

Сумський державний педагогічний університет імені А. С. Макаренка
Природничо-географічний факультет
Кафедра біології та методики навчання біології



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан природничо-географічного факультету
Л.П. Міронець
«1» вересня 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ

ДИСЦИПЛІНИ

ОК 2.9. Молекулярна біологія з основами біотехнології та
генної інженерії

галузь знань: 01 Освіта

спеціальність: 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини)

освітньо-професійна програма: Середня освіта (Біологія, природознавство та здоров'я людини)

Погоджено науково-методичною
комісією природничо-географічного
факультету

«31 серпня» 2023 р.

Голова

(Міронець Л.П., канд. пед. наук
доцент)

Розробник: Торяник Валентина Миколаївна – кандидат біологічних наук,
доцент, доцент кафедри біології та методики навчання біології

Робоча програма розглянута на засіданні кафедри біології та методики
навчання біології

Протокол №1 від «30 серпня» 2023 року.

Завідувач кафедри

Литвиненко Ю. І., канд. біол. наук, доцент



1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Магістр	Обов’язкова	
Загальна кількість годин – 120		Рік підготовки:	
		1-й	1-й
		Семестр	
		2-й	2-й
		Лекції	
		16 год.	4 год.
		Лабораторні	
		20 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		80 год.	110 год.
		Консультації	
		4	2
		Вид контролю: залік	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Мета дисципліни: сформувати у здобувачів освіти знання про молекулярні механізми зберігання, реалізації та передачі генетичної інформації, використання цих механізмів у виробництві цільових продуктів за допомогою біологічних систем та рекомбінантної ДНК.

Структура, зміст курсу, організація різних видів діяльності здобувачів освіти спрямовані на розв'язання наступних **завдань**:

а) сформувати теоретичні знання про:

- ✓ основні концепції структурної організації білків та нуклеїнових кислот;
- ✓ особливості організації геномів та принципи їх функціонування;
- ✓ механізми реплікації, транскрипції, трансляції та регуляції експресії генів;
- ✓ сучасні методи молекулярно-біологічних досліджень, перспективи їх розвитку та сфери застосування;
- ✓ досягнення та відкриття в галузі молекулярної біології та сфери їх

практичного застосування;

- ✓ напрями і методи біотехнології;
- ✓ сучасний стан і перспективи розвитку біотехнології як напрямку наукової і практичної діяльності людини, в основі якого лежить використання біологічних об'єктів або молекул у промисловому виробництві, медицині, сільському господарстві, охороні природи тощо;
- ✓ технологію рекомбінантних ДНК як спрямоване конструювання генетичної інформації;
- ✓ сучасний стан, перспективи розвитку генної інженерії;
- ✓ потенційні загрози та біоризики від впровадження трансгенних технологій.

б) сформувані практичні вміння та навички:

- ✓ виділяти ДНК з різного біоматеріалу та проводити її фізико-хімічний аналіз;
- ✓ виділяти білки з різного біоматеріалу та проводити їх фізико-хімічний аналіз;
- ✓ схематично зображувати структуру білків та нуклеїнових кислот, молекулярні структури реплікації, транскрипції, трансляції, регуляції експресії генів;
- ✓ характеризувати біохімічні та біофізичні процеси, що лежать в основі полімеразної ланцюгової реакції, методів секвенування ДНК, технології рекомбінантних ДНК, методів характеристики клонованих фрагментів ДНК, методів іммобілізації ферментів і ферментних систем;
- ✓ користуватися таблицями генетичного коду;
- ✓ розв'язувати різні типи задач з молекулярної біології та генної інженерії;
- ✓ будувати рестрикційні карти ДНК;
- ✓ працювати з банками даних біологічних послідовностей в мережі Інтернет;
- ✓ отримувати і підтримувати бактеріальні, рослинні, тваринні клітинні культури.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми здобувачі освіти повинні оволодіти наступними **програмними компетентностями**:

ІК. Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі біологічної, педагогічної та споріднених наук, що передбачає застосування теорій та методів педагогічних наук, предметної галузі біології, проведення наукового дослідження, готовність до інноваційної та дослідницької діяльності; характеризується комплексністю та невизначеністю педагогічних умов організації освітнього процесу на базовому та профільному рівні середньої освіти закладу загальної середньої та фахової передвищої, професійної (професійно-технічної) освіти.

ЗК 2. Здатність до міжособистісної взаємодії, роботи в команді, спілкування з представниками інших професійних груп різного рівня.

ЗК 3. Здатність спілкуватися державною мовою, виявляти повагу та цінувати українську національну культуру, багатоманітність та мультикультурність у суспільстві; здатність до вираження національної культурної ідентичності.

ЗК 5. Здатність до генерування нових ідей, виявлення та розв'язання проблем, ініціативності, творчості, аналізу та синтезу фактів та аргументів в сфері біології, педагогіки та споріднених предметних галузей; діяти з урахуванням норм академічної доброчесності.

ЗК 7. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу даних з різних джерел, аналітико-синтетичної діяльності, встановлення та обґрунтування причинно-наслідкових зв'язків.

ЗК 8. Здатність спілкуватися іноземною мовою, у тому числі для роботи з іншомовними джерелами.

