. Особливості культури клітин людини.

11. Культивування клітин та тканин безхребетних.
12. Органна культура. Особливості органної культури. Методи органної культури.
13. Гібридизація тварин клітин.
14. Хімери. Методи створення химерів.
15. Моноклональні антитіла. Функціональна структура, одержання, використання.
16. Диференціювання клітин та репресія геному. Закономірність зв'язку спеціалізації клітини та етотипотентності.
17. Клонування тварин. Технологія клонування. Пересадки ядер ссавців.
18. Методи трансплантації ядер ссавців. Цитопласти та каріопласти.
19. Регулювання відтворення сільськогосподарських тварин.
20. Історичні етапи клітинної інженерії з культивування рослинних клітин.
21. Сфери застосування культур рослинних клітин. Специфічні особливості популяції клітин рослинної культури.
22. Культури соматичних клітин рослин. Вимоги рослинних клітин до умов культивування.
23. Каллус. Основні функції виконуються калусною тканиною. Ауксини та утворення калусної тканини. Етапи утворення калусної тканини, дедиференціювання тканин експланту.
24. Фітогормони. Нормальні та пухлинні рослинні клітини. Морфологічні особливості пухлинних рослинних клітин Тератома.
25. Суспензійна та калусна рослинна клітинна культура. Види калусних тканин. Особливості культивування калусних тканин.
26. Диференціація клітин рослини. Різна експресія генів – основа клітинної диференціації. Детермінація клітини. Оборотність диференціації рослинних клітин у клітинних культурах.
27. Суспензійна культура рослинної тканини. Суспензійна культура як модельна система. Ступінь дезагрегації. Морфологічна вирівняність клітин.
28. Відкриті, проточні культури рослинних клітин. Закрите глибинне культивування. Особливості зростання суспензійних культур. Періодичне культивування.
29. Культивування окремих рослинних клітин. Етапи вирощування окремих клітин. Метод «тканини – няньки по Мьюїру, Хільденбранту та Райкеру. Метод «годуючого шару».
30. Культури гаплоїдних клітин. Способи одержання гаплоїдів. Дігаплоїди, їх одержання. Переваги гаплоїдів.
31. Методи індукування гаплоїдів. Індукований андрогенез у культурі пильовиків та пилку. Селективна елімінація хромосом у гібридному зародку. Псевдогамія. Ембріоїд.
32. Культура рослинних тканин як джерело вторинних метаболітів. Методи іммобілізації рослинних клітин. Генетичний та епігенетичний рівні контролю вторинного метаболізму.

33. Системи культивування іммобілізованих клітин.
34. Протопласти як унікальна модель вивчення фундаментальних фізіологічних проблем в рослин. Способи отримання та культивування протопластів.
35. Способи злиття протопластів. Конструювання рослинних клітин.
36. Клітинна селекція.
37. Клональне мікророзмноження рослин.
38. Асоціації клітинної культури вищої рослини з мікроорганізмом.
39. Способи збереження клітинних культур: кріоконсервація, ліофільне висушування, уповільнення росту. Передкультивування рослинних культур у різних умовах.
40. Кріоконсервація клітинних культур. Кріопротектори. Програми охолодження. Принципи розморожування клітин.

#### 8. Форма підсумкового контролю, критерії оцінювання результатів навчання та рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни

Оцінювання знань здобувачів вищої освіти під час лабораторно-практичних занять та виконання індивідуальних завдань *проводиться за такими критеріями:*

1) розуміння, ступінь засвоєння теорії та методології проблем, що розглядаються;

2) правильність і повнота використання літератури;

3) якість доповіді та відповідей на поставлені запитання.

При оцінюванні результатів самостійної роботи здобувачів вищої освіти додатково оцінюється ступінь самостійності автора в розробці проблеми.

##### *Рейтингова оцінка знань здобувачів вищої освіти з дисципліни*

| Форма контролю                                      | Кількість заходів | Оцінка |     | Сума |     |
|-----------------------------------------------------|-------------------|--------|-----|------|-----|
|                                                     |                   | min    | max | min  | max |
| 3-й семестр                                         |                   |        |     |      |     |
| - опитування на лекціях                             | 3                 | 1      | 2   | 3    | 6   |
| - опитування на лабораторних та практичних заняттях | 6                 | 3      | 5   | 18   | 30  |
| - тестовий контроль поточний                        | 3                 | 5      | 7   | 15   | 21  |
| - тестування за програмою самостійної роботи        | 1                 |        | 3   |      | 3   |
| Разом за семестр                                    | -                 | -      | -   | 36   | 60  |
| Іспит                                               | -                 | -      | -   | 24   | 40  |
| Разом по дисципліні                                 | -                 | -      | -   | 60   | 100 |

За відсутність здобувача вищої освіти на лекції без поважних причин віднімається 3 бали, а на практичних заняттях – 2 бали.

При успішному відпрацюванні пропущених занять: написанні реферату, або відповіді на контрольні запитання по пропущеній темі, відняті бали додаються.

