



## Молекулярні основи клонування багатоклітинних організмів Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий магістерський</i>
Галузь знань	<i>16 «Хімічна та біоінженерія»</i>
Спеціальність	<i>162 –Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>ОНП Біотехнологія</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС (120 годин), в т.ч. 18 лекційних годин та 18 годин лабораторних занять</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік/ДКР, МКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 1 год./тиждень; лабораторні заняття: 1 год./тиждень згідно розкладу</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: канд. біол. наук, доцент Банникова Марія Олександрівна, maria.alex.bannikova@gmail.com; Лабораторні: канд. біол. наук, доцент Банникова Марія Олександрівна</i>
Розміщення курсу	<i>Матеріали курсу розміщені в Електронному Кампусі та на платформі Сікорський Дистанс</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Молекулярні основи клонування багатоклітинних організмів» належить до варіативної частини програми завершального етапу підготовки магістрів з ОП «Біотехнологія». Разом із генетичною інженерією, клітинною біотехнологією, основами молекулярної біотехнології і біоінформатикою ця дисципліна є теоретичною та практичною складовою набутих раніше знань, надаючи майбутнім магістрам з біотехнологій та біоінженерії знання про будову і функціонування клітин, зокрема рослинних, можливість маніпулювання клітинами *in vitro* з метою підтримання, відтворення наявних організмів, збереження зникаючих видів (клонування) та створення нових організмів з заданими властивостями (соматична гібридизація та генетична інженерія), а також виробництва біологічно активних речовин. Дисципліна знайомить майбутніх фахівців з експериментальними методами клітинної біології, біотехнології та генетичної інженерії, з практичним застосуванням клітинних технологій в різних галузях біології, фармакології, медицини, сільського господарства, застосуванням культивованих клітин для виробництва біологічно активних речовин, та для збереження зникаючих видів. Дисципліна базується на попередньо одержаних знаннях з біохімії, генетики, мікробіології, клітинної біології та молекулярної біології, що створює фундамент для подальшої навчальної і дослідницької діяльності студентів, сприяє формуванню наукового світогляду.

Такий підхід буде формувати у студентів здатність до розв'язання комплексних проблем в сфері біотехнологій та біоінженерії, виконувати оригінальні дослідження, генерувати нові ідеї, критично оцінювати одержані результати, що призводять до розробки нових та вдосконалення існуючих біотехнологій.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей: до вивчення основ підтримки клітин різних типів у стані *in vitro* і їх характеристики та надання студентам базових теоретичних знань, включаючи принципи культивування клітин і тканин рослин *in vitro*; процеси дедиференціації, вторинної диференціації і морфогенезу *in vitro*; напрямки створення нових технологій на основі культивованих тканин і клітин рослин; створення на базі клітинних технологій нових організмів з заданими властивостями; використання клітинних технологій в теоретичних та практичних цілях та роботи в лабораторії; до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; планувати і виконувати експериментальні роботи в галузі біотехнології з використанням сучасних обладнання та методів, інтерпретувати отримані дані на основі сукупності сучасних знань та уявлень про об'єкт і предмет дослідження, робити обґрунтовані висновки; прогнозувати напрямки розвитку сучасної біотехнології в контексті загального розвитку науки і техніки; знаходити адекватні шляхи розв'язання наукових проблем у галузі біотехнології та біоінженерії; виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у сфері біотехнології та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках; використовувати молекулярно-генетичні технології для створення нових біологічних агентів та використовувати методи молекулярної біоінженерії для модифікації біологічних агентів; розробляти нові та вдосконалювати існуючі біотехнології на основі розуміння наукових сучасних фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, що застосовуються у біотехнології та природничих науках.

Основні завдання дисципліни - пошук, оброблення та аналіз інформації з різних джерел; прогнозування напрямків розвитку сучасної біотехнології в контексті загальноосвітнього розвитку науки і техніки; використання молекулярно-біологічних технологій для створення та аналізу нових біологічних агентів, проведення досліджень на відповідному рівні.

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

**Знання:**

- основних методичних прийомів культивування еукаріотичних клітин тваринного та рослинного походження;
- застосування клітинних технологій у наукових цілях, медицині, сільському господарстві, для виробництва біологічно активних речовин та для збереження зникаючих видів;
- молекулярної організації та регуляції експресії генів, реплікації, рекомбінації та репарації, рестрикції;
- модифікації генетичного матеріалу у про- та еукаріотів;
- стратегії створення рекомбінантних ДНК для цілеспрямованого конструювання біологічних агентів.