ЗК 9. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями, вдосконалювати й розвивати свій інтелектуальний і загальнокультурний рівень з високим рівнем самостійності, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт, бути критичним і самокритичним.

ЗК 11. Здатність використовувати технічні засоби навчання, вербальні та невербальні прийоми і засоби інформаційного впливу на слухачів, у тому числі в умовах дистанційного навчання. Здатність здійснювати емоційно-експресивний вплив на аудиторію.

СК 2. Здатність використовувати знання фундаментальних теорій біології, історії розвитку науки, методики, природознавства, основ здоров'я; моделювання, прогнозування тощо у професійній діяльності.

СК 5. Здатність проводити наукові біологічні та педагогічні дослідження, здійснювати статистичне опрацювання результатів дослідження.

СК 6. Здатність до наукової комунікації, готовність до участі у наукових заходах різного рівня, здатність представляти результати власного дослідження засобами сучасних цифрових технологій.

СК 7. Здатність до особистісного та професійного самовдосконалення, професійної мобільності та адаптації до нових ситуацій в якості вчителя біології, природознавства, основ здоров'я людини.

СК 9. Здатність застосовувати біологічні та педагогічні знання у життєвих та професійних ситуаціях, вести просвітницьку діяльність

СК 10. Здатність до безперервного професійного розвитку і рефлексії.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Вивчення навчальної дисципліни «Молекулярна біологія з основами біотехнології та генної інженерії» відбувається після опанування здобувачами вищої освіти дисциплінами «Психологія освіти», «Інформаційні технології в освіті», «Іноземна мова за професійним спрямуванням», «Основи інтегрованого курсу «Природознавство» та методика його навчання», «Методологія та організація наукових досліджень», «Фізіологічні основи здоров'я людини» і є логічним продовженням циклу професійної підготовки магістрантів. Вивчення дисципліни передбачає дотримання положень Кодексу академічної доброчесності СумДПУ імені А.С.Макаренка, затвердженого наказом № 420 від 30 вересня 2019 р.

4. Результати навчання за дисципліною

	Програмні результати навчання
Знання	ПРЗ 2. Знання з іноземної мови для використання в професійній сфері та науковій комунікації.
	ПРЗ 3. Знання основних біологічних термінів та понять, форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, теорій, концепцій фундаментальної та прикладної біології та використання їх на практиці для вирішення професійних завдань.
	ПРЗ 5. Знання та розуміння сучасних концепцій біології: системи органічного світу, його еволюції від молекулярного до біосферного рівня, сучасної природничо-наукової картини світу.
	ПРЗ 6. Знання будови та функцій біологічних систем на різних рівнях організації, біологічних процесів та їх характеристики, основи фізичного та психічного здоров'я людини, екологічні проблеми сучасності.
	ПРЗ 9. Знає сучасні теоретичні та практичні основи методики навчання біології, природознавства та основ здоров'я людини у закладах загальної середньої освіти.
Уміння	ПРУ 2. Уміння здійснювати пошук наукових джерел, які належать до сфери професійної діяльності, у тому числі іноземною мовою, та правильно використовувати їх з дотриманням вимог доброчесності.
	ПРУ 3. Уміє застосовувати знання сучасних теоретичних основ біології для пояснення будови, властивостей і особливостей процесів життєдіяльності живих організмів, встановлювати взаємозалежність між будовою та функціями біологічних об'єктів.
	ПРУ 4. Уміє застосовувати оптимальні методи польових і лабораторних досліджень для активізації навчання біології, природознавства та основ здоров'я людини, формулювати аргументовані висновки, розвивати дослідницький тип мислення здобувачів освіти.
	ПРУ 6. Уміє самостійно проводити уроки, позакласні заходи, вибирати та застосовувати інноваційні технології, форми, методи, прийоми та засоби навчання, використовувати передовий педагогічний досвід.
	ПРУ 8. Уміння працювати з різними типами даних, розв'язувати задачі біологічного змісту та навчати цьому здобувачів освіти.
	ПРУ 9. Уміння аналізувати будову та функції живих об'єктів та пояснювати принципи життєдіяльності біологічних систем. ПРУ 12. Здатність інтегрувати знання та розв'язувати складні завдання у широких або мультидисциплінарних контекстах.
Комунікація	ПРК 1. Володіння основами професійної культури як форми людського існування, цінує різноманіття та мультикультурність світу

