

Лекція 2

Аутекологія. Екологічні фактори, їх класифікація та вплив на організм людини

Загальні визначення. Середовище існування — це та частина природи, яка оточує живий організм і з якою він безпосередньо взаємодіє. Складові і властивості середовища різноманітні та мінливі. Будь-яка жива істота живе в складному і змінному світі, постійно пристосовуючись до нього і регулюючи свою життєдіяльність відповідно до його змін.

На нашій планеті живі організми освоїли чотири основні середовища існування, що значно розрізняються за специфікою умов. Водне середовище було першим, в якому виникло і поширилося життя. В подальшому живі організми оволоділи наземно-повітряним середовищем, створили і заселили ґрунт. Четвертим специфічним середовищем життя стали самі живі організми, кожний з яких становить цілий світ для паразитів або симбіонтів, що населяють його.

Пристосування організмів до середовища носить назву *адаптації*. *Здатність до адаптації* — одна з основних властивостей життя взагалі, оскільки забезпечує саму можливість його існування, можливість організмів виживати і розмножуватися. Адаптації виявляються на різних рівнях: від біохімії клітин і поведінки окремих організмів до будови і функціонування угруповань і екологічних систем. Адаптації виникають і змінюються в процесі еволюції видів.

Окремі властивості або елементи середовища, що впливають на організми, називають *екологічними чинниками*. Чинники середовища різноманітні. Вони можуть бути необхідні або, навпаки, шкідливі для живих істот, сприяти або перешкоджати виживанню і розмноженню. Екологічні чинники мають різну природу і специфіку дії.

Екологічні чинники поділяються на три групи: *біотичні* (чинники живої природи), *абіотичні* (чинники неживої природи) і *антропогенні*, пов'язані з діяльністю людського суспільства. Останні включають соціально-економічні, культурні та інші чинники. За характером дій розглядають періодичні й неперіодичні екологічні чинники, з дією яких пов'язані пристосовані можливості організмів і природних екосистем до змін зовнішніх дій. До періодичних екологічних чинників відносять природні явища, зумовлені обертанням Землі: зміна пір року, добова зміна освітленості, добові, сезонні та вікові зміни температури і опадів, динаміка рослинної їжі (для тварин) тощо. До неперіодичних належать екологічні чинники, що не мають вираженої циклічності, наприклад, хімічний склад і механічні характеристики ґрунту, атмосферного повітря або води.

Абіотичні чинники — це всі властивості неживої природи, які прямо або побічно впливають на живі організми; до них належать *фізичні* і *хімічні* чинники.

Фізичні чинники неживої природи: космічні, кліматичні, ґрунтові, орографічні, геологічні.

До *хімічних чинників* неживої природи належать компоненти повітря, води, кислотність (рН) та інші домішки промислового походження.

У *космічних чинниках* неживої природи представлений космічний пил, метеоритна речовина, астероїди, речовини і хвилі галактичного простору, циклічні зміни сонячної активності.

Абіотичні чинники. Цю групу утворюють, як зазначалося вище, компоненти і явища неживої, неорганічної природи, що справляють прямий або непрямий вплив на живі організми. Головну роль серед них відіграють *кліматичні чинники* (сонячна радіація, світловий режим, температура, вологість, опади, вітер, тиск та ін.), потім йдуть *ґрунтові*, або *едафічні, чинники*, важливі для організмів, що мешкають у ґрунті; і, нарешті, чинники водного середовища.

Сонячна радіація, як відомо, є основою фотосинтезу. Крім того, вона визначає термічний режим біосфери Землі, зміна якого в напрямі від екватора до полюсів викликає як кліматичну зональність, так і існування на нашій планеті великих зональних типів рослинності (тундра, тайга, степи, пустелі, вологі тропічні ліси та ін.). Окрім сонячної радіації, на стан екосистем різних кліматичних зон безпосередньо впливають й інші абіотичні чинники середовища (температура, вологість, опади, тип ґрунтів і т. ін.), вплив яких у комплексі приводить до зміни природних ландшафтів, що створюють істотні відмінності в умовах існування організмів.

Сонячна активність — це викид плазми, посилення короткохвильового і радіовипромінювання з поверхні Сонця, що вивчається геліобіологією.

До *кліматичних чинників* належать: промениста енергія Сонця, надходження і перерозподіл, поглинання, віддзеркалення (альbedo) сонячної енергії в різних районах земної кулі, прозорість атмосфери, освітленість земної поверхні, тривалість світлового дня, вологість повітря, атмосферні опади, рух повітряних мас (вітер).

Світло необхідне для життя, оскільки це джерело енергії для фотосинтезу (фотосинтез — перетворення зеленими рослинами і фотосинтезуючими мікроорганізмами променистої енергії Сонця в

енергію хімічних зв'язків органічних речовин), проте є й інші аспекти його дії на живі організми. Розглядаючи ці аспекти, корисно пам'ятати, що інтенсивність світла, його якість (довжина хвилі або колір) і тривалість освітлення (фотоперіод) можуть мати різний вплив.

