

Передмова 7

Вступ 9

Історія розвитку та становлення біотехнології як науки та сфери виробництва 13

Сфери застосування біотехнології . 19

ЧАСТИНА І. ЕКОБІОТЕХНОЛОГІЯ 22

Розділ 1. Система екологічного моніторингу 22

§ 1. Завдання екобіотехнології . 22

§ 2. Джерела та типи забруднень довкілля 29

§ 2.1. Основні джерела забруднення . 30

§ 2.2. Основні типи забруднень . 38

§ 2.3. Промислові та побутові забруднювачі (відходи) 43

§ 2.4. Біотехнологічні відходи . 47

§ 3. Типи моніторингу довкілля . 50

§ 3.1. Система глобального та екологічного моніторингу . 50

§ 3.2. Моніторинг стану довкілля . 53

§ 3.2.1. Моніторинг стану водних ресурсів 53

§ 3.2.2. Типи та показники забруднення водних ресурсів 56

§ 3.2.2.1. Забруднення побутових стічних вод . 58

§ 3.2.2.2. Забруднення та категорії виробничих стічних вод . 59

§ 3.2.3. Моніторинг стану ґрунтів 61

§ 3.2.4. Моніторинг стану атмосферного повітря 62

§ 3.3. Система екогенетичного та онкологічного моніторингу 63

§ 3.3.1. Екологічна онкологія 64

§ 3.3.2. Канцерогенез 65

§ 3.4. Нормування забруднень та регламентація

шкідливих речовин довкілля 76

§ 3.5. Екологічна безпека міграції забруднень 85

§ 4. Біомоніторинг довкілля . 92

§ 4.1. Біологічні екосистеми . 93

§ 4.2. Вплив антропогенних забруднень на природні екосистеми . 96

§ 4.3. Біоіндикація життєвої придатності довкілля	104
§ 4.4. Біотестування токсичності довкілля	107
§ 4.5. Екотоксикологічна оцінка процесів трансформації та деградації	110
§ 4.6. Методи біотестування онкомутантів екологічної онкології	119
Розділ 2. Екобіотехнологія для відновлення екосистеми	125
§ 1. Система біотехнологічних методів захисту довкілля	125
§ 1.1. Процедурний ланцюг заходів знешкодження та утилізації відходів	125
§ 1.2. Напрями екобіотехнозахисту довкілля	126
§ 2. Біодеградація ксенобіотиків	128
§ 2.1. Біодоступність та шляхи біодеградації ксенобіотиків	129
§ 2.2. Мікробні деструктори ксенобіотиків	137
§ 2.3. Біорозклад стійких галогеновмісних ксенобіотиків	149
§ 2.4. Біодеградація вуглеводнів нафтових забруднень	153
§ 2.5. Біодеградація синтетичних поверхнево-активних речовин	155
§ 2.6. Біодеградація фенолів	157
§ 2.7. Біорозклад поліциклічних ароматичних вуглеводнів	158
§ 2.8. Біотрансформація важких металів	160
§ 2.9. Біотрансформація ксенобіотиків водоростями та рослинами	161
§ 3. Біоутилізація твердих відходів	162
§ 3.1. Шляхи деградації твердих відходів	163
§ 3.2. Утилізація відходів на звалищах	165
§ 3.2.1. Біологічна система біодеградації відходів на звалищах	165
§ 3.3. Утилізація та знезараження мулу зі станцій біоочищення	167
§ 3.4. Типи мулу станцій біоочищення стоків та їх біомодифікація	171
§ 3.5. Біоконверсія та біодеградація целюлозних та лігноцелюлозних відходів	179
§ 3.5.1. Біоутилізація біополімерів зеленої біомаси	179
§ 3.5.2. Біоутилізація твердих лігноцелюлозних відходів компостуванням	185
§ 3.6. Параметри біотехнології компостування твердих відходів	189

