

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені І. І. МЕЧНИКОВА
ФАКУЛЬТЕТ ХІМІЇ ТА ФАРМАЦІЇ
КАФЕДРА ФАРМАКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ЛІКІВ

БІОЕТИКА ТА БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
для студентів факультету хімії та фармації
першого (бакалаврського) рівня освіти
спеціальності 102 «Хімія»
та другого (магістерського) рівня освіти,
спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація»

ОДЕСА
ОНУ
2023

УДК 591.5:504
Б63

Укладачі:

Л. В. Еберле, кандидат біологічних наук, доцент кафедри фармакології та технології ліків;

О. В. Устянська, кандидат біологічних наук, доцент, доцент кафедри фармакології та технології ліків;

А. М. І. Шкодовська, старший лаборант кафедри фармакології та технології ліків.

Рецензенти:

О. М. Гузенко, кандидат хімічних наук, доцент, доцент кафедри аналітичної та токсикологічної хімії Одеського національного університету імені І. І. Мечникова;

І. М. Радаєва, кандидат біологічних наук, доцент кафедри фармакології та технології ліків Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

*Рекомендовано вченою радою факультету
хімії та фармації ОНУ імені І. І. Мечникова.
Протокол № 8 від 12 травня 2023 р.*

Б63

Біоетика та біобезпека [Електронний ресурс] : електрон. метод. вказівки для практ. робіт студ. факультету хімії та фармації першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня освіти, спец. 102 «Хімія», 226 «Фармація, промислова фармація» / уклад.: Л. В. Еберле, О. В. Устянська, А. М. І. Шкодовська, – Одеса : Одес. нац. ун-т ім. І. І. Мечникова, 2023. – 60 с. – 0,8 МБ.

Пропоновані методичні вказівки стануть у нагоді при виконанні практичних робіт з дисципліни вільного вибору «Біоетика та біобезпека», яка викладається студентам першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальностей 102 «Хімія» та 226 «Фармація, промислова фармація» факультету хімії та фармації Одеського національного університету імені І. І. Мечникова.

УДК 591.5:504

ЗМІСТ

ВСТУП		4
	1. Біоетика. Становлення біоетики як науки	5
РОЗДІЛ I	2. Методи біоетики	10
Біоетика	3. Проблеми проведення наукових досліджень	20
	4. Біоетика та фармація	25
	5. Біобезпека. Основні напрямки формування та функціонування біобезпеки	30
РОЗДІЛ II	6. Сучасна біотехнологія як питання біобезпеки	36
Біобезпека	7. Генетично модифіковані організми. Їх використання	42
	8. Самозахист організму людини від впливу токсикантів біогенного походження	50
	Список використаної літератури	59

ВСТУП

Біологічна безпека та біоетика є однією з найважливіших складових екологічної та національної безпеки України. Нині в країні існує тенденція до посилення негативного впливу біологічних чинників на населення та довкілля, можливість виникнення загроз біологічного походження, пов'язаних з розвитком сучасних біотехнологій та появою синтетичної біології, проявами біотероризму, відсутністю чітко визначеної процедури впровадження генетично-інженерної діяльності тощо.

Якісна відмінність біологічного виду забруднення від інших полягає у здатності його компонентів до розмноження, адаптації та передачі спадкової інформації в довкіллі, що надає характерові цього впливу таких рис, як мобільність і агресивність і робить його особливо небезпечним.

Реалізацію державної політики у сфері забезпечення біологічної безпеки має бути здійснено шляхом створення та ефективного функціонування національної системи біологічної безпеки та біологічного захисту, яка передбачатиме прогнозування, профілактику, ідентифікацію та протидію існуючим загрозам біологічного походження, ліквідацію наслідків надзвичайних ситуацій в результаті впливу небезпечних біологічних чинників довкілля, можливих актів біотероризму.

РОЗДІЛ I. Біоетика

1. Біоетика. Становлення біоетики як науки

Біоетика – наука про закони, принципи та правила регуляції професійної поведінки медичних працівників та дослідників, яка забезпечує безпеку використання нових медичних технологій та попереджає лікарів та вчених про неприпустимість завдання шкоди людині, її потомству, всьому людству та біосфері в цілому.

Предметом вивчення біоетики є сукупність етичних питань, пов'язаних з медициною та біомедичними науками. Серед цих питань на сучасному етапі можна виділити такі:

1. Етичні проблеми наукових досліджень в медицині.
2. Етичні проблеми генетичних технологій та втручання у репродукцію людини.
3. Етичні проблеми ставлення до смерті та сучасних технологій подовження життя; проблеми трансплантації органів та тканин.
4. Етичні проблеми епідеміології, психічних захворювань.
5. Етичні проблеми соціальної справедливості в медицині.

Розгляд перерахованих проблем і складає основний зміст біоетики як прикладної наукової дисципліни.

Етика медичних досліджень має давню історію. Ще давньоримський лікар і вчений Цельс (I ст. до н. е.) спеціально обговорював питання допустимості експериментування на людині та взагалі на живих істотах. Проте більшість учених античності та Нового часу вважали такі дослідження допустимими. «Покровитель наук» Олександр Македонський був ініціатором серії жорстоких експериментів на рабах, метою яких було вивчення функціонування людського організму. Грецький лікар Еразістрат (III ст. до н. е.) проводив численні експерименти на людях та тваринах. У XVI ст., коли французький король Генріх II отримав на турнірі удар списом в око, лікарі побачили точно такого ж поранення чотирьох засуджених злочинців, щоб мати можливість вивчити їхні рани.

Розвитку біоетики як науки сприяли теоретичні розробки у сфері основних принципів предмета. Виняткова роль у визначенні

оригінального підходу до цієї проблеми належить Т. Л. Бошамп та Дж. Ф. Чілдресс. У своїй оригінальній публікації «Принципи біомедичної етики» вони у 1979 р. сформулювали **чотири принципи даного предмета:**

1. Принцип поваги автономії – передбачає повагу особистості та захисту осіб зі зниженою автономією (діти, психічно хворі та ін.).

2. Принцип не нанесення шкоди передбачає, що медичний працівник діє таким чином, що фактично немає права нашкодити пацієнту.

3. Принцип допомоги та сприяння вимагає від медичного працівника діяти на користь благополуччя пацієнта, виявляти милосердя та благодіяння.

4. Принцип справедливості спрямований на дотримання справедливого розподілу як соціальних благ (наприклад, можливостей ефективної охорони здоров'я), так і соціальних навантажень (наприклад, податків).

Навчання біоетиці має здійснюватися безперервно протягом усієї професійної діяльності фахівця. Міждисциплінарний характер біоетики передбачає соціологічне розуміння медичної та біологічної спільноти; а також психологічне розуміння характеру потреб, які відчують дослідники, лікарі, медичні працівники, хворі та види впливів, об'єктом яких вони є. Необхідне історичне розуміння витоків теорії біоетики та її практики. Опанування методів етичного аналізу, як він розуміється філософами та теологами, має поєднуватися з розумінням обмежень цих методів, коли вони застосовуються до конкретних практичних ситуацій. Кожному, хто займається біомедичною етикою, потрібен власний контакт із тими етичними проблемами, що виникають у медицині та біології. Йдеться про те, що взаємодія філософів, медиків, юристів та інших професіоналів справила серйозний та незворотний вплив на методи та зміст філософської етики.

Формування та розвиток біоетики безпосередньо пов'язаний з процесами становлення та трансформації класичної етики в цілому та лікарської етики чи медичної деонтології зокрема. Нова наука

підняла і намагається вирішити проблеми, пов'язані зі збереженням природи людини, захистом біосфери Землі та виживання людства. Фахівець у галузі біомедичної етики працює у трьох основних напрямках:

1. Знаходження проблем, що підлягають моральній оцінці (визначення предмету обговорення).

2. Систематичний аналіз та обговорення дій людини в біології та медицині у світлі моральних цінностей та принципів (методологічна стратегія).

3. Допомога лікарям та біомедичним дослідникам в обґрунтуванні правильних дій на основі застосування принципів та теорій біомедичної етики (процес прийняття рішень).

Концептуально основні напрямки біоетики було розроблено ще її основоположником – В. Р. Поттером. Він вважав, що біоетика покликана охопити цілий комплекс знань про живе та розглядати проблеми не лише медичної, а й екологічної етики. «Зрозуміло, – писав В. Р. Поттер, – що біоетика має будуватися на мультидисциплінарній основі, я пропоную дві галузі, інтереси яких, здавалося б, різні, але які потребують один одного: медична та екологічна етика. Вони перетинаються у тому сенсі, що медична етика переважно пов'язана з безпосередніми рішеннями, правом вибору пацієнтів та лікарів у їхньому прагненні продовжити життя. Екологічна етика має стійкі уявлення щодо того, що ми маємо робити, щоб зберегти екосистеми у такій формі, яка буде сумісна з тривалим існуванням людського роду».

У 80-ті роки минулого століття було сформульовано пропозицію, яка не зустріла достатньо широкої підтримки: виділити з біомедичної етики так звану «клінічну етику». Як відомо, основою появи біоетики були новітні наукові досягнення у біології, генетиці, генної інженерії, трансплантології та клінічні випробування. Звичайно, всі ці сфери були клінічними та передбачали контакти лікарів і пацієнтів. Однак більшість лікарів не були дослідниками, відносно мале їх число мали відношення до медичної генетики і мало хто займався трансплантологією. У той же час практичні лікарі

щодня стикалися з проблемами тяжкохворих та вмираючих пацієнтів та іншими етичними проблемами сучасної медицини. Такі рутинні повсякденні та поширені етичні проблеми практичної медицини і були віднесені до «клінічної етики» на відміну від біомедичної етики, яка стосувалася переважно проблем високих медичних технологій та соціальної медицини.

Глобальний характер біоетика набула у 90-х роках ХХ ст. у зв'язку з глобалізацією економіки, науки і культури. Причинами всесвітньої глобалізації є інтернаціоналізація економіки, розвиток єдиної системи світового зв'язку, ослаблення ролі держав, активізація діяльності транснаціональних недержавних організацій (етнічних діаспор, релігійних конфесій, екологічних рухів). Сам процес глобалізації в суспільстві неоднозначний, має неоднакову морально-етичну оцінку і є причиною серйозних ідеологічних протиріч і навіть зіткнень. Однак у біоетиці глобалізація має, безперечно, позитивне значення, оскільки спрямована на забезпечення виживання людства на основі створення сполучної ланки (моста), необхідної для поєднання медичної етики та етики довкілля у всесвітньому масштабі.

В даний час глобальна біоетика розвивається в наступних напрямках:

1. Етика медичних професій (лікарі, медичні сестри, технічні працівники, адміністратори).

2. Етика клінічних досліджень та експериментів на тваринах у терапевтичних та нетерапевтичних цілях.

3. Соціальна етика медицини (соціальна справедливість, соціоетичні зобов'язання, розподіл ресурсів охорони здоров'я, біоетичні проблеми медицини праці, спорту, багатонаціонального суспільства, демографічного розвитку).

4. Етика охорони навколишнього середовища.

5. Етична оцінка біоправа як юридичної регламентації втручання в організм людини, геном та біосферу його проживання.

6. Етична модифікація поведінки певних груп населення на основі розробки та впровадження глобальних навчально-освітніх

програм з метою попередження захворювань, пов'язаних з неправильним способом життя та поведінкою людини (ВІЛ-інфекція/СНІД, інфекційні захворювання з водним, харчовим та повітряно-краплинним шляхами передачі) тощо.

У другій половині ХХ ст. виникли та набули поширення ідеї постмодернізму. Постмодерні тенденції сучасного постіндустріального споживчого суспільства характерні відсутністю канонічності, асистематичністю, розчаруванням в ідеалах і цінностях Відродження та Просвітництва. Виявилися втрачені основні ідеї людства: прогрес, емансипація особистості, абсолютизація наукового знання, віра у безмежність можливостей людини та торжество розуму. Ідеологія постмодернізму вплинула як на етику, так й у світогляд загалом, спосіб життя, науку, мистецтво і релігію.

Сьогодні на зміну теоріям модернізму та постмодернізму приходить ідея глобалізації, яка, на жаль, як і попередні теорії, не дає відповіді на проблеми, пов'язані з нерівномірністю розвитку різних регіонів планети, вестернізацією, ослабленням національної самоідентифікації. Виникнення глобальної біоетики як особливого світогляду кінця ХХ – початку ХХІ ст. було зумовлено, в першу чергу, усвідомленням небезпеки дегуманізації науки, забуття справжньої людяності, відірваності людини від справжнього життя, як образ у процесі пізнання, замість того щоб сприйматися безпосередньо.

Сучасне суспільство виявляє зростаючий інтерес до методів етичного контролю роботи медиків та медико-біологічних дослідників, що здійснюється на основі нормативних документів, розроблених та прийнятих різними міжнародними організаціями. Найважливішим з них є ухвалена Радою Європи Конвенція про захист прав та гідності людини у зв'язку з використанням досягнень біології та медицини – Конвенція про права людини та біомедицини.