Деякі важливі процеси з участю світла перелічені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Найважливіші процеси, що протікають у рослин і тварин з участю світла

| |
|----------------|
| Фотосинтез |
| Транспірування |
| Фотоперіодизм |
| Рух |
| Зір у тварин |
| Інші процеси |

Температура. Головним джерелом тепла є сонячне випромінювання; ним можуть також бути геотермальні джерела, але вони відіграють важливу роль тільки в небагатьох місцях проживання, наприклад, у гарячих джерелах, де розвиваються бактерії і синьо-зелені водорості.

Певний організм може виживати тільки в певних температурних межах, до яких пристосовані його метаболізм і структура. Якщо температура живої клітини падає нижче за точку замерзання, клітина звичайно фізично ушкоджується і гине в результаті утворення кристалів льоду. Якщо температура дуже висока, відбувається денатурація ферментів. *Температура, так само як інтенсивність світла, великою мірою залежить від географічної широти, сезону, часу доби та експозиції*

Вологість і солоність. Вода необхідна для життя і може бути важливим лімітуючим чинником у наземних екосистемах. Вода надходить з атмосфери у вигляді опадів: дощу, снігу, дощу зі снігом, граду або роси. В природі відбувається безперервний *кругообіг води* — *гідрологічний цикл*, від якого залежить розподіл її на поверхні суші. Наземні рослини поглинають воду головним чином з ґрунту. Швидкий дренаж, невелика кількість опадів, сильне випаровування або поєднання всіх цих чинників можуть призводити до висушування ґрунтів, а за надмірної кількості води, навпаки, можливе їх постійне перезволоження. Таким чином, кількість води в ґрунті залежить від водоутримуючої здатності самого ґрунту і балансу між кількістю опадів, що випадають, і спільним результатом випаровування і транспірування (евапо-транспірація). Випаровування відбувається як з поверхні вологої рослинності, так і з поверхні ґрунту.

За здатністю переносити нестачу води рослини можна поділити на *ксерофіти* (рослини з високою витривалістю), *мезофіти* (із середньою витривалістю) і *гідрофіти* (з низькою витривалістю, пристосовані до надлишку води).

Циркуляція повітря. Вітер. В атмосфері так само, як і в океані, постійно відбувається циркуляція, енергію для якої постачає Сонце.

Великомасштабним результатом циркуляції повітряних мас є перерозподіл водяної пари, оскільки атмосфера захоплює її в одному місці (де вода випаровується), переносить і віддає в іншому місці (де випадають опади). Якщо десь в атмосферу надходять гази, в тому числі забруднюючі (наприклад, двоокис сірки в промислових районах), то система атмосферної циркуляції перерозподілить їх і вони випадають в інших місцях, розчинені в дощовій воді (транскордонне перенесення).

Вітер, взаємодіючи з іншими чинниками навколишнього середовища, може впливати на розвиток рослинності, особливо на дерева, що ростуть на відкритих місцях. Це часто призводить до затримки їх росту і викривлення з навітряного боку. Крім того, вітер збільшує евапотранспірацію в умовах низької вологості.

Вітер відіграє велику роль у розповсюдженні спор, насіння і т. ін., розширює можливості розповсюдження нерухомих організмів, наприклад рослин, грибів і деяких бактерій; він може також впливати на міграцію літаючих тварин.

Ще одна атмосферна змінна — це *атмосферний тиск*, який зменшується з висотою. Зі збільшенням висоти знижується парціальний тиск кисню. У рослин зростає транспірування, тому в них виробилися адаптації для збереження води, як, наприклад, у багатьох альпійських рослин (табл. 3.2).

Орографічні (геоморфологічні) чинники. *Геоморфологія* — наука про рельєф. Рельєф місцевості може значно впливати на мікрокліматичні та ґрунтові чинники (наприклад, гори, ущелини, каньйони, низини і т. ін.).

Розглянемо стисло *ґрунтові екологічні чинники*. Відомо, що ґрунт — трифазне середовище, що включає тверді, рідкі й газоподібні компоненти. Він є продуктом фізичного, хімічного і біологічного перетворення гірських порід, тобто формується в результаті складної взаємодії клімату, рослин, тварин і

мікроорганізмів. Верхній горизонт ґрунтів, що є накопичувачем органічної речовини і називається гумусовим, визначає родючість ґрунту і є сумішшю органічних і мінеральних речовин. У результаті складних біохімічних процесів у цьому шарі органічні залишки в ґрунті руйнуються (мінералізуються) з утворенням простіших сполук (вода, вуглекислий газ, аміак та ін.) або перетворюються на складніші органічні сполуки — перегній, або гумус. Таким чином, хімічні властивості ґрунту визначаються змістом органічних і неорганічних сполук. Понад половину мінерального складу ґрунту займає кремнезем (двоокис кремнію), решту становлять оксиди алюмінію, заліза, магнію, калію, фосфору, кальцію та ін. Фізичні властивості ґрунту обумовлені механічним складом (вмістом частинок різної величини: пісок, глина, суглинок), від якого залежить здатність ґрунту утримувати вологу і насичуватися повітрям, що визначає умови існування організмів в ґрунті та умови росту рослин.

