



**ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА  
ЗООВЕТЕРИНАРНА  
АКАДЕМІЯ**

Знайомство з курсом **КРІОБІОЛОГІЯ ТА  
КРІОКОНСЕРВУВАННЯ БІОМАТЕРІАЛІВ**

**Вибіркова компонента освітньо-професійної  
програми «БІОТЕХНОЛОГІЯ»**

**Спеціальність 162 I освітній рівень.**

**Викладачі:**



доктор біологічних наук,  
професор **Жегунов Геннадій  
Федорович**  
Електронна пошта:  
[gfzhegunov@gmail.com](mailto:gfzhegunov@gmail.com)



кандидат біологічних наук,  
доцент **Денисова Ольга  
Миколаївна**  
Електронна пошта:  
[denisova78@yahoo.com](mailto:denisova78@yahoo.com)

**Кафедра** хімії та біохімії ім. професора О.В. Чечоткіна  
**Телефон** - 0576357469.

**Дистанційна підтримка:** Moodle

**АНОТАЦІЯ:** Одним із нових біотехнологічних напрямів є використання низьких температур у гуманній та ветеринарній медицині. Дисципліна формує компетенції, які є складовою біотехнологічних процесів у ветеринарній галузі. Дисципліна надає можливість оволодіти сучасними методами біотехнології: технологіями кріоконсервування сперми та ембріонів, способами їх використання для штучного запліднення, методами та технологіями кріоконсервування клітин крові, кісткового мозку та деяких інших тканин людини та лабораторних тварин (шкіра, рогівка, хрящ, щитоподібна залоза, підшлункова залоза, сім'яники та інш.), методами заморожування ембріональних тканин та їх використання в терапії, методами кріоконсервування стовбурових клітин і застосування їх для лікування.

**Метою курсу** «Кріобіологія та кріоконсервування біоматеріалу» є формування у студентів сучасних уявлень про основні механізми кріопошкодження клітин та набуття навичок для кріоконсервування біоматеріалу, набуття системи знань, вмінь для їх реалізації у процесі професійної діяльності.

Курс «Кріобіологія та кріоконсервування біоматеріалу» передбачає, що студенти мають фундаментальну підготовку з теоретичних і практичних розділах біологічних і хімічних дисциплін: органічної та неорганічної хімії, біохімії, аналітичної хімії, цитології, гістології, мікробіології, основами генетики, ботаніки. У процесі проведення занять студенти знайомляться не тільки з теорією, а й виконують лабораторно-практичні роботи, закріплюють свої знання, пов'язуючи їх з майбутньою практичною діяльністю.

**Попередні умови для вивчення курсу:** засвоєння курсу «біологія», «хімія».

# ВІДПОВІДНІСТЬ СТАНДАРТУ ВИЩОЇ ОСВІТИ ТА ОСВІТНЬО-ПРОФЕСІЙНІЙ ПРОГРАМІ

Компетентності та програмні результати навчання, які формуються при вивченні даної дисципліни (кодування згідно чинної освітньо-професійної програми, в дужках вказана забезпечувана компетенція відповідного стандарту вищої освіти).

## Компетентності:

**ЗК1.** Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях. (ЗКС1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях)

**ЗК 2.** Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування). (ЗКС2. Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування))

**ЗК5.** Здатність вчитися і володіти сучасними знаннями. (ЗКС5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями)

**ЗК6.** Прагнення до збереження навколишнього середовища. (ЗКС7. Прагнення до збереження навколишнього середовища)

**ФК2.** Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів в галузі кріобіології та кріоконсервування біоматеріалів. (ФКС11. Здатність використовувати ґрунтовні знання з хімії та біології в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми)

**ФК6.** Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва. (ФКС15. Здатність проводити аналіз сировини, матеріалів, напівпродуктів, цільових продуктів біотехнологічного виробництва)

**ФК 15.** Здатність дотримуватися вимог біобезпеки, біозахисту та біоетики. (ФКС24. Здатність дотримуватися вимог біобезпеки, біозахисту та біоетики)

## Програмні результати навчання:

**ПРН 7.** Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди). (ПРНС6. Вміти визначати та аналізувати основні фізико-хімічні властивості органічних сполук, що

входять до складу біологічних агентів (білки, нуклеїнові кислоти, вуглеводи, ліпіди))

**ПРН 11.** Вміти проводити експериментальні дослідження з метою визначення впливу фізико-хімічних та біологічних факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність клітин живих організмів. (ПРНС10. Вміти проводити експериментальні дослідження з метою визначення впливу фізико-хімічних та біологічних факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність клітин живих організмів)

**ПРН 15.** Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу. (ПРНС14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу)

**ПРН 21.** Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезувальна здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо). (ПРНС20. Вміти розраховувати основні критерії оцінки ефективності біотехнологічного процесу (параметри росту біологічних агентів, швидкість синтезу цільового продукту, синтезувальна здатність біологічних агентів, економічний коефіцієнт, вихід цільового продукту від субстрату, продуктивність, вартість поживного середовища тощо))