**Уміння:**

Використовуючи сучасні біотехнологічні методи та прийоми, притаманні певному напрямку біотехнології,

- виділяти, ідентифікувати, зберігати, культивувати, іммобілізувати біологічні агенти;
- здійснювати оптимізацію поживних середовищ;
- обирати оптимальні методи аналізу, виділення та очищення цільового продукту.
- знаходити необхідну інформацію у науковій та довідниковій літературі, електронних базах, інших джерелах інформації, оцінювати її релевантність та достовірність;
- планувати та проводити експериментальні роботи – як особисто, так і у колективі; проводити критичний аналіз отриманих результатів; оформляти результати експериментальних робіт у вигляді звіту або наукової статті.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Ґрунтується на попередньо одержаних знаннях з біохімії, генетики, загальної мікробіології та вірусології, біології клітини та анатомії і фізіології рослин, що створює фундамент для подальшої навчальної і дослідницької діяльності студентів випускових курсів, сприяє формуванню у них наукового світогляду.

Використовується при виконанні дослідної роботи в наукових установах, лабораторіях та науково-дослідних інститутах.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

### **Розділ 1. Будова клітини.**

Тема 1.1 Клонування. Будова клітин як об'єктів клонування.

Тема 1.2 Будова клітин: цитоплазма, цитоскелет, органели.

Тема 1.3 Ядро клітини (будова і функціонування). Ультраструктура ядра.

### **Розділ 2. Клітинний цикл.**

Тема 2.1 Періоди та стадії клітинного циклу. Регуляція клітинного циклу.

Тема 2.2 Період клітинного ділення (фаза М): мітоз та цитокінез. Конденсація і розходження хромосом в мітозі.

### **Розділ 3. Культура клітин і тканин рослин *in vitro*.**

Тема 3.1 Культура клітин вищих рослин. Дедиференціація. Калюсні тканини.

Тема 3.2 Вторинна диференціація і морфогенез *in vitro*.

Тема 3.3 Суспензійні культури.

Тема 3.3 Протопласти рослин, способи їх отримання та культивування.

Тема 3.4 Соматична гібридизація рослинних клітин - отримання трансгеномних рослин.

Тема 3.5 Генетична інженерія рослин - отримання трансгенних та транспластомних рослин.

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### **Рекомендована література**

#### **Базова**

1. Молекулярні основи клонування багатоклітинних організмів. Молекулярні основи клонування багатоклітинних організмів. Дедиференціація та вторинна диференціація в культурі *in vitro*. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Біотехнології» спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія / І. С. Гнатюк, Л. В. Маринченко, М. О. Банникова; КПІ ім. Ігоря Сікорського, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,35 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 79 с.
2. The Cell Cycle Principles of Control by David O Morgan, New Science Press Ltd, Oxford University press, 2007. – 315 p.
3. Кушнір Г.П., Сарнацька В.В. Мікроклональне розмноження рослин: теорія і практика. - К. : Наук. думка, 2005. - 272 с.
4. Біотехнологія рослин: навчальний посібник / Т.М.Сатарова, О.Є.Абраїмова, А.І.Вінніков, А.В.Черенков. – Дніпропетровськ: Адверта, 2016. – 136 с.
5. Загальна цитологія і гістологія : підручник / М. Е. Держинський, Н. В. Скрипник, Г. В. Островська та ін. ; за ред. М. Е. Держинського ; упорядкування Н. В. Скрипник – К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2010. – 575 с.

#### **Допоміжна**

1. Біотехнологія рослин: навчальний посібник / Мусієнко М.М., Панюта О.О. – К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. – 114 с.

- Molecular Cell Biology by Lodish Harvey, Berk Arnold, Kaiser Chris A., Krieger Monty, Bretscher Anthony, Ploegh Hidde, Amon Angelika, Martin Kelsey C., 9<sup>th</sup> edition, 2021. - 1264 p.
- Сиволоб А.В., Афанасьєва К.С. Молекулярна організація хромосом/  
<https://biology.univ.kiev.ua>
- Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA by B.R. Glick, J.J. Pasternak, C.L. Patten. - ASM Press, 4th Edition, 2009. - 850 p.
- Кунах В.А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи. – К.: Логос, 2005. – 730 с.
- Molecular Cloning: A Laboratory Manual by Joseph Sambrook; E.F. Fritsch; Tom Maniatis. - Cold Spring Harbor Laboratory Press, 2th edition, 2003. – 1448 p.