Біотичні чинники. Сукупність впливу життєдіяльності одних організмів на життєдіяльність інших і на стан неживих компонентів середовища існування становить комплекс біотичних чинників. Різноманітні взаємодії між тваринами, рослинами і мікроорганізмами в екосистемі поділяються на прямі, пов'язані з безпосередньою дією одних організмів на інші, і непрямі, коли, наприклад, рослини своєю присутністю змінюють режим дії абіотичних чинників середовища для інших рослин, тварин і мікроорганізмів. Так, горіх і дуб своїми виділеннями пригнічують трав'янисту рослинність під кронами. Загалом будь-яке рослинне угруповання істотно впливає на сукупність абіотичних характеристик середовища. Відомо, що різні абіотичні чинники в межах лісового ландшафту істотно відрізняються за схожості кліматичних умов від цих же чинників в умовах степових ландшафтів.

В.І. Вернадський виокремив у біосфері сім різних, але геологічно взаємопов'язаних типів речовин:

- 1) жива речовина;
- 2) біогенна речовина (горючі копалини, вапняки і т. ін., продукти живого);
- 3) нежива (рос. — косна) речовина, утворена в результаті процесів, в яких живі організми не беруть участь;
- 4) біонежива (рос. — біокосна) речовина (наприклад ґрунт);
- 5) радіоактивна речовина;
- 6) розсіяні атоми;
- 7) речовини космічного походження (метеорити, космічний пил).

Центральна ланка в концепції В.І. Вернадського — уявлення про живу речовину. *Жива речовина* (за В.І. Вернадським) — "сукупність усіх живих організмів, що в даний момент існують, чисельно виражена в елементарному хімічному складі, вазі, енергії. Вона пов'язана з навколишнім середовищем біогенним потоком атомів: своїм диханням, живленням і розмноженням".

Біосфера — складна система, що уловлює, накопичує, переносить енергію шляхом обміну речовин між живим і навколишнім середовищем. Вона здатна підтримувати рівноважний стан між усіма складовими. *Основою динамічної рівноваги і стійкості біосфери є кругообіг речовин з перетворенням енергії.*

У біосфері утворилася складна система, що забезпечує кругообіг речовин. Вона складається із запасу біогенних елементів і організмів, які можна поділити на три групи:

- 1) продуценти (виробники);
- 2) консументи (споживачі);
- 3) редуценти (руйнівники).

Для підтримання екосистем і кругообігу речовин необхідний потік енергії (Сонця).

За способом живлення всі мешканці планети поділяються на дві групи: автотрофні і гетеротрофні. *Автотрофні* здатні створювати органічну речовину з неорганічної. *Гетеротрофні* використовують готові органічні речовини.

Біотичні чинники — це форми дії живих істот одна на одну. Кожний організм постійно випробовує на собі прямий або непрямий вплив інших істот, вступає у зв'язок з представниками свого виду та інших видів — рослинами, тваринами, мікроорганізмами, залежить від них і сам впливає на них. Навколишній органічний світ — складова середовища кожної живої істоти.

Найважливішим біотичним чинником є їжа. Харчовий чинник може розглядатися з різних позицій: кількість, доступність, хімічний склад, харчова цінність та ін. Будь-який вид тварин або рослин характеризується достатньо чіткою вибірковістю до складу їжі. Так, кожній рослині необхідний певний набір мінеральних речовин. Харчові взаємовідносини серед тварин відрізняються значною складністю. За способом доступу до їжі найбільш поширені два типу взаємовідносин: хижацтво і паразитизм. *Хижацтво* виявляється в переслідуванні та поїданні одних видів організмів іншими, наприклад, рослиноїдних копитних — м'ясоїдними хижаками, комах — птахами, дрібних риб — більшими.

Паразитизм також виявляється в різних формах. У найзагальнішому випадку організм-паразит живе постійно на тілі або всередині тіла іншого організму — хазяїна. З екологічних позицій хижак і жертва, паразит і хазяїн взаємно необхідні один одному і їх співіснування становить основу існування екосистеми.

Антропогенні екологічні чинники. Важливу групу екологічних чинників становлять антропогенні чинники, що відображають дію людини як на живі організми, так і на абіотичні чинники середовища існування. Антропогенні чинники — це сукупність екологічних чинників, зумовлених випадковою або навмисною діяльністю людини, що викликають істотний вплив на структуру та функціонування екосистем і на деградацію біосфери. До антропогенних чинників належать, наприклад, радіаційне забруднення або забруднення хімічними речовинами води, ґрунту або атмосфери в результаті діяльності суспільства. Забруднення середовища викликає у багатьох випадках істотні зміни в стані природних екосистем.

Екологічні чинники середовища впливають на живі організми по-різному, тобто можуть впливати як подразники, що зумовлюють пристосовні зміни фізіологічних і біохімічних функцій; як обмежувачі, що зумовлюють неможливість існування у певних умовах; як модифікатори, що викликають анатомічні й морфологічні зміни організмів; як сигнали, що свідчать про зміни інших чинників середовища.