§ 3.7. Біосистеми компостування	195
§ 3.8. Технологічні системи компостування	.196
§ 4. Альтернативні продукти екобіотехнології	.204
§ 4.1. Утилізація відходів деревини та термопластиків до біопластиків	205
§ 4.2. Альтернативні кормові білкові продукти	.208
§ 4.2.1. Мікробні кормові білки	208
§ 4.2.2. Біотехнологія кормової біомаси силосу	211
§ 4.3. Біоконверсія полімерів до харчових білкових продуктів	.222
§ 4.3.1. Мікробний харчовий білок	.222
§ 4.3.2. Рослинні білкові гідролізати	225
§ 4.3.3. Білкова біомаса аквакультури	226
§ 4.3.4. Білкова маса макроміцетів	.228
§ 4.3.5. Екологічна експертиза мікробних продуктів	.234
§ 4.4. Біопестициди – екобіотехнологічна альтернатива	.235
§ 4.4.1. Бактерійні пестициди	.241
§ 4.4.2. Грибні пестициди	.248
§ 4.4.3. Вірусні біопестициди	. 252
§ 4.5. Біодобрива – екобіотехнологічна альтернатива збагачення ґрунтів	. 254
§ 4.5.1. Біодобрива на основі азотфіксувальних мікроорганізмів	. 256
§ 4.5.2. Біодобрива на основі фосфорфіксувальних мікроорганізмів	263
§ 4.6. Біотехнології мікророзмноження здорових рослин	. 266
§ 4.7. Біогенні сурфактанти – екологічна альтернатива синтетичним ПАР	269
§ 5. Система біоочищення стічних вод	279
§ 5.1. Комплекс промислових очисних споруд та водовідвідних систем	. 281
§ 5.2. Етапи та типи очищення стічних вод	. 283
§ 5.3. Процеси в екосистемах споруд біоочищення	291
§ 5.4. Типи біосистем споруд очищення стоків	. 293
§ 5.4.1. Біоценоз біоплівки	. 295
§ 5.4.2. Біоценоз активного мулу	295
§ 5.4.3. Біоценоз анаеробного активного мулу	. 300

§ 5.5. Високотехнологічні схеми біоочищення стічних вод .	301
§ 5.6. Імобілізовані біосистеми в системі очищення	302
§ 5.7. Адаптація мікроорганізмів до токсинів та інгібіторів .	306
§ 6. Аеробні системи очищення стічних вод .	307
§ 6.1. Система природного біофільтрування	310
§ 6.1.1. Поля зрошування та поля фільтрації	310
§ 6.1.2. Біоінженерні споруди типу біоплато .	311
§ 6.1.3. Типи та схеми біологічних ставків .	312
§ 6.2. Система примусового біофільтрування з біоплівкою .	315
§ 6.3. Система примусового біоочищення активним мулом	317
§ 6.3.1. Установки та параметри очищення в аеротенках	318
§ 6.3.2. Типи та схеми систем аерації при біоочищенні .	324
§ 7. Анаеробні системи очищення стічних вод	327
§ 7.1. Системи примусового анаеробного зброджування	329
§ 7.2. Установки та параметри анаеробного очищення .	331
§ 7.2.1. Біоочищення стоків у метантенках та анаеробних зброджувачах	332
§ 7.2.2. Примусове біоочищення у комбінованих біотенках .	334
§ 8. Екостоки безпечного виробництва продукції .	336
§ 8.1. Раціональні схеми очищення стічних вод та водосховищ .	336
§ 8.2. Специфіка біоочисних комплексів виробництв .	343
§ 8.2.1. Стоки харчових виробництв	343
§ 8.2.2. Стоки дріжджових заводів	347
§ 8.2.3. Стоки спиртових заводів .	349
§ 8.2.4. Стоки пивоварень	350
§ 8.2.5. Стоки молочних підприємств	352
§ 8.2.6. Стоки підприємств лимонної кислоти	355
§ 8.2.7. Стічні води ферментного заводу .	357
§ 8.2.8. Стічні води жироскомбінату .	357
§ 8.3. Стічні води підприємств хімічної промисловості	360