**ПРН 23.** Вміти враховувати соціальні, екологічні, етичні, економічні аспекти, вимоги охорони праці, виробничої санітарії і пожежної безпеки під час формування технічних рішень. (ПРНС23. Вміти використовувати у виробничій і соціальній діяльності фундаментальні поняття і категорії державотворення для обґрунтування власних світоглядних позицій та політичних переконань з урахуванням процесів соціальнополітичної історії України, правових засад та етичних норм)

## ЧОМУ ВИ НАВЧИТЕСЬ, ЩО ОТРИМАЄТЕ

(Відповідність компетентностей дисципліни межам компетентностей та програмним результатам навчання освітньо-професійної програми наведена кодами в дужках; після «/» вказана форма контролю програмних результатів навчання )



Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях та здатність вчитися і володіти сучасними знаннями (ЗК1, ЗК5, ФК2, ФК6) / індивідуальні тестові завдання



Здатність до письмової та усної комунікації українською мовою (професійного спрямування) (ЗК2, ФК2) / індивідуальні завдання



Здатність працювати з біологічними агентами, які використовуються у біотехнологічних процесах (ЗК1, ФК15, ПРН11, ПРН15, ПРН21) / індивідуальні практичні завдання



Здатність аналізувати склад сировини і матеріалів, напівпродуктів та біологічного матеріалу відповідно до поставленої задачі (ЗК1, ФК2, ФК6, ПРН7, ПРН11, ПРН15, ПРН21) / тренінг



Прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК6, ФК15, ПРН23) / тренінг, індивідуальні завдання

Програма вивчення дисципліни реалізується через проведення лекцій, лабораторних занять та самостійної роботи студентів. На вивчення дисципліни відводиться 150 годин, в тому числі 30 годин лекційних, 30 годин лабораторно-практичних та 90 годин самостійних занять.

**Формами проміжного контролю**, які оцінюються на практичних заняттях, є: індивідуальні завдання, в яких студент повинен вміти описувати теоретичні уявлення з кріобіології, а також практичні завдання, де студент повинен володіти методиками кріоконсервування різних біологічних об'єктів.

**Формою підсумкової атестації є залік.**

# СТРУКТУРНИЙ ПЛАН НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## Кріобіологія та кріоконсервування біоматеріалів

Напрямок 162 – Біотехнології та біоінженерія.

Освітньо-кваліфікаційний рівень - **Бакалавр**.

Дисципліна за навчальним планом – вибіркова. Курс II.

| Види занять та форми контролю | Обсяг дисципліни за навчальним планом |       | У т.ч. по семестрам |                 |
|-------------------------------|---------------------------------------|-------|---------------------|-----------------|
|                               |                                       |       | Денне навчання      | Заочне навчання |
|                               | кредит                                | годин | III                 | III             |
| Всього годин по плану         | 5                                     | 150   | 150                 | 150             |
| У т.ч. аудиторних             | 2                                     | 60    | 60                  | 16              |
| Самостійних                   | 3                                     | 90    | 90                  | 134             |
| Із аудиторних: лекцій         | 1                                     | 30    | 30                  | 6               |
| Практичних                    | 1                                     | 30    | 30                  | 10              |
| Лабораторних                  |                                       |       |                     |                 |
| Семінарських                  |                                       |       |                     |                 |
| Модуль (заліковий кредит)     | I                                     | 2     | 60                  | 60              |
|                               | II                                    | 3     | 90                  | 90              |
| Контрольна робота             |                                       |       |                     |                 |
| Курсовий проект               |                                       |       |                     |                 |
| Залік                         |                                       |       | *                   | *               |
| Екзамен підсумковий           |                                       |       |                     |                 |

**НАЗВА, ЗМІСТ, КОМПЕТЕНТНОСТІ ЗМІСТОВИХ МОДУЛІВ  
ДИСЦИПЛІНИ ТА ШИФРИ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ВІДПОВІДНО**

