



Молекулярна біотехнологія

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	<i>Перший бакалаврський</i>
Галузь знань	<i>16 «Хімічна та біоінженерія»</i>
Спеціальність	<i>162 –Біотехнології та біоінженерія</i>
Освітня програма	<i>Біотехнології</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>Очна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ЄКТС</i>
Семестровий контроль / контрольні заходи	<i>залік/ МКР/ДКР</i>
Розклад занять	<i>Лекції: 2 год./тиждень; практичні заняття: 1 год./тиждень, лабораторні роботи – 1 год./тиждень згідно розкладу</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доцент д.б.н. Моргун Богдан Володимирович morgun.bogdan@iit.kpi.ua; 097 276-09-26 (Телеграм) Практичні: доцент д.б.н. Моргун Богдан Володимирович, асистент Лахнеко Ольга Романівна, Ph.D. olhalak-fbt@iit.kpi.ua, 063 582-44-81 (Телеграм)</i>
Розміщення курсу	<i>Google Classroom. https://www.sikorsky-distance.org/g-suite-for-education/%D1%84%D0%B1%D1%82/ Код курсу y1a2gx</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Сучасні молекулярно біотехнологічні та генетично інженерні процедури мають велике значення для багатьох сфер дослідження та промислових процесів. Це як біологічні так і медичні проекти, рекомбінантне виробництво ліків, бажаних метаболітів й оптимізованих технічних ферментів, створення клітинних систем діагностики та стратегії управління навколишнім середовищем, а також виробництво харчових продуктів. Їх важливість у майбутньому, безумовно, навіть зросте визначаючи непересічну актуальність дисципліни «Молекулярна біотехнологія». Торкаючись різних суміжних галузей біотехнології, фармацевтичної інженерії, біомедицинської інженерії, біології і харчових технологій молекулярна біотехнологія зосереджується на новітніх розробках генної інженерії, культури клітин *in vitro*, технологій OMICS, секвенуванні наступного покоління, баз даних і біоінформатики, виробництва рекомбінантного білка та багато іншого. Безсумнівно, що наші успішні випускники мають найкращі шанси досягти високих посад у відповідних компаніях та науково-дослідних інститутах.

Метою дисципліни є розвиток у студентів здатностей до поглиблення теоретичних знань і набуття практичних навичок роботи з нуклеїновими кислотами, білками й іншими біологічними молекулами для застосування в галузі охорони здоров'я та навколишнього середовища, енергетиці та сільському господарстві. Основою програми є поглиблення природничо-наукової освіти з акцентуванням на сучасних прикладних дослідженнях.

Основні завдання дисципліни – вибір раціональних методик пошуку біологічної інформації для порівняння та використання даних з метою ефективного планування та інтерпретації персональних досліджень.

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

Знання:

- місце і значення молекулярної біотехнології у системі біологічних знань;
- взаємозв'язок молекулярної біотехнології з біобезпекою та екологією;
- практичне значення молекулярної біотехнології для вирішення низки проблем у сільському господарстві, рослинництві та легкій промисловості;
- основних методів, що застосовуються у молекулярної біотехнології – генній та клітинній інженерія;
- завдання, напрямки та основні проблеми молекулярної біотехнології згідно сучасних потреб;
- найважливіші реалізовані розробки молекулярної біотехнології у рослинництві, тваринництві та медицині;
- наукові та правові основи забезпечення безпеки у галузі молекулярної біотехнології живих організмів.

Уміння:

- підбирати вихідний матеріал живих організмів;
- застосовувати схеми одержання рекомбінантних ДНК, генетичних векторів, нових форм рослин і тварин;
- добирати живильні середовища і раціональні умови культивування клітині та проходження ензиматичних реакцій;
- складати молекулярно-генетичні програми технологічного використання живих організмів.

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

Ґрунтується на знаннях, одержаних студентами при вивченні фундаментальних та професійно-орієнтованих дисциплін рівня «бакалавр» таких як хімія, біохімія, генетика, фізіологія, біотехнологія, з елементами біоінформатики та основами іноземної мови професійного спрямування не нижче рівня А2 й інформаційних технологій на рівні користувача.

Використовується при виконанні наукової дипломної роботи, науково-дослідних робіт на етапах розробки плану та структури експериментального процесу, інтерпретації результатів досліджень, інтеграції та кореляції власних результатів з результатами світових досліджень.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Основи молекулярної біотехнології

Тема 1.1. Розвиток молекулярної біотехнології.

Тема 1.2. Синтез ДНК, РНК і білка.

- Тема 1.3. Технологія рекомбінантної ДНК.
Тема 1.4. Хімічний синтез, ампліфікація та сиквенування ДНК.
Тема 1.5. Біоінформатика, геноміка та протеоміка.
Тема 1.6. Маніпулювання експресією генів у прокаріотів.
Тема 1.7. Продукція гетерологічного білка в еукаріотичних клітинах.
Тема 1.8. Спрямований мутагенез і білкова інженерія.

