

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» 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ОК 2.20 Біотехнологія

галузь знань: 09 Біологія

спеціальність: 091 Біологія

освітньо-професійна програма: Біологія. Прикладна біологія

мова навчання: українська

Погоджено науково-методичною
комісією природничо-географічного
факультету

«29» серпня 2025 р.

Голова

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

Суми – 2025

Розробник: Торяник В.М., канд. біол. наук, доцент, доцент кафедри біології та методики навчання біології

Робоча програма розглянута на засіданні кафедри біології та методики навчання біології
Протокол № 1 від «28» серпня 2025 року.

Завідувач кафедри
канд. біол. наук, доцент



Юлія ЛИТВИНЕНКО

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Бакалавр	Обов’язкова	
Загальна кількість годин – 120		Рік підготовки:	
		4-й	4-й
		Семестр	
		7-й	7-й
		Лекції	
		24 год.	...год.
		Лабораторні	
		30 год.	... год.
		Самостійна робота	
		62 год.	8...год.
		Консультації	
		4 год.	...
		Вид контролю: залік	

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Біотехнологія» є складовою частиною загальнобіологічної підготовки біологів за освітньо-професійною програмою «Біологія. Прикладна біологія» першого рівня вищої освіти, **головна мета** якої – сформувати у студентів знання про 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, охороні природи, сільському господарстві, медицині тощо; сформувати у студентів знання про сучасний стан і перспективи розвитку генетичної інженерії як методу спрямованого конструювання генетичної інформації за допомогою рекомбінантних ДНК.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Перелік дисциплін, які мають бути вивчені раніше: цитологія, гістологія, ботаніка, зоологія, мікробіологія з основами вірусології та імунології, молекулярна біологія, анатомія людини, фізіологія людини, фізіологія рослин, екологія, охорона природи, органічна хімія, біохімія, математична статистика.

Вивчення дисципліни передбачає дотримання положень Кодексу академічної доброчесності СумДПУ імені А. С. Макаренка, затвердженого наказом № 420 від 30 вересня 2019 року.

4. Критерії оцінювання результатів навчання

Шкала ECTS	Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача освіти
90–100	Глибоко і міцно засвоїв програмний матеріал з охорони природи; 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 студент 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 лабораторних робіт, володіє в повному обсязі специфічним поняттєво-термінологічним апаратом з охорони природи.
82–89	Твердо знає програмний матеріал, грамотно й по суті викладає його; не допускає суттєвих неточностей у відповідях на питання, правильно застосовує теоретичні положення при вирішенні практичних питань і задач, впевнено володіє необхідними навичками і прийомами їх виконання, коректно встановлює причинно-наслідкові зв'язки.
74–81	Знає програмний матеріал, грамотно й по суті викладає його, але допускає деякі неточності під час відповіді; правильно застосовує теоретичні положення при вирішенні практичних питань і задач, 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.
64–73	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 робіт і розв'язанні задач.
60–63	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.
35–59	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.
1–34	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	T7	T8	T9	T10	T11	T12	KP	60	100
Поточний контроль														
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			
Самостійна робота													40	
1	2	1	2	1	2	1	2	2	2	2	2	20		

T1, T2, ...T12 – теми; KP – контрольна робота

Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти (ЗФН)

Розділ 1							Розділ 2						Разом	Загальна сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	KP	40	100
Поточний контроль														
2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4			
Самостійна робота													60	
2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	20		

T1, T2, ...T12 – теми; KP – контрольна робота

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

5. 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 контрольної роботи за результатами

виконання самостійної роботи. Оцінювання знань здобувачів освіти охоплює усі теми, які передбачені робочою програмою навчальної дисципліни.

Форми і види самостійної роботи

- підготовка до аудиторних занять (лекцій та практичних);
- конспекти з теми за розробленим здобувачем планом; складання анотацій, розв'язання творчих завдань;
- вивчення матеріалу, винесеного на самостійне опрацювання;
- пошук (підбір) та огляд літератури і електронних джерел інформації з проблем навчального курсу;
- аналіз наукових публікацій з визначеної викладачем теми;
- підготовка доповідей, виступу до наукового заходу;
- бібліографічний огляд літератури за конкретною проблематикою;
- розробка мультимедійної презентації;
- опрацювання термінології та понять.

