

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара  
Біолого-екологічний факультет  
Кафедра мікробіології, вірусології та біотехнології

## МІКРОБНИЙ СИНТЕЗ

ПРОГРАМА  
вибіркової навчальної дисципліни  
підготовки бакалавра  
напряму підготовки 6.051401 Біотехнологія

Дніпро  
2017 рік

Робоча програма «Мікробний синтез» для студентів  
за напрямом підготовки 6.051401 Біотехнологія.  
„\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017 року - \_\_ с.

---

Розробники:

Воронкова О.С., доцент кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології, к.б.н., доцент

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології

---

Протокол від “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017 року № \_\_\_

Завідувач кафедри мікробіології, вірусології та біотехнології

\_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)  
(підпис)

(прізвище та ініціали)

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017 року

Схвалено методичною комісією вищого навчального закладу за напрямом підготовки  
6.040102 Біологія та спеціальністю 162 Біотехнології та біоінженерія

Протокол від. “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017 року № \_\_\_

“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017 року Голова \_\_\_\_\_ (Скляр Т.В.)

Схвалено Вченою радою біолого-екологічного факультету

Протокол від. “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017 року № \_\_\_

Голова \_\_\_\_\_ (Севериновська О.В.)  
“\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017 року

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3,0	Галузь знань 16 Хімічна та біоінженерія (шифр і назва)	нормативна	
Модулів – 1	Спеціальність 162 «Біотехнології та біоінженерія»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 3		5-й	5-й
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ ( назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 90		2-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2,4 самостійної роботи студента – 2,5	Перший (бакалаврський) рівень вищої освіти	<b>Лекції</b>	
		18 год.	4 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		26 год.	4 год.
		<b>Лабораторні</b>	
		год.	год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		46 год.	38 год.
		<b>У тому числі індивідуальні завдання:</b>	
АО, 2 год	-		
<b>Вид контролю: екзамен</b>			

#### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 1:0,95

для заочної форми навчання – 1:4,75

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета:** вивчення дисципліни складається в пізнанні наукових основ культивування мікроорганізмів та біохімічних основ процесів їхнього метаболізму для одержання цільових метаболітів, значення впливу складу живильного середовища зовнішніх факторів на швидкість накопичення продуктів метаболізму та їх властивості.

### **Завдання:**

- вивчення характеристики основних продуцентів, які використовуються у технології мікробного синтезу;
- вивчення впливу факторів зовнішнього середовища на біосинтетичну здатність мікроорганізмів;
- вивчення обмінних процесів у мікробній клітині;
- вивчення типових схем та основних стадій виробництва мікробних метаболітів;
- вивчення технології отримання ферментів, антибіотиків, вітамінів, амінокислот, ліпідів, полісахаридів, гіберелінів, алкалоїдів, нуклеотидів;
- вивчення основних досягнень та перспектив сучасного мікробного синтезу на Україні

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

### **знати:**

- основні досягнення та перспективи мікробної біотехнології;
- принципи розподілу мікроорганізмів за типом живлення;
- способи культивування мікроорганізмів;
- шляхи направленої регуляції обміну речовин;
- інженерні основи біотехнології та апаратне оформлення процесів вирощування мікроорганізмів з метою отримання метаболітів;
- типові схеми промислових способів отримання найважливіших продуктів біотехнології

### **вміти:**

- використовувати знання про потреби мікроорганізмів в речовинах, закономірностях росту та розвитку при різних способах культивування;
- впливати за допомогою зовнішніх факторів на направленість біосинтезу біологічно активних речовин з метою удосконалення технології виробництва харчових продуктів.
- працювати з чистими культурами мікроорганізмів, що використовуються в біотехнології;
- мати навички у методах виділення чистих культури мікроорганізмів, кінцевих продуктів метаболізму, їх мікроскопіювання;
- визначати біомасу мікробної культури та ідентифікувати продуценти біологічно-активних речовин за культуральними та морфологічними та ін. ознаками.

