

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Кафедра екологічної безпеки та екологічної освіти

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Пантелеймонов А.В.

“ _____ ” _____ 2019 р.

Робоча програма навчальної дисципліни

Біотехнології

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти _____ перший /бакалавр _____
галузь знань _____ 10 «Природничі науки» _____
(шифр і назва)
спеціальність _____ 101 «Екологія» _____
(шифр і назва)
освітня програма _____ Екологія та охорона навколишнього середовища _____
(шифр і назва)
спеціалізація _____
(шифр і назва)
вид дисципліни _____ за вибором _____
(обов'язкова / за вибором)
факультет _____ екологічний _____

2019 / 2020 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження вченою радою екологічного факультету

“29” серпня 2019 року, протокол № 14

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Кривицька І. А. - доц. каф. екологічної безпеки та екологічної освіти

Програму схвалено на засіданні кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти

Протокол від “29”серпня 2019 року № 15

Завідувач кафедри екологічної безпеки та екологічної освіти

_____ проф. Некос А. Н.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Програму погоджено науково - методичною комісією екологічного факультету

Протокол від “29”серпня 2019 року № 10

Голова науково - методичної комісії екологічного факультету

_____ Максименко Н. В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни “Основи біотехнології” складена відповідно до освітньо-професійної (освітньо-наукової) програми підготовки бакалавр спеціальності (напряму) 6.040106 Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Метою викладання навчальної дисципліни «Основи біотехнології» є вивчення сучасного стану біотехнології, фундаментальних основ і практичного використання її розвитку у розв’язанні екологічних проблем. Формування екологічного світогляду майбутніх фахівців-екологів, формування усвідомлення та розуміння студентами, що сучасна біотехнологія є однією з основних рушійних сил нової промислової революції XXI в. Ознайомлення студентів з принципами застосування біологічних знань у виробництво практично цінних продуктів та придбання системних знань про сучасні технологічні процеси, що базуються на генетичній та клітинній інженерії.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни «Основи біотехнології» є:

- сформувати знання об історії біотехнології та її місці серед інших наук, основних досягненнях та перспективах розвитку біотехнології; о можливостях застосування біохімічних, біофізичних, генетичних методів в біотехнології;
- ознайомити студентів з прикладними аспектами біотехнології;
- вивчення студентами сучасних біологічних технологій, створених на базі фундаментальних наук, які допомагають в рішенні складних біологічних, енергетичних, соціальних проблем сучасності.
- вивчити основи біотехнологічних виробництв;
- сформувати уявлення про екологічні аспекти біотехнології, маловідходних та безвідходних технологіях, ролі біотехнології в захисті та оздоровленні навколишнього середовища.

1.3. Кількість кредитів 3

1.4. Загальна кількість годин 90

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
За вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
	4-й
Семестр	
8-й	7-й, 8-й
Лекції	
28 год.	4 год.
Практичні, семінарські заняття	
14 год.	6 год.
Лабораторні заняття	
Самостійна робота	
48 год.	80 год.
Індивідуальні завдання	
0 год.	

1.6. У результаті вивчення навчальної дисципліни студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

- **знати** основні етапи реалізації технології рекомбінантних ДНК;
- **знати** екологічні та медико-біологічні аспекти застосування технології рекомбінантних ДНК;
- **знати** сучасні методи виробництва біологічних препаратів;
- **знати** області застосування біопрепаратів та їх екологічну значимість;
- **знати** круг екологічних проблем, які вирішують в рамках біотехнології и
- **знати** путі вирішення екологічних проблем методами біотехнології;
- **вміти** застосовувати теоретичні знання для вирішення практичних питань раціонального природокористування та охорони природи.
 - **вміти** аналізувати позитивні тенденції розвитку біотехнології.
 - **вміти** характеризувати біологічні об'єкти, що використовуються в біотехнологічних виробництвах;
 - **Вміти** аналізувати оптимальність використання методів біотехнології у природоохоронних, науково-дослідних цілях та для потреб моніторингу навколишнього природного середовища за запропонованими критеріями.
 - **Вміти** аналізувати сучасні методи удосконалення основних біотехнологічних об'єктів.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Науково-теоретичні засади біотехнології

Тема 1. Біотехнологія, предмет, мета та задачі. Взаємозв'язок з фундаментальними науками. Прикладний характер біотехнології. Об'єкти сучасної біотехнології. Історія розвитку. Поняття біонебезпечності в біотехнології.