	і керується у своїй діяльності сучасними принципами толерантності, діалогу і співробітництва. ПРК 2. Здатність здійснювати комунікативну взаємодію з здобувачами освіти під час навчання біології, природознавства та основ здоров'я людини на основі знань, ціннісних орієнтацій, моральних настанов. ПРК 3. Здатність використовувати сучасні інформаційні технології для комунікації на професійному та соціальному рівнях.
Автономія і відповідальність	ПРА 1. Усвідомлює соціальну значущість майбутньої професії, сформованість мотивації до здійснення професійної діяльності, здатність продовжувати навчання з високим ступенем автономії. ПРА 2. Відповідально ставиться до забезпечення охорони життя і здоров'я учнів у освітньому процесі та позаурочній діяльності.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ЄCTS	Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача освіти
A	Глибоко і міцно засвоїв програмний матеріал; вичерпно, послідовно, грамотно і логічно його викладає. Прогнозує і передбачає подальший хід явища, описує можливі наслідки, результати, що впливають з наявних даних, на основі проблемної ситуації, виділяє проблему, конструює гіпотези і перевіряє їх. При цьому не має утруднень при відповідях на видозмінені завдання, вільно справляється із класифікаціями, типологіями та іншими видами застосування знань, показує знайомство з монографічною літературою, правильно обґрунтовує прийняті рішення, володіє різнобічними навичками і прийомами виконання практичних завдань, володіє в повному обсязі специфічним поняттєво-термінологічним апаратом з дисципліни.
B	Добре знає програмний матеріал, грамотно й по суті викладає його; не допускає суттєвих неточностей у відповідях на питання, правильно застосовує теоретичні положення при вирішенні практичних завдань, впевнено володіє необхідними навичками і прийомами їх виконання, коректно встановлює причинно-наслідкові зв'язки.
C	Знає програмний матеріал, грамотно й по суті викладає його, але допускає деякі неточності під час відповіді; правильно застосовує теоретичні положення при вирішенні практичних завдань, володіє необхідними навичками і прийомами їх виконання. Самостійно відтворює знання з елементами перетворення. Застосовує їх у видозмінених, але близькій до типової ситуації, однак

	потребує допомоги викладача. Дає свою власну інтерпретацію матеріалу (пояснення, короткий виклад). Уміє встановлювати причинно-наслідкові зв'язки, здійснює перенесення дій.
D	Має знання лише основного матеріалу, але не засвоїв його окремих деталей, допускає неточності, недостатньо правильні формулювання, порушення послідовності у викладі програмного матеріалу і відчуває утруднення при виконанні практичних завдань.
E	Самостійно відтворює інформацію та застосовує її у типовій ситуації, але при цьому виявляє невпевненість у своїх діях. На основі фактів робить висновки, але за допомогою викладача, намагається зробити звіт про виконані дії.
F	Не знає більшої частини програмного матеріалу, допускає суттєві помилки; не володіє у достатньому обсязі поняттєво-термінологічним апаратом науки; невпевнено, із помилками виконує практичні завдання; не вміє наводити приклади із життя та встановлювати причинно-наслідкові зв'язки; відтворює інформацію лише на основі зовнішньої підказки.
FX	Має загальне уявлення про навчальну дисципліну, знання програмного матеріалу носить фрагментарний характер, відповіді на запитання дає «так» чи «ні».

Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти (ДФН)

Розділ 1							Розділ 2					Разом	Загальна сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	KP1	T7	T8	T9	T10	KP2		
Поточний контроль												60	100
6	6	6	6	6	6		6	6	6	6			
Контроль самостійної роботи												40	
2	2	2	2	2	2	10	2	2	2	2	10		

T1, T2, ...T10 – теми, KP – контрольні роботи

Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти (ЗФН)

Розділ 1							Розділ 2					Разом	Загальна сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	KP1	T7	T8	T9	T10	KP2		
Поточний контроль												40	100
3	8	3	3	3	3		3	3	3	8			
Контроль самостійної роботи												60	
5		5	5	5	5	10	5	5	5		10		

T1, T2, ...T10 – теми, KP – контрольні роботи

Згідно з Положенням «Про порядок визнання результатів навчання у неформальній та/або інформальній освіті у Сумському державному педагогічному університеті імені А.С. Макаренка» від 27.04.2020 р., можливе зарахування результатів навчання з окремої теми/тем, розділу, індивідуального завдання (контрольної роботи) чи дисципліни в цілому, здобутих за цими видами освіти. Обсяг зарахування в годинах/кредитах ECTS визначається згідно переліку компетентностей і результатів навчання, передбачених даною робочою програмою. Зарахування результатів навчання, здобутих у неформальній та/або інформальній освіті, здійснюється у відповідності до пунктів 3.6-3.9 названого Положення.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90–100	A	відмінно
82–89	B	добре
74–81	C	
64–73	D	задовільно
60–63	E	
35–59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
1–34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. Засоби діагностики результатів навчання

Поточний та підсумковий контроль проводяться відповідно до вимог Положення «Про порядок оцінювання знань студентів у Європейській кредитно-трансферній системі (ЄКТС) організації освітнього процесу», затвердженого вченою Радою СумДПУ імені А. С. Макаренка (протокол №7 від 23.02.2015).

Засобами та формами формативного оцінювання є: усне опитування, та коментарі викладача за його результатами, обговорення та самокорекція виконаної здобувачами освіти роботи, самооцінювання. Сумативне оцінювання включає оцінки за виконання завдань лабораторних занять (поточний контроль) та оцінок за виконання контрольних робіт. Оцінювання знань здобувачів освіти охоплює усі теми, які передбачені робочою програмою навчальної дисципліни.

7. Програма навчальної дисципліни

7.1. Інформаційний зміст навчальної дисципліни

РОЗДІЛ 1. МОЛЕКУЛЯРНІ МЕХАНІЗМИ ЗБЕРІГАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ГЕНЕТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Тема 1. Молекулярна біологія як наука.

