

ЕКОЛОГІЯ

УДК 504.75(05 + 04)

Замостьян В. П.

ЕКОЛОГІЯ З ТОЧКИ ЗОРУ МЕДИКА, АБО ЕЛЕМЕНТИ ПОБУДОВИ ЕКОЛОГІЧНОЇ МЕДИЦИНИ

У статті пропонується нова точка зору на предмет екологічної медицини. Автор спробував розглядати медицину з екоцентричних позицій і свідомий того, що деякі питання статті є дискусійними. Є надія, що ця робота викличе конструктивну дискусію.

Екологія як наука зародилась у надрах класичної біології і, власне, залишається біологічною наукою, хоча взаємодіє значно ширше, ніж біологія, з геологією, географією, суспільними науками. Сьогодні екологія, як і медицина, є інтегрованою наукою, що становить самостійну галузь знань.

Ю. Одум визначає екологію як науку про структуру і функції природи, а поле дії цієї науки - як біологію груп організмів і відповідні функціональні процеси на суші, в морі і прісних водах [1]. У повному словнику Вебстера читаємо: «Предмет екології - це сукупність або структура зв'язків між організмами та їх середовищем» [2]. Одне з останніх тлумачень екології у «Біологічному енциклопедичному словнику» таке: «біологічна наука, що вивчає організацію і функціонування надорганізмованих систем різного рівня: популяцій, біоценозів, біогеоценозів і біосфери» [3]. І додатково: «Екологію визначають як науку про взаємні стосунки організмів між собою та з навколишнім середовищем».

Водночас у Н. Реймерса серед багатьох його визначень знаходимо: «сучасна екологія - біологізована (як і географізована, математизована і т. д.), біоцентрична наука, але не біологія» [4].

Екологія вивчає перш за все механізми взаємодії живих функціональних одиниць між собою і з неживим навколишнім середовищем, які забезпечують практично вічне в часі існування природи. При цьому межі поняття «функціональна одиниця» різними авторами трактуються по-різному. Так, Ю. Одум (1975), Miller Tyler (1988) обмежують сферу вивчення екології від одноклітинного автономного організму до біосфери, тобто сукупності всіх живих організмів на планеті Земля [1; 5]. В той же час Реймерс розсуває рамки об'єктів і явищ, які вивчає екологія: «її предмет - збере-

ження функціональної і структурної цілості того центрального об'єкта, який виокремлюється в процесі дослідження (знову, грубо кажучи, наука про виживання в навколишньому середовищі). Це може бути і мікроструктура, і макро-, навіть мегаявище» [4]. Далі він розглядає екологію як сукупність наукових дисциплін, що вивчають відносини системних біологічних структур (від макромолекули до біосфери) між собою і з навколишнім середовищем. Іншими словами, сфера екології розповсюджується на складні процеси в середині організму, характеризуючи це дослідницьке поле і як молекулярну екологію, і як фізіологічну екологію.

Розширення меж екології як інтегральної науки, що ввібрала в себе, крім біології та медицини, ще й соціологію, психологію, географію, геологію і навіть політологію, призвело до того, що розуміння екології як науки стало неоднозначним. Представники кожного напрямку наук розуміють екологію здебільшого крізь призму свого основного фаху. Склалась ситуація, про яку Н. Реймерс сказав: «Кожен вкладає в термін свій обсяг поняття, індивідуальні його відтінки. Ситуація приблизно така: "моя" екологія - це не "твоя" екологія, але все-таки щось подібне, тільки, будь ласка, віддай назад "моє" слово "екологія"».