Незважаючи на велику різноманітність *екологічних чинників*, у характері їх впливу на організми і відповідних реакцій живих істот можна виявити *низку загальних закономірностей*.

1. *Закон оптимуму.* Кожний чинник має лише певні межі позитивного впливу на організми. Результат дії змінного чинника залежить перш за все від сили його прояву. Як недостатня, так і надмірна дія чинника негативно позначається на життєдіяльності особин. Сприятлива сила дії називається зоною оптимуму екологічного чинника або просто оптимумом для організмів певного виду. Чим істотніше відхилення від оптимуму, тим більше виражена пригнічуюча дія цього чинника на організми (зона песимуму). Максимальні і мінімальні значення чинника — це критичні точки, за межами яких існування вже неможливе, настає смерть. Межі витривалості між критичними точками називають *екологічною валентністю* живих істот стосовно конкретного чинника середовища.

Представники різних видів значно відрізняються один від одного як за положенням оптимуму, так і за екологічною валентністю. Одна і та ж сила прояву чинника може бути оптимальною для одного виду, песимальною — для другого і виходити за межі витривалості для третього.

2. *Неоднозначність дії чинника на різні функції.* Кожний чинник неоднаково впливає на різні функції організму. Оптимум для одних процесів може бути песимумом для інших. Для багатьох риб температура води, що оптимальна для дозрівання статевих продуктів, є несприятливою для ікрометання, яке відбувається при іншому температурному інтервалі.

Життєвий цикл, у якому в певні періоди організм здійснює переважно ті або інші функції (живлення, зростання, розмноження, розселення і т. ін.), завжди узгоджений із сезонними змінами комплексу чинників середовища. Рухомі організми можуть також змінювати житло для успішного здійснення всіх своїх життєвих функцій.

3. *Мінливість, варіабельність і різноманітність реакцій у відповідь на дію чинників середовища в окремих особин виду.*

Ступінь витривалості, критичні точки, оптимальні й песимальні зони окремих індивідуумів не збігаються. Ця мінливість визначається як спадковими якостями особин, так і статевими, віковими і фізіологічними відмінностями. Наприклад, у метелика млинової огнівки — одного зі шкідників борошна і зернових продуктів — критична мінімальна температура для гусениць 7 °С, для дорослих форм 22, а для яєць 27 °С. Мороз у -10 °С губить гусінь, але не є небезпечним для імаго і яєць цього шкідника. Отже, екологічна валентність виду завжди ширша за екологічну валентність кожної окремої особини.

4. *До кожного з чинників середовища види пристосовуються відносно незалежним шляхом.* Ступінь витривалості до якого-небудь чинника не означає відповідної екологічної валентності виду стосовно решти чинників. Наприклад, види, що переносять широкі зміни температури, зовсім не обов'язково мають також бути пристосованими до широких коливань вологості або сольового режиму. Евритерні види можуть бути стеногалінними, стенобатними або навпаки. Екологічні валентності виду стосовно різних чинників можуть бути дуже різноманітними. Набір екологічних валентностей стосовно різних чинників середовища становить *екологічний спектр виду*.

5. *Незбігання екологічних спектрів окремих видів.* Кожний вид специфічний за своїми екологічними можливостями. Навіть у близьких за способами адаптації до середовища видів є відмінності стосовно яких-небудь окремих чинників.

Правило екологічної індивідуальності видів сформулював російський ботанік **Л.Г. Раменський (1924)** стосовно рослин, а потім його було широко підтверджено і зоологічними дослідженнями.

6. Взаємодія чинників. Оптимальна зона і межі витривалості організмів стосовно якого-небудь чинника середовища можуть зміщуватися залежно від того, з якою силою і в якому поєднанні діють одночасно інші чинники. Ця закономірність отримала назву взаємодії чинників. Наприклад, спеку легше витримувати в сухому, а не у вологому повітрі. Таким чином, один і той же чинник у поєднанні з іншими має неоднакову екологічну дію. Навпаки, один екологічний результат може бути отриманий різними шляхами. Наприклад, в'янення рослин можна припинити як збільшенням кількості вологи в ґрунті, так і зниженням температури повітря, що зменшує випаровування. Створюється ефект часткового взаємозаміщення чинників.

Разом з тим взаємна компенсація дії чинників середовища має певні межі, і повністю замінити один із них іншим не можна. Повна відсутність води або хоча б одного з основних елементів мінерального живлення робить життя рослини неможливим, незважаючи на найсприятливіші поєднання інших умов.

Якщо хоча б один з екологічних чинників наближається або виходить за межі критичних величин, то, попри оптимальне поєднання решти умов, особинам загрожує загибель. Чинники, що істотно відхиляються від оптимуму, набувають першорядного значення в житті виду або окремих його представників у кожній конкретній відрізок часу.

Лімітуючий чинник (умова) — це будь-який чинник (умова), що наближається до межі толерантності або перевищує її.

Толерантність екологічна — здатність організму переносити відхилення екологічних чинників від оптимальних для себе; область стійкого існування виду та/або реалізація якої-небудь його функцій стосовно конкретного чинника середовища або їх поєднання.