Об'єктивною реальністю життя сучасного суспільства стає юридичне оформлення біоправа як механізму регламентації досліджень у сфері медицини, біології та екології. Перехід від етичних цінностей до юридичних норм пов'язаний із необхідністю методологічно правильного визначення характеру взаємовідносин між біоетикою та правом (розділ

сфер відповідальності, автономія, співіснування). Завдання полягає в тому, щоб на основі принципу соціальної справедливості створити ефективний механізм контролю та регулювання втручання науки в організм людини та середовище її проживання.

Питання для самоконтролю:

1. Дайте визначення біоетики як наукової дисципліни. Які питання вивчає біоетика?
2. Наведіть чотири принципи біоетики за Т. Л. Бошампом та Дж. Ф. Чілдрессом.
3. Наведіть основні етапи становлення біоетики як науки.
4. Основні напрямки функціонування біоетики.
5. Значення біоетики в сучасному суспільстві.

2. Методи біоетики

2.1. Дедуктивний метод

Дедуктивний метод вирішення етичних проблем полягає в тому, що аналітичний процес йде від філософських теорій та принципів етики до конкретного випадку. Такий підхід є наукомістким щодо того, що пропонується процедура формування етичного судження. Першим кроком застосування такого методичного підходу є ідентифікація того, яка філософська етична теорія найкраща в даному випадку. Наприклад, на думку науковців, найбільш прийнятною філософською теорією етики є утилітаризм. Теорія, на якій зупинено вибір, порівняно з іншими має містити якомога більшу кількість переваг та найменшу кількість недоліків. Етична теорія пропонує посилення на сукупність нормативних етичних принципів. Зазвичай такі принципи мають скоріше загальний, ніж приватний характер. Вони універсальні (тобто застосовні всім особистостям) і внутрішньо взаємопов'язані. Логіка дедуктивного аналізу передбачає траєкторію думки від загальної теорії до відповідного етичного принципу або групи принципів і далі до вибору більш специфічного етичного правила. Заключний крок –

застосування цього правила до конкретного випадку, що містить ту чи іншу етичну проблему.

Відмінні риси дедуктивного ходу думки – наочність та визначеність, коли передумова визначає висновок. Іншими словами, дедуктивна модель етичного аналізу є суворою процедурою прийняття рішення: теорія логічно тягне за собою певні принципи та правила, які у свою чергу логічно вимагають приватного етичного судження щодо конкретного випадку. Сумарно дедуктивний метод може бути поданий у вигляді наступного алгоритму:

1. Визначити доцільну філософську теорію етики.
2. Встановити доречний етичний принцип.
3. Встановити доречне етичне правило.
4. Застосувати правило до конкретного випадку.

В етиці найчастіше використовують теорії Е. Канта, утилітаризму і теорії, засновані на їх принципах.

Теорії утилітаризму. У сучасних дискусіях утилітаризм присутній у двох варіантах: теорія «вчинок – утилітаризм» та теорія «правило – утилітаризм».

Теорія «вчинок – утилітаризм» як базова стверджує наступний принцип: людина повинна чинити так, щоб досягти для всіх найбільшої переваги добра над злом. Вчинок вважається моральним, якщо порівняно з можливими альтернативами його ймовірні наслідки забезпечать найкращий баланс між добром та злом, що визначається усіма. Іншими словами, людина повинна чинити так, щоб отримати максимальну користь. Що вважати добром та злом під час проведення етичного аналізу? Класичний утилітаризм відповідає концепцією внутрішніх цінностей. На думку науковців, тільки задоволення в широкому розумінні поняття, включаючи всі типи задоволення або насолоди, має внутрішню цінність і тільки біль, який розуміється широко, включаючи всі типи незадоволеності, фрустрації або невдоволення має внутрішнє значення зла. Лише стан щастя має внутрішню цінність і лише відчуття нещастя є внутрішнім злом.

Практичне застосування теорії має такий алгоритм:

1. Визначити альтернативні шляхи вирішення етичної проблеми.

2. Спробувати передбачити можливі наслідки (іноді множинні та віддалені) кожного альтернативного вчинку.

3. Оцінити у кожному разі наслідки з боку балансу добра і зла, з урахуванням впливу вчинку кожного, кого він ймовірно торкнеться.

4. Вибрати вчинок, який ймовірно призведе до найбільшої переваги добра над злом, та визначити його як морально виправданий у конкретній ситуації.

Якщо здається ймовірним, що обидві альтернативні дії забезпечать однаковий баланс добра і зла, то кожна з них визнається морально правильною. У деяких ситуаціях, незалежно від того, як людина чинить, баланс добра і зла стає негативним. У такому разі морально правильно вчинити так, щоб перевага зла (болі та нещастя) над добром (задоволення та щастя) була найменшою.

Теорія «вчинок – утилітаризм» може бути правильно витлумачена як «ситуаційна етика». Теорія не вважає певні види дій як внутрішні та за своєю натурою невірні. Ці види дій (наприклад, брехня) можуть бути визнані морально неправильними в одних обставинах та правильними в інших, оскільки наслідки дій значною мірою залежать від обставин. Іншими словами, моральність вчинку є функцією ситуації – термін «ситуаційна етика». Прикладом використання теорії «вчинок – утилітаризм» у біомедичному контексті може бути аналіз наступної ситуації.

У новонародженого з множинними вродженими вадами розвитку та тяжким ураженням центральної нервової системи, який не має шансу на виживання більше кількох тижнів, розвивається набута пневмонія. Неонатолог разом із батьками має визначити, чи має сенс розпочати терапію пневмонії антибіотиками і, отже, продовжити життя дитині. Альтернативне рішення – просто дати новонародженому померти. Здається ясным, що інтереси всіх сторін, залучених у цю етичну дилему, найкраще дотримуються рішення не проводити антибіотикотерапію пневмонії. Безумовно, сама дитина нічого не набуває, а в певному сенсі втрачає при невеликому продовженні життя, наповненого болем та стражданням. Батьки, чий страждання не усунуться за будь-якого альтернативного вчинку,

отримають деяке полегшення від того, що страждання їхньої дитини нарешті закінчені. І, нарешті, ресурси лікарні та охорони здоров'я загалом можуть бути використані надалі з більшою користю, ніж при продовженні процесу вмирання новонародженого, стан якого неможливо покращити відомими методами терапії. Безумовно, мають бути враховані непрямі та довгострокові наслідки рішення не проводити терапію. Можливо, буде завдано шкоди стійким суспільним традиціям особливого захисного ставлення суспільства до новонароджених. Однак ризик несприятливих наслідків є мінімальним. Тому в обговорюваній ситуації відмова від антибіотикотерапії, яка дозволяє новонародженому померти, є морально правильним вчинком.

Як і кожна етична теорія, теорія «вчинок – дія» має бути оцінена з погляду її прийнятності відповідно до двох стандартів.

Критики теорії стверджують, що вона суперечить нашому досвіду морального життя, зокрема ігнорує чи не виправдовує особливий персональний характер взаємовідносин та моральних зобов'язань. Наприклад, відомо особливе моральне зобов'язання батьків піклуватися про дітей. У той самий час з погляду теорії «вчинок – дія» найбільшу користь міг би дати перерозподіл енергії та часу на виконання будь-якого іншого завдання. Крім того, застосування теорії недостатньо відповідає нашій моральній переконаності, що індивідууми мають свої права. За певних обставин дія, яка забезпечує максимальну користь (і тому, згідно з теорією, – морально вірна), порушує права окремої людини за принципом «мета виправдовує кошти». Теорія пред'являє завищені моральні вимоги до індивідууму, змушуючи його оцінювати будь-який свій вчинок з погляду досягнення максимальної користі. На питання про те, чи надає ця теорія ефективні алгоритми до вирішення етичної проблеми (а в цьому полягає інший критерій її прийнятності), можна дати позитивну відповідь. Процедура прийняття вибору є логічною і зрозумілою, а аналіз можливих наслідків альтернативних дій допомагає вибрати те, що забезпечить максимальну користь. Хоча теорія добре відповідає цьому стандарту прийнятності, її неповна

відповідність попередньому стандарту привела до того, що більшість сучасних утилітаристів відійшли від теорії «вчинок – утилітаризм» у напрямку теорії «правило – утилітаризм». Основним принципом цієї теорії є наступне: людина повинна діяти відповідно до такого правила, яке, якщо йому у більшості випадків слідувати, дозволяє досягти для всіх найбільшої переваги добра над злом. В загальних утилітаристських теоріях принцип користі є основною етичною нормою.

2.2. Індуктивний метод

Індуктивний метод вирішення етичних проблем принципово відрізняється від дедуктивного. Він пропонує почати етичний аналіз з фактичного вивчення деталей окремого випадку: людей, обставин та взаємин, які залучені до конкретної дилеми. Вважається, що досвід та спостереження ймовірніше, ніж філософські принципи та теорії, є передумовами етичних аргументів. Прихильники методу посилаються і те, що якісні і кількісні методи емпіричного спостереження також є прийнятними для ідентифікації та аналізу етичних питань в організації охорони здоров'я та клінічної медицини.

Відповідно до індуктивної концепції, аналіз слід розпочати з етичної оцінки власних особливостей випадку. Уміння реагувати на індивідуальні особливості дає змогу розібратися, які найбільш загальні принципи та зобов'язання можуть бути найдієвішими у цій ситуації. Вибір етичних принципів та зобов'язань, які підходять до конкретної етичної проблеми, є найважливішим етапом індуктивної концепції. І, нарешті, без посилання на філософську теорію робиться спроба зіставлення загальних принципів і зобов'язань з конкретними фактами та інтуїтивними судженнями. Це може вимагати, наприклад, уявити себе самого у цій моральній ситуації з метою зрозуміти межі загальних принципів та зобов'язань. Для особи, залученої в етичний аналіз, важливіше не залишатися неупередженою, а спробувати уявити різні перспективи або зрозуміти, що можна зробити в аналогічних ситуаціях.

На відміну від дедуктивного аналізу, індуктивний підхід неминуче зберігає в етичних судженнях невизначеність та залишкову напруженість. Рух від власного до спільного і назад до власного супроводжується не логічним втручанням, а скоріше практичними думками. При індуктивному аналізі логічні посилення служать підтримкою висновку без неспростовного логічного забезпечення. Іншими словами, індуктивний аргумент передбачає зробити певний висновок вірогіднішим, але не перетворює його на логічно необхідний. Індуктивний підхід визначає також, що загальні керівні принципи не є універсально застосовними, й тому закликає до використання загальних нормативних принципів з яким розумінням їхньої користі та обмежень. Відповідно до індуктивної моделі, серцевина етичного мислення перебуває не у володінні філософськими теоріями, а в моральному досвіді та оцінці.

Алгоритм індуктивного методу етичного аналізу включає такі етапи:

1. Приділити увагу конкретним особливостям.
2. Знайти діючі етичні принципи та зобов'язання.
3. Збалансувати конкретні особливості та загальні принципи.

У поодиноких випадках для виконання завдання збалансування власного та загального потрібен додатковий четвертий крок. Він необхідний, коли загальний принцип чи зобов'язання, залучені до етичного аналізу, самі собою поставлені під сумнів. Така ситуація можлива, якщо певне посилення, на якому базується принцип чи зобов'язання, більше не вважається розумним, та його цінність стала сумнівною. Тоді необхідно:

4. Відкинути або модифікувати загальний етичний принцип на основі ідентифікації того, яке нерозумне посилення знаходиться в його основі. Індуктивна модель здатна узгоджувати міждисциплінарні погляди. Багатодисциплінарна індуктивна модель може об'єднувати під загальними принципами не лише положення, що впливають із філософських теорій, але також ті, що виходять із численних дисциплін та джерел. Останні можуть містити життєвий досвід безпосереднього спостереження за тим, як етичні проблеми та

їх вирішення впливають на відносини людей. Предмет історії також може включатися в багатодисциплінарну індуктивну модель, оскільки багато етичних проблем мають немінучий характер і входять до історичних джерел. Навіть якщо окремих випадок незвичайний, він може мати важливі аналогії з випадками, що сталися у минулому. Література – ще одне можливе джерело загального етичного розуміння, оскільки отримує його шляхом розкриття характерів персонажів та опису життєвих ситуацій. Нарешті, цінну основу етичних передумов для етичного аналізу випадків надають різні культури. Проблема полягає лише в тому, що культура, що домінує в суспільстві, може придушувати етичні погляди інших культурних груп, а цінності окремо взятої культури можуть стати джерелом висновків, які мають конфліктний характер стосовно інших культур національних меншин.

Варіантами індуктивного підходу до вирішення етичних проблем є казуїстичний метод, етика турботи, феміністська етика.

2.3. Казуїстичний метод

Цей метод був розроблений античними мислителями та широко застосовувався в етичних дискусіях Середньовіччя. Теоретичною передумовою методу стало твердження, що властивий дедуктивізму тип мислення «згори донизу» є неадекватним для вирішення конкретних проблем, подібних до тих, які виникають у біоетиці.