Основні етапи розвитку науки. Визначення предмету молекулярної біології та його зв'язок з іншими біологічними дисциплінами. Історія розвитку молекулярної біології, основні етапи її становлення. Найвизначніші відкриття та досягнення молекулярної біології. ДНК та Нобелівські лауреати. Завдання та перспективи молекулярної біології на сучасному етапі її розвитку.

Тема 2. Будова та властивості нуклеїнових кислот.

Докази генетичної ролі нуклеїнових кислот. Хронологія відкриттів, що підготували створення Дж. Уотсоном та Ф. Кріком моделі подвійної спіралі ДНК. Локалізація ДНК у клітині. Типи клітинних ДНК.

Первинна структура нуклеїнових кислот. Нуклеозиди та нуклеотиди: їх будова та конформація. Нітратні (азотисті) основи та їх класифікація. Мінорні нітратні (азотисті) основи. Принципи вторинної структури ДНК. Правила Е. Чаргаффа. Модель ДНК Уотсона та Кріка. Параметри та архітектура подвійної спіралі ДНК. Принцип компліментарності. Міжланцюгові та внутрішньоланцюгові взаємодії в ДНК. Поліморфізм ДНК (форми В, А, С, D, E). Неканонічні форми ДНК (Z, H, хрести). Умови переходів між різними формами ДНК. Біологічне значення різних форм ДНК. Третинна структура ДНК. Властивості кільцевих ковалентно замкнутих ДНК. Явище суперспіралізації ДНК. Топологічні та геометричні характеристики кільцевих замкнутих ДНК: порядок (число) зачеплень, кручення (Tw), райзинг; зв'язок між ними – формула Уайта. Від'ємна та позитивна суперспіралізація. Суперспіралізація як спосіб запасання енергії. Третинна структура молекули ДНК у еукаріот. Хромосома як клітинний дезоксирибонуклеопротейд. Основні компоненти хроматину: ДНК, гістони, не гістонові білки, РНК; його структура і функції. Рівні компактизації ДНК: нуклеосомний, фібрилярний, петельний (доменний).

Фізико-хімічні властивості ДНК. Чутливість молекул ДНК до кислот, лугів, температури. Денатурація (плавлення) ДНК. «Відпал» – реасоціація (ренатурація) ДНК.

Класи клітинних РНК. Розмір молекул, локалізація у клітині та функції. Макромолекулярна структура РНК. Особливості будови. Первинна структура РНК, мономери. Особливості вторинної структури РНК: дволанцюгові спаралізовані ділянки, петлі, шпильки. Третинна структура РНК та принципи її утворення: водневі зв'язки, стекінг-взаємодія.

Тема 3. Характеристика та властивості геному.

Структурно-функціональна організація бактеріальних та еукаріотичних геномів. Молекулярно-біологічні методи аналізу генома: електрофорез, молекулярна гібридизація, блот-гібридизація, рестрикційне картування та секвенування ДНК, молекулярне клонування, ампліфікація ДНК *in vitro* – полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР).

Тема 4. Молекулярні механізми реплікації та репарації ДНК.

Принципи реплікації. Напівконсервативна модель реплікації ДНК. Ферментативний апарат ДНК-залежного синтезу. ДНК-полімерази про- та

еукаріотів. Основні етапи реплікації. Реплікація ДНК у прокаріот. Особливості реплікації ДНК у еукаріот.

Причини помилок під час синтезу ДНК. Основні типи репарабельних пошкоджень ДНК та принципи їх усунень: пряма реактивація, фотореактивація, ексцизійна репарація, індукована репарація, SOS-репарація, репарація неспарених нуклеотидів. Репаросома про- та еукаріот.

Тема 5. Молекулярні процеси реалізації генетичної інформації.

Транскрипція в клітинах прокаріот та еукаріот. Основні принципи транскрипції. Роль РНК-залежних ДНК-полімераз в процесі транскрипції. Транскрипція у прокаріот. Поняття про оперон та його будова. Основні етапи та регуляція транскрипції у прокаріот. Особливості транскрипції у еукаріот. Регуляція експресії: енхансери та сайленсери. Зворотна транскрипція – РНК-залежний синтез ДНК. Процесінг РНК.

Трансляція – рибосомний синтез білка. Генетичний код. Історія відкриття. Основні властивості. Основні етапи трансляції. Рекрутування амінокислот до білкового синтезу. Аміноацилактикування та акцептування амінокислот. Загальний механізм ініціації трансляції, фактори ініціації, послідовність процесів при ініціації. Елонгація трансляції. Термінація трансляції.

Тема 6. Сучасні молекулярно-біологічні методи.

Молекулярне клонування ДНК. Метод ПЛР (полімеразної ланцюгової реакції) – деякі аспекти теорії метода. Секвенування ДНК. Рестрикційний аналіз. Полімерфізм довжини рестрикційних фрагментів. Метод алельспецифічних олігонуклеотидів. ДНК-чіпи. ДНК-«fingerprinting», методи блотингу.