- застосовувати різні мікробіологічні та біохімічні методи дослідження для контролю якості та стерильності продуктів мікробного виробництва.

### **3. Програма навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Характеристика основних продуцентів та продуктів, отриманих шляхом мікробного синтезу.**

##### **Тема 1. Характеристика та основні поняття мікробного синтезу.**

Мікробний синтез-складова частина біотехнології. Характеристика основних продуктів біотехнології мікробного синтезу, Основні напрямки їх використання. Характеристика основних продуцентів.

##### **Тема 2. Основні відомості про будову клітин мікроорганізмів-продуцентів.**

Клітинні стінки мікроорганізмів. Мембрани мікробних клітин. Білки мікроорганізмів. Нуклеїнові кислоти, та їхні похідні. Вуглеводи мікробних клітин.

##### **Тема 3. Особливості живлення та культивування мікроорганізмів.**

Механізм надходження живильних речовин у клітину. Типи харчування: автотрофи, гетеротрофи, хемотрофи, фототрофи, літотрофи, органотрофи. Сапрофіти та паразити. Ауксотрофи та прототрофи. Характеристика живильних середовищ. Накопичувальні культури й принцип елективності. Методи виділення чистих культур. Характеристика способів культивування мікроорганізмів: твердофазний, рідкофазний; періодичний, безперервний. Закономірності росту мікроорганізмів при періодичному культивуванні. Особливості росту культури при безперервному вирощуванні. Принцип хемостату й турбидостату.

**Тема 4. Вплив факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність та біосинтетичну здатність мікроорганізмів.** Роль зовнішніх факторів у регуляції життєдіяльності мікроорганізмів, закон мінімуму. Вплив фізичних факторів на ріст та розвиток мікробної клітини. Значення вологості, показника активності води. Вплив осмотичного тиску, плазмоліз та плазмолиз. Дія температури. Методи стерилізації, засновані на дії температури. Вплив на мікроорганізми променистої енергії, ультразвуку, гідростатичного тиску, струмів високої частоти. Фізико-хімічні фактори: вплив рН на мікроорганізми; окислювально-відновний потенціал середовища та його зв'язок з відношенням мікроорганізмів до молекулярного кисню. Аероби й анаероби. Хімічні речовини: специфічність і механізм їхньої дії. Хімічні речовини, які використовуються на підприємствах харчової промисловості. Біологічні фактори. Симбіоз, антагонізм, паразитизм; їх значення в процесі виробництва й зберігання продуктів мікробного синтезу.

##### **Змістовий модуль 2. Обмінні процеси в мікробній клітині.**

**Тема 5. Взаємозв'язок та регуляція обмінних процесів у мікробній клітині.** Загальні принципи взаємозв'язку метаболічних шляхів. Катаболізм та анаболізм: взаємозв'язок та особливості. Центральні шляхи й ключові сполуки.

**Тема 6. Конструктивний метаболізм.** Загальна схема шляхів біосинтезу клітинного матеріалу з глюкози. Біосинтез амінокислот. Біосинтез нуклеїнових кислот та ліпідів.

**Тема 7. Основні принципи регуляції метаболізму й швидкості росту мікроорганізмів.** Основні поняття. Регуляція біосинтезу білків на етапі реплікації, транскрипції (індукція та репресія, катаболітна регуляція, ін. механізми регуляції), регуляція процесу трансляції. Організація та регуляція транспортних процесів. Регуляція клітинного поділу. Виявлення «вузьких місць» у метаболізмі.

**Тема 8. Селекція та генетика мікроорганізмів-продуцентів практично важливих речовин.** Вибір вихідного штаму до селекційної роботи. Підготовка вихідного штаму. Отримання мутантів. Методи відбору мутантів. Метод отримання генетичних рекомбінантів. Використання генетичної інженерії для отримання практично важливих штамів мікроорганізмів.