Екологію в нашому розумінні цього терміна, мабуть, необхідно розділити на теоретичну і практичну екологію. Тоді до теоретичної екології слід віднести вивчення законів і механізмів функціонування природи з особливим наголосом на ролі живих організмів у ній, а до практичної екології - вивчення і пошуки рішення всіх проблем охорони природи і навколишнього природного середовища, проблеми соціальної, індустріальної, сільськогосподарської екології, проблеми

екологічної політики і права, проблеми екологічної етики і культури і т. п. Але для того, щоб вирішувати проблеми практичної екології, необхідно досконало знати механізми існування природи, своєрідну фізіологію екосистем. Таким чином, обидві екології являють собою одну науку, якій уже давно у нас в Україні потрібно відвести роль самостійної дисципліни з правом захисту дисертацій на ступінь кандидата чи доктора екологічних наук. Недооцінка екології як самостійної науки гальмує формування стратегічного плану розвитку наукових досліджень з екології.

Отже, традиційна назва науки «екологія» стала у нас надто багатозначним терміном. У той же час у світі закріпився термін **environmental science** (наука про довкілля), який вбирає в себе наше поняття як теоретичної, так і практичної екології; термін же **ecology** вживається у світовій науці як такий, що стосується виключно біології або не антропоцентричного, а біоцентричного розуміння проблем довкілля - тобто проблеми еволюції живого світу, що нерозривно пов'язані з довкіллям, **ecology economics** (економіка «з точки зору» природи і здоров'я екосистем). Відрізняються і поняття обсягу екосистем. Так, у країнах СНД домінує термін «біогеоценоз», і його складовими є біоценоз, фітоценоз, зооценоз і т. п.; а в країнах Америки вживається термін «екосистема» як безранговий і безрозмірний - екосистема лісу, ставка, паркану, пустелі тощо. Останній підхід видається більш зручним і практичним.

Механізми існування живої природи дивують досконалістю, складністю та своєю завершеністю. Як приклад можна навести механізми біогеохімічних кругообігів та їх окремих явищ, таких як: підтримання постійного складу атмосфери з могутніми механізмами компенсації стресів; механізми синтезу і розпаду біомаси з безліччю тонко припасованих ланок цього процесу; закономірності співіснування видів у спільноті і багато інших. П'єр Тейяр де Шарден (1987), аналізуючи виникнення і «розтікання» життя на Землі, писав, що ця «...клітинна туманність, незважаючи на свою внутрішню множинність, необхідно являла собою своєрідний, розсіяний суперорганізм». І далі: «Взята в цілому жива речовина, що розповзлася по Землі, з перших же стадій своєї еволюції вимальовує контури одного гігантського організму» [6]. Він називав усе живе, що існує в земному і водному середовищі, «плівкою життя». Потім, завдяки П. Т. де Шардену, В. Вернадському та іншим з'явився власне науковий термін «біосфера» [7]. Звичайно, біосферу важко собі уявити як живий організм у загальноприйнятому розумінні цього слова. Навіть як надорганізм.

Але необхідно уточнити, які фундаментальні особливості притаманні живому організму, будь то автономна клітина чи багатоклітинні організми вищих таксономічних рівнів. Це:

- обмін речовин, завдяки якому в організм надходить з навколишнього середовища і там трансформується енергія, що забезпечує життєдіяльність;
- генетична інформація, що забезпечує самовідтворення, розвиток і життєдіяльність в еволюційно закріплених межах;
- тонка і досконала система саморегуляції життєвих функцій - гомеостаз і гомеорез.

Спробуємо порівняти з позицій цих функцій живий організм (індивідуум) і біосферу.

Для біосфери характерні:

- біогеохімічні кругообіги, які, власне, є результатом сумарного обміну речовин усього живого на планеті Земля. В результаті біогеохімічного кругообігу біосфера трансформує енергію у різноманітні її форми, що дає можливість існувати всьому живому. Тобто в надорганізмі «біосфера» відбувається обмін речовин;
- розміри генетичної інформації біосфери важко собі уявити - від вірусів до консументів вищого порядку. Якщо стосовно виду чи популяції, де генетична інформація може відтворюватись на організменому рівні, це називається генофондом, то генетичний фонд біосфери потребує іншого терміна і подальшого його наукового осмислення;
- біосфера являє собою надзвичайно складну і високоорганізовану систему живих організмів з досконалими механізмами саморегуляції.