Геноміка, протеоміка та біоінформатика. Молекулярно-біологічні методи у сфері здоров'я людини і тварин: діагностика захворювань людини, генотерапія. Молекулярно-біологічні методи у фармакології: ДНК-вакцини та інші лікарські препарати. Ідентифікація організмів: археологія та систематика рослин, тварин і грибів. Молекулярно-біологічні методи у судовій медицині та криміналістиці. Використання рекомбінантних організмів для одержання комерційних продуктів.

РОЗДІЛ 2. ОСНОВИ БІОТЕХНОЛОГІЇ ТА ГЕННОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

Тема 7. Біотехнологія як міжгалузева наука та розділ практичних знань.

Предмет біотехнології як науки. Історія становлення та розвитку біотехнології як науки. Класифікація біотехнології за напрямками. Практичні задачі біотехнології.

Об'єкти біотехнології, основні вимоги до них. Мікроорганізми (бактерії і вищі протисти) – основні об'єкти біотехнології, їх переваги. Принципи добору біотехнологічних об'єктів. Методичні підходи до покращення штамів промислових мікроорганізмів.

Тема 8. Клітинна інженерія як наука і галузь біотехнології.

Потенційні загрози та біоризики від впровадження трансгенних технологій. Контроль біотехнологічних методів. Державний контроль досліджень у галузі трансгенних технологій. Методологія оцінок біобезпеки трансгенних організмів та отриманих з них продуктів.

[illegible]

Тема 1. Молекулярна біологія як наука.	12					12	10					10
Тема 2. Будова та властивості нуклеїнових кислот.	14	2		4		8	13	1		2		10
Тема 3. Характеристика та властивості геному.	12			2		10	15					15
Тема 4. Молекулярні механізми реплікації та репарації ДНК.	12	2		2		8	11				1	10
Тема 5. Молекулярні процеси реалізації генетичної інформації. Транскрипція. Трансляція.	14	2		4		8	11	1				10
Тема 6. Сучасні молекулярно-біологічні методи.	12	2		2		8	10					10
Всього	76	8		14		54	70	2		2	1	65
Тема 7. Біотехнологія як міжгалузева наука та розділ практичних знань.	8	2				6	10					10
Тема 8. Клітинна інженерія як наука і галузь біотехнології.	12	2		2		8	11	1				15
Тема 9.	10	2			2	8	11				1	10

Інженерна ензимологія як сучасна біотехнологічна наука.											
Тема 10. Генна інженерія як наука і галузь біотехнології.	14	2		4	2	8	13	1		2	10
Всього	44	8		6	4	30	50	2		2	1 45
Усього годин	120	16		20	4	84	120	4		4	2 11 0

7.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть годин	
		д.ф.н	з.ф.н
1.	Хімічний склад та структура нуклеїнових кислот	2	2
2.	Розв'язування задач з теми «Хімічний склад та структура нуклеїнових кислот»	2	
3.	Організація геномів про-та еукаріотів	2	
4.	Загальні закономірності реплікації ДНК	2	
5.	Реалізація генетичної інформації: транскрипція, трансляція	2	
6.	Регуляція експресії генів у про- та еукаріотів	2	
7.	Сучасні ДНК-технології	2	
8.	Методи клітинної інженерії	2	
9.	Технологія рекомбінантних ДНК	2	2
10.	Клітинні технології в рослинництві	2	
	Всього	20	4

8. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Галузі сучасної біотехнології : підручник для студентів спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / Дігтяр С. В., Єлізаров М. О., Мазницька О. В., Никифорова О. О., Новохатько О. В., Пасенко А. В., Сакун О. А. Загальна редакція професора Никифорова В. В. Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2021.184 с.

https://drive.google.com/drive/folders/17bA2ABokNCJ97_Wf1o8LtoFpbMIz81ix

2. Імобілізовані ферменти і клітини. Методичні рекомендації для самостійного вивчення дисципліни і виконання лабораторно-практичних робіт для здобувачів вищої освіти денної форми навчання СВО «Магістр», освітня спеціальність 162 – «Біотехнології та біоінженерія» /Уклад. О. І.

Юлевич. Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2020. 98 с. URL:

https://drive.google.com/drive/folders/17bA2ABokNCJ97_Wf1o8LtoFpbMIz81ix

3. Комісаренко С. В. Про результати виконання програми НАН України «Молекулярні та клітинні біотехнології для потреб медицини, промисловості та сільського господарства» / С. В. Комісаренко, В. В. Моргун. *Вісник Національної академії наук України*. 2020. № 1. С. 48–55. URL: <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/169809/browse?value=%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D1%96%D1%81%D0%B0%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%2C+%D0%A1.%D0%92.&type=author>

4. Кундельчук, О. П. Молекулярна екологія. Частина 1. Молекулярні основи функціонування організмів. Матеріали для підготовки до лабораторних та семінарських занять: навч.-метод. посіб. для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр спеціальностей 091 Біологія, 014.05 Середня освіта (Біологія), 101 Екологія денної та заочної форм навчання / О. П. Кундельчук, М. М. Сидорович. – Херсон : ФОП Вишемирський В.С., 2021. – 162 с. URI: <http://ekhsuir.kspu.edu/123456789/1338>