Стійкість виду — здатність виду зберігати функціонування в межах природного коливання його параметрів.

Гомеостаз — стан внутрішньої динамічної рівноваги природної системи (організму, виду), що підтримується регулярним відновленням її основних структур, речовинно-енергетичного складу і постійною функціональною саморегуляцією її компонентів.

Саморегуляція — властивість системи в процесі функціонування зберігати на певному рівні типовий стан, режими, характеристики зв'язків між її компонентами.

Компоненти природної системи — основні її складові, тісно пов'язані між собою; при зміні одного з компонентів змінюються інші й виникають "ланцюгові реакції".

Обмежуючі чинники середовища визначають географічний ареал виду. Природа цих чинників може бути різною. Так, просування виду на північ може лімітуватися нестачею тепла, в аридні райони — нестачею вологи або дуже високими температурами. Чинником, що обмежує розповсюдження, можуть бути і біотичні відносини, наприклад, зайняття території сильнішим конкурентом або нестача обпилувачів для рослин.

Реакція організму людина на вплив факторів середовища

У межах діапазону толерантності людина пристосовується до умов довкілля завдяки численним захисним і пристосувальним (адаптивним) реакціям організму, головні з яких: підтримання сталості властивостей внутрішнього середовища (гомеостаз), регенераційні процеси, імунітет, регуляція обміну речовин тощо. В межах оптимуму ці реакції забезпечують найефективніше функціонування, високу працездатність, ефективне відновлення. Та в разі переходу якого-небудь фактора в зону песимуму ефективність окремих адаптивних систем знижується або пристосувальна здатність взагалі втрачається (рис. 6.1). В організмі починаються патологічні зміни, що свідчить про певне захворювання. Патологічний стан під впливом несприятливих факторів середовища проявляється найчастіше в отруєннях (токсикозах), алергічних реакціях, злоякісних пухлинах, спадкових хворобах, уроджених аномаліях.

■ **Отруєння (токсикози)** — одна з найпоширеніших реакцій організму на вплив антропогенних факторів. Отруєння розвиваються внаслідок надходження в організм у небезпечних концентраціях тих чи інших *речовті-токсикантів*. Кількість їх у довкіллі не можна обчислити, бо відповідно до концепції лімітуючих факторів будь-яка речовина в певних дозах може стати токсичною. Однак за частотою захворювань можна виокремити найпоширеніші сьогодні токсиканти: отрутохімікати, нітрати, важкі метали, численні промислові й побутові хімічні речовини.

■ **Алергічні реакції (алергії)** стали «візитною карткою» сучасного людського суспільства. Алергія — це стан підвищеної чутливості організму до певних речовин — *алергенів*. Унаслідок контакту з алергеном знижується імунітет організму й можуть розвинути різні захворювання, насамперед

дерматит (запалення шкіри), бронхіальна астма, сінна пропасниця, набряки, ураження слизових оболонок внутрішніх органів. Як правило, припинення контактів з алергеном веде до видужання. Алергенами можуть бути шерсть тварин, п'р'я, пилок рослин, лікарські засоби, продукти харчування, численні речовини природного й штучного походження, побутова хімія. Кількість алергенів постійно зростає пропорційно кількості нових речовин, які людина залучає у свій побут чи використовує у виробництві.

■ **Злоякісні пухлини** — це велика група захворювань, одне з них — рак. Такі пухлини характеризуються необмеженим ростом, не контролюються гормонами й нервовою системою, здатні утворювати метастази — нові пухлини на здорових тканинах і здебільшого призводять до летального (смертельного) кінця. Речовини, що сприяють розвитку злоякісних пухлин, називають *канцерогенами*. Найпоширеніші канцерогени — бензпірени, бензол, фенольні сполуки, вінілхлорид, сажа, смоли, мінеральне масло. Наприклад, бензпірен, що виділяється з тютюну під час паління, переробки нафтопродуктів, викидається в атмосферу з автомобільними вихлопами, сприяє розвитку раку легенів, бензол і феноли — лейкозу, вінілхлорид — раку печінки, сажа, смоли, мінеральне масло — раку шкіри. Сьогодні відомо близько 60 хімічних канцерогенів і 2 фізичних — ультрафіолетове випромінювання та іонізуюча радіація. До канцерогенів належать також деякі віруси.

■ **Спадкові хвороби** пов'язані з виникненням мутацій, тобто ушкодженнями ДНК чи хромосом. Генетичні ушкодження зазвичай успадковуються лише тоді, коли мутація відбувалася в статевих клітинах. Такі мутації спричинюють безплідність, призводять до народження мертвих дітей, дітей із фізичними чи розумовими вадами. Фактори, які викликають мутації, називають *мутагенами*. Переважна більшість канцерогенів також мають мутагенні властивості.

Уроджені аномалії виникають унаслідок впливу факторів, які порушують нормальний розвиток плоду під час вагітності. Такі фактори називають *тератогенами*. Майже всі канцерогени й багато токсикантів мають тератогенні властивості. Серед терато-генів найвідомішим є нікотин. У жінки, яка палить чи навіть пасивно вдихає тютюновий дим, нікотин постійно нагромаджується й концентрується в яйцеклітині. Після запліднення яйцеклітини нікотин порушує нормальний розвиток плоду. Тому вчені вважають, що жінка-курець практично не має шансів народити здорового малюка.