Тема 2. Генетична інженерія, її значення для промислового виробництва, сільського господарства, медицини. Рекомбінантні ДНК, технології створення. Ферменти рестрикції. Вектори, їх властивості. Біологічні системи переносу р-ДНК в реципієнтну клітину. Особливості клонування генів. Трансгенні рослини та тварини.

Тема 3. Клітинна інженерія. Метод культури клітин та тканин. Необхідні умови культивування клітин та тканин в умовах *in vitro*. Калусні клітини. Тотіпотентність рослинних клітин. Регенерація рослин. Використання біотехнології для створення рослин з новими властивостями. Використання культур клітин тварин. Трансплантація ембріонів. у тваринництві. Клітинна інженерія та сучасні промислові технології. Кріоконсервування, її значення для збереження генофонду рослин та тварин.

Розділ 2. Роль біотехнології в поліпшенні світової екологічної ситуації.

Тема 4. Роль біотехнології в захисті і оздоровленні біосфери. Розвиток біотехнологій в сфері захисту навколишнього середовища і підвищення ролі екології в Україні

Тема 5 Біотехнологічні альтернативи в сільському господарстві. Вигідність сільськогосподарської біотехнології з точки зору екології та економіки. Генно-інженерні підходи к рішенню проблеми засвоєння азоту та фосфору рослинами. Підвищення продуктивності продуктів сільського господарства. Вакцини. Біопестициди, біодобрива. Біотехнологія для збереження біологічного різноманіття.

Тема 6. Біотехнологія в харчовій промисловості задля вирішення екологічних проблем людства. Виробництво молочних продуктів, харчових кислот, алкогольних напیتків, вітамінів. Використання біологічних добавок в харчових продуктах.

Розділ 3. Прикладна екобіотехнологія

Тема 7. Біотехнологія та моніторинг навколишнього середовища. Екологічні аспекти біотехнології. Утилізація відходів біотехнологічних виробництв. Поняття о маловідходних та безвідходних технологіях

Тема 8. Біогеотехнологія (отримання копалин з використанням мікроорганізмів). Збагачення руд та вугілля. Видалення метану з вугільних пластів. Збільшення добичі нафти. Вплив мікроорганізмів на нафту, торф, вугілля. Участь мікроорганізмів в деструкції органічних залишків в ґрунті.

Тема 9. Біоенергетика. Біоконверсія енергії; отримання водню, етанолу, метану та ін. видів палива з відновлюваної природної сировини; збільшення ефективності фотосинтетичних систем; біопаливні елементи.

Тема 10. Біоремедіація. Біологічна очистка и дезодорація газовоздушних викидів. Біологічні основи очистки и дезодорації газів. Класифікація методів біодезодорації. Біологічна очистки стічних вод. Біодеградація ксенобіотиків в навколишньому середовищі.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		о	л	п	ла	інд		с	р	л	п	ла
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Науково-теоретичні засади біотехнології												
Тема 1. Біотехнологія, предмет, мета та задачі.	10	2	2		0	6	11	0	0			11
Тема 2. Генетична інженерія, її значення для промислового виробництва, сільського господарства, медицини	12	4	2			6	12	1	1			10
Тема 3. Клітинна інженерія. Метод культури клітин та тканин. Кріоконсервування, її значення для збереження генофонду рослин та тварин.	12	4	2			6	12	1	1			10
Разом за розділом 1	34	10	6			18	35	2	2			31
Розділ 2. Роль біотехнології в поліпшенні світової екологічної ситуації.												
Тема 4. Роль біотехнології в захисті і оздоровленні біосфери. Розвиток біотехнологій в сфері захисту навколишнього середовища і підвищення ролі екології в Україні	8	2	2		0	4	6	0	0			6
Тема 5. Біотехнологічні альтернативи в сільському господарстві. Вигідність	9	4	1			4	7	1	0			6