5. Лобова О.В., Левішко А.С., Гуменюк І.І. Біотехнології: Навч. посібник. К.: Видавництво НУБіП України 2021, 548 с. URL: https://drive.google.com/drive/folders/17bA2ABokNCJ97_Wf1o8LtoFpbMIz81ix

6. Методика розв'язання задач та завдань з біології: методичні вказівки до практичних занять та виконання здобувачами освіти самостійної роботи / укладач Торяник В. М.. Суми : ФОП Цьома С.П., 2023. 39 с. URL: <https://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/12930>

7. Методичні рекомендації до розв'язування типових задач з генної інженерії [Текст]: для самостійної роботи здобувачів вищої освіти за ОПП 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини), 091 Біологія / укладач В. М. Торяник. Суми : ФОП Цьома С. П., 2022. 18 с. URL: <https://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/12929>

8. Методичні вказівки до лабораторних занять з «Молекулярної біології з основами біотехнології та генної інженерії» (для студентів спеціальності 014 Середня освіта (Біологія та здоров'я людини) / Уклад. Торяник В.М. Суми : ФОП Цьома, 2023. 28 с. URL: <https://repository.sspu.sumy.ua/handle/123456789/312/simplesearch?filterquery=Toranyk%2C+Valentyna+Mykolaivna&filtername=author&filtertype>equals>

9. Мистецтво перетворень у світі вірусів та бактерій: наук. допом. бібліогр. покажч. / [уклад. В. С. Каленська] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 126 с. URL: https://dspace.nuft.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/34265/1/The_art_of_transformation_in_the_world_of_viruses_and_bacteria.pdf

10. Шапран Ю. П. Біотехнологія, генна інженерія: навч.-метод. посіб. Переяслав-Хмельницький (Київ.обл.): Домбровська Я., 2019. 132 с. URL: <http://ephsheir.phdpu.edu.ua/xmlui/handle/8989898989/4250?show=full&locale-attribute=en>

11. Attila Fehér «Callus, Dedifferentiation, Totipotency, Somatic Embryogenesis: What These Terms Mean in the Era of Molecular Plant Biology?», [Department of Plant Biology, University of Szeged, Szeged, Hungary, Institute of Plant Biology, Biological Research Centre, Hungarian Academy of Sciences, Szeged, Hungary], Front. Plant Sci., 26 April 2019. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31134106/>

12. Hofmann, F., Schon, M. A., and Nadine, M. D. (2019). The embryonic transcriptome of *Arabidopsis thaliana*. Plant Reprod. 32, 77–91. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30610360/>

Додаткові

1. Біологічна та біоорганічна хімія: підручник. У 2 т. Т. 1 «Молекулярна організація живого. Метаболізм та біоенергетика». Т. 2 «Біохімічні основи молекулярної біології, міжклітинних комунікацій і регуляторних систем» / Л. І. Остапченко, В. К. Рибальченко. – К.: ВПЦ «Київський університет». Т. 1, 2014. 1044 с.; Т. 2, 2015. 918 с.

2. Бібліографічний список № 6910 УДК 664 Біотехнологія, інновації та нанотехнології в харчовій промисловості. Книги, журнальні статті та автореферати дисертацій 2018–2020рр. 128 назв укр. та рос. мовами Київ–2020 Каталоги ДНТБ України. 2018–2020 рр. Електронні каталоги інших бібліотек. 2018–2020 рр. Укладач : Іванова Л. Д.

3. Біотехнологія рослин : [навчальний посібник] / Т. М.Сатарова, О. Є.Абраїмова, А. І.Вінніков, А. В.Черенков. Дніпропетровськ: Адверта, 2016. 136 с. URL: https://institut-zerna.com/library/docs/biotechnologia_roslin.pdf

4. Буценко Л. М., Пирог Т. П. Біотехнологічні методи захисту рослин: підручник. К.: Видавництво Ліра, 2018. 346 с. URL: <https://lira-k.com.ua/preview/12391.pdf>

5. Генетична інженерія в тваринництві. Методичні рекомендації для проведення лабораторно-практичних занять для здобувачів вищої освіти ступеня «бакалавр» спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / І. Ю. Горбатенко, Є. В. Баркар, Т. М. Манушкіна, О. І. Юлевич. Миколаїв: Миколаївський національний аграрний університет, 2018. 46 с. URL: https://drive.google.com/drive/folders/17bA2ABokNCJ97_Wf1o8LtoFpbMIz81ix

6. Грегірчак Н. М., Антонюк М. М., Буценко Л. М. Імобілізовані ферменти і клітини в біотехнології: Навч. посіб. К.: НУХТ, 2015. 267 с.

7. Довгопола Л. І. Молекулярна біологія. Методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів біологічних спеціальностей педагогічних закладів вищої освіти. Переяслав-Хмельницький (Київ. обл.): Домбровська Я. М., 2018. 74 с. URL: <http://ephsheir.uhsp.edu.ua/bitstream/handle/8989898989/3660/%D0%9C%D0%B E%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD %D0%B0%20%D0%B1%D1%96%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1% 96%D1%8F.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

8. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник / М. Д. Мельничук, О. Л. Кляченко, В. В.Бородай, Ю.В.Коломієць. Київ: ФОП Корзун Д. Ю., 2014. 252 с.

