

## Тема 6. Хімічне забруднення екосистем внаслідок промислового виробництва, агровиробництва, розвитку транспорту.

### Забруднення атмосфери.

Атмосфера – це газова оболонка Землі, а також важливий природний ресурс, до складу якого входять суміш різноманітних газів, водяної пари та пилових часток. Складові атмосфери: азот – 78,09 %, кисень – 20,94 %, аргон – 0,93 %, вуглекислий газ – 0,03 %.

Треба звернути увагу на те, що для горіння необхідно не менше 16 %, а для дихання людини – не менше 15 % кисню, для рослин – не менше 4 %.

Серед згаданих вище сталих складових атмосфери немає відверто отруйних. Цікаво, що суттєві зміни концентрації кожного з них шкідливі чи небажані, адже переважна їх кількість не підтримує дихання. Це стосується навіть необхідного для людини кисню.

Доведено, що зростання його вмісту до 27 % зробить практично неможливим самозатухання лісових пожеж, які утворюються завдяки атмосферним розрядам (дощ не зможе зробити листя чи гілки досить «мокрими»). Ще гірше те, що посилення окиснення призведе до розігрівання і самозаймання опалого листя чи вугілля, елеваторів і сховищ зерна, торфовищ тощо.

Окрім водяної пари у повітрі є озон (O<sub>3</sub>). Озон збігається з рекордно малою концентрацією водяної пари. Є кілька природних джерел утворення цього активного окиснювача з характерним запахом. У приземних шарах повітря це блискавки й окислення смол хвойних дерев. Утворені ними концентрації озону позитивно впливають на самопочуття людини.

**Більшість озону перебуває постійно в шарах стратосфери** на висоті 15 – 70 км (максимум на висоті 22 – 25 км), утворюючи озоносферу, «протиультрафіолетовий» щит Землі. Поглинаючи біоактивне випромінювання Сонця під час утворення й розпаду, озон не пропускає його до поверхні Землі, безсумнівно, шкідливу для біосфери частину сонячної радіації. Але в результаті антропогенного впливу склад повітря змінюється за рахунок твердих, рідких та газоподібних викидів промислових підприємств, ТЕС, транспорту, а також пожеж.

Найбільший внесок у забруднення навколишнього середовища вносять теплові електростанції, металургійні та хімічні заводи, газо- та нафтопереробна промисловість, виробництво будівельних матеріалів та транспорт.

На долю ТЕС приходить 35 % сучасного забруднення води промисловістю та 46 % – повітря. Вони викидають сполуки сірки, вуглецю та азоту, використовують велику кількість води (у розвинених країнах 50 %). Для отримання 1 кВт / год. енергії ТЕС витрачається приблизно 3 л води (атомні 6 – 8 л води). Стічні води ТЕС забруднені і мають високу температуру, що призводить не тільки до хімічного, але і до теплового забруднення водойм.

Металургійні підприємства відрізняються високим споживанням ресурсів та великою кількістю відходів. Серед них пил, оксид вуглецю, сірчаний ангідрид, коксовий газ, фенол, бенз(а)пірен.

Різнманітними видами виробництв характеризується хімічна промисловість. Найбільш небезпечними є виробництво аміаку, неорганічних кислот, анілінових фарб, хлору, гербіцидів та пестицидів, каустичної соди, фтору тощо.

Так, наприклад, кількість ртуті, яка потрапила до навколишнього середовища за останні сторіччя в результаті антропогенної діяльності майже в 10 разів перевищує природну (у результаті вулканічної діяльності) і складає 57000 т. Антропогенна циркуляція для заліза перевищує природну в 13 разів, олова – у 110 разів.

**Кислотні дощі** стали однією з головних глобальних екологічних проблем сучасності. Насиченість атмосфери кислотами досягла такого рівня, що кислотні дощі

випадають навіть у тропіках, де промислових підприємств немає. Прямий збиток від впливу кислотних опадів обчислюється сумою, що перевищує 15 млрд. доларів на рік.

Особливістю кислотних дощів є їх трансграничний характер, обумовлений переносом кислотоутворюючих викидів повітряними течіями на великі відстані – сотні і навіть тисячі кілометрів. Цьому сприяє «політика високих труб» як ефективний засіб проти забруднення приземного шару повітря.

Майже всі країни є експортерами своїх і імпортерами чужих викидів. Трансграничний перенос кислотних опадів став причиною конфлікту між США і Канадою.