**Змістовий модуль 3. Технологічні аспекти отримання цільових продуктів.**

**Тема 9. Технологічні аспекти виробництва продуктів мікробного синтезу.** Типові схеми виробництва мікробних метаболітів. Основні прийоми контролю процесів мікробного синтезу. Апаратурне оформлення процесів мікробіологічного синтезу. Характеристика основних стадій мікробної біотехнології.

**Тема 10. Промислове отримання мікробних ферментних препаратів.** Особливості ферментів мікроорганізмів. Різноманіття препаратів ферментів. Застосування ферментів у промисловості, сільському господарстві, медицині, дослідницькій практиці. Продуценти( грибні та бактеріальні) та методи їх культивування. Амілолітичні ферменти. Типи амілаз. Переваги бактеріальних амілаз. Глюкоізомерази. Сировина та умови одержання. Типи регуляції біосинтезу ферментів. Глюкозоізомерази бациллярного та актиноміцетного походження. Препарати – аспарагіназ, їх значення у медицині. Промислові продуценти, умови одержання ферментів. Пектолітичні ферменти. Склад пектолітичного комплексу. Застосування грибів роду аспергіллюс для одержання пектинестераз та ін. ферментів. Застосування пектолітичних ферментів для гідролізу пектинів. Протеолітичні ферментні препарати. Спектр протеолітичних ферментів та їх особливості. Мікроорганізми – продуценти протеаз. Умови культивування продуцентів. Галузі застосування протеаз. Ліпази. Вимоги до мікроорганізмів-продуцентів. Представники родів аспергіллюс, мукор, ризопус - промислові продуценти ліпаз. Види ферментних препаратів, галузі застосування. Пеніцилінази. Значення пеніциліназ для одержання 6-АПК. Можливість продукції пеніциліназ різними мікроорганізмами. Отримання іммобілізованих ферментів та клітин мікроорганізмів, носії. Методи іммобілізації. Переваги використання іммобілізованих ферментів. Мікрокапсулювання та гранулювання препаратів. Стандартизація препаратів.

**Змістовий модуль 4. Продукти мікробного синтезу: антибіотики, вітаміни, ліпіди, амінокислоти.**

**Тема 11. Технологія отримання антибіотиків.** Утворення антибіотиків в промислових умовах. Антибіотики, що утворюються бактеріями. Антибіотики, що утворюються актиноміцетами. Антибіотики, що утворюються міцеліальними грибами. Шляхи підвищення біосинтезу антибіотиків мікроорганізмами. Втрата здатності мікроорганізмів до утворення антибіотиків в промисловості. Застосування антибіотиків. Антибіотики – специфічні інгібітори ряду реакцій метаболізму. Двофазовий характер розвитку продуцентів антибіотиків. Лабораторний регламент. Промислове отримання антибіотиків. Технологічна схема отримання антибіотиків для сільського господарства.

**Тема 12. Технологія отримання вітамінів.** Значення вітамінних препаратів у медицині, харчовій промисловості, в сільському господарстві. Джерела одержання вітамінів. Водорозчинні та жиророзчинні вітаміни. Характеристика шляхів одержання вітамінів з мікроорганізмів. Синтез каротину дріжджеподібними грибами. Вимоги до живильних середовищ. Джерела сировини. Застосування стимуляторів біосинтезу. Стадії біосинтезу каротиноїдів. Бактерії та мікроскопічні гриби як продуценти рибофлавіну. Умови культивування продуцентів, використання стимуляторів біосинтезу. Шляхи одержання рибофлавіну в умовах ін. мікробіологічних виробництв. Мікробіологічне виробництво цианкобаламіну. Одержання рибофлавіну з використанням актиноміцетів, пропіоновокислих бактерій. Особливості біосинтезу, умови виробництва. Ергостерин. Умови утворення ергостерину дріжджами. Отримання та застосування ергостерину.