Прихильники казуїстичного методу виходять від того, що жодна з існуючих етичних систем не в змозі подолати відмінності наших моральних ідей. Наслідком став факт відсутності консенсусу щодо оцінки етичних конструкцій. Казуїстичний метод аналізу етичної проблеми виправданий також тим, що наше реальне моральне мислення зазвичай не містить прямих дедуктивних конструкцій, які виводять етичну думку з найвищих принципів. Практична життєва мудрість вимагає визначити, які саме норми, принципи та правила застосовні до конкретного складного чи двоїстого з етичного погляду випадку. Послідовники казуїстичного методу не згодні, що відповідь на запитання можна отримати на основі теорій Канта, утилітаризму

або принципалізму. Етичні теорії не враховують і того факту, що моральна визначеність там, де вона існує, стосується окремих випадків.

Казуїстичний метод ґрунтується на аналізі випадків. Він починається з ясних «зразкових» випадків (парадигм), які застосовуються до аналізованої проблеми і вказують на правильні дії чи судження. З таких простих випадків екстрагуються правила поведінки та принципи, наприклад, «крадіжка аморальна». «Зразкові» випадки (парадигми) допомагають висвітлити проблеми інших випадків методом аналогії. Виведені зі «зразкових» випадків (парадигм) правила поведінки та принципи порівнюються з діями, які мають двоїсту чи конфліктну етичну основу. Іноді вони включають твердження про необхідність винятків з правил.

Для правильної моральної оцінки кожного окремого випадку необхідно, перш за все, визначити, які «зразкові» випадки є відповідними. Проблеми неминучі, якщо «зразкові» випадки невизначені чи двозначні чи якщо два і більше «зразкових» випадки діють у конфліктному напрямі. Історія моральної практики являє собою постійне з'ясування використання «зразкових» випадків (парадигм) і прийнятих винятків із правил.

Казуїстичний метод – реальна альтернатива домінуючим етичним теоріям та методології етичного мислення «згори донизу». Він справді пропонує шлях, який відповідає реальному процесу етичного вирішення проблем. Більше того, казуїстичний метод може призвести до консенсусу навіть тоді, коли люди не сходяться на думці щодо етичних теорій. Принаймні прихильники даної методології, безумовно, мають рацію, що окремі специфічні моральні твердження більш визначені, ніж будь-яка етична теорія.

2.4. Етика турботи

Метод приділяє особливу увагу емоційному компоненту морального життя зі спеціальним акцентом на співпереживання та врахування потреб інших, тобто на турботу та піклування. Так само

як і казуїстичний метод, етика турботи концентрується на особливостях та ситуації морального судження.

Метод надає особливого значення аналізу взаємовідносин та визнання відповідальності за моральне рішення. Етика турботи була розроблена К. Гілліган у 1982 році в процесі вивчення статевих відмінностей етичного мислення. При вивченні реакції на моральні конфлікти було виявлено, що жінкам властиво зосереджуватись на деталях взаємин між людьми та шукати інноваційні рішення, які максимально захищають інтереси всіх зацікавлених осіб. Чоловіки, навпаки, зазвичай намагаються ідентифікувати та застосувати відповідні принципи чи правила, які вони вважають універсальними чи цінними з погляду справедливості, навіть якщо в результаті порушуються чийсь інтереси. Перший тип підходу був названий етикою турботи (або відповідальності), а інший, який включає дедуктивні методи, – етикою справедливості. Безперечно, ці емпіричні кореляції недосконалі: дії чоловіків включають елементи турботи, а жінки використовують принципи справедливості. Історично традиційні етичні підходи найбільше відповідають моральному досвіду чоловіків, ніж жінок. К. Гілліган приходить до висновку, що немає причин вважати, що етика турботи менш значуща, ніж етика справедливості, і що ідеальна етика повинна включати обидва ці підходи.

Етика турботи спрямовує та орієнтує універсальні принципи та права на користь турботи, піклування, міжособистісних відносин та умов. Критика дедуктивних методів етичного аналізу ґрунтується на сумніві в тому, що неупередженість та справедливість є фундаментальним аспектом морального мислення та відображають чоловіче етичне мислення.

2.5. Феміністська етика

Феміністська етика виходить із визнання існування жіночого погляду на мораль і щодо цього співзвучна з етикою турботи. Ця етика вимагає суворого врахування морального досвіду жінок, хоча часто критично вважає, що у формування цього досвіду істотно

впливає їх нерівноправне становище. Феміністська етика наголошує на моральній важливості подолання всіх форм придушення з особливим акцентом на дискримінацію жінок. Ці риси феміністської етики визначають особливе моральне ставлення до жінок і, що дуже важливо, до інших історично пригнічених верств населення та меншин. Акцент ставиться як на значенні інтересів жінок, так і на обставинах, які їх особливо торкаються або негативно впливають. Так, у біоетичних дискусіях феміністи ретельно досліджують роль жінки у прийнятті рішень при виникненні конфлікту мати – плід, а також у якості майже ексклюзивного учасника медсестринської професії. Обговорюються особливості становища жінок у біомедичних дослідженнях, моральні складності сурогатного материнства, проблеми запліднення *in vitro* та інші спірні питання, пов'язані з репродуктивними технологіями.

Особлива увага приділяється подоланню практики та інституцій пригнічення. Феміністи не виключають, що непропорційне залучення жінок у сферу догляду та піклування відображає їхнє підпорядковане становище в суспільстві. Вони наголошують, що виховання, догляд, прагнення зберегти взаємини майже за будь-яку ціну – все це, можливо, ознаки пригноблених груп і характерні не лише для жінок, а й для осіб обох статей у групах населення, які стали об'єктом підпорядкування чи колонізації. Радикальні феміністи стверджують також, що цінності материнства, які займають особливе місце в етиці турботи, можуть бути віднесені лише до традиційної сім'ї, і девальвуються у неповних сім'ях, цивільних шлюбах серед гомосексуалістів. Вони вважають, що догляд за іншими заважає жінці адекватно задовольняти власні потреби на основі принципів автономії та прав людини.

Питання для самоконтролю:

1. Сутність дедуктивного методу та алгоритм його застосування.
2. Наведіть відмінності між теоріями «вчинок – утилітаризм» та «правило – утилітаризм».
3. Сутність індуктивного методу та алгоритм його застосування.

4. Основні відмінності казуїстичної етики як продовження індуктивного методу.
5. Етика турботи та феміністська етика: спільні риси, відмінності, роль у сучасному світі.
6. Наведіть приклади проблем, обговоренням яких займається феміністська етика.

3. Проблеми проведення наукових досліджень

Медичні дослідження за участю людини, які проводяться у медичних закладах (клініках), прийнято називати **клінічними дослідженнями**. Вони можуть бути умовно поділені на дві групи: *обсерваційні* та *експериментальні*.

Обсерваційні дослідження ґрунтуються на спостереженнях різних випадків із медичної практики. До них належать різні види опису та аналізу випадків, тестування пацієнтів, вивчення груп хворих із подібними симптомами (когортний аналіз). Обсерваційні дослідження, самі по собі, не містять загрози для здоров'я пацієнтів.

Експериментальні дослідження засновані на створенні спеціальних умов та вивченні їх впливу на піддослідного, зокрема, на стан його організму та перебіг захворювання. У результаті експерименту дослідник піддає піддослідного впливу нових препаратів, вакцин, фізіотерапевтичних методів, нової форми оперативного втручання, нового методу діагностики тощо.

Експериментальні дослідження, своєю чергою, умовно поділяють на *терапевтичні* та *нетерапевтичні*.

Терапевтичні дослідження включають дії, спрямовані на відновлення здоров'я пацієнта, який на момент проведення дослідження страждає від будь-якого захворювання. Пацієнти, залучені до терапевтичного дослідження, сподіваються отримати з нього лікувальну користь. Новий препарат, технологія чи діагностична процедура дає шанс на одужання чи покращення стану здоров'я в умовах, коли існуючі методи не дають бажаного

результату. По суті терапевтичними дослідженнями є *клінічні випробування* нових методів терапії.

Нетерапевтичні дослідження включають дії, спрямовані на збільшення наукових знань про фізіологію, біохімію, генетику, патологію, але вони не спрямовані на надання медичної допомоги піддослідним. Незважаючи на відсутність безпосередньої користі для піддослідних, нетерапевтичні дослідження спрямовані на вивчення біологічних механізмів, глибоке знання яких може дозволити надалі удосконалити терапію.

Клінічне дослідження нового лікарського препарату, призначеного для широкого використання, по суті є клінічним випробуванням і включає, згідно з існуючими на даний час нормами, чотири етапи (фази). При цьому у разі виявлення на якійсь із фаз несприятливих ефектів процес дослідження та використання препарату припиняється. На етап клінічного дослідження препарат потрапить після всебічного попереднього дослідження на *доклінічних етапах* розробки (вивчення токсичності на культурах тканин та різних моделях, впливу на клітинну спадковість тощо). Заключні фази цього етапу допускають вивчення цих показників на тваринах. А саме дослідження на людині (*клінічний етап*) передбачає послідовне проведення наступних фаз:

– I фаза (досліджується переносимість одноразової дози, гемодинамічні ефекти, фармакокінетичні та токсикологічні параметри лікарського препарату). У дослідженні беруть участь виключно здорові добровольці, у середньому 12–30 осіб.

– II фаза (проводиться уточнення терапевтичної дози та схем дозування препарату, вивчається короткострокова безпека). Вивчення проводять на контингенті хворих (100–250 пацієнтів).

– III фаза (широкі дослідження безпеки та вивчення дієвості препарату). Зазвичай вивчення проводиться у кількох медичних закладах і включає 500–1000 і більше пацієнтів.

– IV фаза (удосконалення схем, порівняльний аналіз тощо). Проводяться паралельно з широким використанням лікарського препарату на практиці і його присутністю на ринку.

В останні десятиліття набули величезних масштабів дослідження на тваринах. З початку ХХ ст. дві третини Нобелівських премій у галузі медицини було присуджено за дослідження, проведені з використанням лабораторних тварин.

Застосування лабораторних тварин дозволяє принципово розширити сферу експериментування, оскільки щодо них зазвичай допускається завдання шкоди, неприпустимої під час роботи з випробуваними людьми. Проведення експериментів на тваринах дає можливість дослідити дію отрут, травм, іонізуючого випромінювання, інфекційних хвороб, моделювати тяжкі захворювання, відпрацьовувати методику небезпечних операцій тощо. Отже роль тварин у сучасній медичній науці важко переоцінити.

Разом з тим, залучення живих істот до наукових експериментів спричиняє появу низки етичних проблем. Перша їх – визначення **морального статусу тварини**.

З етичної точки зору можна припустити, що всі живі істоти на Землі рівноцінні та наділені однаковими правами, у такому разі моральний статус тварин еквівалентний людському, а отже – те, що неприпустимо по відношенню до людини, неприпустимо і щодо тварин. За такої постановки питання експерименти, у яких тварини хворіють і гинуть, виявляються взагалі неприпустимими.

Альтернативою цій точці зору є така, що моральний статус тварин певною мірою нижчий за людський. Ця установка, яка ґрунтується на традиціях іудейсько-християнської цивілізації, має безліч інтуїтивних прихильників, проте дуже слабо обґрунтована. Так, відомі критерії моральної переваги людини над тваринами (духовність, розум, свідомість) в останні десятиліття жорсткою критикою були переглянуті на підставі глибоких досліджень етологів і зоопсихологів (К. Лоренца, Д. Морріса, Я. Тінбергена та ін.). Крім того, аргументи, які стосуються моральної цінності істот, ставлять у становище людей з вадами розумового розвитку, які за багатьма «об'єктивними» параметрами поступатимуться тваринам. У той же час людство в найближчому майбутньому просто не в змозі

абсолютно відмовитися від експериментів на тваринах, тому метою практичної біоетики є розробка правил і норм, які могли б мінімізувати неминуче в ході таких досліджень зло.

Найбільш загальні вимоги поводження з тваринами, актуальні, наприклад, у тваринництві, описані *Дж. Вебстером* під назвою **п'яти свобод**:

- свобода від спраги, голоду та недоїдання;
- свобода від болю, ран, хвороби;
- свобода від страху та стресу;
- свобода від дискомфорту;
- свобода нормального життя.

Однак ці загальні вимоги не можуть бути повною мірою застосовані для експериментування на тваринах, адже існують ситуації, коли експериментатор фундаментально їх порушує. У зв'язку з цим були розроблені норми, які зважають на специфіку саме експериментальної роботи з тваринами. Вони викладені в *«Європейській конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментах та інших наукових цілях»*, ухваленій у Страсбурзі в 1985 році. Суть цього документа може бути зведена до **стандарту трьох R**, що складається із трьох базових принципів: **refinement** (удосконалення), **reduction** (скорочення), **replacement** (заміна).

Принцип удосконалення допускає безперервний процес гуманізації поводження з тваринами при їх утриманні, підготовці до експерименту та безпосередній участі у ньому. Мета цього принципу – звести до мінімуму страждання тварин під час експерименту, наприклад, шляхом застосування анестезії, мінімізації оперативного втручання тощо. Виведення тварин з експерименту (тобто їх вбивання) має бути своєчасним та безболісним.