**Додаткові бали, які додаються, або знімаються до рейтингової оцінки здобувача вищої освіти**

| № п/п | Види роботи                                                    | Оцінка |      |
|-------|----------------------------------------------------------------|--------|------|
|       |                                                                | мін.   | мах. |
| 1.    | Складання реферату                                             | 3      | 5    |
| 2.    | Активна робота на лекціях, лабораторних і практичних заняттях  | 0,5    | 1    |
| 3.    | Регулярність відвідування занять                               | 0,5    | 1    |
| 4.    | Виступ на наукових конференціях                                | 5      | 15   |
| 5.    | Пошук і повідомлення про нові, надзвичайні події біотехнології | 0,5    | 1    |
| 6.    | Відсутність на лекції                                          | -3     | -3   |
| 7.    | Відсутність на лабораторних, або практичних заняттях           | -2     | -2   |

У 3 семестрі здобувачі вищої освіти, які успішно пройшли курс дисципліни і набрали протягом семестру не менше 60 балів, складають іспит з максимальною кількістю балів – 40. Вони повинні чітко уявити спектр методологічних підходів і технологій використання культури клітин, отриманих з живих організмів, для виробництва продуктів необхідних для людини.

Критерії оцінки відповідей на питання, що виносяться на екзамен, наступні:

| Оцінка     | Знання                                                                                                                                                                     | Вміння                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| «відмінно» | Глибокі міцні знання з теми. щодо розуміння основних маніпуляцій з клітинними культурами, підготовки посуду для культивування, оцінка ефективності посіву культури клітин. | Вміє застосовувати здобуті знання на практиці. Відповідь з урахуванням міжпредметних зв'язків. В відповіді присутні розуміння виконання основних маніпуляцій з клітинними культурами, оцінка ефективності посіву культури клітин. Розуміє теоретичні основи культивування клітин та тканин. Розуміє необхідність дотримання правил техніки безпеки під час роботи з клітинними культурами. |
| «добре»    | Міцні ґрунтовні знання, вміє застосовувати їх на практиці, але може допустити неточності, окремі помилки в                                                                 | Біотехнологічні проблеми розв'язуються вірно, як правило біотехнологічна термінологія застосовується вірно, висновки присутні без їх належного аналізу                                                                                                                                                                                                                                     |

|                |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                | формуванні відповідей                                                                                                                     | та інтерпретації; вміння користування спеціальною довідковою літературою                                                                                                                                               |
| «задовільно»   | Знає основний зміст теми, але його знання мають загальний характер, іноді не підкріплені прикладами                                       | Студент має прогалини в знаннях з теми. Замість чіткого термінологічного визначення пояснює теоретичний матеріал на побутовому рівні; відсутність навичок самостійного користування спеціальною довідковою літературою |
| «незадовільно» | Має фрагментарні знання з теми. Не володіє термінологією, оскільки понятійний апарат не сформований. Не вміє викласти програмний матеріал | Незнання біотехнологічної термінології, відсутність навичок щодо розв'язання біотехнологічних задач і користування спеціальною довідковою літературою та формування висновків                                          |

***Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти, та шкала оцінювання при складанні іспиту***

| Сума балів за всі види навчальної діяльності | Оцінка ECTS | Оцінка за національною шкалою                               |
|----------------------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------|
| 90 - 100                                     | A           | відміно                                                     |
| 82 - 89                                      | B           | добре                                                       |
| 75 - 81                                      | C           |                                                             |
| 64 - 74                                      | D           |                                                             |
| 60 - 63                                      | E           | задовільно                                                  |
| 35 - 59                                      | FX          | не задовільно з можливістю повторного складання             |
| 0 - 34                                       | F           | не задовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

З метою реалізації права здобувачів вищої освіти з особливими освітніми потребами на здобуття якісної вищої освіти у Миколаївському національному аграрному університеті розроблено Положення про організацію інклюзивного навчання (<https://www.mnau.edu.ua/files/dostup/educational-process/279.pdf>)

Перезарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у неформальній та інформальній освіті здійснюється відповідно до Положення про порядок перезарахування результатів навчання у Миколаївському національному аграрному університеті <https://www.mnau.edu.ua/files/dostup/educational-process/275.pdf>.



## **9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна**

Науково-дослідницька лабораторія кафедри біотехнології та біоінженерії  
№ 210, Навчальний корпус № 1, вул. Карпенка, 73

*Спеціальне технічне обладнання:*

- термостат,
- водоструменевий насос,
- вакуумний насос,
- центрифуга,
- баня водяна,
- спиртівки,
- сушильна шафа,
- стерилізатор,
- апарат Коха,
- автоклав,
- ваги аналітичні,
- ваги технохімічні,
- ваги торсійні,
- термометри,
- ареометри,
- ексикатор,
- кристалізатор,
- посуд лабораторний

## **10. Перелік рекомендованих літературних джерел та законодавчо-нормативних актів**

### **10.1 Базова література**

1. Загальна біотехнологія : підручник / Пирог, Т. П., Ігнатова, О. А. – Київ : НУХТ, 2009. - 336 с.