Форми і методи контролю самостійної роботи:

- залік; тестування;
- проведення контрольних робіт; письмові чи усні опитування здобувачів;
- поточний контроль виконаних практичних робіт;
- поточний контроль виконаних практичних завдань, розрахункових завдань;
- поточний контроль засвоєння матеріалу практичних занять на основі відповідей на запитання, повідомлень, доповіді, дискусій.

6. Програма навчальної дисципліни

6.1. Інформаційний зміст навчальної дисципліни

Розділ 1. Біотехнологія як міжгалузева наука та розділ практичних знань.

Тема 1. Біотехнологія як наука.

Предмет біотехнології як науки. Історія становлення та розвитку біотехнології як науки. Основні стимули розвитку сучасної біотехнології. Класифікація біотехнології за напрямками. Зв'язок біотехнології з біологічними, хімічними, технічними та іншими науками. 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. Генетичні способи покращення продуцентів. Отримання продуцентів шляхом ступінчастого добору випадкових мутацій і добір продуцентів із заданим фенотипом.

Тема 2. Основні типи та принципи промислової організації біотехнологічних процесів.

Технологічні процеси в біотехнології. Елементи біотехнологічних процесів. Критерії оцінки ефективності біотехнологічних процесів. Контроль і управління біотехнологічними процесами, їх моделювання та оптимізація.

Вимоги до поживних субстратів, що використовуються у біотехнологічних процесах. Сировинна база біотехнології. Природні сировинні субстрати. Відходи виробництва як потенційні субстрати для культивування біологічних об'єктів.

Основні характеристики ферментерів та біореакторів. Спеціалізовані ферментаційні технології. Типи і режими ферментації. Принцип масштабування технологічних процесів: лабораторні, пілотні, промислові установки.

Тема 3. Клітинна інженерія.

Методи клітинної інженерії. Методи культивування клітин вищих організмів. Основні параметри росту культур. Особливості культивування клітин вищих рослин, клітин тварин. Кінцеві стадії отримання цільового продукту. Відокремлення біомаси: флотація.

Фільтрування, центрифугування. Виділення цільового продукту: осадження, екстрагування, адсорбція, електрохімічні методи, іонообмінна хроматографія тощо. Концентрування, зневоднення, модифікація та стабілізація цільового продукту. Класифікація продуктів біотехнологічного виробництва.

Тема 4. Культура рослинних тканин і клітин.

Середовища для мікроклонального розмноження рослин. Основні компоненти поживних середовищ для культури тканин рослин. Калусні і суспензійні культури клітин вищих рослин, методи їх отримання і галузі застосування. Протопласти рослинних клітин, їх отримання, методи регенерації і культивування. Методи гібридизації рослинних клітин.

Тема 5. Культура тваринних клітин. Клонування тварин.

Поживні середовища для культивування тваринних клітин та тканин.

Культивування клітин і тканин тварин і людини. Отримання моноклональних антитіл. Клонування тварин. Технологія клонування. Проблеми клонування.

Тема 6. Стовбурові клітини. Клітинна терапія.

Властивості стовбурових клітин (тотипотентність, плюрипотентність, уніпопотентність). Типи стовбурових клітин. Ембріональні стовбурові клітини. Стромальні стовбурові клітини. Гемопоетичні стовбурові клітини. Джерела сировини для отримання стовбурових клітин. Культивування стовбурових клітин у лабораторних умовах. Практика трансплантаційних технологій ембріональних стовбурових клітин. Стовбурові клітини і клітинна медицина. Потенційні загрози та біоризики від застосування стовбурових клітин.

Тема 7. Інженерна ензимологія.

Інженерна ензимологія як сучасна біотехнологічна наука. Імобілізовані ферменти і клітини, переваги їх використання. Класифікація та характеристика носіїв, методи імобілізації ферментів та клітин. Застосування імобілізованих ферментів у медицині, харчовій промисловості, охороні довкілля та інших галузях діяльності людини.

Розділ 2. Генна інженерія як наука і галузь біотехнології.

Тема 8. Методологія отримання рекомбінантних ДНК.