| <b>НАЗВА МОДУЛІВ ТА ЇХ ЗМІСТ</b>   | <b>Шифр компетентностей освітньої програми</b> |
|--|--|
| <p><b>1. Історія, задачі кріобіології. Кріопошкодження клітин при заморожуванні. Кріопротектори та кріоконсерванти.</b></p> <p>Вивчає історію кріобіології, фактори та механізми пошкодження клітин при повільному та швидкому заморожуванні. Вивчає особливості пошкоджень біологічних мембран, ядра та генетичного апарату, мітохондрій, систем транспорту та цитозолу клітин при заморожуванні, а також кріобіохімію ферментів, механізми кристалізації, характеристику швидкостей заморожування, класифікацію кріопротекторів, характеристику різних видів кріопротекторів, склад кріоконсервантів.</p> <p><b>Компетентності дисципліни:</b></p> <p>Здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях та здатність вчитися і володіти сучасними знаннями (ЗК1, ЗК5, ФК2, ФК6)</p> <p>Здатність аналізувати склад сировини і матеріалів, напівпродуктів та біологічного матеріалу відповідно до поставленої задачі (ЗК1, ФК2, ФК6, ПРН7, ПРН11, ПРН15, ПРН21)</p> | <p>ЗК1, ЗК5,<br/>ЗК6, ФК2,<br/>ФК6</p>         |
| <p><b>2. Кріоконсервування біоб'єктів різного рівня організації.</b></p> <p>Вивчає особливості кріоконсервування еритроцитів, тромбоцитів, лейкоцитів, ембріонів, статевих клітин, деяких органів та тканин, методи оцінки життєздатності деконсервованих клітин, особливості сублимаційної сушки, технологічний процес сублимації. Вивчає механізми анабіозу, гіпобіозу, зимової сплячки, а також гіпотермію та штучний гіпобіоз.</p> <p><b>Компетентності дисципліни:</b></p> <p>Здатність працювати з біологічними агентами, які використовуються у біотехнологічних процесах (ЗК1, ФК15, ПРН11, ПРН15, ПРН21)</p> <p>Прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК6, ФК15, ПРН23)</p>   | <p>ЗК1, ЗК6,<br/>ФК15</p>                      |
| <p><b>Підсумковий контроль. Диференційний залік.</b></p> <p>Узагальнений тестовий зміст навчальної дисципліни, який об'єднує всі вищенаведені змістові модулі.</p>   |  |



## Теоретичні заняття (Лекційний курс)

| №<br>п/п        | Тема та план лекцій  | Кількіст<br>ь годин | Рекомендована<br>література |
|-----------------|--|---------------------|-----------------------------|
| <b>Модуль 1</b> |  |                     |                             |
| 1.              | <p><b>Введення до кріобіології. Історія та задачі кріобіології. Концепції та теорії кріопошкодження біоб'єктів. Фактори кріопошкодження.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кріобіологія та кріомедицина.</li> <li>2. Історія та задачі кріобіології.</li> <li>3. Харків – столиця кріобіології.</li> <li>4. Кріобіологія та проблеми життя.</li> <li>5. Концепції та теорії кріопошкодження.</li> <li>6. Теорія «ефектів розчину».</li> <li>7. Концепція Г. Мерімана «мінімального об'єму клітини».</li> <li>8. Концепція Дж. Лавлока «сольового пошкодження клітин».</li> <li>9. Сульфгідрильна теорія кріопошкодження біоб'єктів Дж. Левітта.</li> <li>10. Двофакторна концепція кріопошкодження клітин П. Мейзура.</li> </ol> | 2                   | 1 [5-41]                    |
| 2.              | <p><b>Значення води у температурній стабілізації біополімерів, клітин та тканин. Механізм та динаміка кристалоутворення.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Властивості води біополімерів.</li> <li>2. Властивості води біологічних мембран.</li> <li>3. Властивості води клітин та тканин.</li> <li>4. Можливі форми води.</li> <li>5. Механізми кристалізації.</li> <li>6. Характеристика швидкостей заморожування.</li> <li>7. Евтектична кристалізація.</li> <li>8. Вітрифікація.</li> </ol>  | 2*                  | 1 [52-62, 72-87]            |
| 3.              | <p><b>Фактори та механізми кріопошкодження клітин при повільному та швидкому заморожуванні.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Роль гіперконцентрованих розчинів солей.</li> <li>2. Роль дегідратації.</li> <li>3. Значення електростатичних ефектів.</li> <li>4. Роль рН.</li> <li>5. Формування та ріст внутрішньоклітинних кристалів льоду.</li> <li>6. Процеси рекристалізації.</li> </ol>  | 2                   | 1 [41-51,<br>86-99]         |