Принцип скорочення спрямований на зменшення кількості тварин, задіяних у експерименті. Ретельне планування експерименту, попередня оцінка статистичних вимог до обсягу потрібної вибірки та її стандартизація, використання чистих ліній тощо дозволяють

принципово знизити кількість тварин, які беруть участь в експерименті.

Принцип заміни допускає заміну експерименту на вищих тварин здобуттям наукових знань іншим шляхом. До об'єктів, які можуть реально замінити хребетних під час експериментів, належать:

– *культури клітин та тканин*;

– *культури примітивних організмів* (бактерій, найпростіших, безхребетних);

– *зиготи та ембріони, отримані in vitro* (наприклад, ембріони земноводних).

Дотримання етичних вимог під час роботи з тваринами, безсумнівно, сприяє моральному підйому, як самого дослідника, і суспільства загалом. Це є важливим кроком до загальної гуманізації людства та гармонізації його відносин із навколишнім світом.

Останнім часом згадані вимоги щодо експериментальних тварин набули чинності в низці практичних заходів на рівнях – від законодавчих в окремих країнах до міжнародних. Наприклад, наукові статті, написані на підставі експериментів за участю тварин, де не описані способи їх знеболювання, «виводу з експерименту» тощо, не беруться до друку. А за повтор подібних дій з боку авторів їхньої роботи взагалі не прийматимуть жодні наукові видання на необмежений період часу.

Питання для самоконтролю:

1. Які види медичних досліджень Ви знаєте? Що таке обсерваційне дослідження?
2. Охарактеризуйте та наведіть приклади експериментальних досліджень. Який обсяг у них займають експерименти на тваринах?
3. Дайте характеристику сучасних біоетичних поглядів на моральний статус тварини.
4. Які основні цілі та сенс біоетичного захисту тварин, зокрема використовуваних в експериментах?
5. «П'ять свобод» за Дж. Вебстер. Їхнє значення для формування сучасного етичного ставлення до лабораторних тварин.

6. Принципи роботи з експериментальними тваринами у «Європейській конвенції про захист хребетних тварин, що використовуються в експериментах та інших наукових цілях».

4. Біоетика та фармація

Повсюдне практичне впровадження принципів біоетики неминуче стосується і фармацевтичної галузі медицини, яка наразі досить бурхливо розвивається.

Фармацевтичні виробництво та ринок неминуче підпорядковуються законам та механізмам товарно-грошових відносин, специфіка яких відображається поняттям «**прагматизм**». Для прагматизму характерне розуміння у якості належної та правильної така поведінка, яка приводить у тій чи іншій конкретній ситуації до найбільшої користі не стільки для інших людей, скільки, в першу чергу, для дійової особи. При цьому неминуче виникає природна суперечність між прагматичною етикою ринку у фармації та етикою медичною.

Поведінка фармацевта і з погляду його внутрішніх устремлінь, і з погляду його вчинків, має мотивуватися інтересами та благом пацієнта. Проте формування інтеграція охорони здоров'я в систему товарно-грошових відносин вже виявляє себе у значній кількості негативних явищ у практиці: монополія на виробництво ЛП, парафармацевтичні засоби, робота з просування препарату певної фірми на ринок тощо. ***Чинниками, які також не відповідають принципам фарм. та мед. етики є:***

– матеріальне стимулювання лікарів за кожен виписаний рецепт фірмами-виробниками від імені медичних представників;

– використання матеріальних та фінансових стимулів для аптечних працівників за участю в конкурсах компаній-виробників, зміст яких визначається питанням «Хто найбільше продасть препаратів нашої фірми?».

Ці проблеми продовжують бути поширеними, незважаючи на вимоги їх заборони як серед вітчизняних виробників, так і серед багатьох транснаціональних фармацевтичних компаній.

Серед інших проблем, характерних для фармацевтичного ринку, слід також додати проблему проникнення на ринок фальсифікованих, субстандартних, незареєстрованих ЛП. У зв'язку з усім цим, важливість впровадження принципів біоетики у фармації набуває вирішення важливої медико-соціальної проблеми.

Роль фармацевта в наш час зросла порівняно з минулими століттями, найбільш успішними в аптечній справі є фахівці нового профілю, які приділяють особливу увагу сектору безпосередньої роботи з пацієнтом/споживачем. Відбувається постійне підвищення довіри до рекомендацій фармацевта. Сам споживач, у середньому вже вимогливіший і грамотніший, менше звертається до лікарів, вміє відрізнити бренд від дешевої копії, відповідальніше ставиться до прийому ЛП. Інтереси їх тепер зосереджуються на питаннях підвищення якості життя.

У цій зв'язці виникає проблема суворішої регламентації фармацевтичної діяльності, законодавча база постійно вдосконалюється. При цьому величезна кількість завдань, які стоять перед фармацевтичною галуззю, постійні та значні зміни законодавства у сфері обігу лікарських засобів і труднощі, що виникають у зв'язку з цим, часто заступають собою проблеми регулювання етичних норм у цій галузі діяльності. Фармацевтичні асоціації різних країн на певному етапі свого розвитку усвідомили необхідність звести в один документ (так званий етичний кодекс) всі правила професійної поведінки, норми та принципи маркетингової діяльності (особливо промоційної активності), які визначають роль і відповідальність членів фармацевтичної співдружності не тільки одного перед іншим, а й перед суспільством загалом.

Одними з найважливіших кодексів такого типу є:

- «Кодекс діяльності фармацевтичної галузі» Асоціації фармацевтичної галузі Британії (АВРІ) – 1958 (перегляд у 2006 році);

- «Кодекс фармацевтичної маркетингової практики» Міжнародної федерації виробників фармацевтичної продукції та його асоціацій (IFPMA) – 1981 рік;
- «Кодекс із здійснення промоції лікарських засобів» Європейської федерації асоціацій фармацевтичних виробників (EFPIA) – 1991 рік.

Дані документи поєднують спільність проблем, що стосуються коректності реклами, спонсорської підтримки заходів, пов'язаних із медициною, подарунків та гостинності для працівників охорони здоров'я.

Міжнародні кодекси хоч і не можуть заміщати чинне законодавство країн, де вони прийняті, проте є деяким обмежувальним фактором, за допомогою якого можна оцінити етичну складову дій компаній-виробників, інформувати про них не лише національну, а й світову фармацевтичну громадськість.

Розвитком практичних засад міжнародних кодексів в Україні став розроблений фахівцями Національного фармацевтичного університету «**Етичний кодекс фармацевтичних працівників України**» (травень 2009 року). Основою для його створення став насамперед Наказ Держслужби лікарських засобів та виробів медичного призначення від 28.03.2007 р. № 153, відповідно до якого було затверджено план заходів щодо опрацювання нормативних актів з питань етики у сфері обігу ЛП.

Кодекс є зведенням норм фармацевтичної етики та деонтології поведінки фармацевтичних працівників у процесі надання кваліфікованої та якісної, доступної та своєчасної фармацевтичної допомоги населенню, спрямованих на формування довіри до професійної діяльності провізорів та фармацевтів та підвищення іміджу професії фармацевту у суспільстві. У документі наголошується, що основою діяльності фармацевтичних працівників є збереження життя та здоров'я людини відповідно до фундаментальних принципів біоетики. Наголошується на спрямованості на захист прав людини, на охорону її здоров'я і

визначається в цьому сенсі моральна відповідальність фармацевтичних працівників.

Регуляція етичних взаємовідносин фармацевтичних працівників з професійною сферою їх діяльності в конфліктних ситуаціях передбачена через спеціальні уповноважені органи (комітети з фармацевтичної етики та ін.). Законодавчою базою Кодексу є закони України про основи законодавства про охорону здоров'я, про лікарські засоби, захист прав споживачів, про рекламу, Цивільний кодекс та інші законодавчі акти України.

Зокрема, у документі ставиться в обов'язок фармацевту та провізору сприяння раціональному призначенню та використанню ЛП та виробів медичного призначення; забезпечення гарантій якості ЛП та безпеки їх застосування; запобігання помилкам при виготовленні, контролі, просуванні та відпустці; участь у боротьбі з розробкою, виготовленням, просуванням та розповсюдженням фальсифікованих, субстандартних, незареєстрованих в Україні ЛП у комерційних цілях. Крім цього, фармацевтичний працівник у рекламній та дистриб'юторській діяльності зобов'язаний дотримуватись наступних принципів: рекламувати лише безрецептурні ЛП та вироби медичного призначення; не використовувати в рекламі прийомів, які не відповідають загальноприйнятим нормам гуманності та моралі, а також створюють помилкові висновки щодо продукції, що рекламується.

Для кожного фармацевтичного працівника повсякденною нормою мають стати: привітний вигляд, ввічливість та бажання полегшити хворобу пацієнта, що має сприяти підвищенню авторитету спеціаліста та довіри до його порад.

Як і будь-який медик, фармацевт та провізор повинні надавати пацієнтові всю необхідну інформацію про ЛП (спосіб застосування, терміни та частоту прийому, протипоказання, побічні ефекти, особливості зберігання, взаємодії з іншими ліками, алкоголем, продуктами харчування тощо); здійснювати фармацевтичну опіку профілактики та лікування захворювань, надавати пацієнтові можливість остаточного вибору; конфіденційність інформації та

пацієнта, дотримуватися професійної таємниці, крім випадків, передбачених законодавством; за необхідності надавати першу долікарську допомогу хворому.

Професійні відносини між фармацевтичним працівником та лікарем мають будуватися на основі партнерства, взаємоповаги та довіри, підтримки авторитету один одного в очах хворого та громадськості. Загалом на практиці така співпраця має бути спрямована на вибір найбільш безпечних, ефективних та доступних ЛП, оптимальної форми та дози, раціональної схеми лікування та способу їх прийому.

Фармацевтичний працівник повною мірою відповідає за порушення принципів та норму професійної етики перед фармацевтичною співдружністю, а також чинним законодавством України, якщо ці порушення стосуються його норм.

Питання для самоперевірки:

1. Виділіть специфічні особливості фармацевтичної діяльності, які є особливо важливими з точки зору біоетичних принципів.
2. Наведіть приклади фактів, які не відповідають принципам медичної та фармацевтичної етики.
3. Наведіть приклади «етичних кодексів» фармацевтичних асоціацій. Охарактеризуйте причини їх створення.
4. Якими є цілі «Етичного кодексу фармацевтичних працівників України»?
5. Перерахуйте обов'язкові для виконання етичні принципи, якими повинен керуватися фармацевтичний працівник у рекламній та дистриб'юторській діяльності.
6. Охарактеризуйте базис професійних взаємин між фармацевтичним працівником та лікарем.

РОЗДІЛ II. Біоетика

5. Біобезпека. Основні напрямки формування та функціонування біобезпеки

Кожен організм у навколишньому середовищі зазнає одночасного впливу різних екологічних факторів. **Екологічні фактори бувають біотичного** (фактори живої природи – фітогенні, мікробогенні, зоогенні), **абіотичного** (фактори неживої природи – фізичні, хімічні) та **антропогенного характеру**.

З різних видів забруднень довкілля сферу проблем біологічної безпеки визначає біологічне забруднення, що відбувається через свідоме або випадкове вселення нових видів організмів.

Біологічна безпека як наука об'єднує теорію і практику захисту всього живого від небезпечних біотичних факторів і саме тому належить до природознавчих галузей медико-біологічних знань.

Як інженерна дисципліна, вона охоплює організаційні та інженерно-технічні заходи і засоби, які спрямовані на захист робочого персоналу, населення і навколишнього середовища від впливу патогенних біологічних агентів.

Загрози біологічного походження, які на сьогодні існують в Україні, можна поділити на ненавмисні та навмисні.

До ненавмисних загроз належать:

– інфекційні захворювання населення, неналежне утримання мікроорганізмів, поява особливо небезпечних інфекцій;

– інфекційні захворювання сільськогосподарських тварин, поширення шкідників сільськогосподарських рослин;

– масові отруєння та захворювання, зумовлені чинниками, які негативно впливають на здоров'я (неповноцінні чи фальсифіковані продукти харчування, неякісні ліки тощо);

– природні та генетично модифіковані збудники інфекційних захворювань, насамперед, природно-осередкових, «виникаючих» і «знову виникаючих»;

– неконтрольоване транскордонне перенесення й інтродукція чужорідних видів, включаючи генетично модифіковані організми і корми, отримані на їх основі;

– відсутність чітких кодексів поведінки при генно-інженерній та біотехнологічній діяльності.

До навмисних загроз або свідомого створення та використання біозагроз проти людей, тварин чи рослин, **належать**:

– створення та використання біологічних агентів як біологічної зброї з метою масового ураження солдат та мирного населення під час воєнних дій;

– ураження людей та психологічний тиск на населення.