Розділ 2. Молекулярна біотехнологія мікробних систем

- Тема 2.1. Молекулярна діагностика.
Тема 2.2. Білкові терапевтичні засоби.
Тема 2.3. Нуклеїнові кислоти як терапевтичні засоби. Вакцини.
Тема 2.4. Синтез комерційних продуктів рекомбінантними мікроорганізмами.
Тема 2.5. Біоремедіація та використання біомаси. Бактерії, що сприяють росту рослин.
Тема 2.6. Мікробні інсектициди.
Тема 2.7. Масштабне виробництво білків рекомбінантними мікроорганізмами.

Розділ 3. Молекулярна біотехнологія еукаріотичних систем

- Тема 3.1. Генетична інженерія рослин.
Тема 3.2. Трансгенні тварини.
Тема 3.3. Молекулярна біотехнологія та суспільство

4. Навчальні матеріали та ресурси

Рекомендована література

Базова

1. Glick B.R., Pasternak J.J., Patten Ch.L. Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA. ASM Press, 2010 - 1000 с.
2. Кляченко О. Л., Мельничук М. Д., Коломієць Ю. В. Біоінженерія. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. - 458 с.
3. An Introduction to Molecular Biotechnology: Fundamentals, Methods and Applications 2nd Edition. Michael Wink (Editor). Wiley-Blackwell. – 2013. – 636 с.
4. Герасименко В.Г., Герасименко М.О., Цвіліховський М.І. Біотехнологія : підруч. для підготов. спец. в аграр. вищ. навч. закладах. - К. : Фірма «Інкос», 2006. – 646 с.
5. Сатарова Т.М., Абраїмова О.С., Вінніков А.І., Черенков А.В. Біотехнологія рослин: [навчальний посібник]. Дніпропетровськ : ДУ Інститут зернових культур НААН, 2016. – 136 с.
6. Кунах В.А. Біотехнологія лікарських рослин. Генетичні та фізіолого-біохімічні основи : Моногр. / Ін-т молекуляр. біології і генетики НАН України. - К. : Логос, 2005. - 724 с.

Допоміжна

1. Hammelehle R., Schmid R. D., Schmidt-Dannert C. Biotechnology: An Illustrated Primer. Somerset: Wiley-VCH, 2016. – 582 с.
2. Casali N., Preston A. E. coli Plasmid Vectors. Methods and Applications. - Methods in Molecular Biology. 2003. – 305 с.
3. Dale J., von Schatz M., Plant N. From genes to genomes. Concepts and applications of DNA technology. Wiley-Blackwell. – 2012. 402 с.
4. Kang M. Quantitative Genetics, Genomics and Plant Breeding. Cab Intl. – 2020. - 416 с.
5. Srivastava D. K., Thakur A.K., Kumar P. Agricultural Biotechnology: Latest Research and Trends. – Springer. 2022. 741 с.

6. Harvey L., Berk A., Kaiser C. Molecular Cell Biology, Ninth Edition. Macmillan Learning. 2021. 3700 с.

7. Yadav A.N., Singh J., Singh C., Yadav N.. Current Trends in Microbial Biotechnology for Sustainable Agriculture. Springer. 2020. – 572 с.

8. Chandran S., George K.W. DNA Cloning and Assembly: Methods and Protocols. Springer US;Humana. – 2020. – 334 с.

9. Rajagopal K. Recombinant DNA technology and genetic engineering. Tata McGraw Hill Education Private Limited. – 2012. – 342 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://bch.cbd.int/>

2. <http://icbge.org.ua/ukr>

3. <http://genome.cshlp.org/>

4. <http://genomebiology.com/>

5. <http://news.sciencemag.org/2012/09/human-genome-much-more-just-genes>

6. <http://www.fao.org/biotech/en/>

7. <http://biomolecula.ru/content/498>

8. <http://www.bioua.org.ua/>

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.).

<i>№ з/п</i>	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань</i>
1	<u>Лекція 1. Розвиток молекулярної біотехнології</u> Загальні відомості щодо сучасної молекулярної біотехнології та передумови її виникнення. Формування молекулярної біотехнології, як гілки молекулярної біології, та її зв'язків із генетикою, загальною біотехнологією, біохімією, молекулярною біологією, фармакологією, харчовою промисловістю, сільським господарством, технологіями збереження довкілля. <i>Література: [1], [6]</i>
2	<u>Лекція 2. Синтез ДНК, РНК і білка</u> Біосинтез ДНК, РНК і білка in vivo. Етапи процесів біосинтезу. Загальні перетворення біологічної інформації. Центральна догма молекулярної біології. Передача інформації, що прямо не охоплена теорією про центральну догму.