| № п/п           | Тема та план лекцій   | Кількість годин | Рекомендована література   |
|-----------------|---|-----------------|----------------------------|
| 4.              | <b>Кріопротектори та кріоконсерванти.</b><br>1. Класифікація кріопротекторів.<br>2. Характеристика кріозахисної дії різних сполук.<br>3. Окремі кріопротектори: гліцерин, ДМСО, ПЕГ, декстрин.<br>4. Визначення, склад кріоконсервантів.<br>5. Кріоконсерванти для заморожування клітин крові, сперміїв, мікроорганізмів, тканин.                           | 2*              | 1 [88- 111]                |
| 5.              | <b>Кріопошкодження клітин. Структурно-функціональний стан біологічних мембран при заморожуванні. Кріобіохімія ферментів.</b><br>1. Будова, функції та моделі мембран.<br>2. Кріопошкодження мембран.<br>3. Модифікації мембранних білків та ліпідів.<br>4. Вплив низьких температур на ферменти.<br>5. Кріочутливість ферментів у складі мембран та клітин. | 2               | 1 [122-190]<br>5 [100-174] |
| 6.              | <b>Особливості змін стану рослинних клітин при заморожуванні.</b><br>1. Особливості будови рослинної клітини.<br>2. Механізми морозостійкості рослин.   | 2               | 1 [403-420]                |
| <b>Модуль 2</b> |   |                 |                            |
| 7.              | <b>Консервування тканин та органів.</b><br>1. Гіпотермічна консервація тканин.<br>2. Консервація різних видів тканин.<br>3. Апаратура для консервації органів.  | 2               | 1 [271 – 303]              |
| 8.              | <b>Низькотемпературне зберігання клітинних суспензій. Кріоконсервування клітин крові.</b><br>1. Загальна характеристика.<br>2. Кріоконсервування тромбоцитів.<br>3. Кріоконсервування лейкоцитів.<br>4. Кріоконсервування еритроцитів.  | 2               | 1 [194-210]<br>5 [79-155]  |
| 9.              | <b>Кріоконсервування кордової крові.</b><br>1. Джерело кордової крові.<br>2. Переваги використання кордової крові.<br>3. Довгострокове зберігання кордової крові.   | 2               | 1 [211-224]                |
| 10.             | <b>Кріоконсервування кісткового мозку.</b><br>1. Особливості клітин кісткового мозку.<br>2. Методи заморожування-відігріву клітин кісткового мозку.<br>3. Пошкодження під час кріоконсервування клітин кісткового мозку.  | 2*              | 1 [211-224]<br>5 [107-120] |

| №<br>п/п | Тема та план лекцій  | Кількіст<br>ь годин | Рекомендована<br>література |
|----------|--|---------------------|-----------------------------|
| 11.      | <b>Кріоконсервування репродуктивних клітин.</b><br>1. Кріоконсервування ембріонів різних видів тварин.<br>2. Кріоконсервування ооцитів та ембріонів людини.<br>3. Кріоконсервування сперми різних видів тварин.  | 2                   |                             |
| 12.      | <b>Низькотемпературне збереження генофонду рослинних об'єктів.</b><br>1. Кріоконсервування репродуктивних клітин рослин.<br>2. Кріоконсервування насіння.<br>3. Механізми морозостійкості рослин.  | 2                   | 1 [398-403]                 |
| 13.      | <b>Кріоконсервування мікроорганізмів.</b>  | 2                   | 1 [251-265]                 |
| 14.      | <b>Гіпотермія, анабіоз та зимова сплячка. Використання гіпотермії в біології та медицині.</b><br>1. Анабіоз, мезобіоз, гіпобіоз.<br>2. Загальна гіпотермія.<br>3. Загальне охолодження організму в природних умовах.<br>4. Місцева гіпотермія.<br>5. Локальна кріотерапія органів та тканин. | 2                   | 1 [315-350]                 |
| 15.      | <b>Основи сублімаційної консервації.</b><br>1. Заморожування біоматеріалу.<br>2. Сублімаційна сушка.<br>3. Технологічний процес сублімаційної консервації.<br>4. Апаратура та обладнання сублімаційної сушки.  | 2                   | 1 [304- 314]                |
| Всього   |  | 30                  |                             |

## Практичні заняття

| № п/п                     | Тема  | Перелік практичних завдань для виконання студентами   | Кількість годин | Методичне і технічне забезпечення |
|---------------------------|---|---|-----------------|-----------------------------------|
| <b>Змістовий модуль 1</b> |   |   |                 |                                   |
| 1.                        | <b>Концепції, теорії та фактори кріопшкодження біооб'єктів.</b>                             | 1. Теорія «ефектів розчину».<br>2. Концепція Г. Мерімана «мінімального об'єму клітини».<br>3. Концепція Дж. Лавлока «сольового пошкодження клітин».<br>4. Сульфгідрильна теорія кріопшкодження біооб'єктів Дж. Левітта.<br>5. Двофакторна концепція кріопшкодження клітин П. Мейзура. | 2*              | М-1                               |
| 2.                        | <b>Механізм та динаміка кристалоутворення.</b>  | 1. Можливі форми води.<br>2. Механізми кристалізації.<br>3. Розгляд характеристик швидкостей заморожування.<br>4. Рішення задач з визначення евтектичної точки кристалізації.<br>5. Вітрифікація.   | 2               | М-1                               |
| 3.                        | <b>Фактори та механізми кріопшкодження клітин при повільному та швидкому заморожуванні.</b> | 1. Визначення впливу гіперконцентрованих розчинів солей на клітини.<br>2. Визначення впливу рН середовища на збереження клітин.<br>3. Формування та ріст внутрішньоклітинних кристалів льоду.<br>4. Значення процесів рекристалізації для життєвих функцій клітин.                    | 2*              | М-1                               |
| 4.                        | <b>Кріопротектори.</b>  | 1. Приготування розчинів проникаючих кріопротекторів.<br>2. Приготування розчинів непроникаючих кріопротекторів.  | 2               | М-1                               |
| 5.                        | <b>Кріоконсерванти.</b>   | 1. Приготування розчинів кріоконсервантів.<br>2. Вивчення особливостей окремих кріопротекторів та кріоконсервантів.   | 2               | М-1                               |
| 6.                        | <b>Кріопшкодження мембран та клітинних органел. Хімія</b>                                   | 1. Розгляд будови, функції та моделі мембран та факторів їх кріопшкодження.<br>2. Кріопшкодження генетичного  | 2               | М-1                               |