Джерелами біологічної загрози також можна визначити:

– природні та генетично модифіковані збудники інфекційних захворювань, перш за все, природно-осередкових, «виникаючих» і «повторно виникаючих»;

– неконтрольоване транскордонне перенесення та інтродукція чужорідних видів, включаючи генетично модифіковані організми і корми, отримані на їх основі;

– неконтрольована генно-інженерна діяльність і генотерапія;

– використання біологічних агентів з метою проведення актів біотероризму.

Виходячи з вищеописаних біозагроз, існує необхідність функціонування системи біологічної безпеки держави. В Україні таким органом є «Комісія з біобезпеки і біологічного захисту», засади якої було створено відповідними наказами у 2004 році та остаточно затверджено у 2007 році. Відповідними принципами цієї системи (як і систем більшості країн світу) є:

Принцип раціональності – організаційна структура, сили і засоби системи повинні відповідати поставленим завданням, законодавству, економічним можливостям, політиці й міжнародним зобов'язанням.

Принцип компетентності – система повинна охоплювати всі види можливих біологічних загроз і надзвичайних ситуацій

природного й техногенного характеру, а також актів біотероризму й біоагресії.

Принцип оперативності і гнучкості – система повинна бути постійно готовою до протидії біологічним загрозам, мати високий ступінь управління та швидкого реагування, можливість нарощування маневру силами та засобами адекватного масштабу, забезпечувати швидке й цілеспрямоване подання інформації та команд за вертикальним і горизонтальним напрямками управління.

Принцип превентивності – система повинна забезпечувати зниження вірогідності виникнення надзвичайних ситуацій за рахунок комплексу засобів упереджувального характеру.

Принцип єдності – система повинна гарантувати скоординовану діяльність міністерств, відомств і служб за програмами і планами, що забезпечать біологічну безпеку.

Принцип відкритості – система повинна бути відкритою для міжнародного співробітництва в питаннях укріплення біологічної безпеки та в боротьбі з біологічним тероризмом.

Принцип наукової обґрунтованості – прийняття будь-яких рішень з біологічної безпеки має відбуватися на основі новітніх наукових досягнень.

Принцип відсутності віддалених негативних наслідків – прийняття будь-яких рішень не повинне мати віддаленні негативні наслідки для людини або інших живих компонентів навколишнього середовища.

Основними завданнями, що покладені на Комісію, є:

– аналіз стану національної безпеки України й можливих загроз для неї у сфері нових біотехнологій та генної інженерії;

– аналіз виконання завдань галузевих програм і виконання заходів, пов'язаних з реалізацією центральними органами виконавчої влади державної політики у сфері нових біотехнологій та генної інженерії;

– узагальнення міжнародного досвіду щодо формування та реалізації державної політики у сфері нових біотехнологій та генної інженерії;

– розроблення і внесення Президентові України та Раді національної безпеки і оборони України пропозицій щодо визначення національних інтересів України у сфері нових біотехнологій і генної інженерії та забезпечення біологічної й генетичної безпеки держави;

– вживання заходів, спрямованих на вдосконалення державної політики з питань біологічної й генетичної безпеки, унеможливлення проявів біотероризму; удосконалення системи правового забезпечення з питань біологічної та генетичної безпеки України;

– організація та визначення порядку міжвідомчої взаємодії міністерств, інших центральних органів виконавчої влади у сфері нових біотехнологій та генної інженерії;

– удосконалення системи оперативного інформаційно-аналітичного забезпечення Президента України, зокрема, альтернативною інформацією, з питань біологічної та генетичної безпеки.

Також, 31 травня 2007 року був прийнятий Закон України № 1103-У «Про державну систему біобезпеки при створенні, випробуванні, транспортуванні та використанні генетично модифікованих організмів». Він регулює відносини між органами виконавчої влади, виробниками, продавцями (постачальниками), розробниками, дослідниками, науковцями та споживачами генетично модифікованих організмів та продукції, виробленої за технологіями, що передбачають їх розроблення, створення, випробування, дослідження, транспортування, імпорт, експорт, розміщення на ринку, вивільнення в навколишнє середовище та використання в Україні із забезпеченням біологічної й генетичної безпеки.

Закон містить визначення біологічної безпеки, яка є одним із складників генетичної безпеки, зокрема:

а) **біологічна безпека** – це стан середовища життєдіяльності людини, коли немає негативного впливу його чинників (біологічних, хімічних, фізичних) на біологічну структуру і функції людської особи в сучасному й майбутніх поколіннях, а також незворотного негативного впливу на біологічні об'єкти природного середовища (біосферу) та сільськогосподарські рослини і тварини;

б) генетична безпека – це стан середовища життєдіяльності людини, коли немає будь-якого неприродного впливу на людський геном, на геном об'єктів біосфери, а також неконтрольованого впливу на геном сільськогосподарських рослин і тварин, промислових мікроорганізмів, який призводить до появи в них негативних та/або небажаних властивостей (Ст. 1).

У Статті 7 Закону України «Про основи національної безпеки України» визначено, що на сучасному етапі основними реальними та потенційними загрозами біологічній безпеці України, стабільності в екологічній сфері є:

1) значне антропогенне порушення й техногенна перевантаженість території України, зростання ризиків виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характерів;

2) нераціональне, виснажливе використання мінерально-сировинних природних ресурсів як невідновлюваних, так і відновлюваних;

3) неподоланність негативних соціальних та екологічних наслідків Чорнобильської катастрофи;

4) погіршення екологічного стану водних басейнів, загострення проблеми транскордонних забруднень та зниження якості води;

5) загострення техногенного стану гідротехнічних споруд каскаду водосховищ на р. Дніпро;

б) неконтрольоване ввезення в Україну екологічно небезпечних технологій, речовин, матеріалів і трансгенних рослин, збудників хвороб, небезпечних для людей, тварин, рослин й організмів, екологічно необґрунтоване використання генетично змінених рослин, організмів, речовин та похідних продуктів;

7) неефективність заходів щодо подолання негативних наслідків військової та іншої екологічно небезпечної діяльності;

8) безпека техногенного, у тому числі ядерного та біологічного, тероризму;

9) посилення впливу шкідливих генетичних ефектів у популяціях живих організмів, зокрема генетично змінених організмів та біотехнологій;

10) застарілість та недостатня ефективність комплексів з утилізування токсичних й екологічно небезпечних відходів.

Отже, підсумовуючи вищеописане, можливо вивести, що **основи державної політики в галузі біологічної безпеки повинні містити:**

– створення державної системи біологічної та генетичної безпеки, що передбачає прогнозування, відвернення й ліквідацію біозагроз та їх наслідків;

– відповідність завдань державної системи біобезпеки потребам й економічним можливостям країни, пріоритетне забезпечення охорони життя і здоров'я людей на території України;

– визначення мети, основних принципів, пріоритетних напрямків, завдань і заходів у сфері біологічної безпеки особистості, суспільства й держави, а також механізмів та етапів реалізації державної політики;

– системні підходи до оцінки біологічних загроз і міжгалузевої взаємодії при їх профілактиці чи ліквідації;

– розроблення проектів законів, інших нормативно-правових актів, гармонізація їх з нормами міжнародного права, міжнародними угодами, стороною яких є Україна;

– зниження до мінімально прийняттого рівня ризику впливу небезпечних факторів на населення, виробничу й соціальну інфраструктуру та екологічні системи;

– оснащення сучасним обладнанням і методиками (у тому числі експрес-методами) контрольних і наглядових органів для індикації та контролю за вмістом токсичних матеріалів, патогенних мікроорганізмів й екопатогенів у довкіллі, продуктах харчування та лікарських засобах. пріоритетне забезпечення захищеності важливих хімічних, радіологічних і біологічних об'єктів виробничої та соціальної інфраструктури;

– розвиток фундаментальних і прикладних наук, технологій і техніки, інформаційних і прогнозно-аналітичних систем із забезпечення біологічної, зокрема, генетичної безпеки.

Питання для самоконтролю:

1. Дайте визначення, що таке біологічна безпека. Що є об'єктом біобезпеки?
2. Яким принципам повинна відповідати система біологічної безпеки держави?
3. Що ви розумієте під біологічною небезпекою?
4. Які біотичні чинники підвищують ризики виникнення надзвичайних ситуацій та створюють реальні загрози довкіллю в Україні? Наведіть приклади.
6. Назвіть основні завдання Комісія з біобезпеки і біологічного захисту України.

6. Сучасна біотехнологія як питання біобезпеки

Біотехнологія як перспективна наука ХХІ ст. інтегрується з багатьма дисциплінами, а поряд з мікроелектронікою та робототехнікою відіграє провідну роль у науково-технічному прогресі. Сучасна біотехнологія активно впливає на всі аспекти практичної діяльності людини.

Надзвичайне значення біотехнологія має в екологізації промислових підприємств на основі створення безвідходних процесів; біотехнологічні методи використовуються при очищуванні води, переробленні міських звалищ. Біологічні методи знищення шкідників сільськогосподарських культур впевнено витісняють хімічні інсектициди.

Сучасна біотехнологія включає застосування таких методів:

– *in vitro* з використанням нуклеїнових кислот, включаючи рекомбінантну дезоксирибонуклеїнову кислоту (ДНК) та пряму ін'єкцію нуклеїнових кислот у клітини або органели;

– злиття клітин організмів з різним таксономічним статусом, що дозволять подолати природні фізіологічні репродуктивні або рекомбінаційні бар'єри і які не є методами, традиційними для виведення та селекції.

Існують два основні напрямки сучасної біотехнології – **генетична інженерія** і **клітинна інженерія**. Саме вони забезпечують отримання широкого спектру біологічно активних речовин (інтерферону, інсуліну, гормону росту людини, вітамінів, вакцин тощо).

Господарське застосування біотехнології сьогодні розвивається переважно в трьох галузях:

- охороні здоров'я;
- сільському господарстві;
- промисловості.

6.1. Роль біотехнології в оздоровленні біосфери

Технічний прогрес у промисловості, на транспорті, інтенсифікація сільського господарства призвели до утворення диспропорцій у навколишньому середовищі, до деформації рівноваги екосистем та погіршення екологічної ситуації в усіх сферах людської діяльності.

Для оброблення стоків необхідна велика кількість різних протистів. Хоча **найпростіші** в наш час не використовуються в промислових масштабах ні для виробництва клітинної маси, ні для синтезу продуктів їх життєдіяльності, вони, водночас з мікроорганізмами, відіграють важливу роль у біологічному очищенні стічних вод. Мікроорганізми, що беруть участь в очищенні стічних вод, конкурують за використання поживних речовин, знешкоджують один одного і взаємодіють багатьма іншими шляхами, характерними для невеликої екологічної системи.

Сьогодні для очищення стоків поширене використання властивостей аеробних й анаеробних мікроорганізмів.

Аеробні системи очищення стоків. У стічних водах, що забруднені органічними речовинами, за наявності кисню інтенсивно розвивається аеробна мікрофлора, яка використовує органічні й неорганічні речовини для свого існування та розмноження. Виникають дуже складні асоціації мікроорганізмів, які утворюють

активний мул, до якого входять ще різні найпростіші. Між ними встановлюються складні трофічні взаємозв'язки.

Для аеробного очищення стічних вод зазвичай використовують біологічні ставки – систему ставків глибиною 0,6–1,2 м. Одночасно вони слугують водонакопичувачами. Важливим в аеробних методах очищення стічних вод є те, щоб у ставках не допускати анаеробних процесів гниття. У літній період, коли температура води в ставках становить +18–25 °С, можуть розвиватися одноклітинні фотосинтезуючі водорості, які беруть участь в очищенні води. Після закінчення сезону робіт воду спускають, а активний мул використовують як добрива.

Сьогодні у світі інтенсивно використовують методи очищення стічних вод шляхом введення у водні басейни великої кількості повітря (за допомогою спеціальних механічних аераторів та компресорів) та бактеріального мулу при безперервному перемішуванні води. Багато промислових технологій замінюються технологіями, що використовують ферменти і мікроорганізми під час переробки сільськогосподарських, промислових і побутових відходів для одержання біогазу та добрив.

Анаеробні системи очищення стічних вод. У природних умовах інтенсивний розвиток анаеробних організмів відбувається під час розкладу органічних речовин у болотах, водоймах, ґрунті та в забої тварин.

Для очищення стічних вод з високою концентрацією органічних речовин (при утилізації відходів тваринницьких комплексів та птахоферм, виробництві вітаміну В₁₂ тощо) використовують метод метанового збродження.

На мікрофлору метанового збродження впливає склад мікроорганізмів стоків, що надходять на очищення. Метанове збродження стічних вод рекомендується використовувати не тільки як метод отримання газоподібного палива, цінних органічних добрив і навіть кормових добавок, а як ефективний метод захисту природного навколишнього середовища від патогенної мікрофлори та вірусів.

Водночас необхідно враховувати, що неконтрольоване поширення генно-інженерних живих організмів і продуктів може порушити біологічний баланс у природі та створювати загрозу здоров'ю людини.