#### **Інформаційні ресурси**

- [www.coursera.org](http://www.coursera.org)
- [www.dnatorna.com](http://www.dnatorna.com)
- [www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Utils/wprintgc.cgi#SG1](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Utils/wprintgc.cgi#SG1)
- [www.salilab.org/modeller/](http://www.salilab.org/modeller/)
- [my.science.ua](http://my.science.ua)
- <https://www.molecula.club/>

### **Навчальний контент**

#### **5.Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)**

##### ***Лекційні заняття***

*Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: методи проблемного навчання (проблемний виклад, частково-пошуковий - евристична бесіда); інформаційно-комунікаційні технології, що забезпечують проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо-, відео-підтримки навчальних занять, розробка і застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань, і ін.).*

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	<b><u>Лекція 1. Клонування. Будова клітин як об'єктів клонування.</u></b> Що таке «клонування» і навіщо воно потрібно?  <i>Література Базова: [1, 4, 5]</i>
2	<b><u>Лекція 2. Періоди та стадії клітинного циклу. Регуляція клітинного циклу.</u></b> Контрольні точки клітинного циклу. Зупинка клітинного циклу. Тривалість клітинного циклу і різних його фаз (дріжджі, ссавці, рослини). Фаза G <sub>0</sub> – фаза проліферативного покою. Циклінзалежні кінази (CDK). Цикліни (Cyc). Інгібітори клітинного циклу (CKI). <i>Література Базова: [2] Допоміжна: [6].</i>
3	<b><u>Лекція 3. Культура клітин вищих рослин. Дедиференціація.</u></b> Сфера застосування культур рослинних клітин. Напрямок створення нових технологій на основі культивованих тканин і клітин рослин. Термінологія. Культивування рослинних клітин та їх особливості. Фітогормони. Дедиференціація і калюсогенез <i>in vitro</i> . Типи калюсних тканин. Цикл вирощування калюсів. Мінливість у вирощуваних <i>in vitro</i> клітин. Гетерогенність калюсних тканин. Типи клітинних популяцій. Стабілізація популяції клітин. Формування штаму. Компетенція. Детермінація. Індукція морфогенезу. Утворення гістологічних структур, органогенез, соматичний ембріогенез. Типи морфогенезу <i>in vitro</i> . Фази морфогенезу. Фактори, які впливають на морфогенез <i>in vitro</i> . Гормональна теорія регуляції органогенезу. Пагоноутворення (регенерація з калюсу) та пряма регенерація (безпосередньо з експланта).

	<i>Література Базова: [1, 4] Допоміжна [1, 5, 7].</i>
4	<b>Лекція 4. Суспензійні культури.</b> Методи отримання суспензійних культур. Умови та методи культивування. Суспензійні культури – продуценти вторинних метаболітів.  <i>Література Базова: [4] Допоміжна [1, 5].</i>
5	<b>Лекція 5. Протопласти рослин. Способи отримання.</b> Механічний та ензиматичний методи виділення протопластів. Етапи та умови виділення протопластів. Осмотичні стабілізатори. Протокол виділення протопластів.  <i>Література Базова: [4] Допоміжна [1, 5].</i>
6	<b>Лекція 6. Протопласти рослин. Способи культивування протопластів.</b> Середовища та умови культивування протопластів. Метод рідких крапель. Метод платування. Індивідуальне культивування протопластів в мікрокраплях. Збагачені середовища. Культури-няньки. Культивування індивідуальних преселектованих протопластів.  <i>Література Базова: [4] Допоміжна [1].</i>
7	<b>Лекція 7. Соматична гібридизація рослинних клітин. Отримання трансгеномних рослин.</b> Напрямки досліджень з соматичної гібридизації. Методологічні основи соматичної гібридизації. Хімічні та фізичні методи злиття протопластів. Відбір бажаних продуктів злиття протопластів. Спектр форм, отриманих при соматичній гібридизації: симетричні гібриди, асиметричні гібриди, цибриди, поліплоїди, мозаїки.  <i>Література Базова: [4] Допоміжна [1].</i>
8	<b>Лекція 8. Генетична інженерія рослин. Отримання трансгенних рослин.</b> Задачі, які вирішуються при створенні трансгенних (біотехнологічних) рослин. Вимоги, яким повинні відповідати системи трансформації. Генетичні конструкції (вектори) для генетичної трансформації рослин, їх особливості, створення. Бінарні та коінтегративні системи. Методи отримання трансгенних рослин.  <i>Література Базова: [4] Допоміжна [1, 4, 6].</i>
9	<b>Лекція 9. Генетична інженерія рослин. Отримання транспластомних рослин.</b> Отримання трансгенних рослин без маркерних генів. Отримання транспластомних рослин – особливості та переваги.  <i>Література Базова: [4] Допоміжна [1, 4]</i>