| № п/п           | Тема   | Перелік практичних завдань для виконання студентами  | Кількість годин | Методичне і технічне забезпечення |
|-----------------|--|--|-----------------|-----------------------------------|
|                 | <b>ферментів</b>   | матеріалу інтерфазного ядра.<br>3. Вивчення пошкодження мітохондрій при заморожуванні.<br>4. Пошкодження цитозолю при заморожуванні.<br>5. Вплив низьких температур на ферменти. Кріочутливість ферментів у складі мембран та клітин.  |                 |                                   |
| <b>Модуль 2</b> |  |  |                 |                                   |
| 7.              | <b>Методи заморожування клітин крові</b>   | 1. Вивчення загальної характеристики методів кріоконсервування клітин крові.<br>2. Кріоконсервування тромбоцитів, лейкоцитів, еритроцитів.   | 2*              | М-2                               |
| 8.              | <b>Заморожування еритроцитів бугая з різними кріопротекторами</b>                              | 1. Вивчення особливостей структури мембрани еритроцитів бугая.<br>2. Вивчення особливостей кріоконсервування еритроцитів.<br>3. Вивчення методів оцінки деконсервованих еритроцитів бугая.<br>4. Заморожування та відігрів еритроцитів бугая.<br>5. Визначення рівня гемолізу деконсервованих клітин.<br>6. Проведення тесту осмотичної крихкості еритроцитів бугая.<br>7. Моделювання трасфузії деконсервованих клітин. | 2               | М-2                               |
| 9.              | <b>Методи відігріву еритроцитів та оцінка їх життєздатності</b>                                | 1. Визначення життєздатності деконсервованих клітин крові.<br>2. Визначення життєздатності деконсервованих органів та тканин   | 2               | М-2                               |
| 10.             | <b>Вивчення морфології еритроцитів бика під дією факторів низькотемпературного збереження.</b> | 1. Вивчення морфології нативних клітин.<br>2. Вивчення зміни форми клітин при додаванні різних кріопротекторів.<br>3. Вивчення морфології еритроцитів після деконсервації.   | 2               | М-4, М-2                          |
| 11.             | <b>Заморожування сперми бугая.</b>   | 1. Вивчення особливостей сперміїв бугая.<br>2. Вивчення особливостей кріоконсервування сперми бугая.   | 2               | М-3, М-4                          |

| №<br>п/п      | Тема  | Перелік практичних завдань для виконання студентами   | Кількість годин | Методичне і технічне забезпечення |
|---------------|---|---|-----------------|-----------------------------------|
|               |   | 3. Заморожування та відігрів сперми бугая.<br>4. Вивчення ефективності різних видів кріоконсервантів при заморожуванні сперми бугая.  |                 |                                   |
| 12.           | <b>Методи відігріву сперми та оцінка її життєздатності</b>                                    | 1. Визначення життєздатності деконсервованих сперматозоїдів.<br>2. Визначення життєздатності деконсервованих органів та тканин  | 2               | М-2, М-4                          |
| 13.           | <b>Вивчення морфології сперми бугая під дією факторів низькотемпературного збереження.</b>    | 1. Вивчення морфології нативних клітин.<br>2. Вивчення зміни форми клітин при додаванні різних кріопротекторів.<br>3. Вивчення морфології сперматозоїдів після деконсервації.               | 2               | М-4, М-2                          |
| 14.           | <b>Заморожування мікроорганізмів.</b>   | 1. Вивчення методів консервації мікроорганізмів.<br>2. Кріоконсервування мікроорганізмів.<br>3. Вивчення пошкоджень після заморожування.  | 2*              | М-2, М-5                          |
| 15.           | <b>Гіпотермія, анабіоз та зимова сплячка. Використання гіпотермії в біології та медицині.</b> | 1. Анабіоз, мезобіоз, гіпобіоз.<br>2. Загальна гіпотермія.<br>3. Загальне охолодження організму в природних умовах.<br>4. Місцева гіпотермія.<br>5. Локальна кріотерапія органів та тканин. | 2               | М-5                               |
| <b>Всього</b> |   |   | <b>30</b>       |                                   |