Подібним чином кислотні дощі руйнують древні шибки храмів, соборів, палаців. Метали під дією кислоти руйнуються ще швидше, ніж будівельні матеріали і скло. На багаторазове фарбування Ейфелевої вежі вже затратили більше коштів, чим їх було виділено на її будівлю. Іржавіння металів називається корозією. Корозія заподіює колосальну шкоду людській цивілізації.

Кожен десятий металургійний завод працює тільки на заповнення втрат від корозії, оскільки щорічно вона знищує мільйони тонн металу.

Великий внесок до забруднення атмосфери додають автомобілі. Загальна потужність двигунів легкових автомобілів в кілька разів вище ніж потужність електростанцій усього світу. Транспорт у цілому дає значну кількість фізичних забруднень.

Автомобільний транспорт дає 70 – 90 % забруднень у містах. У вихлопних газах автомобілів переважають оксиди вуглецю, діоксиди азоту, свинець, токсичні вуглеводи (бензол, толуол, ксилол та ін.). Взаємодія вуглеводнів та оксидів азоту при високій температурі призводить до утворення озону ( $O_3$ ). У приземній частині це призводить до підвищеного вмісту озону, що викликає пригнічення росту рослинності, подразнення дихальних шляхів та ураження легенів. У світі нараховується майже стільник мільйонів автомобілів, що спалюють величезну кількість нафтопродуктів, істотно забруднюючи атмосферне повітря, насамперед у великих містах.

Автомобільний транспорт забруднює атмосферу пилом, сажею і вихлопними газами. Пил в основному утвориться при русі транспорту по дорогах, а його кількість залежить від стану дорожнього покриття.

Утворення сажі залежить, головним чином, від виду автомобільного палива і типу двигуна. У вихлопних газах автотранспорту містяться нетоксичні компоненти: азот, двооксид вуглецю, пари води. Серед токсичних складових слід зазначити оксиди вуглецю, азоту і сірки, вуглеводні, сполуки свинцю. До 90 % свинцю, що міститься в атмосфері варто віднести за рахунок вихлопів автотранспорту. Він акумулюється в ґрунті і рослинності уздовж автостради.

**Таким чином, основними забруднювачами атмосфери є оксид вуглецю ( $CO$  і  $CO_2$ ), оксид сірки ( $SO_2$ ), кілька сотень органічних сполук.** Забруднювачі залежать від виду виробництва і тут дуже важливе значення мають пожежі, особливо пожежі на промислових підприємствах з виготовлення добрив, коли можливе виникнення отруйних, токсичних речовин: фосгену, діоксину, хлороводню, ціаністого водню тощо. Вплив цих газів на живі істоти призводить до летального завершення.

У результаті спалювання палива, сміття, твердих побутових відходів, а також через пожежі в атмосферу надходить сажа, оксиди вуглецю, азоту, сірки. Одним з найбільш небезпечних забруднювачів атмосфери останні 50 років є радіоактивне забруднення, викликане видобутком і переробкою радіоактивних руд, викидами від використання ядерного палива, радіоактивним пилом і нерозщепленими продуктами, що утворилися в результаті ядерних вибухів і аварій на атомних електростанціях. Від житла в атмосферу викидається дим, пил. У результаті забруднення атмосфери аерозолями утворюються смоги і кислотні дощі.

**Джерелами радіоактивного забруднення** є експериментальні вибухи, різні виробництва, пов'язані з виготовленням атомної зброї, а також атомні електростанції та підприємства, де використовують радіоактивні речовини і самі відходи при неправильному їх захороненні.

### **Забруднення гідросфери.**

Гідросфера – це водна сфера Землі, сукупність океанів, морів, води континентів, льодовикових покрівів, підземних вод. Загальний об'єм природної води становить приблизно 1,5 млрд. км<sup>3</sup>.

Хоча води світового океану складають майже 96 %. Солоність океанської води 35 г/л, а прісна містить солей не більш 1 г/л.

Частка всіх прісних вод на Землі – 2,53 % чи 35 млн. км<sup>3</sup>. Основна маса прісних вод важкодоступна, оскільки міститься в льодовиках більш 68 % і в підземних водах не набагато більше 30 %. Однак, води рік є головними джерелами води для міст, вони містять значно менше 1 % прісної води. Небагато більше її приходиться на частку атмосферної вологи. Хоча вона не може використовуватися через великий зміст шкідливих домішок. Величезну, у порівнянні з нестатками людства, кількість води споживає промисловість і сільське господарство. Після чого велика її частина втрачається у виді стоків, потрапляючи у світовий океан. Однак завдяки випару води в основному з поверхні світового океану та озер, а також завдяки великому і малому кругообігам, течіям у водоймах і самоочищенню води практично наповнюються.