### **Лабораторні заняття**

Метою проведення лабораторних занять з дисципліни «Молекулярні основи клонування» є ознайомлення студентів з базовими методами, що використовуються у дослідженнях з клітинної біології та біотехнології рослин, і практичне закріплення навчального матеріалу. Лабораторні заняття спрямовані на вивчення процесів дедиференціації та вторинної диференціації у рослин.

*Лабораторні заняття проводяться згідно:*

1. Молекулярні основи клонування багатоклітинних організмів. Молекулярні основи клонування багатоклітинних організмів. Дедиференціація та вторинна диференціація в культурі *in vitro*. Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Біотехнології» спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія / І. С. Гнатюк, Л. В. Маринченко, М. О. Банникова; КПІ

ім. Ігоря Сікорського, Інститут клітинної біології та генетичної інженерії. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,35 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 79 с.  
Додатково використовується Базова [3, 4] та Допоміжна література [1].

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість аудиторних годин
1	Техніка безпеки роботи в лабораторії. Підготовка та стерилізація посуду і інструментів. Приготування маточних розчинів і стоків фітогормонів для живильного середовища Мурасіге-Скуга (MS)  <i>Література Базова: [1, 4] Допоміжна [1].</i>	2
2	Приготування живильних середовищ (базового живильного середовища MS). Основні правила роботи в ламінарному боксі  <i>Література Базова: [1, 4] Допоміжна [1].</i>	2
3	Базові методики стерилізації насіння. Введення в культуру <i>in vitro</i> тютюну звичайного ( <i>Nicotiana tabacum</i> ), пшениці м'якої ( <i>Triticum aestivum</i> ) та ріпаку ( <i>Brassica napus</i> L.)  <i>Література Базова: [1, 4] Допоміжна [1].</i>	2
4	Отримання первинного калюсу (ініціація калюсогенезу) з гіпокотилів ріпаку, з рослинного матеріалу тютюну (листя), з апікальних меристем пшениці	1
5	Субкультивування первинного калюсу тютюну, ріпаку та пшениці. Динаміка процесів дедиференціації у субкультивованому калюсі  <i>Література Базова: [1, 4] Допоміжна [1].</i>	1
6	Ініціація морфогенезу та регенерації з калюсних культур тютюну <i>Nicotiana tabacum</i> , пшениці <i>Triticum aestivum</i> та ріпаку <i>Brassica napus</i> на середовищі для регенерації - субкультивування калюсів та експлантів на середовищі для регенерації.  <i>Література Базова: [1, 4] Допоміжна [1].</i>	2
7	Вивчення процесів пагоноутворення (з калюсу) та прямої регенерації (з експлантів) у тютюну. Визначення регенераційного потенціалу морфогенного калюсу тютюну, ріпаку та пшениці.  <i>Література Базова: [1, 3, 4] Допоміжна [1].</i>	1
8	Отримання рослин-регенерантів. Перенесення регенерантів на середовище для вкорінення.	1
9	Підготовка ґрунту та посуду для висадження отриманих регенерантів <i>ex vitro</i> . Перенесення вкорінених рослин-регенерантів у ґрунт в умовах теплиці  <i>Література Базова: [1, 4]</i>	2
10	Модульна контрольна робота	2

11	Залік	2
	Всього	18

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до лекційних та лабораторних занять (26 годин), модульної контрольної (4 години), ДКР (10 годин), підготовка до заліку (6 годин) та самостійне вивчення тем, перелік яких наводиться нижче (38 годин).