Основні відкриття молекулярної біології, що обумовили виникнення генної інженерії. Загальна характеристика технології рекомбінантних ДНК.

Інструменти генної інженерії. Ферменти, що використовуються у генній інженерії. Рестрикційні ендонуклеази. Методи отримання фрагментів ДНК.

Характеристика векторних молекул, вимоги до векторів. Класифікація векторів.

Методи створення рекомбінантних ДНК (об'єднання клонованих фрагментів ДНК і векторних молекул). Векторні системи для клонування у клітинах прокариотів та еукаріотів. Стратегії клонування і експресії чужорідної генетичної інформації в клітинах різних організмів. Полімеразна ланцюгова реакція. Банки генів і клонотеки геномів.

Способи введення рекомбінантних ДНК в клітини різних організмів. Пошук клонів з рекомбінантною ДНК. Методи блотингу.

Характеристики клонованих послідовностей ДНК. Рестрикційний аналіз. Полімерфізм довжини рестрикційних фрагментів. Секвенування. Методи секвенування. Алельспецифічні олігонуклеотиди. ДНК-чіпи. ДНК-«відбитки пальців».

Тема 9. Генно-інженерні підходи до створення інтенсивних технологій у рослинництві.

Генна інженерія рослин. Вектори для трансформації рослин. Напрямки трансгенізації рослин. Різноманітність трансгенних рослин.

Тема 10. Генно-інженерні підходи до створення інтенсивних технологій у тваринництві.

Генна інженерія тварин. Вектори для трансформації тварин. Технологія одержання транс генних тварин.

Тема 11. Генна інженерія в медицині.

Генна терапія. Історія розвитку. Види. Вектори для генної терапії. Проблеми і перспективи генної терапії.

Біотехнологія і медицина та фармакологія. Традиційні та генноінженерні технології отримання антибіотиків, гормонів, інтерферонів у промислових масштабах. Вакцини на основі нуклеїнових кислот.

Тема 12. Потенційні загрози та біоризики від впровадження трансгенних технологій. Контроль біотехнологічних методів.

Причини й зміст суспільного занепокоєння застосування генетично модифікованих організмів. Сутність генетичного ризику й можливі небезпеки трансгенних організмів та отриманих з них продуктів. Державний контроль досліджень у галузі трансгенних технологій. Методологія оцінок біобезпеки трансгенних організмів та отриманих з них продуктів.

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	У с ь о г о	у тому числі					Усьо го	у тому числі				
		Ле кці ї	Пр акт ич ні	Л аб ор ат ор ні	К о н с у л ь т а ц ії	Са мос тій на роб ота		Ле кці ї	П р а к т и ч н і	Л а б о р а т о р н і		Са мо сті йн а ро бо та
Розділ 1. Біотехнологія як міжгалузева наука та розділ практичних знань												
Тема 1. Біотехнологія як наука	6	2	2			5	6					6
Тема 2. Основні типи та принципи промислової організації біотехнологічних процесів	7	2	2			5	7			1		6
Тема 3. Клітинна інженерія	8	2	2		1	5	8	1		1		6
Тема 4. Культура рослинних тканин і клітин	7	2	2			5	6					6
Тема 5. Культура тваринних клітин. Клонування тварин	5	2	2			5	6					6
Тема 6. Стовбурові клітини. Клітинна терапія	7	2	2			5	7			1		6
Тема 7. Інженерна ензимологія	7	2	2		1	5	7	1				6
Разом	47	14	14		2	35	47	2		3		42
Розділ 2. Генна інженерія як наука і галузь біотехнології												
Тема 8. Методологія отримання рекомбінантних ДНК.	16	4	8		1	7	10	1		1		8

Тема 9. Генно-інженерні підходи до створення інтенсивних технологій у рослинництві	7	1	2		1	5	9			1		8
Тема 10. Генно-інженерні підходи до створення інтенсивних технологій у тваринництві	7	1	2			5	9			1		8
Тема 11. Генна інженерія в медицині	7	2	2			5	8					8
Тема 12. Потенційні загрози та біоризики від впровадження трансгенних технологій. Контроль застосування біотехнологічних методів	6	2	2			5	7	1				6
Разом	43	10	16		2	28	43	2		3		38
Усього годин	120	24	30		4	62	120	4		6		80

Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	К-сть годин	
		д.ф.н	з.ф.н
1.	Біотехнологічні об'єкти	2	
2.	Основні характеристики біотехнологічного виробництва	2	
3.	Традиційні біотехнології	2	
4.	Клітинна інженерія	2	
5.	Клітинні технології у медицині. Клітинна терапія.	2	
6.	Методи виділення ДНК з біологічного матеріалу	6	
7.	Технологія рекомбінантної ДНК. Рестриктази	2	
8.	Технологія рекомбінантної ДНК. Вектори	2	
9.	Технологія рекомбінантних ДНК. Характеристика клонованих послідовностей	4	
10.	Трансгенні тварини	2	
11.	Трансгенні рослини	2	
12.	Біотехнологія вакцин	2	
	Разом	30	

7. Рекомендовані джерела інформації

Основна

1. Капрельянц Л.В. Теоретичні основи біотехнології, навчальний . посібник – Харків, ФАКТ: 2020. – 296 с.

2. 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>

3. 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>

4. 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=Torianyk%2C+Valentyna+Mykolaivna&filtername=author&filtertype>equals>

Додаткові

1. Бібліографічний список № 6910 УДК 664 Біотехнологія, інновації та нанотехнології в харчовій промисловості Книги, журнальні статті та автореферати дисертацій 2018–2020 рр. 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.

2. Біотехнологія : навч. посіб. / О. О. Воронкова та ін. – Дніпро : Ліра, 2018. Т. 1. 200 с.

3. Біотехнологія з основами екології: навчальний посібник / Трохимчук І. М., Плюта Н. В., Логвиненко І. П., Сачук Р. М. Київ: Видавничий дім «Кондор», 2019. 304 с. URL: http://library.kpi.kharkov.ua/ru/ecology_geology/%D0%B1%D1%96%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F-%D0%B7-%D0%BE%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BC%D0%B8-%D0%B5%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97

4. Біотехнологія рослин : [навчальний посібник] / Т.М.Сатарова, О.Є.Абраїмова, А.І.Вінніков, А.В.Черенков. Дніпропетровськ: Адверта, 2016. 136 с.

5. Волова Т.Г. Введение в биотехнологию. Учебное пособие [Електронний ресурс]. URL: <http://www.twirpx.com/file/332038/>.

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

7. Загальна біотехнологія [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для здобув. освіт. рівня «Бакалавр» спец. 162 «Біотехнології та біоінженерія» освіт.–проф. програми «Біотехнологія» ден. та заоч. форм навч. / уклад. : Ю. М. Пенчук ; Нац. ун–т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2019. 74 с. URL: <https://dntb.gov.ua/wp->

content/uploads/2021/02/%D0%91%D1%96%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%8F-%D1%96%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D1%86%D1%96%D1%97-%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97-%D0%B2%D1%85%D0%B0%D1%80%D1%87%D0%BE%D0%B2%D1%96%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%96.pdf

8. 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>

9. Дробик Н. М., Гуменюк Г. Б., Грубінко В. В. Лабораторний практикум з біотехнології. Тернопіль, 2019. 124 с.

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

11. Катлинский А.В., Сазыкин Ю.О., Орехов С.Н., Чакалева И.И. Курс лекций по биотехнологии [Електронний ресурс]. URL: http://www.fptl.ru/biblioteka/biotechnologiya/katlinskyj_biotechnology.pdf.

12. 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: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPIPress/37313/1/Book_2018_Ogurtsov_Osnovy_gennoy_inzh_Ch_2.pdf

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

14. Пирог Т.П., Пенчук Ю.М. Біохімічні основи мікробного синтезу: підручник. К.:Видавництво Ліра-К, 2019. 258с

15. Пляцук Л. Д. Екологічна біотехнологія : принципи створення біотехнологічних виробництв : навч. посіб. / Л. Д. Пляцук. – Суми : Сумський державний університет, 2018. 293 с. URL: https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/70819/1/Pliatsuk_Chernysh_Biotechnology.pdf;jsessionid=C2CA6E7B00FC023B31DD430B7D104FA0

14. 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.