Примітка \*- теми, які читаються на факультеті заочного навчання

## САМОСТІЙНА РОБОТА

| Розділ дисципліни   | Контрольні питання та завдання для самостійного вивчення  | Кількість годин | Форма звітності та контролю |
|---|---|-----------------|-----------------------------|
| <b>1.Історія, задачі кріобіології.</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. М.С. Пушкар – один із засновників Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України. Наукова школа М.С. Пушкаря.</li> <li>2. А.М. Белоус – один із засновників Інституту проблем кріобіології і кріомедицини НАН України. Наукова школа А.М. Белоуса.</li> <li>3. Гіпотеза Левіта про роль дисульфідних зв'язків у кріопошкодженні клітин.</li> <li>4. Гіпотеза про постгіпертонічний лізис Фарранта і Морріса.</li> </ol>  | 10              | Письмова робота за тестами  |
| <b>2.Кріопошкодження клітин при заморожуванні. Кріопротектори та кріоконсерванти.</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кріоконсервування – один із способів збереження генетичних ресурсів.</li> <li>2. Переохолодження – фактор, який впливає на збереження клітин при кріоконсервуванні.</li> <li>3. 6.Основні етапи кріоконсервування і супутні їм фактори кріопошкодження.</li> <li>4. 7.Рекристалізація як фактор кріопошкодження. Термомеханічні напруги як фактор кріодеструкції.</li> <li>5. 8.Фактори кріопошкодження клітин у зоні субнульових температур. Роль механічного фактора в кріопошкодженні клітин.</li> <li>6. 9Основні вимоги до кріопротекторів. Фазові діаграми одно- і двокомпонентних розчинів.</li> <li>7. Структура і фізико-хімічні властивості кріопротекторів ендоецелюлярної та екзоцелюлярної дії.</li> <li>8. Залежність процесів кристалоутворення у водних розчинах від виду і концентрації кріопротектора.</li> <li>9. Структура і фізико-хімічні властивості поліетиленгліколей.</li> <li>10. Вплив кріопротекторів на об'ємну частку некрижаної води і концентрацію позаклітинних солей при заморожуванні.</li> <li>11. Внутрішньоклітинна кристалізація: умови виникнення, методи вивчення.</li> </ol> | 26              | Письмова робота за тестами  |

|  |   |           |                            |
|--|---|-----------|----------------------------|
| <b>3. Кріоконсервування біооб'єктів різного рівня організації.</b>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кріоконсервування рослинних об'єктів (насіння, меристеми, пилку).</li> <li>2. Кріохірургічна техніка. Фактори кріодеструкції тканини при кріохірургії.</li> <li>3. Методи контролю температури. Холодоагенти.</li> <li>4. Кріохірургія: переваги, недоліки й області застосування.</li> <li>5. Застосування загальної і локальної гіпотермії, екстремальної кріотерапії для лікування і профілактики захворювань.</li> <li>6. Загальна, локальна і краніоцеребральна гіпотермія.</li> <li>7. Апаратура для гіпотермії.</li> </ol> | 24        | Письмова робота за тестами |
| <b>4. Кріопошкодження ядра та генетичного матеріалу.<br/>Кріопошкодження мітохондрій.<br/>Кріопошкодження цитозолю та систем транспорту молекул.</b> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кріопошкодження клітин при мітозі.</li> <li>2. Кріопошкодження генетичного матеріалу інтерфазного ядра.</li> <li>3. Будова мітохондрій.</li> <li>4. Пошкодження мітохондрій при заморожуванні.</li> <li>5. Кріобіохімія мітохондрій.</li> <li>6. Особливості структури та форми цитозолю.</li> <li>7. Пошкодження цитозолю при заморожуванні.</li> </ol>  | 20        | Письмова робота за тестами |
| <b>5. Кріогенна техніка в медицині.</b>  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Споруди для охолодження.</li> <li>2. Кріохірургічні інструменти.</li> <li>3. Кріогенна техніка.</li> </ol>  | 10        | Письмова робота за тестами |
| <b>Всього</b>  |   | <b>90</b> |                            |



## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна:

1. Белоус А.М. Криобиология / А.М. Белоус, В.И. Грищенко. – Киев: Наукова думка, 1994. – 432 с.
2. Аграненко В.А. Методы долгосрочного хранения в замороженном состоянии эритроцитов, предназначенных для трансфузий / В.А. Аграненко, Ф.Р. Виноград-Финкель, Л.И. Федорова: Метод. рекомендации. – М.: МЗ СССР, 1980. – 47 с.
3. Актуальные проблемы криобиологии. – Киев: Наукова думка, 1981. – С. 157 – 188.
4. Белоус А.М. Структурные изменения биологических мембран при охлаждении. / А.М. Белоус, В.А. Бондаренко. – Киев: Наук. думка, 1982. – 255 с.
5. Пушкарь Н.С. Введение в криобиологию / Н.С. Пушкарь, А.М. Белоус. – Киев: Наукова думка, 1975. – 343 с.
6. Fuller B.J. Life in frozen state / B.J. Fuller, L. Nick, B.E. Erica . — London: CRC PRESS, 2004. — 663 с.
7. Gunn C. A Comprehensive Introduction to Cryobiology / C. Gunn. — New York: Library Press, 2017. — 259 с.