**Тема 13. Технологія отримання амінокислот.** Обсяг промислового виробництва. Галузі застосування. Шляхи одержання.Продуценти. Біосинтез амінокислот. Біосинтез глютамінової кислоти. Продуценти. Ключові попередники та механізм утворення глютамінової кислоти. Схема біосинтезу. Умови культивування. Біосинтез лізину. Шляхи одержання лізину. Продуценти. Ключовий попередник та механізм утворення лізину. Умови культивування. Форми препарату. Біосинтез аспарагінової кислоти. Технологічна схема. Характеристика продуцентів. Біосинтез триптофану. Шляхи утворення мікроорганізмами. Характеристика продуцентів. Отримання амінокислот за допомогою іммобілізованих клітин та ферментів. Отримання оптичних ізомерів амінокислот шляхом застосування ацилаз мікроорганізмів.

**Тема 14. Технологія отримання ліпідів.** Характеристика мікробних ліпідів.Склад та вміст ліпідів у мікроорганізмів. Продуценти ліпідів. Біосинтез ліпідів. Вплив умов культивування на склад ліпідів. Можливості промислового отримання ліпідів. Практичне застосування ліпідів

**Тема 15. Технологія отримання полісахаридів.** Отримання полісахаридів. Регуляція цитоплазми та мембранних структур. Полісахариди клітинних стінок. Внутрішньоклітинні поліцукри. Позаклітинні поліцукри. Біосинтез поліцукрів. Умови культивування мікроорганізмів. Фізико-хімічні фактори. Використання мікробних поліцукрів. Синтез поліцукрів. Склад живильних середовищ. Умови культивування мікроорганізмів та біосинтез поліцукрів. Склад живильного

середовища. Фізико-хімічні фактори середвища. Використання мікробних поліцукрів. Промислове отримання поліцукрів.

**Тема 16. Технологія отримання гіберелінів та алкалоїдів.** Характеристика регуляторів росту гормональної природи. Структура гібереллінів. Технологія отримання гібереллінів у промислових умовах. Алкалоїди-азотвміщуючі речовини, які володіють фізіологічною активністю. Способи культивування продуцентів алкалоїдів. Алкалоїдпродукуючі штами мікроорганізмів.

**Тема 17. Технологія отримання нуклеотидів.** Сфери застосування мікробних нуклеотидів бактерій та мікроскопічних грибів. Вміст ДНК та РНК у клітинах бактерій та мікроскопічних грибів. Структура та утворення нуклеотидів в мікробній клітині. Регуляція біосинтезу. Шляхи одержання. Синтез АТФ. Синтез нікотинамідинуклеотиду. Синтез інозинової кислоти. Синтез гуанозинполіфосфатів.

**Тема 18. Технологія отримання органічних кислот.** Продуценти органічних кислот. Лимонна кислота. Продуценти. Виробництво та механізм біосинтеза. Ітаконова, фумарова кислота, Глюконова та ін. органічні кислоти. Характеристика продуцентів. Виробництво. Механізм біосинтеза.

**Тема 19. Основні досягнення й перспективи мікробної біотехнології.** Перспективні технології й продуценти в мікробному синтезі.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Характеристика основних продуцентів та продуктів, отриманих шляхом мікробного синтезу.</b>												
Тема 1. Характеристика та основні поняття мікробного синтезу.	4	1	1	-	-	2	3,5	0,5	1	-	-	2
Тема 2. Основні відомості про будову клітин мікроорганізмів-продуцентів.	3,5	0,5	-	-	-	3	3	-	-	-	-	3
Тема 3. Особливості	3,5	0,5	-	-	-	3	3	-	-	-	-	3