До основних методів, які можуть бути використані для оздоровлення довкілля, належать:

- розроблення й використання безвідходних технологічних процесів у всіх сферах виробництва;

- зменшення кількості стічних вод за рахунок упровадження зворотно-замкненого технічного водокористування;

- упровадження біологічних методів очищення, глибокого доочищення та знезараження стічних вод;

- використання в технологіях очищення стічних вод іммобілізованих культур мікроорганізмів;

- одержання культурних рослин, здатних фіксувати атмосферний азот без участі мікроорганізмів;

- використання методів генної та клітинної інженерії для отримання культурних рослин, при вирощуванні яких немає необхідності використовувати отрутохімікати для боротьби з гризунами, шкідливими комахами та збудниками хвороб.

6.2. Використання сучасної біотехнології в сільському господарстві та інших галузях господарювання

В усьому світі широко досліджується можливість використання біотехнології у сільському господарстві, а саме:

- керування процесами азотфіксації і фотосинтезу, у тому числі, можливість введення генів азотфіксації в геном корисних рослин;

- поліпшення амінокислотного складу рослинних білків;

- використання нових регуляторів росту рослин, мікробіологічні засоби захисту рослин від хвороб і шкідників, бактеріальні добрива;

- генно-інженерні вакцини, сироватки, моноклональні антитіла, що використовують для профілактики, діагностики і терапії основних хвороб сільськогосподарських тварин;

– застосування генно-інженерного гормону росту у створенні більш ефективних технологій племінної справи, а також техніка трансплантації і мікроманіпуляції на ембріонах домашніх тварин;

– використання кормового білка, отриманого мікробіологічним синтезом, для підвищення продуктивності тварин.

Сьогодні найбільш розвинутими напрямками науково-практичних робіт в галузі біотехнології рослин є вивчення:

– стійкості до шкідників і хвороб;

– стійкості до гербіцидів;

– стійкості до несприятливих умов навколишнього середовища;

– здатності витримувати більш широкий спектр умов збереження і переробки;

– вироблення нових корисних біологічних речовин;

– прояви нових декоративних властивостей.

Відомо, що переважна більшість інформації про морфологічний вигляд та функціонування біологічного організму, а також програма його розвитку закладена в геномі – карті розвитку існуючих та майбутніх поколінь живих організмів. Генетична інформація має добрий захист від зовнішнього впливу і досить інертно реагує на зміни в навколишньому середовищі. Водночас необхідно враховувати, що неконтрольоване поширення генно-інженерних живих організмів і продуктів їх обміну може порушити біологічний баланс у природі і являти загрозу навколишньому середовищу і здоров'ю людини.

6.3. Інтродукція нових видів організмів та її вплив на довкілля

Інтродуковані (чужорідні, адвентивні або алохтонні види) – види живих організмів, що перебувають у складі неродинних їм угруповань, види за межами своїх природних ареалів. Частіше за все термін вживається для видів, що навмисно або випадково завезені на нове місце в результаті людської діяльності.

Процес освоєння інтродукованого виду на новому місці називається **інтродукцією**.

Прикладом умисної інтродукції є розповсюдження багатьох адвентивних видів бур'янистих рослин, які переміщувались із району до району разом із культурними рослинами, а також багатьох рудеральних рослин, що розповсюджуються за порушенням людиною природних екологічних систем.

Лісова інтродукція – штучне розмноження та вирощування у лісних культурах нових видів дерев'янистих рослин, що раніше не зростали на даній місцевості. Способи інтродукційної роботи та засоби, за допомогою яких вона здійснюється, обирають із урахуванням екології рослин, природних умов району лісової інтродукції та відповідних рівню розвитку науки методів і технічних можливостей її проведення. Її успіх залежить від конкурентної здатності інтродуцента в лісовому угрупованні. Лісову інтродукцію частіше використовують для цільового вирощування лісу, зокрема, для створення лісосировинної бази целюлозо-паперової промисловості. Вчені вважають, що лісова інтродукція – додатковий ефективний засіб відновлення хвойних лісів.

Значні збитки природним екологічним системам може нанести інтродукція тварин через відсутність природних ворогів, що контролюють їх чисельність. Загальновідомі згубні наслідки інтродукції та натуралізації кролика в Австралії.

Отже, біологічні чинники здійснюють істотний вплив на життєдіяльність людини, тварин і рослин, а також на середовище їх існування. Важкі наслідки для довкілля може мати необґрунтована умисна інтродукція нових видів організмів. Часто інтродуковані види здатні істотно змінити екосистему регіону, і стають причиною значного скорочення або навіть вимирання окремих видів місцевої флори і фауни.

Питання для самоконтролю:

1. Що означає термін «сучасна біотехнологія»?
2. Роль біотехнології в оздоровленні довкілля.
3. Які біотехнологічні прийоми застосовують для очищенні стічних вод?

4. Охарактеризуйте роль біотехнології у сучасному сільському господарстві.

5. Інтродукція нових видів: позитивні та негативні наслідки використання методів інтродукції.

7. Генетично модифіковані організми. Їх використання

Протягом останніх тридцяти років найбільшого поширення в суспільстві набули продуценти генної інженерії – генетично модифіковані організми (організми, до геному яких за допомогою методів генетичної інженерії інтродуковано функціонуючі сторонні гени або ділянки ДНК), добре відомі за своєю скороченою назвою – ГМО.

Трансгенний організм – це рослини, тварини, мікроорганізми, віруси, генетична програма яких змінена із застосуванням методів генної інженерії. Трансгенні організми почали використовувати для отримання генетично модифікованих джерел їжі та для отримання медичних препаратів.

Генна інженерія або технологія рекомбінантних ДНК – це науково-практичний напрямок сучасної біомедичної науки, основою методології якого є виділення з клітин індивідуальної ДНК та спрямоване маніпулювання з її молекулами, зокрема, отримання молекулярних химер, тобто молекул, сформованих із фрагментів ДНК різних біологічних видів.

У медичній практиці біотехнологічні прийоми і методи відіграють головну роль при створенні нових біологічно активних речовин і лікарських препаратів, призначених для ранньої діагностики і лікування різноманітних захворювань.

Біотехнологічні методи генної інженерії в медицині мають на меті:

1) отримання нових генотипів (та фенотипів) організмів шляхом трансплантації гена одного організму в генотип іншого. Конкретними досягненнями цього біотехнологічного напрямку є створення химерних форм мікроорганізмів, що містять в собі гени, спроможні

спрямовувати синтез корисних для людини білкових продуктів, зокрема, лікарських засобів – інтерферонів, гормонів, ферментів, імунобіологічних препаратів (наприклад, вакцини проти вірусу гепатиту В) тощо;

2) застосування «генних трансплантацій» для лікування спадкових хвороб людини та тварин – генна терапія. Цей напрямок біотехнологічних досліджень лише започатковано, але він обіцяє в майбутньому створити принципово нові медичні технології терапії практично невиліковних у наш час спадкових хвороб та значної кількості найбільш поширених хвороб, у патогенезі яких певне місце займають спадкові фактори (атеросклероз, цукровий діабет, нервово-психічні хвороби тощо). Такий підхід уже реалізований у терапії спадкового гіпогонадизму в мишей, у запліднену яйцеклітину яких був імплантований ген гонадоліберину.

Сьогодні для клонування генів використовують бактерії, клітини дріжджів, грибів, рослин і навіть вищих тварин.

7.1. Недосконалість методів генетичної модифікації

Маніпулювання генетичним матеріалом на молекулярному рівні поки лишається складною операцією. Найбільш слабкою ланкою є перенесення бажаного гена в геном реципієнта. Навіть сама природа, а зовсім не генна інженерія, і тепер усе ще продукує небезпечні нові мутанти, наприклад, віруси грипу, які постійно змінюються.

Клонування необхідного гена і його експресія ефективно виконуються як окремі послідовні операції. Тому дуже важливий постійний контроль за різними перетворюваннями ДНК шляхом визначення нуклеотидної послідовності та вивчення фрагментів, що утворюються при розщепленні рестриктазами.

Постає питання: чи не можуть мікроорганізми, які підлягають різним генно-інженерним змінам, бути використаними для воєнних цілей?

З 1975 року існує міжнародна угода, яка забороняє розроблення і впровадження «біологічної зброї». Це підвищує роль учених-біологів, які несуть відповідальність за дотримання цієї угоди, бо

тільки завдяки їх діяльності генна інженерія може бути використана в неправомірному напрямку.

Існування власної (національної) біотехнологічної промисловості з виробництва стратегічних медичних і ветеринарних препаратів для боротьби з найважливішими біозагрозами є основою біобезпеки для будь-якої країни. Наразі Україна не має виробництва жодного власного сучасного антибіотика (четвертого і п'ятого покоління), жодного власного вітаміну. Найчастіше українські фармацевтичні компанії купують субстанції для виготовлення ліків за кордоном, фасують їх і потім продають. Тому створення національного центру сучасних (клітинних і генних) технологій є одним з найголовніших завдань для системи біобезпеки держави.

7.2. Можливі ризики використання продукції з ГМ-джерел

Трансформація рослин за допомогою штучно синтезованих генів чи хромосом, які дають змогу переносити цілі «блоки» генетичної інформації, створює можливість формування нових синтетичних організмів, що також відразу порушує питання біобезпеки генно-інженерної діяльності, розширюючи коло етичних питань у дискусіях про місце, значення і роль сучасних біотехнологій.

Сьогодні ГМ-рослини офіційно вирощуються у 25 країнах світу та зайняли у 2011 році 170,3 млн га світових сільськогосподарських угідь, а харчові продукти, що містять ГМО, є частиною щоденного раціону мільйонів людей.

У Західній та Північній Європі уряди держав вимагали надання інформації про ГМО-походження продуктів та можливі ризики, що існують для споживачів при їхньому вживанні. Керуючись вимогами міжнародних біоетичних стандартів, постачальники мали ретельно роз'яснювати населенню, чим саме може загрозувати споживання продуктів харчування, лікарських препаратів або іншої продукції, що містить ГМО чи їх компоненти.

Крім трансгенних рослин, існують трансгенні тварини, м'ясо яких давно використовують у всьому світі. Деякі західні компанії (Pharmino – Нідерланди, Transgenics Advanced, Cell Technology і PPL

– США) займаються вирощуванням спеціальних трансгенних тварин, в організмі яких виробляється особливий білок, що використовується для виробництва ліків.

Біобезпека ГМО на відміну від інших безпек маловивчена, але системи біологічної безпеки створюють у багатьох державах. Країнам, що розвиваються, у цьому питанні сприяє програма ООН із захисту довкілля (ЮНЕП) спільно з Глобальним екологічним фондом (ГЕФ).

Наразі прикладів серйозної екологічної небезпеки генетично модифікованих продуктів (ГМП) не виявлено, хоча їх потенційна небезпека не підлягає сумніву. Суспільство, перш за все, цікавить питання щодо дії ГМП на здоров'я людини і стан довкілля.

Прогнози ґрунтуються не на фактичних даних, а на підставі загальних біологічних закономірностей, що базовані на положеннях генетики. Крім того, існує думка, що можуть виникнути небезпечні віруси.

Експериментально доведено, що вбудовані в геном гени вірусів можуть об'єднатися з генами інфекційних вірусів (т. зв. рекомбінація). Нові віруси можуть бути агресивнішими, ніж вихідні, і менш видоспецифічними. Наприклад, віруси рослин можуть стати шкідливими для корисних комах, тварин, а також людини.

Існують переконливі докази порушення стабільності геному при вбудовуванні в нього чужорідного гена. Це може слугувати причиною зміни хімічного складу ГМО і виникнення несподіваних, у тому числі токсичних властивостей продукту. Наприклад, для виробництва харчової добавки триптофану в США в кінці 80-х років ХХ століття була створена ГМ-бактерія. Однак разом зі звичайним триптофаном, за нез'ясованих до кінця причин, вона стала виробляти етилен-біс-триптофан. У результаті вживання цієї харчової добавки захворіло 5000 осіб, з них 37 померло, 1500 стали інвалідами.

На цьому етапі розвитку біотехнологій масштабне поширення ГМО є передчасним і може бути реальною загрозою існуванню біоти.

Ризик у генній інженерії – це ймовірність здійснення небажаного впливу генетично модифікованого організму на довкілля,

збереження і стійке використання біологічної різноманітності, у т. ч. здоров'я людини внаслідок перенесення генів.

Узагальнюючи формулювання із Картахенського протоколу про біологічну безпеку до конвенції про біологічне різноманіття і Директиви 2001/18/ЄС: ГЗО (генетично змінений організм) визначається як будь-який організм, за винятком людського, у якому генетичний матеріал був змінений завдяки використанню сучасної біотехнології шляхом, відмінним від природного об'єднання та (або) природної рекомбінації.

Базуючись на принципі перестороги (15 принцип Декларації Ріо), який викладено в Декларації щодо довкілля та розвитку, перш ніж впроваджувати будь-які новітні технології, необхідно створити реальну дієву систему регулювання та контролю, яка гарантує безпеку для людини та довкілля при використанні цієї технології.

Небезпечні маркерні гени. При створенні ГЗО, який сам по собі теж пов'язаний з випадковістю, виникає необхідність відбору таких екземплярів, які набули нових властивостей. Для цього в геном реципієнту вбудовують спеціальні маркерні гени, які дають можливість розпізнати ті екземпляри, що були успішно модифіковані. Найчастіше це гени мікроорганізмів, що мають стійкість до антибіотиків.