Вплив абіотичних факторів на здоров'я людини

Людина є частиною природи, і фактори середовища впливають на неї так само, як і на будь-який інший вид. Навіть за відсутності антропогенного впливу здоров'я людини залежить від багатьох абіотичних і біотичних факторів. Вихід значень тих або інших факторів за границі діапазону оптимуму погіршує стан людини, знижує її стійкість та опірність до різноманітних захворювань. Абіотичні фактори, що впливали на людину в минулому, продовжують впливати й сьогодні.

■ **Космічні, геліо- й геофізичні фактори.** *Вплив Сонця* на здоров'я людини було помічено ще в глибоку давнину. Проте детальні дослідження щодо цього розпочалися тільки в XVIII—XIX ст. Сьогодні відомо, що вплив Сонця пов'язаний передусім з 11-річним циклом сонячної активності, підвищення якої спричинює збурення магнітосфери та іоносфери. Такі збурення, своєю чергою, зумовлюють збільшення напруженості електромагнітного поля Землі, а це вже безпосередньо впливає на організм. У роки підвищеної сонячної активності або коли відбуваються магнітні бурі, частішають випадки порушення діяльності серцево-судинної та нервової систем, психіки й поведінки. Сплески сонячної активності призводять, з одного боку, до ослаблення імунітету, з іншого - до підвищення агресивності патогенів і природних носіїв інфекцій. Отже, зростає ймовірність інфекційних захворювань, у тому числі тих, що мають характер епідемій, зокрема грипу, холери, дизентерії.

Інший фактор — *рівень ультрафіолетового випромінювання*. Саме він протягом майже всієї історії розвитку біосфери визначав частоту мутацій. У невеликих дозах ультрафіолет необхідний для еволюції біосфери: мутації створюють генетичну різноманітність популяцій і тим самим поставляють матеріал для природного добору.

Для людини ультрафіолет у невеликих дозах корисний: він справляє антисептичну й бактеріостатичну дію, запобігає запальовальним процесам у волосяних сумках, пригнічує розвиток хвороботворних грибів, що викликають захворювання шкіри — дерматомікози. У великих дозах ультрафіолетове опромінення небезпечне: воно спричинює здебільшого шкідливі мутації (так, одна корисна мутація припадає приблизно на кілька тисяч летальних). Надмірне опромінення підвищує ймовірність розвитку злоякісних утворень — раку, саркоми, лейкозу.

Від згубного впливу ультрафіолету живу речовину захищає тонкий озоновий екран у верхніх шарах атмосфери. Сьогодні існування цього екрана перебуває під загрозою. Тому ультрафіолетове випромінювання все частіше розглядають як фактор, ступінь небезпеки якого залежить від людини.

■ **Кліматичні й метеорологічні фактори.** З них на людину найбільшою мірою впливають температура, відносна вологість повітря й атмосферний тиск. Із кліматичними факторами тісно пов'язані функціональний стан і захисні реакції організму, а також мотивація поведінки. Це, своєю чергою, визначає ймовірність виникнення цілої низки захворювань, зокрема психічних розладів.

За надміру високої температури пригнічується фізична активність людей, збільшується ймовірність захворювань серцево-судинної системи й нирок. Низька температура сприяє розвитку запалень органів дихання та ревматизму. Вважають, що низька температура й відносна вологість повітря, менша за 50 %, сприяють виживанню й поширенню вірусу грипу. Особливо небезпечні *раптові коливання температури*: вони спричинюють порушення діяльності серцево-судинної системи, психічні розлади. Вплив температури посилюється в умовах підвищеної вологості.

Зміни атмосферного тиску позначаються на стані здоров'я насамперед тих людей, які хворі на артрити й артрози (захворювання, що супроводжуються болями в суглобах та зміною їхньої форми).

На нервову систему людини та її психічний стан істотно впливають *вітри*. Через поривчасті й жаркі суховії різко частішають випадки ненормальної поведінки людей. Багатьох людей уражає пов'язана з вітрами «фенна» хвороба, коли за 1—2 дні до початку вітрів у крові й тканинах збільшується вміст біологічно активної речовини серотоніну, який впливає на передавання нервових імпульсів.

Кліматичні й метеорологічні фактори завжди інтенсивно впливали на людину:

| <i>Фактор</i> | <i>Можливі зміни в стані здоров'я</i> |
|-------------------------------|---|
| Відлига взимку | Розвиток захворювань, пов'язаних із кисневою недостатністю |
| Опади | Загострення захворювань суглобів |
| Мороз уночі й відлига | Те саме вдень |
| Сильні морози | Напади стенокардії, порушення серцевої діяльності, загострення ішемічної хвороби серця, поява шкірних захворювань |
| Висока вологість повітря | Розвиток бронхолегеневих захворювань, загострення захворювань опорно-рухового апарату |
| Підвищення атмосферного тиску | Загострення гіпертонічної хвороби, вегетосудинної дистонії, ішемічної хвороби серця |

■ **Едафічні й гідрологічні фактори.** Нестача або надлишок у доквіллі тих чи інших хімічних елементів і речовин великою мірою визначає здоров'я конкретних популяцій. Захворювання, пов'язані з регіональними едафічними (грунтовими), гідрологічними чи епідеміологічними особливостями, дістали назву *ендемичних хвороб* (тобто властивих певним регіонам).