сільськогосподарської біотехнології з точки зору екології та економіки.												
Тема 6. Біотехнологія в харчовій промисловості задля вирішення екологічних проблем людства.	6	2	1			3	7	0	1			6
Разом за розділом 2	28	8	4			11	20	1	1			18
Розділ 3. Прикладна екобіотехнологія												
Тема 7. Біотехнологія та моніторинг навколишнього середовища. Поняття о маловідходних та безвідходних технологіях	8	2	1		0	5	8	0	1			7
Тема 8. Біогеотехнологія (отримання копалин з використанням мікроорганізмів). Участь мікроорганізмів в деструкції органічних залишків в ґрунті.	7	2	1		0	4	9	0	1			8
Тема 9. Біоенергетика. Біоконверсія енергії.	10	4	1			5	9	1				8
Тема 10. Біоремедіація. Біологічна очистки стічних вод. Біодеградація ксенобіотиків в навколишньому середовищі.	8	2	1			5	9	0	1			8
Разом за розділом 3	33	10	4				35	1	3			31
Усього годин	90	28	14				90	4	6			80

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Об'єкти біотехнології	2
2.	Культивування клітин рослин та тварин.	2
3.	Генна інженерія та традиційні методи селекції рослин.	2
4.	Трансгенні рослини, що мають підвищену харчову цінність.	2
5.	Контроль за надходженням в навколишнє середовище генетично модифікованих організмів.	2
6.	Виробництво та особливості застосування біодобрих та біогербіцидів	2
7.	Утилізація відходів сільського господарства та промисловості за допомогою мікроорганізмів	2
	Разом	14

5. Завдання для самостійної роботи

Самостійна робота передбачає самостійне засвоєння навчального матеріалу, виконання практичних робіт, підготовку до семінарських занять, круглих столів, колоквиумів або комп'ютерного тестування, а також виконання індивідуального завдання у вільний від аудиторних занять час.

Контроль засвоєння навчального матеріалу під час самостійної роботи проводиться шляхом винесення самостійно засвоєного матеріалу на поточний та підсумковий тестові контролі, обговорення на семінарських заняттях.

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1.	Об'єкти біотехнології	2
2.	Культивування клітин рослин та тварин.	4
3.	Генна інженерія та традиційні методи селекції рослин.	4
4.	Трансгенні рослини, що мають підвищену харчову цінність.	4
5.	Контроль за надходженням в навколишнє середовище генетично модифікованих організмів.	4
6.	Виробництво та особливості застосування біодобрив та біогербіцидів	4
7.	Утилізація відходів сільського господарства та промисловості за допомогою мікроорганізмів	4
8.	Об'єкти біотехнології	2
9.	Культивування клітин рослин та тварин.	4
10.	Генна інженерія та традиційні методи селекції рослин.	4
11.	Трансгенні рослини, що мають підвищену харчову цінність.	4
12.	Контроль за надходженням в навколишнє середовище генетично модифікованих організмів.	4
13.	Виробництво та особливості застосування біодобрив та біогербіцидів	4
14.	Утилізація відходів сільського господарства та промисловості за допомогою мікроорганізмів	4
	Разом	48

6. Індивідуальні завдання

Навчальним планом для здобувачів вищої освіти за напрямом 6.040106 «Екологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування» передбачено виконання двох контрольних робіт з дисципліни «Основи біотехнології»

Контрольні роботи виконуються у формі письмового тестового контролю

7. Методи контролю

Навчальна дисципліна «Основи біотехнології» передбачає проведення поточного та підсумкового семестрового контролю.

Поточний контроль реалізується у формі колоквиуму та комп'ютерного тестування. Поточний контроль проводиться на семінарських заняттях. Крім того, обов'язковим елементом поточного контролю є контроль відвідування занять.