Маркерні гени функціонально не потрібні модифікованому організму і використовуються тільки в технічних цілях для відбору. Існує ймовірність, що ген стійкості до антибіотиків потрапить у навколишнє середовище та включиться до складу вільноживучих видів. Він може передатися бактеріям шлунково-кишкового тракту тварин або людини, а також ґрунтовим бактеріям. Це може спричинити поширення інфекційних хвороб та значні витрати на створення нових медичних засобів.

При отриманні ГМО до цього часу використовують маркерні гени стійкості до антибіотиків, які можуть перейти в мікрофлору кишечника, що було показано у відповідних експериментах, а це також може призвести до медичних проблем – неможливості вилікування багатьох захворювань.

3 грудня 2004 р. у ЄС заборонено продаж ГМО з використанням генів, стійких до антибіотиків. Всесвітня організація охорони здоров'я рекомендує виробникам утриматися від використання цих генів, проте корпорації від них повністю не відмовилися.

Горизонтальне перенесення генів. Горизонтальне перенесення генів – це переміщення генетичного матеріалу між клітинами або геномами, які належать неспорідненим видам, шляхом, відмінним від звичайної репродукції. Така здатність використовується в генній інженерії при перенесенні нових генів до організму реципієнта.

Визначення реальності небезпеки горизонтального переносу генів потребує нових досліджень. Наприклад, варто проаналізувати динаміку інфекційних захворювань та поширення стійкості мікроорганізмів до антибіотиків за останні 20 років, простежити її кореляцію з різними факторами, у тому числі з ростом вивільнення ГЗО у довкілля. Фактично, більшості трансгенних рослин надано досить небезпечних ознак. На сьогодні стійкість до гербіцидів мають 75 % ГМ-культур, стійкість до шкідників – 17 %, а більшість маркерних генів – стійкість до антибіотиків. Поширення таких ознак може мати непередбачені наслідки для природних екосистем та сільського господарства.

7.3. Вплив генетичних технологій на навколишнє середовище

Впровадження генетичних технологій у сільське господарство, зокрема, зерновиробництво, а найближчим часом, і в тваринництво та рибне господарство, пропонується як засіб зниження тиску на природу та навіть її захист. Абсолютна більшість впроваджених сортів ГМ рослин має стійкість до гербіцидів та шкідників. Це має зменшити використання відповідних засобів захисту рослин. Стійкість до гербіцидів означає, що останні або не включаються до метаболізму рослини, або дуже швидко виводяться, не встигаючи заподіяти шкоди. Виникає питання, чи не залишаються гербіциди в неактивній формі в тканинах рослин, і як вони себе поведуть в

харчових ланцюгах. Тобто, який вплив може бути на тварин або людину, які споживають ці рослини?

На практиці, слідуючи природним біологічним законам, ГМ сільськогосподарські рослини схрещуються з дикими спорідненими видами, що може призвести до виникнення, наприклад, стійких до гербіцидів «супербур'янів» або отруйних для своїх природних ворогів гібридів (у випадку передачі гена, стійкого до інсектицидів).

Горизонтальне перенесення генів загрожує переносу названих генів у неспоріднені види, що є ще більш небезпечним. Штучно надані властивості ГМ сільськогосподарських культур (стійкість до гербіцидів, комах тощо) можуть дестабілізує впливати на природну рівновагу екологічних систем, і без того підірвану іншими видами людської діяльності.

Широко використовуючи ГМ сільськогосподарські культури, ми вносимо нові неконтрольовані впливи чинників на рівновагу в природі. Для умов України, де природні екосистеми перебувають під значним антропогенним впливом, додавання нового (генетичного) чинника може докорінно змінити або зовсім дестабілізувати речові та енергетичні зв'язки в екосистемі. ДНК з трансгенних рослин іноді може не розкладатися в ґрунті і залишатися стабільною від декілька годин до декілька років, що може призводити до неконтрольованого поширення чужорідних генів, утворення нових вірулентних штамів вірусів, зменшення біорізноманіття агроценозів.

Створюючи та інтродукуючи в природу генетично модифіковані організми, ми починаємо впливати на еволюційний процес, порушуємо генетичні бар'єри між таксономічними групами, починаючи з родів і закінчуючи навіть царствами (наприклад, у випадку пересадки рослинам генів ссавців). Потрапивши у природні умови, ГЗО можуть докорінно змінити вигляд існуючих екосистем та спричинити зникнення деяких видів тварин та рослин .

Однією з екологічних небезпек неконтрольованого забруднення навколишнього середовища є поширення генів вбудованих в геном мікроорганізмів. Передачу генетичної інформації від ГМ-мікроорганізмів до місцевих (аборигенних) штамів мікроорганізмів

можна розглядати як суттєвий екологічний вплив, оскільки це може змінити генетичне різноманіття даної групи організмів. З іншого боку, зміни генетичного різноманіття можуть призвести до непередбачуваних змін у морфології мікроорганізмів та особливостях їх взаємодії з іншими компонентами даної екосистеми, що зумовить негативний вплив на навколишнє середовище.

За даними досліджень британських учених в рамках державного проекту «Оцінка ризику, пов'язаного з використанням ГМО в продуктах харчування для людини», оприлюднених у 2002 р., трансгени мають властивість затримуватися в організмі людини і в результаті так званого «горизонтального переносу» вбудовуватися в генетичний апарат мікроорганізмів кишечника людини. Раніше подібна можливість заперечувалася. Тому додатково необхідно ще вивчати такі питання:

- здатність генетично модифікованих мікроорганізмів (ГММ) заселяти кишечник людини та тварини;
- здатність ГММ викликати захворювання в людини та в рослини;
- здатність ГММ передавати гени іншим кишковим та ґрунтовим бактеріям.

Питання для самоконтролю:

1. Дайте визначення терміну «генетично модифікований організм».
2. Що таке маркерні гени і які цілі їх використання?
3. Назвіть екологічні ризики використання ГМО.
4. Чи існують ризики впливу вирощування ГМ-рослин на генетичні зміни та патогенні властивості мікроорганізмів ґрунту? Наведіть приклади.

8. Самозахист організму людини від впливу токсикантів біогенного походження

8.1. Людина, як саморегулююча система

В процесі еволюції людина пристосовується до умов навколишнього середовища завдяки численним захисним і адаптивним реакціям організму, основними з яких є такі: підтримання сталості властивостей внутрішнього середовища (гомеостаз); регенеративні процеси; імунітет; регуляція обміну речовин тощо.

Саморегуляція – це властивість організму автоматично встановлювати і підтримувати на відносно сталому рівні певні фізіологічні показники.

Під впливом несприятливих чинників довкілля ефективність окремих адаптивних систем знижується, в організмі починаються патологічні зміни, що свідчить про певне захворювання. Відомо, що за допомогою лікарських препаратів можна регулювати лише деякі біохімічні реакції, усі інші процеси, які протікають в організмі, він повинен регулювати сам. Антропогенне навантаження, зміна генетичного апарату, багатьох біологічних чинників порушують нормальне функціонування імунної системи людини, що є особливо небажаним в дитячому віці.

Проявляючи велику турботу за внутрішню чистоту живого організму, природа керувалася тим, щоб не допустити попадання токсинів в організм з навколишнього середовища, а видалити токсичні відходи життєдіяльності важливіше, ніж його нагодувати.

При цьому організм набув декілька рівнів захисту від зовнішніх токсинів.

1. Зовнішній рівень. Це початкова «лінія оборони» – зовнішні покриття (шкіра, слизова оболонка очей, шлунково-кишкового тракту, сечовивідних та дихальних шляхів), які оберігають організм від навколишнього середовища.

2. Проміжний рівень. Це гістогематичний бар'єр (знаходиться між тканинами і кров'ю). Він «зустрічає» токсичні речовини, які

з змогли пройти зовнішній бар'єр, потрапити в кров, і захищає важливі внутрішні органи, ЦНС та залози внутрішньої секреції.

3. Мембранно-клітинний рівень. Цей бар'єр є заключним і найвирішальнішим. Він наділений найтоншим механізмом захисту, який починається з клітинної мембрани і здійснюється практично усіма структурами клітини, в тому числі і системою ферментів, які забезпечують перетворення шкідливих речовин в менш токсичні, і/або продукти, що легко видаляються з клітини.

Більшість ксенобіотиків, що надходять до організму, не мають прямого біологічного впливу, але, насамперед, підлягають різноманітним перетворенням, так званій біотрансформації.

Під процесом виведення токсикантів розуміють їх видалення з організму природним шляхом. Вони можуть виводитися як у первинному вигляді (без змін структури), так і у вигляді метаболітів, що утворилися в результаті біологічної трансформації токсиканта.

Метаболіти – це речовини, що виникають у наслідок хімічних перетворень в організмі і є проміжними факторами обміну речовин.

Середні значення кількості метаболітів є показником норми, а їх зміна – показником розвитку токсичного ураження, що і може мати специфічне діагностичне значення для визначення певної хвороби.

Екскреція токсикантів є заключним етапом токсикокінетичного процесу, що призводить до повної елімінації шкідливого чинника з організму. У найбільш типовому варіанті система захисту від різноманітних ксенобіотиків представлена у вигляді трьох-етапного процесу, що включає активацію (фаза I), детоксикацію (фаза II) та виведення (фаза III). Екзогенні ксенобіотики, як правило, трансформуються в менш активні та більш інертні метаболіти.

Фаза I біотрансформації забезпечується переважно численним сімейством ферментів – цитохромів P-450, мікросомальною епоксидгідролазою, алкогольдегідрогеназою, альдегіддегідрогеназою тощо. Ці ферменти каталізують реакції окислення, відновлення та гідролізу з утворенням активних груп –OH, –COOH, –SH, –NH₂ тощо.

Тобто, основні функції I фази біотрансформації полягають в утворенні в молекулі субстрату (ксенобіотика) гідрофільних груп, завдяки чому відбувається детоксикація десятків тисяч речовин.

Важливою особливістю системи ферментів фази I є їхня вибіркова локалізація та висока потужність на головних шляхах надходження ксенобіотиків в організм – харчовому (печінка, травний тракт), дихальному (легені, бронхи), та численність шляхів метаболізму: гідроксилювання, епоксидування, окислення за сіркою та азоту, кисню, десульфурація та ін.

На жаль, ферментативне перетворення ксенобіотиків в цій фазі нерідко призводять до появи більш токсичних метаболітів. Наприклад, найбільш розповсюджені бенз(а)пірен, бензантрацен та схожі з ними ПАВ, які знаходяться в димі курців, забрудненому повітрі промислових міст та в харчових продуктах, смажених на вугіллі. Так, бензантрацен, після гідроксилювання, перетворюється в епоксид бензантрацену (канцероген), потім – в бензантрацендіол.

Нітрозаміни в процесі метаболізму окислюються в мікросомальній системі клітин, утворюючи іони (CH_3^+), які можуть етилувати нуклеїнові кислоти і білки. Це супроводжується індукуванням злоякісних пухлин в печінці, легенях, шлунку та стравоході.

Ферменти II фази біотрансформації. Головним призначенням цієї фази є нейтралізація (деактивація, детоксикація) гідрофільних та часто токсичних продуктів I фази за допомогою різних гідролаз та трансфераз, які присутні в усіх клітинах. Ця група ферментів функціонує при будь-яких шляхах надходження ксенобіотиків, здійснює або завершує детоксикацію, а інколи виправляє помилки першої фази. Під час фази II відбуваються ферментативні реакції кон'югації метаболітів в печінці, що утворились у фазі I, а також екзогенних сполук з сірчаною кислотою, донатор – 3 – фосфоаденозин – 5 – фосфосульфат (ФАФС) або активною формою глюкуронової кислоти (УДФГК) з утворенням більш гідрофільних продуктів, які виводяться з сечею.

Фаза III біотрансформації – евакуація. Виведення з організму продуктів детоксикації здійснюється через легені, нирки, кишечник.

Важлива роль у цих процесах належить білку плазми крові – альбуміну (синтезується в печінці), що зв'язує та транспортує метаболіти екзогенних та ендогенних субстратів, у тому числі продукти фази I та фази II детоксикації. Більшість гідрофільних ксенобіотиків після біотрансформації та деградації через каскад реакцій детоксикації надходять із клітин у кров, звідки вони виводяться з сечею. Ксенобіотики великої молекулярної маси (> 300 кДа) та підвищеної гідрофобності виводяться з жовчю. Завданням фази III є захист клітин від дії вільних радикалів та перекисних сполук, що утворюються при метаболізмі ксенобіотиків.

На сьогодні відома велика кількість генів, що контролюють синтез білків, які відповідають за детоксикацію ксенобіотиків – будь-яких чужорідних факторів, що надходять до організму. Гени детоксикації ксенобіотиків отримали назву «генів зовнішнього середовища». Друга група генів умовно названа генами-тригерами. Вона представлена генами, що кодують білкові речовини (ферменти), які відіграють ключову роль у механізмах активації та деградації природних метаболітів (наприклад, амінокислот). Якщо внаслідок мутації генів, функція цих ферментів порушується, то це може стати причиною низки захворювань (остеопороз, атеросклероз, інфаркт міокарда та інші).