	<i>Література: [1], [6]</i>
3	<p><u>Лекція 3. Технологія рекомбінантної ДНК</u></p> <p>Генетична рекомбінація та методи створення рекомбінантних молекул. Ферменти рестрикції. Виділення клонованих генів. Молекула-вектор, вимоги до векторів. Трансфекція та трансформація. Вектори: плазмідні, на основі фага λ, косміди, бінарні та інтегруючі. Клонотека генів.</p> <p><i>Література: [3-4]</i></p>
4	<p><u>Лекція 4. Хімічний синтез, ампліфікація та сиквенування ДНК.</u></p> <p>Синтез олігонуклеотидів. Основи полімеразної ланцюгової реакції: компоненти та етапи. Підходи до сиквенування ДНК. Сиквенування за Сенгером. Сиквенування нового покоління.</p> <p><i>Література: [3-4]</i></p>
5	<p><u>Лекція 5. Біоінформатика, геноміка та протеоміка</u></p> <p>Поняття про біоінформатику, біоінформаційні інструменти та біологічні банки данки. Область дослідження геноміки. Область досліджень протеоміки. Біоінформатика, геноміката протеоміка та зв'язок з молекулярною біотехнологією.</p> <p><i>Література: [1], [4-5]</i></p>
6	<p><u>Лекція 6. Маніпулювання експресією генів у прокаріотів</u></p> <p>Поняття про вектори для експресії. Основні структурні компоненти векторів. Потенційні проблеми при використанні прокаріотичних систем експресії. Типи промоторів у векторах. Важливість спейсерних регіонів. Химерні білки.</p> <p><i>Література: [1], [4]</i></p>
7	<p><u>Лекція 7. Продукція гетерологічного білка в еукаріотичних клітинах</u></p> <p>Поняття про рекомбінантні білки. Гетерологічні системи експресії в клітинах дріжджів, грибів, комах, ссавців, рослин. Переваги та недоліки різних систем. Трансгенні рослини та тварини.</p> <p><i>Література: [1], [3], [6]</i></p>
8	<p><u>Лекція 8. Спрямований мутагенез і білкова інженерія</u></p> <p>Сайт-спрямований мутагенез. Базові підходи: метод Кункеля, касетний мутагенез, ПЛР-опосередкований сайт-спрямований мутагенез, методи <i>in vivo</i> сайт-спрямованого мутагенезу, CRISPR. Направлена модифікація білків. Направлена еволюція.</p> <p><i>Література:[4-5]</i></p>
9	<p><u>Лекція 9 Молекулярна діагностика</u></p> <p>Розробка діагностичних систем на основі дослідницьких інструментів. Алель-специфічні системи дитекції мутацій. ДНК мікрочіпи та генетичне тестування. Поліморфізм ДНК та ідентифікація людей (ДНК фінгерпринтинг). Виявлення вірусів та мікроорганізмів.</p>

	<i>Література: [1], [4-5]</i>
10	<p><u>Лекція 10. Білкові терапевтичні засоби</u></p> <p>Терапевтичні моноклональні антитіла. Терапевтичні химерні білки. Терапевтичні білки не на основі антитіл, що схвалені для клінічного використання. Успіх використання терапевтичних білків та виклики пов'язані з використанням.</p> <p><i>Література: [4-5]</i></p>
11	<p><u>Лекція 11. Нуклеїнові кислоти як терапевтичні засоби. Вакцини</u></p> <p>Поняття про ДНК терапію. Антисмислові олігонуклеотиди (ASO) і ДНК-аптамери. Генна терапія (гендисин та аліпжин). Поняття про РНК терапію. РНК інтерференція. Цілі мікроРНК. мРНК вакцини.</p> <p><i>Література: [1], [4], [6]</i></p>
12	<p><u>Лекція 12. Синтез комерційних продуктів рекомбінантними мікроорганізмами</u></p> <p>Генетична рекомбінація в промислових організмах. Синтез первинних метаболітів (амінокислоти, вітаміни, органічні кислоти та ін.). Синтез вторинних метаболітів (антибіотики, атипухлинні агенти). Рекомбінантні білки. Синтез ферментів. Синтез інших сполук (рапаміцин, артемізінін, спіносад)</p> <p><i>Література: [6]</i></p>
13	<p><u>Лекція 13. Біоремедіація та використання біомаси. Бактерії, що сприяють росту рослин</u></p> <p>Розробка біологічних препаратів, що сприяють росту рослин. Поняття про біодобрива.</p> <p><i>Література: [6]</i></p>
14	<p><u>Лекція 14. Мікробні інсектициди</u></p> <p>Поняття про мікробні інсектициди. Переваги та недоліки мікробних інсектицидів. <i>Bacillus thuringiensis</i>. Bt – продукти. Інші бактеріальні інсектициди. Інсектициди на основі вірусів, грибів та на найпростіших..</p> <p><i>Література: [2, 4]</i></p>
15	<p><u>Лекція 15. Масштабне виробництво білків рекомбінантними мікроорганізмами</u></p> <p>Вибір системи для експресії. Важливість вектору та промотору. Вибір організму «господаря». Нестабільність плазмід та кількість копій. Умови виробництва.</p> <p><i>Література: [2, 4]</i></p>
16	<p><u>Лекція 16. Генетична інженерія рослин</u></p> <p>Категорії трансгенних рослин. Рослини-суперпродуценти.</p> <p><i>Література: [6]</i></p>
17	<p><u>Лекція 17. Трансгенні тварини</u></p> <p>Трансгенні тварини-біореактори. Інші категорії ГМ-тварин.</p>