§ 8.4. Стічні води металообробних підприємств	363
§ 8.5. Метод трофічного очищення гідробіонтами стічних вод у біоконвексі	368
§ 8.6. Самоочищення водойм після спуску стічних вод	370
§ 8.7. Біоочищення водосховищ від забруднених стоків підприємств	372
§ 8.8. Біодеструкція нафтових забруднень морських акваторій	376
§ 9. Біоочищення ґрунтів	377
§ 9.1. Нормування антропогенного навантаження на ґрунти	377
§ 9.2. Відновна рекультивація порушених земель	381
§ 9.3. Мікробна ремедіація ґрунтів	384
§ 9.4. Біоремедіація ґрунтів вермикультурою	385
§ 9.6. Біостимуляція ґрунтів компостними добривами	388
§ 9.7. Фіторемедіація	391
§ 9.8. Біоочищення ґрунтів біомеліорантами	394
§ 9.9. Макроміцетові біодеструктори ґрунтових забруднень	396
§ 9.10. Біодеструкція нафтових забруднень ґрунтів	396
§ 10. Біоочищення повітря	406
§ 10.1. Методи очищення газоповітряних викидів	408
§ 10.2. Біосистеми очищення газоповітряного простору	408
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	416

ЧАСТИНА II. БІОГЕОТЕХНОЛОГІЯ	7
Розділ 1. Перспективи біовилуговування металів	7
§ 1. Загальні принципи біогеотехнології	8
§ 1.1. Мінералогічні проблеми біосфери	8
§ 1.2. Альтернативність та економічність біогеотехнології	9
§ 1.3. Біостійкість мінералів до бактеріального окиснення	10
§ 1.4. Біосистеми біогеотехнології – мікроорганізми та їх метаболіти	11
§ 1.5. Роль мікроорганізмів у біовилученні металів	14
§ 1.5.1. Газоутворення метильних сполук металів	15
§ 1.5.2. Мобілізація металів з мінералів у розчин	16
§ 1.5.3. Імобілізація та акумуляція металів з розчинів	16
§ 1.5.4. Транспортні системи біосорбції металів	17
§ 1.5.5. Імобілізація металів за допомогою сульфідизації	19
§ 1.6. Трансформації металів у клітині	22
§ 2. Методи біовилуговування металів з мінералів	34
§ 2.1. Спосіб бактерійного вилуговування металів з мінералів	34
§ 2.2. Біосистеми вилуговування сульфідних мінералів	37
§ 2.3. Процеси біовилуговування сульфідних мінералів	37
§ 2.3.1. Біохімізм окисної біодеструкції сульфідних мінералів	38
§ 2.3.2. Модель бактерійного окиснення електропровідних сульфідів	40
§ 2.4. Бактерійне окиснення – процес електрохімічної біокорозії	42
§ 2.4.1. Електрохімічне біоокиснення піриту	45
§ 2.4.2.	