Наведені порівняння свідчать, що за вибраними трьома фундаментальними ознаками живого організму нема принципової відмінності між біосферою і маленькою живою клітиною. Так що уявлення про те, що біосфера є живим організмом вищого рівня, не є безпідставним. Тут майже неможливо обійтися без аналогій з механізмами функціонування живого організму, де відбуваються всі подібні процеси, тільки в інших масштабах і з певними відмінностями.

Розвиваючи далі ці аналогії, можна розглядати й аналізувати процеси в екосистемах і говорити про здоров'я і хвороби екосистем. І тут одразу виникає стара медична проблема неможливості провести чітку грань між нормою і патологією стосовно «здоров'я» екосистем. Таким чином, закономірно постає проблема надзвичайно тісного, нерозривного зв'язку між здоров'ям індивідуума (рослинного чи тваринного) і здоров'ям екосистеми. В руслі нашого розуміння предмета екологічної медицини варто було б розвинути думку

видатного російського медика М. Я. Мудрова: лікувати не хворобу, а хворого [8]. Доповнимо: лікувати не тільки хворого, а і його довкілля.

Стосовно «здоров'я» екосистем наведемо думку відомого фахівця з проблем глобальної екології М. М. Моїсеєва (1994): «Необхідно усвідомити, що в результаті людської діяльності порушена нормальна рівновага (вірніше, квазірівновага) звичайних природних циклів, відновити які тими методами, якими ми володіємо сьогодні, неможливо. У людства є два шляхи відновлення рівноваги: або перейти до повної автотрофності, тобто поселити людину в деякій техносфері, або зменшити антропогенне навантаження на біосферу принаймні у 10 разів» [9]. Мабуть, потрібне не «відновлення рівноваги», а «альтернативні шляхи виходу», бо техносфера не вирішить питання відновлення рівноваги, крім того, автор вживає термін «автотрофність» не в загальноприйнятому розумінні (зауваження моє.- В. З.). В іншій праці М. М. Моїсеєв пише: «Інтенсивність антропогенних впливів на біосферу може стати уже сьогодні настільки великою, що переведе її в такий стан, який не буде допускати існування людини як біологічного виду» [10]. Слід зауважити, що ця думка може бути недалекою від істини. Фахівців з проблем глобальної екології не так уже й багато в світі, на відміну від авторів численних книжок на цю тему. Серед цих фахівців лише одиниці б'ють на сполох. Зважаючи на те, що стратегічною метою медицини і є збереження людини як біологічного виду, не буде перебільшенням вважати власне медичною проблемою охорони «здоров'я» довкілля, природи.

Сьогодні під поняттям «екологічна медицина» (**Environmental Health**) розуміють вивчення стану здоров'я населення і захворювання у людей, спричинені станом навколишнього природного середовища. Подібне розуміння створює певні складнощі у розмежуванні таких наук, як гігієна, епідеміологія, медична географія. Тобто існує потреба подальшого більш чіткого визначення й окреслення терміна «екологічна медицина».

Власне, наука, яка вивчає захворювання екосистем, їх патологію, включаючи також пов'язану з нею патологію окремого організму, і повинна називатись «екологічною медициною». В англійській мові це - **Ecology Medicine**, і тому значення цього терміна суттєво відрізняється від значення терміна **Environmental Health**. Іншими словами, якщо є три рівні чи форми життя, то повинно бути і три рівні чи форми медицини, науки, яка вивчає фізіологію і патологію механізмів життєдіяльності. Розвиваючи ці думки далі, слід погодитися з можливістю існування «нормальної»

та «патологічної» екології. Насправді, ботаніки знають масу ознак порушення нормальних умов існування рослинності, пов'язаного із забрудненням середовища, з виникненням лімітувальних ланок у біогеохімічних кругообігах, своєрідних біологічних індикаторів довкілля.