2. Подгаєцький А. А., Мацкевич В. В., Подгаєцький А.Ан. Особливості мікроклонального розмноження видів рослин : монографія. – Біла Церква : БНАУ, 2018. – 209 с.

3. Biotechnological research in the creation and production of antirabic vaccines / Krasnopol'sky Yu. M., Pylypenko D. M. // Biotechnologia ACTA. – 2021. – V. 14, No 4. – P. 28–37.

4. Licensed liposomal vaccines and adjuvants in the antigen delivery system / Krasnopol'sky Yu., Pylypenko D. // BioTechnologia – Journal of Biotechnology, Computational Biology and Bionanotechnology. – 2022. – V. 103(4). – P. 409-423.

5. Загальна цитологія і гістологія : підручник / за ред. М. Е. Держинського ; упорядкування Н. В. Скрипник – Київ : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 575 с.

6. Ботаніка : курс лекцій / В.Г. Миколайчук. – Миколаїв : МНАУ, 2016. –



57 с. Методичне забезпечення

7. Фармацевтична біотехнологія: сьогодення та майбутнє : навчальний посібник для студентів біотехнологічних спеціальностей / Ю. М. Краснопольський, Д. М. Пилипенко. – Харків : НТУ ХПІ : ТОВ «Друкарня Мадрид», 2022. – 151 с.

8. Фармацевтическая биотехнология: Производство биологически активных веществ. Ч. I : учебное пособие. / Ю. М. Краснопольский, Н. Ф. Клещев. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2012. – 303 с.

9. Біотехнологія в рослинництві : курс лекцій / Т. М. Манушкіна. – Миколаїв : МНАУ, 2014. – 51 с.

10. Основи біотехнології рослин. Методичні рекомендації. / Манушкіна Т.М.– МНАУ, 2017. – 48 с.

11. Гарманчук Л. В. Методичні рекомендації до спецпрактикуму «Культура клітин та клонування». – Київ: 2012 – 51 с.

12. Основи генетичної та клітинної інженерії. Частина III. Застосування клітинних культур в біотехнології і вірусології: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 162 – Біотехнології та біоінженерія / Уклад.: Клечак І. Р., Трохименко О. П., Ліновицька В. М., Тітова Л. О. – Київ : КПП імені Ігоря Сікорського, 2017. – 36 с.

13. Конспект лекцій з дисципліни “ Біотехнологія рослинних і тваринних клітин”. Для здобувачів другого магістрського рівня зі спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія, Укладачі: Корнієнко І. М. Кам’янське: ДДТУ, 2017. – 133с.

14. Білько, Д. І. Методи культури клітин і тканин у біології, біотехнології та медицині : навч.-метод. посіб. (2017). – Київ : НаУКМА, 88 с.

15. Використання культур клітин тваринного походження у вірусологічних дослідженнях. Методичні рекомендації. / Коротеєва Г.В., Дуніч А.А., Будзанівська І.Г. Київський національний університет імені Тараса Шевченка.- Київ.- - 2025- 80 с.

## 10.2 Інформаційні ресурси

1. <http://www.dstu.dp.ua>
2. <http://krnu.org/enroll/index.php?id=718>
3. [http://document.kdu.edu.ua/met\\_sp.php?spec=162](http://document.kdu.edu.ua/met_sp.php?spec=162)
4. Журнал «Біотехнологія» // Вебсайт. URL: <http://www.genetika.ru/journal/>
5. Журнал «Біотехнологія» // Вебсайт. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/225>
6. Журнал «мікробіологія і біотехнологія» // Вебсайт. URL: <http://lib.onu.edu.ua/mikrobiologiya-i-biotehnologiya/>
7. Науковий журнал «Біологічні системи: теорія та інновації» Вебсайт. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/about>

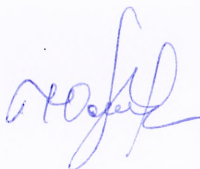
8. Journal "Applied Microbiology and Biotechnology" // Вебсайт. URL: <https://www.springer.com/journal/253>
9. Journal "Nature" // Вебсайт. URL: <https://www.nature.com/>

**ДОДАТОК**  
до робочої програми 2025-2026 н.р. навчальної дисципліни  
**КУЛЬТИВУВАННЯ КЛІТИННИХ КУЛЬТУР**

Перелік внесених змін на 2025-2026 н.р.

| №  | Зміст змін                                      | Підстава   | Примітки |
|----|-------------------------------------------------|------------|----------|
| 1. | Оновлено список<br>рекомендованої<br>літератури | Вимоги МОН |          |
|    |                                                 |            |          |
|    |                                                 |            |          |
|    |                                                 |            |          |
|    |                                                 |            |          |

Розробник програми  
доцентка кафедри



Олена ЮЛЕВИЧ

В.о. зав. кафедри,  
к.с.-г.н., доцентка



Олена КАРАТЄЄВА