Підсумковий семестровий контроль з дисципліни у 5 семестрі (залік) (комп'ютерний тест-контроль) є обов'язковою формою оцінювання результатів навчання та проводиться в

терміни, встановлені графіком навчального процесу і в обсязі навчального матеріалу, визначеного програмою дисципліни.

Кожний вид роботи, виконаний студентом під час засвоєння навчальної дисципліни, оцінюється відповідно до критеріїв, визначених програмою навчальної дисципліни. Бали, передбачені за виконання кожного виду роботи, включені до загальної максимальної суми балів (100), що складають оцінку студента за засвоєння навчальної дисципліни.

8. Схема нараховування балів

Критерії оцінювання знань студентів - «лекційні заняття»

Студенту зараховується 1 бал за присутність на лекційному занятті, якщо студент пропустив заняття без поважної причини – бали не нараховується.

Критерії оцінювання знань студентів - «практичні/ семінарські заняття»

Студенти на семінарських заняттях максимально можуть отримати 2 бали.

Студенту зараховується 2 бали - за доповідь на семінарському занятті та активну роботу (запитання, коментарі по інших доповідях).

Студенту зараховується 1 бал за активну роботу (запитання, коментарі по доповідях).

Студент не отримує балів у разі відсутності на занятті (без поважної причини) та при пасивній роботі на семінарському занятті.

Студенти на практичних заняттях максимально можуть отримати 2 бали.

Студенту зараховується 2 бали - за правильно виконану практичну (розрахункову) роботу та її захист.

Студенту зараховується 1 бал за правильно виконану практичну (розрахункову) роботу без її захисту.

Студент не отримує балів у разі відсутності на занятті (без поважної причини) та за неправильно (суттєві помилки) виконану практичну (розрахункову) роботу.

Критерії оцінювання знань студентів - «лабораторні заняття»

Студенти на лабораторних заняттях максимально можуть отримати 2 бали.

Студенту зараховується 2 бали – робота виконана в повному обсязі з дотриманням необхідної послідовності проведення дослідів і вимірювань; всі досліді проведено в умовах і режимах, що забезпечують отримання результатів і висновків з найбільшою точністю; дотримання вимог безпеки праці.

Студенту зараховується 1 бал – робота виконана не повністю, але обсяг виконаної частини такий, що дозволяє отримати правильні результати і висновки, або якщо в ході проведення досвіду і вимірювань були допущені помилки; дотримання вимог безпеки праці.

Студент не отримує балів у разі відсутності на занятті (без поважної причини); робота виконана не повністю, і обсяг виконаної частини роботи не дозволяє зробити правильних висновків; невиконання вимог безпеки праці.

Критерії оцінювання знань студентів - «контроль-колоквіум»

Для успішного складання колоквіуму студент повинен дати чітку та аргументовану відповідь на 7 запитань, кожна з яких оцінюється по 3 бали. Таким чином, максимальна оцінка за колоквіум становить 21 бал.

0 балів – студент був відсутній на занятті (без поважної причини); дав абсолютно неправильну відповідь на поставлене запитання.

1 бал – 1) студент в основному опанував теоретичний матеріал, що стосується поставленого запитання, але дав неповну відповідь на поставлене запитання, припускався суттєвих неточностей, помилок. Не вмів оцінювати факти та явища, встановлювати логічні зв'язки. Запитання творчого характеру викликають складність; 2) студент зробив суттєве, вагомe та аргументоване доповнення до відповіді іншого студента.

2 бали – студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основною інформацією з поставленого питання, висловлює свої міркування з тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок при формулюванні відповіді на поставлене запитання.

3 бали – студент дав повну, чітку та аргументовану відповідь на поставлене питання, що є підтвердженням того, що він міцно засвоїв теоретичний матеріал. Студент глибоко та всебічно орієнтується у поставленому питанні, вільно використовує набуті теоретичні знання при формулюванні своєї відповіді.

Критерії оцінювання знань студентів – «контрольна робота»

Контрольні роботи проводяться у формі комп'ютерного тестування на платформі програми «TShell». Максимальна оцінка (100% правильних відповідей) за комп'ютерне тестування становить 9 балів.