У наш час лише 5 % території суші Землі можна визначити як ландшафт первинної природної організації, решта - зона різного ступеня антропогенної зміни, деформації, походження. Антропогенними ландшафтами можна вважати класичний індустриальний пейзаж Запоріжжя і пейзажі відкритого видобутку вугілля чи інших природних копалин, і дендрологічний парк «Софіївка», що в Умані, і насаджені людиною ліси навколо Києва.

Природні незаймані ландшафти збереглися в Україні лише в окремих малодоступних гірських районах, незачеплених меліорацією болотних місцях. Звичайно, якщо залишити напризволяще рукотворні ліси, то в результаті вторинної сукцесії років через 100-200 там виникне клімаксовий ландшафт природного типу. Щось подібне спостерігається в зоні відчуження Чорнобильської АЕС в умовах значно зменшеної господарської діяльності людей. Ця зона могла б стати унікальним, світового значення екологічним полігоном для наукових досліджень. Водночас виникає запитання: чи є «здоровою» радіоактивно забруднена зона після аварії на АЕС?

Виходячи з цих міркувань, можна умовно прийняти, що «здоровою» екосистемою слід вважати екосистему едафічного клімаксу з мінімумом антропогенного тиску. Всі штучні екосистеми потребують постійного притоку додаткової енергії в усьому її різноманітті, яке забезпечує людська діяльність. Чи можна вважати такі штучні екосистеми «здоровими»?

Обговорюючи питання «здоров'я» екосистем, мабуть, варто усвідомити, що патологічні процеси можуть іти як в реліктовій системі едафічного клімаксу, так і в екосистемах під антропогенним тиском, у рукотворних природних та індустриальних ландшафтах. Крім того, слід відрізнити власне «хвороби» екосистем від «хвороб» екосистем, спричинених людською діяльністю.

Приклади власне «хвороб» екосистем я можу навести, спираючись на власне судження (А може це не хвороби, а норма?):

- вибух популяції сарани і спустошення окремих популяцій рослин. Те ж саме з вибухом популяції комах-шкідників (непарний шовкопряд) і спустошення лісів, їх дефоліація;
- виверження вулкану і розлиття лави;
- землетруси, цунамі, повені, інші стихійні лиха;

- степові та лісові пожежі;
- космічні катастрофи (гіпотеза про динозаврів);
- епідемії патогенних вірусів рослин і тварин;
- спонтанна, без участі людини, інтродукція рослин і тварин у нові для них екосистеми і витіснення ними аборигенів;
- виснаження Ґрунтів у результаті недосконалого (розкритого, незавершеного) біогеохімічного кругообігу. Наприклад, фосфор, який осідає на дні океану і не поновлюється;
- незбагненні сьогодні механізми старіння екосистем з позицій геологічних періодів протягом мільйонів років;
- несподіванки, які можуть виникнути в ході еволюційного процесу нормального, спонтанного фізіологічного мутагенезу.

У рамках цих хвороб чи патологій незайманих людиною екосистем є безмежне поле для досліджень і знахідок на рівні відкриттів.

Значно ширше і глибше вивчена патологія екосистем, спричинена діяльністю *Homo sapiens*. Перелік цих хвороб чи синдромів порушення здоров'я екосистем може зайняти дуже багато місця, їх можна розділити на дві основні групи.

Перша група - глобальні хвороби біосфери:

- озонові дірки;
- парниковий ефект;
- зміни клімату;
- аномальні явища погоди, повені, масштабні стихійні лиха як віддалені наслідки діяльності людини;
- незбагнене і невідоме, яке може статися.