№ з/п	Назви тем і питань, що виносяться на самостійне опрацювання та посилання на навчальну літературу	Кількість годин СРС
1	<u>Тема 1.1 Клонування. Будова клітин як об'єктів клонування.</u> - Молекулярне клонування: Клонування ДНК, методи отримання фрагментів ДНК. Клонування генів. кДНК бібліотеки, їх створення і застосування. <i>Література Допоміжна: [6].</i>	4
2	<u>Тема 1.2 Будова клітин: цитоплазма, цитоскелет, органели.</u> - Мембрани клітин, їх будова, функціональна спеціалізація та взаємоперетворення. - Транспорт білків у мітохондрії та хлоропласти. <i>Література Базова: [5] Допоміжна [2].</i>	4
3	<u>Тема 1.3 Ядро клітини (будова і функціонування). Ультраструктура ядра.</u> - Штучні хромосоми еукаріот. <i>Література Допоміжна: [4].</i>	2
4	<u>Тема 2.1 Періоди та стадії клітинного циклу. Регуляція клітинного циклу.</u> - Апоптоз та некроз. - Старіння клітин. Теломери та теломераза <i>Література Допоміжна: [2, 3].</i>	3
5	<u>Тема 3.1 Культура клітин вищих рослин.</u> - Регулятори росту. Фітогормони. - Індукований мутагенез та клітинна селекція <i>in vitro</i> . - Клональне мікророзмноження рослин. - Сомаклональна мінливість. - Експериментальна гаплоїдія. <i>Література Базова: [3, 4] Допоміжна: [1, 4].</i>	10
6	<u>Тема 3.3 Суспензійні культури.</u> - Кріоконсервація та збереження генофонда. - Кріопрезервація клітин і клітинні банки. - Культивування клітин людини та ссавців: Стовбурові клітини. Терапевтичне клонування. Отримання, культивування і характеристика спеціалізованих типів клітин. Ракові стовбурові клітини. Культивовані клітини пухлин. <i>Література Базова: [3, 4] Допоміжна: [1].</i>	9

7	<p>Тема 3.5 Генетична інженерія рослин - отримання трансгенних та транспластомних рослин.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Агробактерії, їх використання в генетичній трансформації рослин.</li> <li>- Отримання рекомбінантних білків в рослинах (транз'єнтна експресія).</li> <li>- Рослини – біореактори (інтактні та трансгенні).</li> </ul> <p><i>Література Базова: [4] Допоміжна: [4, 5].</i></p>	6
		38

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

**Політика щодо дедлайнів та перескладання:** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів та лабораторних робіт відбувається за наявності поважних причин.

**Політика та принципи академічної доброчесності** визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>. Використання додаткових джерел інформації під час оцінювання знань заборонено (у т.ч. мобільних девайсів). Мобільні пристрої дозволяється використовувати лише під час он-лайн тестування та виконання розрахунків.

**Норми етичної поведінки:** Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

**Політика щодо відвідування:** Відвідування лекцій, лабораторних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються практичні навички, необхідні для формування компетентностей, визначених стандартом освіти. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, працевлаштування, міжнародне стажування тощо) навчання може відбуватися в он-лайн формі за погодженням із лектором.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** МКР (50 балів), ДКР (14 балів), лабораторні роботи (36 балів). Загальна сума балів за семестрову роботу – 100 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в PCO з дисципліни. (Додаток 1)

**Календарний контроль:** проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** залік. Загальна сума балів на заліку – 100 балів

**Умови допуску до семестрового контролю:** семестровий рейтинг від 55 балів, написання МКР та ДКР, відпрацювання всіх лабораторних робіт.



**Рейтингова система оцінки успішності студентів**  
з дисципліни «Молекулярні основи клонування багатоклітинних організмів»  
для спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія  
факультету біотехнології і біотехніки  
(другий магістерський, денна форма навчання)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом:

Семе стр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи		
	Кре дити	Акад. год.	Лекції	Лаб. роботи	СРС	МКР	ДКР	Семес. атестація
2	4	120	18	18	84	1	1	залік

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

1. Модульну контрольну роботу (МКР поділяється на дві контрольні роботи тривалістю по 1 годині);
2. Домашню контрольну роботу;
3. Лабораторні роботи.

**Система рейтингових (вагових) балів занять і рейтингових оцінок по видах контролю за семестр**

№ п/п	Вид контролю	Бал	Кількість	Сума балів
1.	Модульна контрольна робота			
	-ваговий бал $g_k$	25	2*	50
	- якість виконання**	0 - 25		
2	Домашня контрольна робота			
	-ваговий бал $g_k$	14	1	14
	- якість виконання***	0 - 14		
3.	Лабораторна робота			
	-ваговий бал $g_k$	4		
	-якість виконання ****	0 - 4	9	36
	Всього			100

\* МКР поділяється на дві контрольні роботи для поточного контролю і атестації

\*\* Якість виконання модульних контрольних робіт:

- повна розкрита відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 22,5-25 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 19-22 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 15-18,5 балів;
- робота не зарахована (менше 60% потрібної інформації та значні помилки) – 0 балів.