	<i>Література: [4-5]</i>
18	<p>Лекція 18. Молекулярна біотехнологія та суспільство</p> <p>Міжнародні правові акти щодо генетичної безпеки: Картахенський протокол про біобезпеку, Орхуська та Бакінська конвенції, директиви Європарламенту щодо ГМО, положення про біобезпеку в документах УПОВ та приклади національних законодавств європейських, азійських країн та США. Біоетика. Правова база та реальних механізмів контролю ГМО у відкритій системі. Закон України про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів.</p> <p><i>Література: [2]</i></p>

Практичні заняття

Основними завдання циклу практичних занять з дисципліни «Молекулярна біотехнологія» є формування у студентів бази сучасних знань з біоінженерних методик і підходів у біотехнології рослин, тварин та мікроорганізмів; уявлення про проведення експерименту за планом та відповідним завданням, роботи з лабораторним обладнанням, реактивами та біологічним матеріалом; приготування зразків біоматеріалу для їх дослідження визначеними методами, аналізу та інтерпретації одержаних результатів та швидкого опрацювання масиву біологічних даних; інтеграція результатів в цілісне індивідуальне дослідження.

Застосовуються стратегії активного і колективного навчання, які визначаються наступними методами і технологіями: особистісно-орієнтовані (розвиваючі) технології, засновані на активних формах і методах навчання (застосування на основі комп'ютерних і мультимедійних засобів творчих завдань).

№ з/п	Назва теми заняття
1	<p>Загальні відомості щодо молекулярної біотехнології</p> <p><i>Література: [1], [6]</i></p>
2	<p>Структура та новітні напрямки молекулярної біотехнології</p> <p><i>Література: [1]</i></p>
3	<p>Методи створення бактеріальних векторів</p> <p><i>Література: [1]</i></p>
4	<p>Генна та генетична інженерія у молекулярній біотехнології</p> <p><i>Література: [6]</i></p>
5	<p>Генетична інженерія рослин</p> <p><i>Література: [6]</i></p>
6	<p>Генетична інженерія тварин</p> <p><i>Література: [6]</i></p>

7	Можливості генетичної інженерії мікроорганізмів Література: [6]
8	Модульна контрольна робота
9	Залік

Лабораторні заняття

№ з/п	Назва теми заняття
1	Моделювання вектору T/A клонування з вставкою для сиквенування Література: [1]
2	Дизайн експерименту клонування по однаковим липким кінцям / по різним липким кінцям. Література: [1]
3	Розробка експериментальних кроків для клонування нового промотора на місце старого. Література: [6]
4	Розробка експериментальних кроків для клонування ПЛР фрагменту, що синтезований Taq-полімеразою, нижче промотора, щоб не збилася рамка зчитування. Література: [6]
5	Моделювання клонування гену гормону росту для препаративного синтезу у клітинах і очищення за допомогою імунологічного кінця/His-tag. Література: [1]
6	Оптимізація генетичного коду для ефективної експресії гена бактерії у клітинах рослин чи людини. Література: [6]
7	Розробка системи для CRISPR-Cas9 сайт-специфічного мутагенезу (нокаут) Література: [6]
8	Розробка системи для CRISPR-Cas9 сайт-специфічного мутагенезу (зміна амінокислоти) Література: [6]
9	Системи на основі інтерференції РНК для замовчування генів Література: [6]

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента по дисципліні включає підготовку до аудиторних занять (28 годин), модульної контрольної (4 години) та підготовка до заліку (6 годин) ДКР – 10 год..

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 тем (модулів) 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, практичних занять, а також відсутність на них, не оцінюється. Однак, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються 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 керівником курсу.