Електрохімічне біоокиснення сульфідів. 45 § 3. Методи біовилучення металів з розчинів 47 § 3.1. Способи бактерійного вилуговування металів з розчинів. 47 § 3.2. Методи біоосадження металів 48 § 3.3. Метод біосорбції металів 50 § 3.3.1. Біосорбційні технології знешкодження радіоактивних відходів 53 § 3.3.2. Створення мікробних біосорбентів 55 § 3.3.3. Методи мікробного вилучення радіоактивних металів. 57 Розділ 2. Біотехнології вилуговування . 60 § 1. Умови промислового біовилуговування . 60 § 2. Техніка біовилуговування сульфідних мінералів . 63 § 2.1. Поверхнєве біовилуговування руди *in situ* 63 § 2.2. Типова схема бактерійного вилуговування міді з куп і відвалів . 66 § 2.3. Типова схема бактерійного вилуговування урану шахтним методом . 67 § 3. Чанове біовилуговування сульфідних мінералів 69 § 3.1. Одержання біомаси бактерійної культури для вилуговування . 70 § 3.2. Чанове біовилучення урану 71 § 3.3. Чанове біовилучення міді 72 § 3.4. Біовилуговування металів з мінеральних концентратів . 73 § 3.5. Біовилучення золота з концентратів 77 § 4. Біозбагачення руд. 79 § 4.1. Технологія та механізми біозбагачення руд . 79 § 4.2. Біозбагачення алюмосилікатних мінералів 82 § 4.3. Біовилучення марганцю 83 § 4.4. Біовидобування золота з породи. 84 § 5. Біовилучення вугілля та нафти 85 § 5.1. Біоенергетика вугілля. 85 § 5.2. Біодеградація шахтного метану 86 § 5.3. Біовидобування нафти. 86 § 5.4. Переробка нафтопродуктів . 89 ЧАСТИНА III. БІОЕНЕРГОТЕХНОЛОГІЯ 91 Розділ 1. Альтернативність біоенерготехнології . 91 § 1. Розвиток нетрадиційних і відновних джерел енергії 91 § 1.1. Паливно-енергетичний комплекс України . 92 § 1.2. Екологічні проблеми енергетики 93 § 1.3. Енергоощадні технології . 94 § 1.4. Утилізація відходів паливно-енергетичного комплексу. 100 § 2. Біоенергетика і біоконверсія енергії. 100 § 2.1. Біоконверсія сонячної енергії . 101 § 2.2. Напрями технологічної біоенергетики 102 § 2.3. Джерела енергії . 102 § 3. Енергія живої природи. 103 Розділ 2. Біоконверсія продуктів фотосинтезу . 111 § 1. Біомаса – відновне джерело енергії 111 § 1.1. Перетворення біомаси на паливо . 113 § 1.2. Зниження парникового ефекту при використанні біомаси 114 § 1.3. Перспективи біоенергії з біомаси. 116 § 2. Альтернативність моторного біопалива. 117 § 2.1. Види біопалива 117 § 2.2. Нормативно-правова база щодо використання біодизеля та біопалива 118 § 2.3. Тверде біопаливо . 120 § 2.4. Рідке біопаливо 121 § 3. Біоетанол . 122 § 3.1. Екологічність та рентабельність біоетанольного палива . 122 § 3.2. Концепція виробництва біоетанолу в Україні. 126 § 3.3. Технології одержання біоетанолу. 130 § 3.4. Алкогольна ферментація лігноцелюлози. 137 § 3.4.1. Конверсія лігноцелюлозних субстратів хвойної сировини . 138 § 3.4.2. Двостадійне зброджування лігноцелюлозних субстратів рослин . 140 § 3.4.3. Технологія багатостадійної ферментації лігноцелюлози. 142 § 3.4.4. Одностадійне зброджування лігноцелюлозних субстратів 142 § 3.4.5. Пряме зброджування лігноцелюлозних субстратів 143 § 3.4.6. Дистиляційне зброджування лігноцелюлозних субстратів 143 § 3.5. Продуценти біоетанолу . 144 § 3.5.1. Модифікація геному продуцентів біоетанолу. 146 § 3.5.2. Метаболічна інженерія дріжджів *Saccharomyces cerevisiae* 146 § 3.5.3. Метаболічна інженерія бактерій *Escherichia coli* . 149 § 3.5.4. Метаболічна інженерія дріжджів *Pichia stipitis* 150 § 3.6. Промислове виробництво біопалива з рослинних відходів 150 § 3.6.1. Технологія отримання етанолу з рослинних відходів в Україні 152 § 3.6.2. Біоетанольні заправні станції 153 § 4. Біодизель 154 § 4.1. Джерела сировини. 154 § 4.2. Економічна складова щодо розвитку біодизеля . 156 § 4.3. Виробництво чистого та модифікованого біодизеля з ріпаку. 159 § 4.4. Технології біодизеля. 162 § 4.5. Потенціал України щодо виробництва біодизеля 164 § 4.6. Біопальне з відходів та біомаси . 170 § 4.7. Біодизельні заправні станції. 171 § 5. Паливний біогаз. 171 § 5.1. Екологічність та економічність біогазового палива. 172 § 5.2.