\*\*\* Якість виконання домашньої контрольної роботи:

- повна розкрита відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 12,5-14 балів;
- достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або повна відповідь з незначними неточностями – 10,5-12 балів;
- неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації) та незначні помилки – 8,5 -10 балів;
- робота не зарахована (менше 60% потрібної інформації та значні помилки) – 0 балів.

\*\*\*Якість виконання лабораторної роботи:

- бездоганна робота – 3,5-4 балів;
- є певні недоліки у підготовці та/або виконанні роботи – 3 бали;
- робота не виконана (менше 60% від зазначеного в протоколі) або не захищена – 0 балів.

### Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 50 + 14 + 36 = 100 \text{ балів.}$$

Залікова складова шкали дорівнює 100 % від R:

$$R_z = R = 100;$$

Рейтингова шкала з дисципліни R = або  $R_c$  або  $R_z = 100$  балів;

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування усіх видів робіт:

- виконання на позитивну оцінку – 30 балів – модульної контрольної роботи,
- виконання на позитивну оцінку – 8,5 балів – домашньої контрольної роботи,
- виконання та захист усіх лабораторних робіт (не менше ніж на 3 бали кожен).

Стартовий рейтинг  $r_c$  не менше 60% від  $R_c$ , тобто 60 балів.

Залік студенти складають усно. Заліковий білет складається з 4 питань, 1 питання оцінюється у 25 балів.

Повна відповідь на питання – 22-25 балів

Зроблені незначні помилки – 19-21 балів

Суттєві помилки у відповіді – 15-18 балів

Відповіді не вірні – 0 балів.

Загальний рейтинг:

Рейтинг	Оцінка ESTS	Традиційна оцінка
$95 \leq R < 100$	A	Відмінно
$85 \leq R < 95$	B	Дуже добре
$75 \leq R < 85$	C	Добре
$65 \leq R < 75$	D	Задовільно
$60 \leq R < 65$	E	Достатньо
$R < 60$	Fx	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи, або хоча б одна з МКР написана менш ніж на 15 балів, або ДКР здана менш ніж на 8,5 балів		Не допущено

### Питання до МКР №1

1.Що таке клонування?

2.Будова клітинної оболонки.

3.Особливості будови і функціонування рослинної клітини.

4.Що таке рибосоми? Будова, де утворюються і на яких етапах клітинного циклу? Що означає 80S, 70S, 60S, 50S, 40S, 30S (по відношенню до рибосом)? Які рибосоми притаманні яким організмам?

5.Будова і функції ламіни

6.Будова і функції ядерних пор.

7.Хромосомні території. Випетлювання.

8.Назвіть контрольні точки клітинного циклу. Зробіть висновок в яких випадках відбувається зупинка клітинного циклу.

9.Цикліни.

10. Які стадії включає фаза М. Відмінності астрального та анастрального мітозу.
11. Мітотичне веретено. Склад, функціонування.
12. Будова і функції кінетохору.
13. Які компоненти рослинної клітини приймають найбільш активну участь в S фазі клітинного циклу? (поставити «+», обґрунтувати)

- |                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| 1. Апарат Гольджі             | 12. Клітинна стінка |
| 2. Рибосоми                   | 13. Ядро            |
| 3. Лейкопласти                | 14. Ядерце          |
| 4. Хлоропласти                | 15. Плазмалема      |
| 5. Хромопласти                | 16. Вакуоль         |
| 6. Амілопласти                | 17. Тонoplast       |
| 7. Мітохондрії                | 18. Діктіосоми      |
| 8. Лізосоми                   | 19. Пероксисоми     |
| 9. Ендоплазматичний ретикулум | 20. Фрагмопласт     |
| 10. Мікротрубочки             | 21. Цитоскелет      |
| 11. Плазмодесми               | 22. Цитоплазма      |

14. Когезин: склад, функції. Коли здійснюється його посадка? В якому районі більше всього когезину? Чи достатньо тільки когезину для повної когезії? Час встановлення когезії? Чому в прицентромерному районі когезин залишається довше, ніж на плечах хромосом? Навіщо потрібен клейзин?

15. Визначити основні відмінності мітозу у рослин (одне речення!). На яких стадіях мітозу спостерігаються особливості, притаманні тільки рослинним клітинам? Що таке фрагмопласт?