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

Поточний контроль: опитування за темою практичного заняття (15 балів), задача лабораторних робіт (45 бали), МКР (30 балів), ДКР (10 балів). Загальна сума балів за семестрову роботу – 100 балів. Докладніша інформація щодо поточного контролю та критеріїв оцінювання наведена в РСО 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. Докладніша інформація щодо проведення та оцінювання наведена в РСО з дисципліни.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не нижче 50 балів, написання МКР, захист усіх практичних робіт. Якщо семестровий рейтинг є вищим за 60 балів за умови здачі всіх видів робіт студент може отримати залік автоматом.

Додаток 1

Рейтингова система оцінки успішності студентів
з дисципліни «Молекулярна біотехнологія» для спеціальності 162 Біотехнології та
біоінженерія
Факультету біотехнології і біотехніки
(перший рівень бакалавр, денна форма навчання)

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

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	Кредити	Академічний рік	Лекції	Практичні роботи	Лаб. Роботи	СРС	МКР	ДКР	Семест. атестація
7	4	120	36	18	18	48	1	1	Залік

Рейтинг студента складається з балів, що він отримує за:

1. Здача завдань практичної роботи;
2. Контрольної роботи (одна контрольна робота тривалістю 2 години).
3. Здача звітів з лабораторних робіт.
4. Здача ДКР.

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

№ п/ч	Вид контролю	Бал	Кількість занять	Сума балів
1	Лабораторні заняття			
	- ваговий бал Γ_k	5	9	45
	- обробка результатів і захист*	0-5		
2	Практичні заняття			
	- ваговий бал Γ_k	5	3	15
	- якість виконання**	0-5		
3	Модульна контрольна робота			
	- ваговий бал Γ_k	30	1	30
	- якість виконання***	0-30		
4	ДКР****	10	1	10
	Всього			100

*** - Захист лабораторних робіт:**

правильно запропоноване рішення та його обґрунтування	5 балів;
повна відповідь на поставлені запитання з деякими недоліками	4 балів;
неповна відповідь	3 бали;
незадовільна відповідь	0-2 бали.

**** - Відповідь на практичних заняттях:**

правильно запропоноване рішення та його обґрунтування	5 балів;
повна відповідь на поставлені запитання з деякими недоліками	4 бали;
неповна відповідь	3 бали;
незадовільна відповідь	0-2 балів.

***** - Якість виконання модульних контрольних робіт:**

повна розкрита відповідь	29-30 бал;
помилка в одному завданні або неповна відповідь в двох завданнях	23-28 балів;
помилка в двох завдань або неповна відповідь в 4 завданнях	16-22 бали;
робота не зарахована	0–15 балів.

****** - написання ДКР:**

повна розкрита відповідь	10 балів;
помилка в одному завданні або неповна відповідь в двох завданнях	8-9 балів;
помилка в двох завдань або неповна відповідь в 4 завданнях	6-7 балів;
робота не зарахована	0–5 балів.

Розрахунок шкали (R) рейтингу

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 45 + 15 + 30 + 10 = 100 \text{ балів};$$

Рейтингова шкала з дисципліни складає $R = 100$ балів;

Необхідною умовою для одержання заліку автоматом є зарахування усіх робіт, що виносяться на практичні та лабораторні заняття, написання модульної контрольної роботи позитивну оцінку та загальний рейтинг більше 60 балів. Для підвищення оцінки та у випадку коли студенти набрали від 50 до 59 балів проводиться залікова робота, при чому, попередній рейтинг анулюється.

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

Рубіжні (планові атестації). Студент повинен набрати балів: 1 атестація – «зараховано» - 20 балів (30 – максимум), 2 атестація – 30 балів (60 – максимум).

Підсумкова оцінка якості знань з дисципліни визначаються за традиційною 6-рівневою шкалою на базі індивідуальних поточних оцінок за такою шкалою:

Рейтинг	Традиційна оцінка
$95 \leq R < 100$	Відмінно
$85 \leq R < 94$	Добре
$75 \leq R < 84$	Добре
$65 \leq R < 74$	Задовільно
$60 \leq R < 64$	Задовільно
$R < 60$	Незадовільно

Семестровий контроль: залік. Загальна сума балів заліку – 100 балів. Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг не менше 50 балів, написання МКР, ДКР, захист усіх лабораторних робіт.

Заліковий білет складається з 5 питань, 1 питання оцінюється у 20 балів.

Повна відповідь на питання – (20) балів

Зроблені незначні помилки – (16-19) балів

Суттєві помилки у відповіді – (12-15) балів

Відповіді не вірні – (0-11) бали.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

Завдання для ДКР

1. Сток геномної ДНК людини має концентрацію 275 мкг/мл. Ви хочете розщепити 5 мкг з 10 одиницями ендонуклеази рестрикції Hind III. Фермент Hind III має концентрацію 2500 одиниць/мл. Які об'єми ДНК та ферменту слід використати?