#### **Вода виконує чотири дуже важливі екологічні функції:**

- питна сировина – головний природний ресурс.
- основний механізм здійснення взаємозв'язків усіх процесів в екосистемах (обмін речовинами, теплообмін, зростання біомаси).
- основна складова частина усіх живих організмів.
- основний агент глобальних біогеоценотичних циклів.

Запаси води досить великі, але маса прісної води (питної) води всього 2,53 % від її загальної кількості. Основна кількість питної води знаходиться в кризі Антарктики, айсбергах та зонах багаторічної мерзлоти. За всією кількістю прісної води тільки 0,6 – 1 % використовується людством для своїх численних потреб.

Вода входить до складу клітин і тканин усіх живих організмів, бере участь в утворенні складних хімічних сполук.

#### **Забруднення гідросфери** поділяють на: **механічне, хімічне та біологічне.**

**Хімічне забруднення** полягає в присутності у воді розчинних сполук неорганічного (солі, кислоти, луги) і органічного походження (нафтопродукти, синтетичні поверхнево-активні речовини, пестициди). До неорганічних забруднювачів варто віднести сполуки миш'яку, свинцю, кадмію, ртуті, хрому, міді, фтору. Більшість з них потрапляє у воду в результаті людської діяльності. Важкі метали поглинаються фітопланктоном, а потім передаються по харчовому ланцюзі більш високоорганізованим організмам. Шкідлива дія токсичних продуктів підсилюється кумулятивною дією кожної складової харчового ланцюга: вода – фітопланктон – зоопланктон – хижі риби – людина у 10 разів на кожному етапі. Деякі важкі метали, особливо ртуть, беруть участь у кругообігах і тому, потрапивши в навколишнє середовище, вважаються постійними забруднювачами.

Велику шкоду приносять нафта і нафтопродукти, 1 тонна нафти тонкою плівкою покриває 12 км<sup>2</sup> водної поверхні, а 12 г нафти роблять непридатною до використання 1 т води. Вони перешкоджають газообміну атмосфери з водоймою, порушують кругообіг води, утрудняючи її випар, знижують зміст у воді кисню, вони убивають мікроорганізми та затримують природний процес самоочищення, а розкладаючи згодом виділяють сірководень, додатково забруднюючи водойми.

Усього у Світовий океан скидається близько 2,5 млн. т. на рік. Нафтова плівка покриває вже близько 1/3 усієї поверхні Світового океану, у результаті чого значно

зменшилися запаси риби. З атмосфери в океан щорічно надходять сотні тисяч тонн нафти, свинцю, тисячі тонн кадмію, ртуті, миш'яку та ін.

Серйозну небезпеку представляє **мікробіологічне** забруднення, особливо хвороботворними бактеріями, що заражають морських тварин, уживаних у їжу людиною. За даними «Гринпіс» з розірваних труб у зовнішнє середовище виливається від 25 до 50 млн. т. нафти на рік, це складає понад 10 % усієї нафти, що добувається. Органічні забруднювачі викликають надходження з полів і агропромислового комплексу, стоки з міських територій, целюлозно-паперових і деревообробних комбінатів і нафтохімічних підприємств. Усі вони багаті органікою і продуктами її розкладання, а також бактеріями і мікроорганізмами. Винос в океан органічної речовини оцінюється в 300 – 380 млн. т/рік. Стічні води, що містять суспензії органічного походження чи розчинена органічна речовина, згубно впливають на стан водойм.

## ДІЯ ХІМІЧНИХ ФАКТОРІВ НА ОРГАНІЗМ ЛЮДИНИ

Необхідно відмітити, що виділяють гострі та хронічні отруєння хімічними речовинами. **Гострі отруєння** спостерігаються у випадку одноразового попадання великих доз отрути до організму. **Хронічні** — при поступовому повільному накопиченні отруйних речовин., при цьому у тканинах і системах організму виникають стійкі, як правило, незворотні патологічні зміни.

Серед промислових хімічних отрут досить поширеними є метали. До останнього часу використовують переважно важкі метали: свинець, ртуть, цинк, марганець, хром, нікель, кадмій; легкі (берилій, літій); тугоплавкі (ванадій, титан, молібден, вольфрам) та інші.

У виробничих умовах метали зустрічаються у різних поєднаннях. Рідкі метали найчастіше діють на організм у вигляді аерозолів, але можуть зустрічатися у стані рідини чи пари.