Друга група - хвороби чи синдроми захворювань екосистем меншого масштабу:

- патологія природи міста - урбоекопатологія;
- патологія природи промислових і транспортних об'єктів - техноекопатологія;
- патологія природи сільськогосподарських об'єктів - агроекопатологія;
- патологія природи водних об'єктів - гідроекопатологія;
- патологія природи, екосистем різних масштабів спричинена неконтрольованим науково-технічним прогресом.

Симптоматика антропогенних захворювань екосистем інтенсивно вивчається в рамках такого напрямку екології, як біоіндикація [11]. Слід зауважити, що при ознайомленні з основами біоіндикації вражає їх подібність до медико-біологічних принципів діагностики захворювань індивідуума. Так, у діагностиці захворювання чи стану організму розрізняють:

- лабораторні дані біохімічного та цитологічного аналізу, коли діагност відшукує невидимі

неозброєному оку зміни в складі та структурі біологічного об'єкта;

- функціональні зміни у найширшому розумінні;
- макроморфологічні зміни, видимі неозброєним оком;
- соціальні наслідки епідемій, пандемій, епізотій.

А ось перелік рівнів біоіндикації [Н]:

- біохімічні та фізіологічні реакції;
- анатомічні, морфологічні, біоритмічні відхилення і зміна поведінки;
- флористичні, фауністичні та хорологічні зміни;
- зміни ландшафтів, екосистем.

Глибока внутрішня генетична спорідненість підходів у медичній діагностиці й екологічній біоіндикації не повинна викликати сумнівів.

Якщо стати на запропоновану позицію в трактуванні терміна «екологічна медицина», то медична екологія в сучасному розумінні цього слова посідає певне місце в будові нової дисципліни і може називатися «медичною екологією людини». Знаходить своє місце також і екологічна токсикологія як наука, що вивчає як теоретичні, так і практичні проблеми участі у біогеохімічних кругообігах підвищеної кількості речовин або таких, що у здоровій екосистемі не трапляються, а є антропогенними і токсичними... При цьому треба обережно ставитись до віднесення в клас екологічних захворювань гострих отруень і порушень здоров'я після промислових аварій тощо. Екотоксикологія - це наука про хронічні отруєння організмів у результаті біологічного накопичення токсинів у трофічних ланцюжках і мережах. Класичний приклад - хвороба ітай-ітай [12], однак, зважаючи на відсутність екологічних досліджень щодо накопичення талію в харчових ланцюжках, хворобу дітей у Чернівцях навряд чи можна було віднести до розряду екотоксикозів. Те ж саме може стосуватись і Миколаївського синдрому дерматоксикозів, і Одеського гіпервітамінозу Д від забрудненої технологічно, а не через трофічну мережу, соняшникової олії. Водночас до класичних екологічних захворювань людини (а також і тварин?) слід віднести ендемічний зоб, гіпофтороз, цингу. Отже, здається, що екотоксикологія - надто вузький термін і не відзеркалює всього різноманіття екопатологій, тому слід, мабуть, його замінити терміном «екопатологія людини».

Як було зазначено вище, деякі дослідники розширюють межі екології до молекулярного рівня, тобто організм клітини чи багатоклітинний організм можна розглядати як екосистему. Приклади генетичної спорідненості екосистем організму і більш широких екосистем аж до біосфери вже наводились раніше. Справді, з екосистеми по тро-

фічних мережах організм отримує енергію. В організмі відбувається кругообіг речовин, метаболізм. В організмі-екосистемі діють, як і зовні, закони Лібіха і Шелфорда, тобто він може бути лімітований фактором, який у дефіциті (залізо, йод, вітамін С), і мати певний діапазон толерантності до надмірної кількості поживних речовин. В організмі діє принцип, коли продукти життєдіяльності однієї тканини чи популяцій клітин є поживною речовиною для інших тканин чи популяцій клітин, або в межах однієї клітини - серед органел. У процесі розвитку й існування організму можуть виникати ситуації, коли спеціальні клітини чи їх популяція «видають» інші популяції, які вже відіграли свою роль у розвитку чи функції. В екосистемах організмів також є саморегуляція з прямим і зворотним зв'язком.