2. Ендонуклеаза рестрикції Hind III розпізнає послідовність AAGCTT. Якщо геномну ДНК випадкової послідовності розщеплювати за допомогою Hind III, яким буде середній розмір отриманих фрагментів?

3. У вас є 4 мг фрагмента розміром 3400 пар нуклеотидів. Скільки пікомолей кінців він має?

4. Плазміда розміром 4200 п.н. містить п'ять сайтів для ендонуклеази рестрикції EcoR II. Якщо 3 мг розрізати цією рестриктазою, скільки пікомолей кінців утвориться?

5. Чотири мікрограми очищеного лінійного фрагмента ДНК розміром 6000 п.н. необхідно розрізати за допомогою рестриктази Alu I. У цьому фрагменті є 12 Alu I сайтів. Скільки пікомолей кінців утвориться при розщепленні фрагмента цим ферментом?

6. Олігонуклеотиди завдовжки 22 нт (22-мер) синтезують на колонці 0,2 ммоль. Якщо припустити 100% ефективність синтезу, скільки мікромоль оліго утворюється?

7. 22-мер синтезують на колонці 0,2 ммоль. Який максимальний теоретичний вихід оліго в одиницях OD?

8. 22-мер синтезують на колонці 0,2 ммоль. Якщо припустити, що синтез оптимізовано, скільки одиниць OD можна очікувати?

9. Для ПЛР-реакції необхідно двадцять нанограмів людської геномної ДНК. Матеріал має концентрацію 0,2 мг ДНК/мл. Скільки мікролітрів вихідного розчину потрібно використати?

10. Одну молекулу ДНК ампліфікують за допомогою ПЛР протягом 25 циклів. Теоретично, скільки молекул амплікону буде вироблено?

11. Скільки ампліконів буде отримано, починаючи з 600 молекул ДНК-матриці, після 25 циклів ПЛР?

12. Якщо реакцію ПЛР, яка починається з 500 молекул ДНК-матриці, після 25 циклів ПЛР, провести як реакцію об'ємом 100 мкл, скільки молекул ампліфікованого продукту буде в 0,001 мкл?

13. Сто нанограмів фрагмента розміром 242 п.н. отримують в результаті реакції ПЛР. Два нанограми геномної ДНК людини були використані як вихідна матриця. Яка кількість ампліфікації (циклів) відбулася?

14. Аліквоту матричної ДНК, що містить 3×10^5 копій цільового гена, поміщають в реакцію ПЛР. Середня ефективність реакції становить 85%. Скільки циклів потрібно для виготовлення 2×10^{10} копій?

15. ПЛР-ампліфікація триває 25 циклів. Початкова цільова послідовність була присутня в реакції в кількості 3×10^5 копій. Наприкінці 25 циклів було отримано 4×10^{12} копій. Якою була ефективність (E) реакції?

16. Продукт ПЛР розміром 800 пн із вмістом G+C 55 % синтезують у реакції, що містить 50 мМ KCl та 2,5 мМ MgCl₂. Яка буде T_m амплікона?

17. Сток праймерів, що складається з двох праймерів, необхідних для ПЛР-реакції, має концентрацію 25 мкМ. Який об'єм праймерів слід додати до 100 мкл реакції, щоб концентрація одного праймера в реакції становила 0,4 мкМ?

18. Реакція ПЛР об'ємом 100 мкл містить праймери в концентрації 0,4 мкМ. Скільки пікомолей праймера міститься в реакції?

19. Реакція ПЛР об'ємом 100 мкл призначена для отримання фрагмента розміром 500 пн. Реакція містить 0,2 мкМ праймера. Припускаючи 100% ефективну реакцію та що інші компоненти реакції не є обмежувачими, яка теоретична максимальна кількість продукту (в мкг), яку можна отримати?

20. Двадцять пікограм рекомбінантної плазмиди розміром 8000 п.н. використовуються в 50 мкл ПЛР-реакції, в якій після 25 циклів утворюється 1 мкг ПЛР-фрагмента розміром 400 п.н. Реакція містила 0,2 мкМ праймера. Скільки праймера було витрачено під час синтезу продукту?

21. Двадцять пікограм рекомбінантної плазмиди розміром 8000 п.н. використовуються в 50 мкл ПЛР-реакції, в якій після 25 циклів утворюється 1 мкг ПЛР-фрагмента розміром 400 п.н. Реакція містила 0,2 мкМ праймера. Скільки праймера залишається після 25 циклів?

22. Двадцять пікограм рекомбінантної плазмиди розміром 8000 п.н. використовуються в 50 мкл ПЛР-реакції, в якій після 25 циклів утворюється 1 мкг ПЛР-фрагмента розміром 400 п.н. Реакція містила 0,2 мкМ праймера. Скільки циклів знадобиться, щоб повністю використати весь запас праймера в реакції?