### ПЕРЕЛІК МЕТОДИЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЛАБОРАТОРНИХ (ПРАКТИЧНИХ, СЕМІНАРСЬКИХ) ЗАНЯТЬ (М)

| Шифр | Назва методичної розробки   |
|------|---|
| М-1  | Жегунов Г.Ф., Денисова О.М. Історія, задачі криобіології. Кріопошкодження клітин при заморожуванні. |
| М-2  | Жегунов Г.Ф., Денисова О.М. Кріопротектори та кріоконсерванти                                       |
| М-3  | Жегунов Г.Ф., Денисова О.М. Кріопошкодження клітин.   |
| М-3  | Жегунов Г.Ф., Денисова О.М. Кріоконсервування біоб'єктів різного рівня організації.                 |
| М-4  | Жегунов Г.Ф., Денисова О.М. Сублімаційне кріоконсервування  |
| М-5  | Жегунов Г.Ф., Денисова О.М. Гіпотермія та анабіоз   |

## ФОРМИ КОНТРОЛЮ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ УСПІШНОСТІ НАВЧАННЯ

### Система діагностики якості навчання

Контроль знань і умінь студентів з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу, прийнятому в академії

#### Основні положення:

Загальна кількість модульних контрольних заходів, що мусить скласти студент з окремої навчальної дисциплін, визначається з урахуванням залікових модулів з цієї дисципліни і рекомендовано дорівнює двом академічним модулям за семестр.

За результатами модульного контрольного заходу рівень засвоєння студентом навчального матеріалу має бути оцінений за національною шкалою та шкалою ECTS.

Тижні для проведення модульного контролю (модульні тижні) рекомендуються графіком навчального процесу.

Кількість балів, отримана студентом при оцінюванні залікового модулю, співвідноситься з оцінками за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до таблиці 1.

#### 1. Шкала оцінювання

| <i>100-бальна шкала</i> | Оцінка за національною шкалою | Визначення  | Оцінка за шкалою ECTS |
|-------------------------|-------------------------------|---|-----------------------|
| <i>90 – 100</i>         | відмінно                      | <b>Відмінно</b> – відмінна відповідь, виконання роботи лише з незначною кількістю помилок | <b>A</b>              |
| <i>82 – 89</i>          | добре                         | <b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками                            | <b>B</b>              |
| <i>74 – 81</i>          |                               | <b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь, робота з певною кількістю грубих помилок | <b>C</b>              |
| <i>64 – 73</i>          | задовільно                    | <b>Задовільно</b> – непогано, але зі великою кількістю недоліків                          | <b>D</b>              |
| <i>60 – 63</i>          |                               | <b>Достатньо</b> – відповідь, робота задовольняє мінімальні критерії                      | <b>E</b>              |
| <i>35– 59</i>           | незадовільно                  | <b>Незадовільно</b> з можливістю повторного складання                                     | <b>FX</b>             |
| <i>0-34</i>             |                               | <b>Незадовільно</b> з обов'язковим повторним вивченням дисципліни                         | <b>F</b>              |

### Оцінювання з дисципліни:

Контроль успішності студентів проводиться як поточний, рубіжний (модульний), підсумковий та самостійна робота (усереднено за оцінюванням усіх видів робіт за 100-бальною шкалою).

**1. Поточний контроль** оцінювання лабораторних занять проводиться за якість виконання контрольних робіт, вірність написання хімічних реакцій, їх аналіз та аргументацію висновків (оцінювання контрольних робіт проводиться по повноті виконання завдань). Робота оцінюється відповідно таблиці 2. Студент має право і можливість підвищувати оцінки за поточний контроль, доопрацьовуючи теми, розрахунки тощо та додатково звітуючи.

### 2. Шкала оцінювання роботи на лабораторно-практичних заняттях

| <i>100-бальна шкала</i> | Інтуїтивний аналог оцінювання | Оцінка за національною шкалою -<br>Визначення  | Оцінка за шкалою ECTS |
|-------------------------|-------------------------------|--|-----------------------|
| <i>100</i>              | 5+                            | <b>Відмінно</b> – відмінна відповідь, виконання роботи без помилок чи зауважень, прояв креативного мислення. | <b>A</b>              |
| <i>95</i>               | 5                             | <b>Відмінно</b> – відмінна відповідь, виконання роботи з однією непринциповою помилкою                       | <b>A</b>              |
| <i>90</i>               | 5 -                           | <b>Відмінно</b> – відмінна відповідь, виконання роботи з незначною кількістю помилок                         | <b>A</b>              |
| <i>85</i>               | 4+                            | <b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками при розумінні суті питання                    | <b>B</b>              |
| <i>80</i>               | 4                             | <b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь, робота з кількома помилками                                 | <b>C</b>              |
| <i>75</i>               | 4 -                           | <b>Добре</b> – в загальному правильна відповідь, робота з певною кількістю грубих помилок                    | <b>C</b>              |
| <i>70</i>               | 3+                            | <b>Задовільно</b> – непогано, але зі великою кількістю недоліків   | <b>D</b>              |
| <i>65</i>               | 3                             | <b>Достатньо</b> – непогано, але наявна велика кількість суттєвих недоліків                                  | <b>D</b>              |
| <i>60</i>               | 3 -                           | <b>Достатньо</b> – відповідь, робота задовольняє лише найменші критерії                                      | <b>E</b>              |