Які ж особливості чи відмінності мають екосистеми організмів порівняно з екосистемою популяцій, спільнот? Екосистеми організму більш «закриті», система їх саморегуляції відносно автономна. «Закритість» пов'язана з наявністю мембран (оболонка клітини, фасції, шкіра, панцир). Цей бар'єр напівпроникний, ця напівпроникність регулюється. Є в організмі бар'єри більш або менш проникні (гемато-енцефалічний бар'єр, ядерно-цитоплазматичний бар'єр). Є система автоном-

ної терморегуляції різного ступеня автономності залежно від рівня організму. Існує більш вузький діапазон толерантності до кількості та якості речовин, що взаємодіють, більш жорсткий перебіг біохімічних реакцій. Залежно від органел, тканин чи органів - більша стено- чи евриокність і т. ін.

Р. Шмідт і Г. Тевс під екологічною фізіологією розуміють вплив на організм фізичних факторів навколишнього середовища: атмосферного і водного тиску, вологості, температури, насиченості киснем, шуму, вібрації [14].

Ми розуміємо поняття екологічної фізіології не тільки так, а й крізь призму єдності всього живого, природи. По-перше, для того, щоб розуміти, як впливають фактори довкілля на організм, треба знати, як функціонує організм, його особливості. Взаємодію організму з навколишнім середовищем треба розуміти як взаємодію двох екосистем різного рівня. Крім того, еколог повинен знати основи фізіології рослин, тварин і людини для раціонального планування природоохоронних заходів, для профілактики шкідливих впливів на живе і передбачення можливих ускладнень. Власне кажучи, фундаментальна екологія - це фізіологія і патологія популяцій, спільнот і біосфери, а фізіологія і патологія в медичному аспекті - це екологія організмів.

1. Одум Ю. Основы экологии: М.: Мир, 1975-С. 740.
2. New Webster's Dictionary of the English language- Suvjeet Publication, 1988, p. 490.
3. Экология. Биологический энциклопедический словарь.- М.: Сов. Энцикл., 1989.
4. Реймерс Н. Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы.- М.: Россия молодая, 1994.- 365 с.
5. Miller Tyler. Living in the Environment. An Introduction to Environmental Science: 5 ed, 1988- 603 p.
6. Шарден П. Феномен человека.- М.: Наука, 1987.- 240 с.
7. Вернадский В. И. Биосфера и стратосфера // Тр. Всесоюз. конф. по изучению стратосферы (31 марта- 6 апреля 1939 г).- М., Л., 1935.- С. 575-578.
8. Мудрое М. Я. Избранные произведения / Под ред. А. Г. Гукасяна,- М., 1949.
9. Моисеев Н. Н. Современный антропогенез и цивилизационные разломы (Эколого-политологический анализ).- М.: Изд-во МНЭПУ- 1994-47 с.
10. Моисеев Н. Н., Александров В. В., Тарко А. М. Человек и биосфера. Опыт системного анализа и эксперименты с моделями.-М.: Наука, 1985-272 с.
11. Шуберт Р. (ред.) Биоиндикация наземных экосистем.-М.: Мир, 1988.-С. 320.
12. Зербино Д. Д. Антропогенные экологические катастрофы.- К.: Наук, думка, 1991- 134 с.
13. Шмидт Р., Тевс Г. (ред.) Физиология человека.- М.: Мир, 1996.-Т. 3.- С. 711-722.

V. Zamostyan

ECOLOGY FROM THE VIEWPOINT OF A MEDICAL SPECIALIST OR ELEMENTS OF THE DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL MEDICINE

The work offers a new viewpoint of ecological medicine. The author tried to look at the medicine from the eco-centric positions. The author is aware that some issues of the article could be under debate. It is my hope that this work will encourage constructive discussion.