Програма комп'ютерного тестування містить банк запитань, кожному з яких присвоєний певний бал відповідно до ступеня складності. Якщо в межах одного запитання передбачено декілька правильних варіантів відповідей, то підрахунок балів за дане питання здійснюється таким чином: із кількості правильних відповідей вираховується кількість неправильних відповідей. Це зроблено з метою уникнення можливості простого вгадування студентом правильної відповіді навмання шляхом обирання всіх варіантів із запропонованих.

При складанні комп'ютерного тесту за кожен правильну відповідь зараховується один бал при складності запитання «1».

1. new question("1", "1", "a", "Світлове забруднення – порушення природного освітлення місцевості у результаті дії штучних джерел світла", "Так", "Ні").

Якщо складність дорівнює «2», то за кожен правильну відповідь нараховується 1,5 бали.

2. new question("1", "2", "a,b,e", "Об'єкти моніторингу можна поєднати в три основні групи", "навколишнє природне середовище", "біота, населення", "суб'єкти моніторингу", "глобальні проблеми", "джерела та фактори антропогенного впливу")

Після складання тесту в автоматичному режимі програма підраховує загальну кількість балів, яку набрав студент за правильні відповіді на кожне поставлене запитання, та вираховує відсоток від максимально можливих балів. Оцінка за тестування виставляється відповідно до поданої нижче шкали:

Шкала оцінювання

Набрані студентом бали у відсотковому перерахунку від максимально можливих	Оцінка за національною шкалою
90–100 %	відмінно
70–89 %	добре
50–69 %	задовільно
1–49 %	незадовільно

Студент має можливість після складання тесту ознайомитись із отриманою оцінкою та подивитись протокол тесту, де вказані всі запитання, які були у тесті і правильність відповідей.

Критерії оцінювання знань студентів при комп'ютерному тестуванні – «залік»

Екзамен проводиться у формі комп'ютерного тестування на платформі програми «TShell». Максимальна оцінка (100% правильних відповідей) за комп'ютерне тестування становить 40 балів.

Програма комп'ютерного тестування містить банк запитань, кожному з яких присвоєний певний бал відповідно до ступеня складності. Якщо в межах одного запитання передбачено декілька правильних варіантів відповідей, то підрахунок балів за дане питання здійснюється таким чином: із кількості правильних відповідей вираховується кількість неправильних відповідей. Це зроблено з метою уникнення можливості простого вгадування студентом правильної відповіді навмання шляхом обирання всіх варіантів із запропонованих.

При складанні комп'ютерного тесту за кожен правильну відповідь зараховується один бал при складності запитання «1».

1. new question("1", "1", "a", "Світлове забруднення – порушення природного освітлення місцевості у результаті дії штучних джерел світла", "Так", "Ні").

Якщо складність дорівнює «2», то за кожен правильну відповідь нараховується 1,5 бали.

2. new question("1", "2", "a,b,e", "Об'єкти моніторингу можна поєднати в три основні групи", "навколишнє природне середовище", "біота, населення", "суб'єкти моніторингу", "глобальні проблеми", "джерела та фактори антропогенного впливу")

Після складання тесту в автоматичному режимі програма підраховує загальну кількість балів, яку набрав студент за правильні відповіді на кожне поставлене запитання, та вираховує відсоток від максимально можливих балів. Оцінка за тестування виставляється відповідно до поданої нижче шкали:

Підсумкова оцінка, яку отримав студент за засвоєння навчальної дисципліни, виставляється за національною шкалою як сума балів, набраних протягом семестру при виконанні контрольних заходів, передбачених програмою навчальної дисципліни, та балів, набраних при написанні підсумкової залікової роботи. Розподіл балів за кожен з видів роботи, виконаних студентом протягом засвоєння навчальної дисципліни, поданий у робочій програмі дисципліни. Підсумкова оцінка за засвоєння студентом навчальної дисципліни виставляється відповідно до шкали, представленій в таблиці нижче.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	зараховано
70-89	
50-69	
1-49	не зараховано

- **«Зараховано»** – студент в основному опанував теоретичний матеріал навчальної дисципліни та виконав всі види завдань, передбачених робочою програмою навчальної дисципліни, орієнтується у першоджерелах та рекомендованій літературі, має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але може припускатися певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного матеріалу;

- **«Не зараховано»** – студент не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, непереконливо відповідає на запитання, плутає поняття, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані.