**2. Рубіжний контроль** проводиться після закінчення вивчення відповідного змістового розділу навчальної дисципліни.

Модульний контроль передбачає письмове тестування за тестовими завданнями.

Складання модулів обов'язкове. Студент не допускається до тестування з модуля без відпрацювання пропущених занять. Модуль вважається зарахованим, якщо студент набрав мінімально необхідну кількість балів та більше.

Результати рейтингу з модулю доводяться до відома студентів не пізніше третього робочого дня після проведення контрольного заходу і, у разі відсутності претензій з боку студентів, вважаються остаточними.

Якщо студент не погоджується з рішенням про присвоєння йому балів рейтингу за модуль, то він повинен відразу після їх оголошення звернутися з письмовою апеляцією до завідувача кафедри та у визначений термін скласти усну атестацію з модуля перед комісією. Склад апеляційної комісії у кожному конкретному випадку визначається завідувачем кафедри. Рішення комісії є остаточним. Студент не може повторно складати зараховані модулі.

Студент, який не з'явився на модульний контроль або не отримав мінімальної кількості балів на модульному тижні, має право складати пропущений модуль під час залікового тижня.

**3. Самостійна робота.** Після опрацювання тем, передбачених учбовим планом для самостійного вивчення, студенту дається для перевірки рівня засвоєння матеріалу ТЕСТ з 10 тестових завдань, які оцінюються за 100-бальною шкалою.

**4. Підсумкова атестація.** Підсумковий рейтинг поточної успішності з дисципліни вираховується усередненням рейтингів з усіх модулів. Семестрова оцінка виставляється студенту з врахуванням результатів підсумкового тестування (проведення екзамену з використанням комп'ютерної програми за тестовими завданнями з базової контролюючої програми дисципліни) та поточного контролів (усереднені бали за модулі). Максимальна кількість балів, що студент може отримати при вивченні дисципліни, дорівнює 100 (див. табл. 1).

Диференційований залік передбачає наявність підсумкового тестування. При наявності дозволу на автоматичне зарахування заліку, студент, який своєчасно складав усі модульні контрольні заходи та за їх результатами атестований з оцінкою "відмінно", може отримати залік автоматично. Семестровою оцінкою у цьому випадку є усереднена оцінка за модулі.

Викладач зобов'язаний здати заповнену заліково-екзаменаційну відомість до навчального відділу протягом такого граничного терміну: для заліку і диференційованого заліку – останній день залікового тижня.

Засоби діагностики успішності навчання використовують для підсумкової експертизи знань і базуються на технології стандартизованого тестового контролю.

### 3. Схема нарахування балів з модулів навчальної дисципліни

| Показчик  | Нарахування балів |
|---|-------------------|
| <b>Всього з модулю</b>                            | від 60* до 100    |
| В тому числі:                                     |                   |
| відповіді на тестові питання                      | до 100            |
| усні відповіді на лабораторно-практичних заняттях | до 100            |
| результат засвоєння блоку самостійної роботи      | до 100            |

- \*- менша кількість отриманих балів недостатня для зарахування модулю, необхідна перездача.
- Усні відповіді на лабораторно-практичних заняттях оцінюються за шкалою від 60 до 100 балів відповідно до наступної регламентації (табл. 2)

### 4. Накопичення балів за модуль усередненням (максимум 100 балів)

| Поточне оцінювання             | Оцінювання тестів  | Оцінювання самостійної роботи                  |
|--------------------------------|--|--|
| <b>визначається викладачем</b> | <b>чітко регламентується</b>   | <b>чітко регламентується</b>                   |
| до <b>100</b> балів            | до <b>100</b> балів  | до <b>100</b> балів                            |
| Шкала оцінювання відповіді     | <b>50 тестів: 1 прав. відповідь – 2 бали</b><br><b>25 тестів: 1 прав. відповідь – 4 бали</b> | <b>10 тестів: 1 прав. відповідь – 10 балів</b> |
| <i>ПРИКЛАД</i>                 |  |  |
| 85                             | 80   | 70   |

- Приклад:  $(85+80+70) : 3 = 78$  балів. Добре «С».