23. Праймер послідовністю ATCGGTAACGATTACATTC використовується в реакції ПЛР. Використовуючи наведену вище формулу, який T_m цього олігонуклеотиду?

24. Праймер послідовністю TCGGTAACGATTACATTC використовується в реакції ПЛР. Реакція ПЛР містить 0,05 М KCl і 2,5 мМ магнію. Яка T_m цього олігонуклеотиду?

25. Праймер послідовністю ATCGGTAACGATTACATTC використовується в реакції ПЛР у концентрації 0,4 мкМ. Реакція ПЛР містить 0,05 М KCl і 2,5 мМ Mg²⁺. Яка T_m олігонуклеотиду?

Питання до модульної контрольної роботи

1. Передумови виникнення молекулярної біотехнології.
2. Зв'язки молекулярної біотехнології із генетикою, загальною біотехнологією, біохімією, молекулярною біологією, фармакологією, харчовою промисловістю, сільським господарством, технологіями збереження довкілля.
3. Загальні перетворення біологічної інформації.
4. Центральна догма молекулярної біології.
5. Передача інформації, що прямо не охоплена теорією про центральну догму.
6. Генетична рекомбінація та методи створення рекомбінантних молекул.
7. Рестрикція. Ферменти рестрикції.
8. Виділення клонуваних генів.
9. Молекула-вектор, вимоги до векторів.
10. Трансфекція та трансформація.

11. Вектори: плазмідні, на основі фага λ , косміди, бінарні та інтегруючі.
12. Клонотека генів.
13. Синтез олігонуклеотидів.
14. Основи полімеразної ланцюгової реакції: компоненти.
15. Основи полімеразної ланцюгової реакції: етапи.
16. Підходи до сиквенування ДНК. Сиквенування за Сенгером.
17. Сиквенування нового покоління.
18. Поняття про біоінформатику, біоінформаційні інструменти та біологічні банки данки.
19. Область дослідження геноміки. Область досліджень протеоміки.
20. Біоінформатика, геноміката протеоміка та зв'язок з молекулярною біотехнологією.
21. Поняття про вектори для експресії.
22. Основні структурні компоненти векторів.
23. Потенційні проблеми при використанні прокаріотичних систем експресії.
24. Типи промоторів у векторах.
25. Поняття про рекомбінантні білки.
26. Гетерологічні системи експресії в клітинах дріжджів, грибів, комах, ссавців, рослин. Переваги та недоліки різних систем.
27. Трансгенні рослини та тварини.
28. Сайт-спрямований мутагенез. Базові підходи: метод Кункеля.
29. Сайт-спрямований мутагенез. Базові підходи: касетний мутагенез.
30. Сайт-спрямований мутагенез. Базові підходи: ПЛР-опосередкований сайт-спрямований мутагенез.
31. Сайт-спрямований мутагенез. Базові підходи: CRISPR.
32. Направлена модифікація білків. Направлена еволюція.
33. Алель-специфічні системи дитекції мутацій.
34. ДНК мікрочіпи та генетичне тестування.
35. Поліморфізм ДНК та ідентифікація людей (ДНК фінгерпринтинг).
36. Виявлення вірусів та мікроорганізмів.
37. Терапевтичні моноклональні антитіла. Терапевтичні химерні білки.
38. Терапевтичні білки не на основі антитіл, що схвалені для клінічного використання.
39. Успіх використання терапевтичних білків та виклики пов'язані з використанням.
40. Поняття про ДНК терапію. Антисмислові олігонуклеотиди (ASO) і ДНК-аптамери.
41. Генна терапія (гендисин та аліпжин). П
42. оняття про РНК терапію. РНК інтерференція.
43. Цілі мікроРНК.
44. мРНК вакцини.
45. Генетична рекомбінація в промислових організмах. Синтез первинних метаболітів (амінокислоти, вітаміни, органічні кислоти та ін.).
46. Генетична рекомбінація в промислових організмах. Синтез вторинних метаболітів (антибіотики, атипухлинні агенти).
47. Генетична рекомбінація в промислових організмах. Рекомбінантні білки. Синтез ферментів. Синтез інших сполук (рапаміцин, артемізінін, спіносад)
48. Розробка біологічних препаратів, що сприяють росту рослин. Поняття про біодобрива.
49. Поняття про мікробні інсектициди. Переваги та недоліки мікробних інсектицидів.
50. Бактеріальні інсектициди.
51. Інсектициди на основі вірусів, грибів та на найпростіших..
52. Масштабне виробництво білків рекомбінантними мікроорганізмам.