9. Задерей Н. С. Біотехнологія рослин : навч.-метод. посібн. /Н. С. Задерей. Одеса: Одеський національний університет імені І. І. Мечникова, 2015. 84 с.

10. Конспект лекцій з дисципліни “Екологічна біотехнологія ” для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 101 Екологія /Укладачі: Корнієнко І.М., Непошивайленко Н.О. Кам’янське: ДДТУ, 2017. 55 с. URL: <https://drive.google.com/drive/folders/1NH5gZB0IjbQbTfzWelJzGCNMNhYguZQt>

11. Основи біотехнології рослин: конспект лекцій з дисципліни «Основи біотехнології рослин» для студентів спеціальності 6.051401 «Екобіотехнологія» /Лобова О.В., Пилипчук О.О. Київ: НУБіП, 2014. 118 с. URL:https://drive.google.com/drive/folders/17bA2ABokNCJ97_Wf1o8LtoFpbMIz81ix

Мельничук М.Д. Загальна (промислова) біотехнологія: навчальний посібник/ М.Д. Мельничук, О.Л.Кляченко, В.В.Бородай, Ю.В.Коломієць. Київ: ФОП Корзун Д.Ю., 2014. 252 с. URL: https://drive.google.com/drive/folders/17bA2ABokNCJ97_Wf1o8LtoFpbMIz81ix

12. Мельничук М.Д., Кляченко О.Л. Біотехнологія а агросфері: Навчальний посібник. К., 2014. 245 с. URL: https://drive.google.com/drive/folders/17bA2ABokNCJ97_Wf1o8LtoFpbMIz81ix

13. Методичні рекомендації до розділу «Молекулярна біотехнологія» курсу «Загальна біотехнологія» /Упорядн. Драницина А. С., Савчук О. М., Гребіник Д. М., Кравченко О.О., Остапченко Л. І. Київ : ННЦ «Інститут біології та медицини» КНУ імені Тараса Шевченка, 2018. 179 с. URL: https://drive.google.com/drive/folders/15ITCsa3Pj8_rfnauLv0ZGrDJZdLAYRTK

14. Молекулярна генетика та технології дослідження геному : навч. посіб. / [М. І. Гиль, О. Ю. Сметана, О. І. Юлевич та ін.] ; за ред. професора М. І. Гиль. Миколаїв : МНАУ, 2014. 280 с.

15. Огурцов А. Н. Основы генной инженерии и биоинженерии : учеб. пособие :в 2-х ч. – Ч. 1. : Молекулярные основы генных технологий /А. Н. Огурцов, О. Н. Близнюк, Н. Ю. Масалитина. Харьков : НТУ«ХПИ», 2018. 288 с. URL: https://drive.google.com/drive/folders/17bA2ABokNCJ97_Wf1o8LtoFpbMIz81ix

16. Остапченко Л. І., Гребіник Д. М. Біохімія нуклеїнових кислот. Навчальний посібник. К. : КНУ ім. Т.Шевченка, 2013. 290 с.

17. Пирог Т. П., Іутинська Г. О., Софілканич А. П., Конон А. Д. Мікробні поверхнево-активні речовини у природоохоронних технологіях. К.: Наукова думка, 2016. 278 с.

18. Пляцук Л. Д. Екологічна біотехнологія : принципи створення біотехнологічних виробництв : навч. посіб. / Л. Д. Пляцук. Суми : Сумський державний університет, 2018. 293 с. URL:

19. Селекційні, генетичні та біотехнологічні методи удосконалення і збереження генофонду порід сільськогосподарських тварин / [М. В. Гладій та ін. ; за ред. М. В. Гладія, Ю. П. Полупана] ; Ін-т розведення і генетики тварин ім. М. В. Зубця НААН. Полтава : Техсервіс, 2018. 791 с.

20. Харчова біотехнологія: підручник / Пирог Т. П., Антонюк М. М., Скороцька О. І., Кігель Н. Ф. Київ: Ліра, 2016. 408 с.

21. Швед О. В. Екологічна біотехнологія. Кн. 1: навчальний посібник / О. В. Швед, Р. О. Петріна, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 424 с.

22. Швед О. В. Екологічна біотехнологія. Кн. 2: навчальний посібник / О. В. Швед, Р. О. Петріна, О. З. Комаровська-Порохнявець, В. П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2018. 368 с.