### Питання до МКР №2

1. Тотіпотентність рослинних клітин.
2. Типи клітинних популяцій.
3. Що таке калюсний штаб? Формування калюсного штабу. Рівновага у калюсному штамі.
4. Вплив фітогормонів при дедиференціації рослинних клітин.
5. Вплив фітогормонів при вторинній диференціації рослинних клітин.
6. Процеси, які відбуваються в клітині під час дедиференціації.
7. Типи морфогенезу *in vitro*. Типи регенерації *in vitro*.
8. Параметри культури клітинних суспензій.
9. В чому полягає суть методу платування?
10. Які форми можна отримати внаслідок соматичної гібридизації?
11. Які особливості мітозу у соматичних гібридів рослин?
12. Доля ядерного та цитоплазматичного геномів після соматичної гібридизації.
13. Відмінності статевої і соматичної гібридизації.
14. Як Ви розумієте що таке трансгенні, трансгеномні та транспластомні рослини?  
За допомогою яких методів їх можна отримати?
15. За місцем вбудовування трансгену які бувають трансформанти? Чи завжди трансген вбудовується в геноми рослинної клітини?  
Які трансформанти можна отримати внаслідок використання наступних методів:
  - А. Агробактеріальна (агробактеріум-опосередкована) трансформація
  - Б. Електропорація
  - В. ПЕГ-опосередкована трансформація
  - Г. Біолістична трансформація?
 За використання яких методів трансформації спостерігається транзйентна експресія трансгенів?

## Питання до ДКР

ДКР складається з 3 завдань: двох розрахункових задач і одного теоретичного питання.

**Перше розрахункове завдання:**

Наприклад:

Дано: Стокові розчини MacroMS (x20), MicroMS (x100), Fe-хелат (5 мл на 1 л готового середовища), вітаміни Мореля (2 мл на 1 л готового середовища); 1М розчини KOH, HCl; сахароза, агар.

Розрахувати які розчини і речовини, і в яких кількостях мають бути використані для приготування певної кількості базового середовища MS (наприклад: 0,25 л; 0,5 л; 1,1 л – по варіантах)?

Якщо у отриманого розчину  $pH=5,2$  (5,6; 6,1...), то який із розчинів (KOH, HCl) має бути використаний для доведення pH?

Або

Розрахувати які речовини, і в яких кількостях мають бути використані для приготування певної кількості (по варіантах) стокових розчинів MacroMS, MicroMS, Fe-хелату, вітамінів Мореля (по варіантах).

**Друге розрахункове завдання:**

Розрахувати які фітогормони (ауксини – які? або цитокиніни – які?) і в яких кількостях мають бути використані для приготування певної кількості (наприклад: 0,25 л, 0,5 л, 0,75 л – по варіантах) середовища для калюсоутворення (або регенерації, або вкорінення - по варіантах) тютюну (або пшениці, або ріпаку - по варіантах).

**Теоретичні питання:**

1. Як ультраструктура ядра еукаріотичної клітини впливає на реалізацію генетичної інформації, закодованої в хромосомах?
2. Чому необхідний «діалог» ядра та інших (яких саме?) органел клітини?
3. З яких компонентів складається мітотичне веретено? Чи беруть участь у «роботі» мітотичного веретена актинові філаменти? Що таке моторні білки і навіщо вони потрібні? Описати що відбувається в анафазі з мітотичним веретеном.
4. Як будова центромерів та кінетохорів впливає на рівномірну передачу хромосом дочірнім клітинам при мітозі?
5. Яким чином відбувається конденсація інтерфазного хроматину в мітотичні хромосоми? Які речовини беруть участь у цьому процесі і на яких саме етапах?
6. Охарактеризувати основні класи фітогормонів. Які фітогормони найбільш вживані і в яких випадках? Які фітогормони найбільш дорогі? Найбільш ефективні? Зробити висновок стосовно використання певних фітогормонів в залежності від їх ефективності і вартості.
7. Що необхідно, щоб відбувся морфогенез в калюсній тканині? За яких умов відбувається регенерація *in vitro*?
8. Методи отримання трансгенних, трансгеномних та транспластомних рослин. Зробити висновок, які методи найбільш ефективні для отримання дводольних та які методи найбільш ефективні для отримання однодольних трансгенних рослин. Чи існують трансгеномні та транспластомні однодольні рослини?
9. Які методи культивованих клітин (культивування на агаризованому середовищі або суспензійні культури) застосовуються для виробництва біологічно активних речовин? Які біологічно активні речовини рослинного походження, отримані в результаті культивування клітин, використовуються у фармакології?
10. Як можна використовувати культивовані клітини або цілі трансгенні рослини в медицині?
11. Роль культивованих *in vitro* клітин та рослин для збереження зникаючих видів.
12. Область використання індукованого мутагенезу та клітинної селекції *in vitro*.