53. Категорії трансгенних рослин.
54. Рослини-суперпродуценти.
55. Трансгенні тварини-біореактори.
56. Інші категорії ГМ-тварин.
57. Міжнародні правові акти щодо генетичної безпеки.
58. Біоетика. Правова база та реальних механізмів контролю ГМО у відкритій системі.
59. Закон України про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів.

Питання до заліку

1. Передумови виникнення молекулярної біотехнології.
2. Зв'язки молекулярної біотехнології із генетикою, загальною біотехнологією, біохімією, молекулярною біологією, фармакологією, харчовою промисловістю, сільським господарством, технологіями збереження довкілля.
3. Загальні перетворення біологічної інформації.
4. Центральна догма молекулярної біології.
5. Передача інформації, що прямо не охоплена теорією про центральну догму.
6. Генетична рекомбінація та методи створення рекомбінантних молекул.
7. Рестрикція. Ферменти рестрикції.
8. Виділення клонованих генів.
9. Молекула-вектор, вимоги до векторів.
10. Трансфекція та трансформація.
11. Вектори: плазмідні, на основі фага λ , косміди, бінарні та інтегруючі.
12. Клонотека генів.
13. Синтез олігонуклеотидів.
14. Основи полімеразної ланцюгової реакції: компоненти.
15. Основи полімеразної ланцюгової реакції: етапи.
16. Підходи до сиквенування ДНК. Сиквенування за Сенгером.
17. Сиквенування нового покоління.
18. Поняття про біоінформатику, біоінформаційні інструменти та біологічні банки данки.
19. Область дослідження геноміки. Область досліджень протеоміки.
20. Біоінформатика, геноміката протеоміка та зв'язок з молекулярною біотехнологією.
21. Поняття про вектори для експресії.
22. Основні структурні компоненти векторів.
23. Потенційні проблеми при використанні прокаріотичних систем експресії.
24. Типи промоторів у векторах.
25. Поняття про рекомбінантні білки.
26. Гетерологічні системи експресії в клітинах дріжджів, грибів, комах, ссавців, рослин. Переваги та недоліки різних систем.
27. Трансгенні рослини та тварини.
28. Сайт-спрямований мутагенез. Базові підходи: метод Кункеля.
29. Сайт-спрямований мутагенез. Базові підходи: касетний мутагенез.
30. Сайт-спрямований мутагенез. Базові підходи: ПЛР-опосередкований сайт-спрямований мутагенез.
31. Сайт-спрямований мутагенез. Базові підходи: CRISPR.
32. Направлена модифікація білків. Направлена еволюція.
33. Алель-специфічні системи дитекції мутацій.
34. ДНК мікрочіпи та генетичне тестування.

35. Поліморфізм ДНК та ідентифікація людей (ДНК фінгерпринтинг).
36. Виявлення вірусів та мікроорганізмів.
37. Терапевтичні моноклональні антитіла. Терапевтичні химерні білки.
38. Терапевтичні білки не на основі антитіл, що схвалені для клінічного використання.
39. Успіх використання терапевтичних білків та виклики пов'язані з використанням.
40. Поняття про ДНК терапію. Антисмислові олігонуклеотиди (ASO) і ДНК-аптамери.
41. Генна терапія (гендисин та аліпжин). П
42. оняття про РНК терапію. РНК інтерференція.
43. Цілі мікроРНК.
44. мРНК вакцини.
45. Генетична рекомбінація в промислових організмах. Синтез первинних метаболітів (амінокислоти, вітаміни, органічні кислоти та ін.).
46. Генетична рекомбінація в промислових організмах. Синтез вторинних метаболітів (антибіотики, атипухлинні агенти).
47. Генетична рекомбінація в промислових організмах. Рекомбінантні білки. Синтез ферментів. Синтез інших сполук (рапаміцин, артемізінін, спіносад)
48. Розробка біологічних препаратів, що сприяють росту рослин. Поняття про біодобрива.
49. Поняття про мікробні інсектициди. Переваги та недоліки мікробних інсектицидів.
50. Бактеріальні інсектициди.
51. Інсектициди на основі вірусів, грибів та на найпростіших..
52. Масштабне виробництво білків рекомбінантними мікроорганізмам.
53. Категорії трансгенних рослин.
54. Рослини-суперпродуценти.
55. Трансгенні тварини-біореактори.
56. Інші категорії ГМ-тварин.
57. Міжнародні правові акти щодо генетичної безпеки.
58. Біоетика. Правова база та реальних механізмів контролю ГМО у відкритій системі.
59. Закон України про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом кафедри біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології доктором біологічних наук Моргуном Богданом Володимировичем

Ухвалено кафедрою біоенергетики, біоінформатики та екобіотехнології (протокол № 15 від 29 серпня 2022 року)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 9 від 30 серпня 2022 року).