16. Теоретичні основи біотехнології [Електронний ресурс] : лабораторний практикум для здобувачів освіт. ступ. «Бакалавр» спец. 162 «Біотехнології та біоінженерія» освіт.–проф. програми «Біотехнології: фармацевтична, промислова, харчова,

природоохоронна» ден. та заоч. форм навч. / уклад. : О. І. Семенова, Н. О. Бублієнко, А. В. Котинський ; Нац. ун–т харч. технол. Київ : НУХТ, 2019. 58 с.

17. Харчова біотехнологія [Електронний ресурс] : метод. рекомендації до вивч. дисц. та викон. контрол. роботи для здобувачів освіт. ступ. «Бакалавр». спец. 162 «Біотехнології та біоінженерія» освіт.–проф. програми «Біотехнологія» заоч. форми навч. / уклад. : В. П. Стабніков ; Нац. ун–т харч. технол. Київ : НУХТ, 2019. 24 с.

18. Шапран Ю.П. Біотехнологія, генна інженерія: навч.-метод. посіб. Переяслав-Хмельницький (Київ.обл.): Домбровська Я., 2019. 132 с. URL: http://ephseir.phdpu.edu.ua/bitstream/handle/8989898989/4250/%D0%91%D0%86%D0%9E%D0%A2%D0%95%D0%A5%D0%9D%D0%9E%D0%9B%D0%9E%D0%93%D0%86%D0%AF_%D0%93%D0%95%D0%9D%D0%9D%D0%90_%D0%86%D0%9D%D0%96%D0%95%D0%9D%D0%95%D0%A0%D0%86%D0%AF_%D0%A8%D0%90%D0%9F%D0%A0%D0%90%D0%9D_%D0%94%D1%80%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9.pdf?sequence=1&isAllowed=y

19. 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. URL: <https://vlp.com.ua/node/19262>

20. 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

21. 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>

22. 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/>

23. Ikeuchi, M., Ogawa, Y., Iwase, A., and Sugimoto, K. (2016). Plant regeneration: cellular origins and molecular mechanisms. *Development* 143, 1442–1451. URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29462363/>

24. 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.

25. 1st Edition Plant Biotechnology By S. Umesha Copyright Year 2019; Published January 16, 2019 by CRC Press, 436 pages 43. Plant Biotechnology Volume 1 : Principles, techniques and applications Authors: Prasant Kumar, January 2018

15. Haitham E. M. Zaki, Shuji Yokoi «A comparative in vitro study of salt tolerance in cultivated tomato and related wild species», 2016 Volume 33 Issue 5 Pages 361-372

16. 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/>

17. Keisuke Tasaki, Hiroyuki Terada, Chikara Masuta, Masumi Yamagishi «Virus-induced gene silencing (VIGS) in *Lilium leichtlinii* using the Cucumber mosaic virus vector», 2016 Volume 33 Issue 5 Pages 373-381

18. 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/>

19. 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/>

Інформаційні ресурси:

1. LabXchange is a global science classroom open to every curious mind. URL: <https://www.labxchange.org/library>
2. Кіотська енциклопедія генів і геномів. Kyoto ENCYCLOPEDIA of Genes and genomes. Pathway Database. URL: www.genome.jp/kegg/KEGG
3. Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. URL: www.nbuv.gov.ua
4. Електронна бібліотека України. URL : www.ELibUkr.org
5. «Для всіх, хто навчається». Велика бібліотека навчально-методичної літератури. URL: <http://metodportal.net>
6. Наукова електронна бібліотека. (Книги, підручники, дисертації, автореферати). URL: <http://www.nbuv.gov.ua/portal>
7. Офіційний сайт онлайн-бібліотеки освітньої та наукової літератури. URL: <https://eduknigi.com>
8. Сайт електронної бібліотеки підручників. URL: <http://studentam.kiev.ua>
9. Сайт наукової бібліотеки СумДПУ імені А. С. Макаренка. URL: <https://library.sspu.edu.ua/>
10. Сайт безкоштовних електронних підручників онлайн. URL: <https://pidru4niki.com>
11. Офіційний веб-сайт Нобелівської премії. URL: <https://www.nobelprize.org/>

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

- мультимедійний комплекс;
- 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..