живлення та культивування мікроорганізмів.												
Тема 4. Вплив факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність та біосинтетичну здатність мікроорганізмів.	10	2	2	-	-	6	2,5	0,5	-	-	-	2
Разом за змістовим модулем 1	21	4	3	-	-	14	12	1	1	-	-	10
<b>Змістовий модуль 2. Обмінні процеси в мікробній клітині</b>												
Тема 5. Взаємозв'язок та регуляція обмінних процесів у мікробній клітині.	13	1	-	-	-	12	5	-	-	-	-	5
Тема 6. Конструктивний метаболізм.	12	2	2	-	-	8	5	-	-	-	-	5
Тема 7. Основні принципи регуляції метаболізму й швидкості росту мікроорганізмів	10	2	-	-	-	8	5	-	-	-	-	5
Тема 8. Селекція та генетика мікроорганізмів-продуцентів практично важливих речовин.	6	-	-	-	-	6	6	1	-	-	-	5
Разом за змістовим модулем 2	41	5	2	-	-	34	21	1	-	-	-	20

<b>Змістовий модуль 3. Технологічні аспекти отримання цільових продуктів.</b>												
Тема 9. Технологічні аспекти виробництва продуктів мікробного синтезу.	15	1	4	-	-	10	7	1	1	-	-	5
Тема 10. Промислове отримання мікробних ферментних препаратів.	6	1	-	-	1	4	5	-	-	-	-	5
Разом за змістовим модулем 3	21	2	4		1	14	12	1	1		-	10
<b>Змістовий модуль 4. Продукти мікробного синтезу: антибіотики, вітаміни, ліпіди, амінокислоти.</b>												
Тема 11. Технологія отримання антибіотиків.	2	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	2
Тема 12. Технологія отримання вітамінів.	4,5	0,5	1	-	-	3	2	-	-	-	-	2
Тема 13. Технологія отримання амінокислот.	4,5	0,5	1	-	-	3	2	-	-	-	-	2
Тема 14. Технологія отримання ліпідів.	5	1	1	-	-	3	2	-	-	-	-	2
Тема 15. Технологія отримання полісахаридів.	5	1	1	-	-	3	2	-	-	-	-	2
Тема 16. Технологія отримання гіберелінів та	4,5	1	0,5	-	-	3	1	-	-	-	-	1

алкалоїдів.												
Тема 17. Технологія отримання нуклеотидів.	4,5	1	0,5	-	-	3	1	-	-	-	-	1
Тема 18. Технологія отримання органічних кислот.	5	1	1	-	-	3	1	-	-	-	-	1
Тема 19. Основні досягнення й перспективи мікробної біотехнології	3	1	1	-	-	1	2	1	-	-	-	1
Разом за змістовим модулем 4	38	7	7		-	24	15	1	-		-	14
<b>Усього годин</b>	120	18	16	-	-	86	60	4	2	-	-	54

### 5. Теми семінарських занять – не передбачено

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Характеристика та основні поняття мікробного синтезу	1	1
2	Вплив факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність та біосинтетичну здатність мікроорганізмів	2	-
3	Конструктивний метаболізм. Основні принципи регуляції метаболізму й швидкості росту мікроорганізмів	2	-
4	Технологічні аспекти виробництва продуктів мікробного синтезу.	4	1

5	Технологія отримання вітамінів, амінокислот, ліпідів, полісахаридів.	4	-
6	Технологія отримання гіберелінів та алкалоїдів, нуклеотидів, органічних кислот.	2	-
7	Основні досягнення й перспективи мікробної біотехнології	1	-
	Разом	16	2

### 7. Теми лабораторних занять – не передбачено

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.		
2.		