23. Yuri Yamauchi, Motoi Makihara, Atsushi Ishikawa «Leaf age and time of inoculation contribute to nonhost resistance to *Pyricularia oryzae* in *Arabidopsis thaliana*», 2017 Volume 34 Issue 4 Pages 207–210. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31275030/>

24. Fehér, A., Bernula, D., and Katalin, G. (2016). «The many ways of somatic embryo initiation» in *Somatic Embryogenesis: Fundamental Aspects and Applications*, eds V. M. Loyola-Vargas and N. Ochoa-Alejo (Cham: Springer International Publishing), 23–37. URL: <https://www.worldcat.org/title/somatic-embryogenesis-fundamental-aspects-and-applications/oclc/1050016905>

25. Ikeuchi, M., Iwase, A., Rymen, B., Lambolez, A., Kojima, M., Takebayashi, Y., et al. (2017). Wounding triggers callus formation via dynamic hormonal and transcriptional changes. *Plant Physiol.* 175, 1158–1174. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28904073/>

26. Ikeuchi, M., Shibata, M., Rymen, B., Iwase, A., Ba, A., Watt, L., et al. (2018). A gene regulatory network for cellular reprogramming in plant regeneration. *Plant Cell Physiol.* 59, 770–782. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29462363/>

27. Perez-Garcia, P., and Moreno-Risueno, M. A. (2018). Stem cells and plant regeneration. *Dev. Biol.* 442, 3–12. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29981693/>

Інформаційні ресурси

Дистанцій курс в Moodle на власному сервері університету (<https://dl.sspu.edu.ua>)

Молекулярна біологія. Новини молекулярної біології. URL: <http://sci-lib.com/molecular-biology>

EMBL (European Molecular Biology Laboratory) – база даних усіх розшифрованих нуклеотидних послідовностей (ДНК і РНК) Європейської молекулярнобіологічної лабораторії, яка працює при Європейському інституті біоінформатики (the European Bioinformatics Institute (EBI)). URL: <https://www.embl.org/>

Основний інструмент пошуку нуклеотидних послідовностей та поліпептидних послідовностей BLAST. URL: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>

База даних аналізу поліпептидних послідовностей ExPASy (Expert Protein Analysis System) Translation Tool – Swiss Institute of Bioinformatics. URL: <http://web.expasy.org/translate/>

База даних аналізу поліпептидних послідовностей EMBOSS Transeq from EBI. URL: <http://www.ebi.ac.uk/Tools/st/>

UniProt – найбільша якісна база даних, яка містить амінокислотні послідовності білків (консорціум UniProt утворюють Європейський Інститут Біоінформатики (EBI), Швейцарський Інститут Біоінформатики (SIB) та Ресурс Інформації про Протеїни (PIR)). URL: <https://www.ebi.ac.uk/uniprot/index>

База DNA to Protein Translation. URL: <http://bio.lundberg.gu.se/edu/translat.html>

Київська енциклопедія генів і геномів – Kyoto ENCyclopedia of Genes and genomes. Pathway Database. URL: www.genome.jp/kegg/KEGG

ChEMBL або ChEMBLdb – база хімічних молекул з біоактивними властивостями, що підтримується Європейським Інститутом Біоінформатики (EBI), Європейською Лабораторією Молекулярної Біології (EMBL), розташовується у Wellcome Trust Genome Campus, Хінкстон, Велика Британія. URL: <https://www.ebi.ac.uk/chembl/>

URL: <https://www.genome.gov/genetics-glossary>

URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

URL: <https://www.genome.gov/human-genome-project>

URL: https://www.sciencedaily.com/terms/molecular_biology.htm

URL: <https://di.uq.edu.au/community-and-alumni/sparq-ed/cell-and-molecularbiologyexperiences/dna-restriction-and-electrophoresis/introduction-molecularbiology>

MERLOT – Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching. URL: <http://www.merlot.org/merlot/index.htm>. Розділ «Biology». URL:

<http://www.merlot.org/merlot/materials.htm?category=2608&soft.hroperty=overall Rating>

iLumina – digital library of educational resources for science and mathematics. URL: <http://www.ilumine-dlib.org/index.asp>. Розділ «Biology». URL: <http://www.ilumine-dlib.org/browse.asp?taxon1=Biology>

ben-BioSciEdNet-National for Science Digital Library (NSDL) portal for teaching and learning in the biological sciences. URL: <http://www.bioscienednet.org/portal/index.php>. Розділ «Bioinformatics, Genomics and Proteomics». URL: <http://www.bioscienednet.org/portal/search/browse.php?step=2&nav=main&by=subject&filter=&value=Bioinformatics+Genomics+Proteomics&freeResourcesOnly=yes>

Офіційний веб-сайт Нобелівської премії. URL: <https://www.nobelprize.org/>

Офіційний сайт онлайн-бібліотеки освітньої та наукової літератури. URL: <https://eduknigi.com> Сайт електронної бібліотеки підручників. URL: <http://studentam.kiev.ua>

Сайт безкоштовних електронних підручників онлайн. URL: <https://pidru4niki.com>

Сайт наукової бібліотеки СумДПУ імені А. С. Макаренка. URL: <https://library.sspu.edu.ua/>

Український портал “Genetically Modified Plants Gateway”, що постійно оновлюється сертифікованими методиками та протоколами для аналізу вмісту генетично модифікованих компонентів у продуктах на основі рослинної сировини. URL: <http://gmpgw.ifbg.org.ua:8080/gmodb>.

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

- мультимедійний комплекс;
- підручники та навчальні посібники, зазначені у списку, електронний каталог бібліотеки Сумського державного педагогічного університету, інституційний репозитарій eSSPUiR;
- інформаційні ресурси, зазначені у списку;
- відеоматеріали за темами курсу;
- лабораторне обладнання для виділення ДНК з біоматеріалу та отримання і підтримання клітинних культур.