Лікарі багатьох країн світу відзначають у людини зниження активності імунної системи і, як результат, – збільшення частоти й ускладнення перебігу інфекційних захворювань внаслідок погіршення екологічної ситуації на Землі. На жаль, екологічна ситуація в Україні є надзвичайно напруженою. Особливо послаблена імунна система дітей, які проживають в промислових районах і забруднених радіацією після аварії на Чорнобильській АЕС. Радіоактивне випромінювання згубно діє на клітини, що діляться. Пригнічують імунну систему також викиди автомобільних газів, отрутохімікати тощо.

8.2. Роль дихального шляху людини в проникненні та виведенні токсинів і алергенів

Найважливішими вхідними воротами для проникнення патогенних мікроорганізмів у організм людини є верхні дихальні шляхи. Останні оснащені комплексною ефективною системою захисту, що протидіє розмноженню мікроорганізмів на слизовій оболонці і їх проникненню в тканину. Навіть у тому випадку, якщо цей захисний механізм надійно захищає організм від проникнення збудника, все одно залишається відносно велика небезпека виникнення в слизовій оболонці обмежених місцевих інфекційних процесів.

До неспецифічних захворювань дихальної системи відносяться захворювання, що виникають під дією пилу і інших частинок, які знаходяться в повітрі, що вдихається (наприклад, пневмоконіози, пилеві бронхіти), а також алергічні (напр., бронхіальна астма) та онкологічні захворювання.

Виведення токсикантів з легенів є головним шляхом звільнення організму від летких та газоподібних токсикантів і разом з шлунково-кишковим шляхом являється найбільш ефективним за швидкістю і ступенем проникнення та виведення ряду мікроорганізмів та інших сполук.

Така особливість пов'язана, перш за все, з великою сумарною поверхнею легень (від 50 до 100 м²), значним кровопостачанням (мають густу капілярну сітку навколо стінок альвеол, число яких складає 300–350 млн.), незначною (0,5 мкм) товщиною альвеолярно-капілярного бар'єру та слабко вираженою здатністю до виведення багатьох ксенобіотиків. Але близько 10 % кобальту, 50 % ванадію, 25 % нікелю, 70 % хрому, 10–50 % кадмію, 70–80 % ртуті, 27–32 % свинцю, що попали через верхні дихальні шляхи, залишаються в легеневій тканині на досить тривалий час.

З кожним роком мікробіологічна галузь збагачується новими відкриттями, виявляються нові збудники гострих респіраторних захворювань (ГРЗ) і різні штами одних і тих же мікроорганізмів, вивчаються постійно мінливі властивості збудників, особливо їх

чутливість до антибактеріальних препаратів. У всьому світі спостерігається зростання гострих і хронічних інфекційних захворювань, що викликаються умовно-патогенними мікробами.

Можна виділити такі фази розвитку збудника від моменту його проникнення в організм до виникнення інфекції:

- фаза 1: проникнення збудника в дихальні шляхи;
- фаза 2: фіксація на поверхні слизової оболонки;
- фаза 3: розмноження на слизовій оболонці, відповідь організму захисною запальною реакцією і виробленням засобів імунного захисту.

У секреті епітелію легень відбуваються перші хімічні і біохімічні реакції, хід яких може сприяти прискоренню чи зупинці виведення токсинів. Ці реакції забезпечують: **лізоцим** – секрет слизових клітин бронхіол, **альвеолярні макрофаги (МФ)** і **нейтрофіли (НФ)**, що мають муколітичні, протибактеріальні та стимулюючі мітотичну активність клітин властивості; **лактоферон** – секрет залозових клітин з бактерицидними якостями; **інтерферони** – низькомолекулярні білки, які синтезуються МФ та лімфоцитами, що придушують репродукцію вірусів, пригнічують внутрішньоклітинне розмноження паразитів (наприклад, малярійний плазмодій).

Імунний захист є другим етапом боротьби з патогенними мікроорганізмами. Тільки після того, як збудників не вдається подолати мукоциліарним захистом, вони закріплюються на поверхні слизової оболонки, розмножуються і починають мобілізувати захисні сили імунітету. Це стосується як інгаляційних, так і інфекційних патогенних факторів.

8.3. Ендоекологічна роль мікрофлори кишечника людини

В процесі еволюції між організмом людини та мікробним світом склалися певні паритетні відносини, які дозволяють їм співіснувати, доповнюючи та допомагаючи один одному. Найбільш сприятливим місцем для такого співіснування став шлунково-кишковий тракт.

Разом зі слизовою оболонкою і її слизом імунна система кишечника контролює транспорт речовин, які поступають в клітини

організму і зменшує «переповнення» внутрішнього середовища організму чужорідними антигенами та забезпечує його поживними речовинами, необхідними для життя.

Антигенні компоненти бактерій фізіологічної флори кишечника можуть проходити через стінку кишечника (при глистовій інвазії, виразках кишечника тощо). Перманентна конфронтація імунної системи з бактеріями необхідна для формування і підтримки імунних функцій в інтактному стані. Для пацієнтів з ослабленим імунітетом і алергічними захворюваннями за допомогою мікробіологічної терапії може бути забезпечена адекватна імунна регуляція.

Нині кишкову мікрофлору прийнято вважати самостійною залозою, яка бере участь у видаленні токсичних речовин, що утворюються під час перетравлення продуктів в кишечнику, або попадають в кишечник з продуктами харчування.

В секретах слизової оболонки кишечника накопичується велика кількість імуноглобуліну А – це перший бар'єр на шляху проникнення мікроорганізмів з навколишнього середовища в організм.

Частина бактерій має тісний контакт з клітинами слизової оболонки, прикріплюючись до епітеліоцитів завдяки спеціальним рецепторам шляхом адгезії і покриваючи їх поверхню плівкою. Саме в кишечнику знаходять сприятливі умови для існування понад 500 видів різних бактерій, загальна маса яких сягає 2,5–3,5 кг. З'ясовано, що різні відділи шлунково-кишкового тракту (ШКТ) людини відрізняються за кількістю і видовим складом мікроорганізмів, що в ньому проживають. Найбільша їх кількість знаходиться у товстому кишечнику. В 1 г вмісту товстої кишки нараховується до 25 млрд., а у всьому кишечнику близько 1015 млрд. мікроорганізмів. Видовий склад мікрофлори людини різко змінюється при різних захворюваннях, а також при нераціональному використанні антибіотиків, одноманітному харчуванні тощо.

Мікрофлора кишечника:

- захищає шлунково-кишковий тракт від негативної дії патогенної мікрофлори;

- бере участь у травленні та утилізації речовин;
- синтезує вітаміни групи В і К;
- мікрофлора біфідо- і лактобактерії **стимулюють лімфоїдний апарат, синтез імуноглобулінів, інтерферонів, цитокінінів**, збільшують кількість **комплементу**, підвищують активність лізоциму та сприяють зменшенню проникливості судинних, тканинних бар'єрів для токсичних продуктів патогенних та умовно-патогенних мікроорганізмів, перешкоджають транслокації бактерій у внутрішні органи та кров;

- **стимулюють дозрівання макрофагально-гістоцитарної системи.** Наприклад, під впливом багатьох штамів лакто- та біфідобактерій спостерігається підвищення кількості **Т- та В-лімфоцитів**, а також їхньої проліферативної активності та продукування ними низки **імуnoreгуляторних цитокінінів** при різних патологічних процесах.

З'ясовано, що у крові тварин, які вирощені в стерильних умовах, низькі титри антитіл, занижена кількість гама-глобулінів, а кількість клітин-продуцентів IgA зменшена в 10 разів. Внаслідок різкого падіння місцевого імунітету такі тварини швидко захворюють при контакті з патогенними мікроорганізмами.

Мікрофлора кишечника бере участь у формуванні імунобіологічних реакцій організму. Одна із функцій нормального мікробіоцинозу – це забезпечення в кооперації з організмом колонізаційної резистентності, тобто сукупності механізмів, що надають стабільність нормальній мікрофлорі, яка попереджує заселення організму сторонніми мікробами.

Значний вклад в дигестивну та синтетичну функцію кишечника вносить симбіотична флора. Попадаючи в товсту кишку, амінокислоти, залишки харчових білків або білки травних соків, у тому числі і ферменти (ентерокіназа, пепсин і т. п.) під дією бактеріальних ензимів перетворюються в різноманітні аміни (гістамін, метіламін, серотонін), феноли (індол, скатол, крезол), різні ароматичні сполуки, а також такі кислоти як валеріанова, гексанова і ряд ізоокислот. Ці речовини поряд з аміаком, який з'являється в

результаті дезамінування білків в кишечнику, попадають в кров і діють токсично на центральну нервову систему, печінку та нирки.

До важливих функцій мікрофлори кишечника слід віднести її детоксикуючу дію як у відношенні речовин, які попадають в організм із оточуючого середовища з водою, їжею, повітрям, через шкіру, так і тих сполук, які утворюються в кишечнику хазяїна.

Процес детоксикації відбувається у кількох напрямках: біотрансформації з утворенням нетоксичних кінцевих продуктів, вироблення мікробних метаболітів, які швидко підлягають деструкції у печінці, що змінює швидкість їх екскреції в навколишнє середовище або транслокацію в кров'яне русло.

Нормальна мікрофлора, як природний сорбент, здатна акумулювати значну кількість токсичних продуктів, включаючи метали, феноли, отрути рослинного, тваринного або мікробного походження.

Процеси детоксикації в кишечнику відбуваються за рахунок гідролітичних та відновних реакцій і переважно в анаеробних умовах. Причому, кожну вказану функцію виконує відповідно одна або декілька груп бактерій.

Таким чином, перераховані вище далеко не усі функції кишечника свідчать про те, що його мікробіоциноз відіграє важливу роль у забезпеченні життєдіяльності організму людини і має велике практичне значення в профілактиці різноманітних захворювань. Дисбаланс мікроорганізмів в кишечнику викликає або сприяє виникненню різних патологій.

Питання для самоперевірки:

1. Охарактеризуйте основні рівні захисту організму від зовнішніх токсинів.
2. Яку роль виконують ізоформи цитохрому Р-450 в тканинах організму людини?
3. Назвіть шляхи виведення токсинів і алергенів органами дихання.
4. Які функції виконують мікроорганізми кишечника людини?

Список цитованої літератури

1. Конспект лекцій з курсу «Біобезпека і радіобіологія», для бакалаврів проф. напрямку підготовки 204 «технологія виробництва і переробки продукції тваринництва», ден. та заоч. форм навчання [Текст] / К. С. Гарбажий, Т. В. Маковська, О. В. Севастьянова, Н. А. Ткаченко. Відп. за вип. Н. А. Ткаченко; ОНАХТ, каф. технології молока, олійно-жирових продуктів та індустрії краси. – Одеса : ОНАХТ, 2021. – 86 с.

2. Бондар О. І., Новосельська Л. П., Іващенко Т. Г. Основи біологічної безпеки (екологічна складова): Навчальний посібник / Під загальною науковою редакцією доктора біологічних наук Шматкова Г. Г./ О. І. Бондар, Л. П. Новосельська, Т. Г. Іващенко. – Херсон: ФОП Грінь Д.С., 2016. – 372 с.

3. Основи біобезпеки (екологічний складник) : навч. посіб. / Л. П. Новосельська, Т. Г. Іващенко, В. П. Гандзюра, О. П. Кулінич ; за заг. наук. ред. д. б. н. О. І. Бондаря. – К. : Інститут екологічного управління та збалансованого природокористування, 2017. – 180 с. (Бібліотека екологічних знань).

4. Гудков І. М. Радіобіологія: підручник для вищ. навчальних закладів. –К.: НУБіП України, 2016. – 485 с.

5. Давиденко В. М. Радіобіологія / В. М. Давиденко – Миколаїв: Видав. МДАУ, 2011. – 265 с.

Навчальне видання

БІОЕТИКА ТА БІОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

ЕЛЕКТРОННІ МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

для студентів факультету хімії та фармації
першого (бакалаврського) рівня освіти
спеціальності 102 «Хімія»
та другого (магістерського) рівня освіти,
спеціальності 226 «Фармація, промислова фармація»

Електронне практичне видання

Укладачі:

Еберле Лідія Вікторівна

Устянська Ольга Владимірівна

Шкодовська Анна Марія Ігорівна

В авторській редакції

Затвердж. авт. 26.09.2023. Шрифт Times New Roman.
Системні вимоги: операційна система сумісна з програмним
забезпеченням для читання файлів формату PDF.
Обсяг 0,8 МБ. Зам. № 2660.

Видавець і виготовлювач

Одеський національний університет імені І. І. Мечникова
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4215 від 22.11.2011 р.
65082, м. Одеса, вул. Єлісаветинська, 12, Україна
Тел.: (048) 723 28 39, e-mail: druk@onu.edu.ua