Біотехнологічні методи метанової ферментації 175 § 5.3. Процеси перетворень метанової ферментації. 176 § 5.4. Біотехнологія біогазового палива 185 § 5.5. Промислові схеми організації виробництва біогазового палива 187 § 5.6. Методи інтенсифікації метанової ферментації одержання біогазу 190 § 5.7. Альтернативне енергозабезпечення тваринницьких ферм . 193 § 5.8. Біогазові заправні станції . 196 § 6. Біосинтез і фотосинтез енергоречовин . 197 § 6.1. Біосистеми та процеси біосинтезу та фотосинтезу 197 § 6.2. Біопалива з біомаси другого покоління 201 § 6.3. Рідкі вуглеводневі палива з рослин та мікроорганізмів. 202 § 6.4. Зелений бензин з гідробіонтів 204 § 6.5. Мікробне біопаливо на основі ліпогенезу та ліполізу . 210 § 6.6. Біотехнологія ліпідоутворення . 213 § 7. Біоводень . 215 § 7.1. Водневе біопаливо . 215 § 7.2. Біоспособи отримання водню . 216 § 7.3. Біосистеми фотосинтезу біоводню 217 § 7.4. Фотовиробництво та біосистеми водню фотолізу води. 219 § 7.5. Фотобіоніка – створення штучних систем біоводню. 220 § 8. Проблеми безпеки біопалива 225 ЧАСТИНА IV. БІОЕТИКА ТА БІОБЕЗПЕКА. 228 Розділ 1. Біологізація та екологізація суспільства 228 § 1. Екологізація і біологізація господарської та виробничої діяльності 228 § 2. Біоетика застосування біотехнологій. 229 § 3. Морально-етичні проблеми генетики 233 § 3.1. Досягнення та проблеми генетики. 233 § 3.2. Маніпуляції з геном 235 § 3.3. Євгеніка 236 § 3.4. Геноміка. 241 § 3.5. Генна терапія. 243 § 3.6. Протеоміка – післягеномна ера 249 § 3.7. Хвильова генетика 253 § 3.8. Прогноз генетичних досліджень 254 § 4. Проблема клонування 255 § 4.1. Створення клонів та види клонування .256 § 4.2. Історія створення клонів260 § 4.3. Оцінки етичності клонування людини.263 § 5. Проблеми використання стовбурових клітин 265 § 5.1. Зрілі та ембріональні стовбурові клітини 265 § 5.2. Технології вирощування стовбурових тканинних культур .266 § 5.3. Розроблення штучних ембріональних стовбурових клітин .268 § 5.4. Біоетичні проблеми, пов'язані із стовбуровими клітинами .276 § 5.5. Біотрансплантація органів із стовбурових клітин.277 Розділ 2. Біобезпека застосування біотехнологій .282 § 1. Біобезпека лабораторних біодосліджень .282 § 1.1. Біобезпека роботи з мікроорганізмами 282 § 1.2. Біобезпека біотехнологічного відтворення свійських тварин284 § 1.3. Безпека та етика трансгенезу 291 § 2. Система безпеки харчових продуктів.293 § 2.1. Основні принципи нового підходу до сертифікації та Директиви ЄС .294 § 2.2. Міжнародна система забезпечення якості харчових продуктів НАССР.296 § 3. Генетично модифіковані продукти .299 § 3.1. Проблеми генетично модифікованої продукції.301 § 3.2. Принципи розроблення та застосування ГМО продукції.308 § 3.3. Створення трансгенно змінених рослин .310 § 3.4. Проблеми регламентації трансгенних культур .314 § 3.5. Принципи встановлення потенційного ризику та безпеки ГМО.316 § 3.6. Транснаціональне переміщення генетично модифікованих рослин 317 § 3.7. Маркування продукції, що містить трансгенні компоненти .322 § 3.8. Правова система маркування ГМ-продукції в Україні.325 § 3.9. Екологічна безпека продукції .327 § 3.10. Принципи міжнародної екологічної сертифікації 329 § 4. Біозахист здоров'я людини330 § 4.1. Генетично модифіковані фармацевтичні препарати 331 § 4.2. Біозахисна реакція імунної системи людини 331 § 4.3. Біозахисна адаптаційна енергія організму людини.333 § 5. Біотероризм 335 § 5.1. Заборона на біологічну зброю.337 § 5.2. Біологічна зброя .338 § 5.3. Засоби захисту від біозброї .342 § 5.4. Специфічна профілактика біоуражень.342 § 5.5. Антитерористичні програми протистояння біотероризму.345 § 6. Нанотехнології349 СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.357