Наприклад, дефіцит йоду у воді й продуктах харчування спричинює захворювання щитоподібної залози, нестача кальцію — ламкість кісток, нестача кобальту чи заліза — анемія. Надлишок тих чи інших елементів також небезпечний. Так, надлишок бору спричинює захворювання органів травлення та пневмонію. Через нестачу фтору зазвичай виникає карієс, але надлишок його (до 1 г/л) призводить до ураження зубів — флюорозу; за ще більших концентрацій (від 5 г/л) починається скостеніння зв'язок, порушується робота печінки, шлунка.

Здебільшого погіршення стану здоров'я через нестачу або надлишок певних речовин у воді та їжі пов'язують із дефіцитом кальцію, заліза, йоду чи надлишком деяких металів, насамперед мангану, цинку, свинцю, ртуті, бору. Нестача мікроелементів, які входять до складу вітамінів,— часта причина авітамінозів.

Вплив біотичних факторів на здоров'я людини

До найважливіших біотичних факторів, які впливають на здоров'я людини, належать ті з них, що визначають санітарно-епідеміологічну ситуацію. Згідно з ученням про природні осередки інфекцій, збудники багатьох хвороб зберігаються в доквіллі через їх розвиток у диких тваринах-хазяях. Наприклад, збудник туляремії (гостре інфекційне захворювання) може нескінченно довго передаватися від покоління до покоління в популяціях норки, а за сприятливих умов — заразити людину. Природні осередки інфекцій пов'язані з певними біогеоценозами, й у цих біогеоценозах збудники, переносники й тварини-хазяї еволюціонують разом, пристосовуючись одне до одного. При цьому збудник зазвичай не знищує хазяїна. Саме такий характер мають природні осередки чуми, туляремії, жовтої гарячки, малярії, вірусного гепатиту, кліщового енцефаліту. Переносниками багатьох таких хвороб є комахи-кровососи — москіти, комарі, блохи, кліщі. Збудники деяких інфекційних захворювань (наприклад, сказу, холери,

лептоспірозу, бруцельозу) не мають переносника.

У природі хвороботворні організми відіграють дуже важливу роль обмежувачів надмірного розвитку популяцій. Тільки-но якась популяція починає вибухоподібно зростати, на неї відразу ж накладаються численні хвороботворні віруси, бактерії, найпростіші, гриби. Людина до останніх двох століть не була винятком: у давніх і середньовічних містах епідемії були частими гостями. Прикладом може слугувати «чорна смерть» — чума.

◆ Перша епідемія чуми — юстиніанська — в VI ст. охопила Північну Африку, Сирію, Європу, Малу Азію. Вона забрала життя близько 100 млн чоловік (більш як третину тогочасного населення планети). Друга велика епідемія «чорної смерті» пронеслася над Європою в XIV ст. й знищила близько 25 млн — майже половину населення Європи, а на острові Кіпр не лишилося жодної живої людини. Ці епідемії в цілому відповідають концепції хвиль життя.

Факторами, що спричинювали виникнення епідемій, були *висока густина населення* (передусім у містах) і *катастрофічний санітарний стан*. Наприклад, імператор Фрідріх III ледь не потонув у нечистотах при в'їзді до міста Рестлінген і насилу був урятований своїм почтом. Такі умови надто сприяли поширенню хвороб. Чума, природними носіями якої є гризуни, а переносниками — блохи, передавалася людині через «свійських» щурів. Серед людей хвороба поширювалася вже не тільки блохами, а й повітряно-крапельним шляхом або під час безпосереднього контакту. Чума мала в ті часи майже 100 % смертельний кінець. Ті, кого обминала хвороба, залишали міста. Густина популяції людей зменшувалася, епідемія вщухала, й відновлювалася відносна рівновага.

Завдяки розвитку в XVII—XIX ст. гігієни й медицини ймовірність епідемій знизилася. Проте густина людських популяцій, особливо в містах, не тільки не зменшилась, а навпаки, зросла. Через це біологічний фактор час від часу дається взнаки — трапляються спалахи туляремії, холери, гепатиту, не ліквідовані осередки малярії, енцефаліту, поширюються венеричні захворювання, з'являються нові захворювання, наприклад СНІД.

Сьогодні в усьому світі ступінь поширення СНІДу оцінюється як фактор національної безпеки держави (США, Китай, Ефіопія, Нігерія, Індія, Росія та ін.), а в деяких країнах (Африка) темпи поширення ВІЛ-інфекції настільки високі, що епідемія набуває ознак національних катастроф.