Студент, який успішно вивчав навчальну дисципліну протягом семестру, веде результативну наукову роботу за профілем цієї дисципліни, за рішенням кафедри відповідно до критеріїв, встановлених програмою навчальної дисципліни, може отримати до 40 додаткових (заохочувальних) балів та бути звільненим від складання семестрового заліку з навчальної дисципліни з одержанням оцінки «зараховано». Такими критеріями є відвідування не менше 75% аудиторних занять, та виконання всіх видів поточного контролю, передбачених програмою дисципліни, за умови, що загальна кількість балів, отриманих за роботу протягом семестру, складає не менше 30 (тобто 50% від максимально можливої).

Студент має можливість після складання тесту ознайомитись із отриманою оцінкою та подивитись протокол тесту, де вказані всі запитання, які були у тесті і правильність відповідей.

Поточний контроль та самостійна робота									Разом	Екзамен	Сума
Розділ 1			Розділ 2			Розділ 3					
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9			
		Пр/ к/кол			Пр/ к/кол			Пр/ к/кол			
3	3	14	3	3	14	3	3	14			
20			20			20			60	40	100

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка за національною шкалою
90 – 100	зараховано
70-89	
50-69	
1-49	не зараховано

9. Рекомендована література

Основна література

1. Божков А.И. Биотехнология. Фундаментальные и промышленные аспекты. - Харьков: Федорко, 2008. 364 с.
2. Экологическая биотехнология. /Под ред. К.Ф. Форстера и Д.А.Дж. Вейза.- Л.: Химия, 1990.
3. Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. Научные основы экобиотехнологии. – М. Мир, 2006 г. – 504 с.
4. Сазыкин Ю.О. Биотехнология: учеб. Пособие для студ. Высш. Учеб. Заведений / Ю.О. Сазыкин, С.Н. Орехов, И.И. Чакалева ; под ред. А.В. Катлинского. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 256 с.
5. Основы биотехнологии: Учеб. пособие для высш. пед. учеб. заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 208 с.
6. Елинов Н.П. Основы биотехнологии. Издательская фирма «Наука», СПб, 1995. -600 с.

7. Биотехнология: Учебное пособие для ВУЗов. В 8 кн./Под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – М.: Высшая школа, 1987.
8. Сельскохозяйственная биотехнология: Учеб./В.С. Шевелуха, Е.А. Калашникова, С.В. Дегтярев и др.: Под. ред. В.С. Шевелухи. – М.: Высш. шк., 1998. – 416 с.
9. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия: Учеб-справ. пособие. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2004.
10. Бекер М.Е., Лиепиныш Г.К., Райнулис Е.П. Биотехнология. М.: "Агропромиздат", 1990.

Допоміжна література

1. Викторов А.Г. Трансгенные растения и почвенная биота //Природа, №11, 2006, с.121
2. Киселев С.Л., Лагарькова М.А. Эмбриональные стволовые клетки человека// Природа, №10, 2006, с.21
3. Основы сельскохозяйственной биотехнологии. М.: Агропромиздат, 1990. - 384 с.
4. Экологическая биотехнология. Л.: Химия, ЛО, 1990. – 382 с.
5. Вельков В.В. На пути к генетически модифицированному миру// Человек. 2002, N2. - с. 22-37
6. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. – М.: Мир, 2002. – 589 с.
7. Волова Т.Г. Биотехнология. - Новосибирск

10. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. <http://www.msaab.ru/>
2. <http://www.biotechnolog.ru/>
3. <http://www.rusbiotech.ru/>
4. <http://n-t.ru/tp/ns/bt.htm>