13. Що лежить в основі клонального мікророзмноження рослин? Сфери застосування клонального мікророзмноження рослин.
14. Що таке соматоклональна мінливість, чому вона виникає, її застосування. Небажана соматоклональна мінливість.
15. Експериментальна гаплоїдія. Чому в останні роки широко використовуються дигаплоїди? Їх переваги в отриманні селекційного матеріалу.
16. Чому в нашій країні терапевтичне клонування не набуло поширення (брак фахівців, обладнання тощо)? Обґрунтуйте необхідність розвитку цього напрямку медицини.
17. Що таке стовбурові клітини? Чи наявні стовбурові клітини у рослин? Чим стовбурові клітини відрізняються від ракових?
18. Обґрунтуйте (фінансово, науково і методологічно) доцільність використання *Agrobacterium*-опосередкованої генетичної трансформації дводольних рослин. Недоліки *Agrobacterium*-опосередкованої генетичної трансформації однодольних рослин.
19. Обґрунтуйте переваги отримання рекомбінантних білків в рослинах (у порівнянні з мікроорганізмами та культурою клітин ссавців).

### Питання до заліку

1. Що таке клонування? Що таке клон?
2. Функціональна спеціалізація мембран клітини.
3. Будова клітинної оболонки.
4. Будова та роль мікротрубочок та мікрофіламентів в життєдіяльності клітини.
5. Будова рибосоми, де вони утворюються і на яких етапах клітинного циклу?
6. Особливості будови і функціонування рослинної клітини.
7. Будова і функція ядра.
8. Будова і функції ламіни.
9. Будова і функції ядерних пор.
10. Що таке NLS та NES? Їх роль у транспорті.
11. Рап-цикл.
12. Будова і функції ядерця.
13. Сучасні уявлення про ядерний матрикс.
14. Утворення петель хроматину.
15. Хромосомні території.
16. Градієнт транскрипційної активності. Випетлювання.
17. Клітинний цикл. Періоди клітинного циклу.
18. Контрольні точки клітинного циклу. Зупинка клітинного циклу.
19. Контроль клітинного циклу (основні компоненти).
20. Кінази. Їх основні функції.
21. Цикліни.
22. Механізми регуляції Cdk.
23. Фаза G<sub>0</sub> клітинного циклу.
24. Які компоненти клітини приймають найбільш активну участь в S фазі клітинного циклу?
25. Провести порівняння C (кількість ДНК) та n (кількість хромосом) протягом клітинного циклу та мітозу.
26. Охарактеризувати всі можливі типи мітозу.
27. Відмінності астрального та анастрального мітозу.
28. Мітотичне веретено: склад, функціонування.
29. Будова центромери.
30. Будова і функції кінетохору.
31. Охарактеризуйте фази мітозу.

32. APC комплекс.
33. SMC білки, їх структура.
34. Когезин: склад, функції, час його посадки.
35. Час встановлення когезії. Роль клейзину у цьому процесі.
36. CPC комплекс: склад, локалізація.
37. Конденсація хроматину в мітотичні хромосоми.
38. Механізм розходження хромосом та роль сепарази в цьому процесі.
39. Визначити основні відмінності мітозу у рослин.
40. Тотіпотентність рослинних клітин.
41. Вплив фітогормонів при дедиференціації і вторинній диференціації рослинних клітин.
42. Які процеси відбуваються в клітині під час дедиференціації?
43. Типи морфогенезу *in vitro*.
44. Типи регенерації *in vitro*.
45. Параметри культури клітинних суспензій.
46. Методи отримання протопластів.
47. Ферментні суміші для виділення протопластів.
48. Індивідуальне культивування преселектованих протопластів.
49. Методи злиття протопластів.
50. Особливості мітозу при соматичній гібридизації рослин.
51. Відмінності статевої і соматичної гібридизації.
52. Охарактеризуйте трансгенні, трансгеномні та транспластомні рослини.
53. Методи отримання трансгенних, трансгеномних та транспластомних рослин.
54. Отримання хлоропластних трансформантів – особливості та переваги.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** кандидатом біологічних наук, доцентом кафедри біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології Банниковою Марією Олександрівною.

**Ухвалено** кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол № 15 від 29.06.22.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 30.06.22)