На жаль, Україна нині теж опинилася на межі загальнонаціональної епідемії СНІДу. За останні п'ять років кількість ВІЛ-інфікованих збільшилася в 20 разів, а загальне їх число наближається до 500 тис. (це переважно молоді люди віком 20—39 років, причому за останні 20 років померло вже майже 2000 дорослих, хворих на СНІД, а також близько 100 дітей). За найоптимістичнішим прогнозом, до 2010 р. кількість ВІЛ-інфікованих становитиме 600 тис. чоловік. Президент України оголосив 2002 р. роком боротьби зі СНІДом. Переважна більшість ВІЛ-інфікованих — це наркомани (які вводять наркотики внутрішньовенно). Навіть за неповними офіційними статистичними даними, щомісяця реєструється понад 500 нових випадків ВІЛ-інфекції. Найбільшу кількість ВІЛ-інфікованих зареєстровано в Донецьку, Дніпропетровську, Одесі, Сімферополі, Миколаєві.

Інший аспект непрямого впливу на людину біологічного фактора пов'язаний із *продуктами харчування*. Наприклад, у середні віки був надто поширений *ерготизм* — захворювання, викликане токсинами, що містяться в ріжках гриба клавіцепсу, котрий паразитує на злаках. При ерготизмі уражається мускулатура (гладка та скелетна), внаслідок чого починається суха гангрена кінцівок («антонів вогонь») і спазми дихальної мускулатури («злі корчі»). Людина захворює на ерготизм, якщо концентрація в борошні розмелених ріжків становить більш як 0,1 %. Монокультура (основна технологія землеробства) сприяє розселенню ріжків і збільшує ймовірність захворювання. Токсини ріжків відносно нестійкі й у разі зберігання зерна протягом двох-трьох років руйнуються. Сьогодні ерготизм — хвороба слабкорозвинених країн. Остання епідемія ерготизму сталася наприкінці 80-х років XX ст. під час голоду в Ефіопії. В розвинених країнах, де зерно зберігається протягом кількох років як стратегічний запас і тільки потім іде на помел, захворювань на ерготизм узагалі немає.

Тяжкі наслідки може мати також *необгрунтована інтродукція нових видів*. ◆ Наприклад, 1956 р. в Бразилію з метою селекції нових перспективних гібридів було завезено диких африканських бджіл, які набагато агресивніші за європейських. Випадково декілька сімей потрапили в природу. Африканські бджоли почали швидко розселятися, винищуючи місцевих бджіл або схрещуючись з ними. Від їхніх нападів у Латинській Америці загинуло кілька сотень людей; бджоли знищили десятки тисяч свійських тварин. Сьогодні африканські бджоли вже почали «освоювати» територію Північної Америки.

Ці приклади показують, що біота людиною не підкорена, і природа має багатий арсенал для приборкування виду-агресора — *Homo sapiens*.

Вплив антропогенних факторів на здоров'я людини

Основні антропогенні фактори. Негативний вплив людини на своє власне здоров'я величезний. Різноманітність засобів, якими вона руйнує своє здоров'я й генофонд, не може не вражати: отрутохімікати й побутова хімія, важкі метали й пластмаси, наркотики й тютюн, шум та електромагнітні поля, радіація й кислотні дощі, біологічна й хімічна зброя, промислові відходи, нафта й багато іншого. Кількість антропогенних факторів не підлягає облікові й повній класифікації. Людина дослідила вплив на себе лише декількох груп створених нею факторів і тільки умовно виокремила кілька їх категорій, які вважає провідними. Сьогодні до таких «найвпливовіших» факторів належать: **хімічні** — пестициди (отрутохімікати), мінеральні добрива, важкі метали, сильнодіючі отруйні промислові речовини, дими (в тому числі тютюновий), будівельні матеріали й побутова хімія; **фізичні** — шум, електромагнітне випромінювання та радіація.

Багато із зазначених хімічних речовин не розкладаються протягом тривалого часу й здатні нагромаджуватися в ланцюгах живлення. Деякі речовини довго не виводяться з організму, акумулюючись в тканинах та органах; через таке збільшення концентрації їхній негативний вплив на організм постійно зростає й посилюється (так званий *кумулятивний ефект*).

За даними міжнародної організації Європейський союз виробників хімічних речовин, промисловість виробляє більше ніж 11 тис. хімікатів, з яких близько 3 тис. становлять серйозну загрозу не лише для здоров'я людини, а й для її життя.

Вміст приблизно 800 речовин у довкіллі контролюється в Україні Міністерством екології і природних ресурсів, Міністерством охорони здоров'я, гідрометеорологічною службою, громадськими організаціями. Втім такий контроль не охоплює навіть третини відомих речовин, небезпечних для людини. Контроль хімічного стану середовища потребує великих фінансових і матеріальних затрат, високої кваліфікації експертів. Тому в розвинених країнах Європи створюються спеціалізовані екологічні університети. Прикладом може слугувати екологічний університет у місті Арлоні (Бельгія), де на базі вищої біологічної, хімічної, медичної чи економічної освіти готуються експерти-екологи, здатні контролювати стан природного середовища й приймати ефективні рішення щодо його охорони.