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Мікробний синтез – складова частина біотехнології. Характеристика основних продуктів біотехнології мікробного синтезу.	6	4
2	Особливості живлення та культивування мікроорганізмів.	6	4
3	Вплив факторів зовнішнього середовища на життєдіяльність та біосинтетичну здатність мікроорганізмів. Роль зовнішніх факторів у регуляції життєдіяльності мікроорганізмів.	6	4
4	Загальні принципи взаємозв'язку метаболічних шляхів. Катаболізм та анаболізм прокариотичної клітини.	6	4
5	Загальна схема шляхів біосинтезу клітинного матеріалу з глюкози.	6	4
6	Регуляція біосинтезу білків на етапі реплікації.	6	4
7	Використання молекулярно-генетичних методів у дослідженнях.	6	4
8	Селекція та генетика мікроорганізмів-продуцентів практично важливих речовин.	6	4
9	Апаратурне оформлення процесів мікробіологічного синтезу.	7	6
10	Характеристика основних стадій мікробної біотехнології.	6	6
11	Промислове отримання мікробних ферментних	5	2

	препаратів.		
12	Технологія отримання вітамінів. Значення вітамінних препаратів у медицині.	5	2
13	Технологія отримання амінокислот.	5	2
14	Технологія отримання ліпідів.	5	2
15	Технологія отримання полісахаридів.	5	2
	Разом	86	54

### 9. Індивідуальні завдання – не передбачено

№ змістового модуля, теми	Вид завдання, тема	Кількість годин
1.		
2...		

**10. Методи навчання:** словесні, наочні, практичні, проблемні, інтерактивні.

**11. Методи контролю:** практична контрольна перевірка, підсумковий.

**12. Розподіл балів, які отримують студенти денної форми навчання**

Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4	Сума
25	10	25	40	100

### 13. Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	Зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
75-81	<b>C</b>		
64-74	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
0-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
	<b>F*</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

\* - оцінка F виставляється тільки за результатами складання заборгованості комісії.

## 14. Рекомендована література

### Базова:

1. Промышленная микробиология / Под ред. М.С. Егорова – М: Высшая школа, 1989 – 565 с.
2. Никитин Г.А. Биохимические основы микробиологических производств. – К.: Вища школа, 1994.
3. Аркадьева З.А. Промышленная микробиология. – М.: Наука, 1989
4. Шлегель Г. Общая микробиология – М., Мир, 1987. – 556 с.
6. Грачева И.М., Кривова А.Ю. Технология ферментных препаратов. – М.: Элевар. – 2000. – С.10-106.
7. Микробные ферменты и биотехнология / под ред. В.М. Фогарти. – М.: Агропромиздат, 1986. – 318 с.
8. Безбородов А.М. Биохимические основы микробиологического синтеза. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 304 с.
9. Безбородов А.М. Биотехнология продуктов микробного синтеза. – М.: Агропромиздат, 1991. – 238 с.
10. Теоретические основы биотехнологии. Биохимические основы синтеза биологически активных веществ / под ред. И.М.Грачевой. – М.: Элевар, 2003. – 554 с.
11. Ленинджер А. Биохимия. – М.: Мир, 1985. – 1055 с.
12. Голубев В. Н., Жиганов И. Н. Пищевая биотехнология. – М.: Дели Принт, 2001. – 123 с.

### Допоміжна:

1. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды, М.: Мир, 1987 – 411 с.
2. Мосичев М.С., Складьев А.А., Котов В.Б. Общая технология микробиологических производств. – М., 1982 – 264 с.
3. Биотехнология. Принципы и применение. Пер. с англ. (Под. ред. И. Хиггинса, Д. Беста, Дж. Джонса) – М.: Мир, 1988 – 480 с.
4. Биоготехнология металлов. Практическое руководство (под ред. Г.И. Каравайко и др.) – М. Центр международных проектов ГКНТ, 1989 – 376 с.
5. Экологическая биотехнология: Пер. с англ. (Под. ред. К.Р. Форстера, Д.А. Дж. Вейза) – Л.: Химия, 1990 – 384 с.
6. Глик Г., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. Принципы и применение – М: Мир. 2002 – 589с.

## 15. Інформаційні ресурси

1. Бібліотека ДНУ ім.О.Гончара.
2. Internet мережа: [www.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.ncbi.nlm.nih.gov), [www.highwire.edu](http://www.highwire.edu)