**Важкі метали**, як правило, є загальнопротоплазматичними отрутами, які мають у той же час вибіркову дію. Рідкі метали мають токсичні чи фібриногенні властивості або ті чи інші. Характерною особливістю важких металів після потрапляння до організму є їх нерівномірний розподіл між клітинами і тканинами та здатність утворювати в організмі депо. Виділяючись через сечові шляхи, слизові оболонки травного каналу і різні залози, деякі метали спричиняють у них патологічні зміни.

**Свинець та його сполуки:** До організму людини свинець та його сполуки надходять через дихальні шляхи у вигляді пилу і пари, а також через травний канал, потрапляючи у порожнину рота із забруднених рук. Лише 25% свинцю у товстих кишках перетворюється в нерозчинну сірчанокислу сполуку і виводиться з організму. Інші 75% відкладаються в усіх тканинах, а в основна його частина акумулюється у кістках. Алкоголізм, перевтома, голодування, інфекції сприяють виходу свинцю із кісткової тканини і спричиняють загострення захворювання. Свинець та його сполуки є отрутами які діють на всі органи і системи організму і зумовлюють важкі зміни у нервовій системі.

Найвищої формою свинцевого отруєння є свинцева **енцефалопатія**, що виникає як наслідок спазму судин мозку чи органічних уражень судин мозку — атеросклерозу. Енцефалопатія характеризується найрізноманітнішими симптомами: головним болем, запамороченням, порушенням сну, епілептичними випадками, перехідними розладами мовлення та зору, спастичними паралічами, потьмаренням свідомості, коматозним станом.

Окрім нервової, уражується також і система травлення. Розвиваються гастрити з порушенням секреторної функції шлунка. Відзначають збільшення і болючість печінки, а також випадки її гострої атрофії.

Аналіз роботи Всесвітнього центру лікування отруєнь показав, що найчастіше трапляються масові отруєння **хлором, аміаком та чадним газом**.

**Хлор та його сполуки** є отрутами нервової системи і паренхіматозних органів, вони також мають подразнюючу і припікаючу дію. Клінічна симптоматика отруєнь сполуками хлору різноманітна. Можливі гострі та хронічні отруєння. У випадку гострих отруєнь у потерпілих з'являються нудота, запаморочення, різко виражений кон'юнктивіт, а у важких станах — судоми і коматозний стан. Для хронічного отруєння хлором та його похідними характерна втрата апетиту, безсоння, швидка втомлюваність, судинний біль у кінцівках. У разі подальшої дії спостерігають захворювання внутрішніх органів — гастрит, гепатит, коліт, зміни з боку серцево–судинної системи.

**Чадний газ** є складником вихлопних газів автомобілів, тракторів. В умовах виробництва оксид вуглецю утворюється внаслідок неповного згорання. Він немає кольору і без запаху. В організм людини потрапляє за законом дифузії газів. Він проходить через легені внаслідок різниці парціального тиску крові та альвеолярного повітря. Чим більша ця різниця, тим більше насичується кров оксидом вуглецю. Потрапляючи до організму, він зв'язується з гемоглобіном, утворюючи карбоксигемоглобін, який не здатний транспортувати кисень. Внаслідок цього настає гіпоксенія та гіпоксія, а у важких випадках — аноксія. Це призводить до того, що порушується обмін речовин, в крові різко підвищується вміст цукру, накопичується молочна кислота, настає ацидоз.

Загалом, за характером впливу хімічних речовин на людський організм виділяють: подразнюючу, фіброгенну, токсичну, алергічну, шкірну і канцерогенну дії.

Рекордні площі забруднення належать все ж не підприємствам промисловості та засобам транспорту, а інтенсифікованому і хімізованому сільському господарству. Найбільш небезпечними із сполук, які використовуються у сільському господарстві є **пестициди і нітрати**.

### **Застосування пестицидів і їх наслідки для здоров'я людини.**

Назва пестициди походить від латинського слова *pestis*, що означає чума. Пестицидами у наш час називають велику групу речовин переважно штучного походження, які використовують для знищення чи великого пригнічення небажаних для людини видів рослин чи живих істот. Пестициди — це узагальнюючий термін, тому дуже поширені назви вужчих груп:

Інсектициди — створені для знищення шкідливих комах;

Гербіциди — використовують для пригнічення росту бур'янів на полях культурних рослин;

Нематоциди — застосовують проти чер'яків із цієї групи;

Фунгіциди — антигрибкові речовини.

До числа отрутохімікатів відносять речовини, різні за своїм хімічним складом: фосфорорганічні сполук, хлорорганічні сполуки, ртутьорганічні, препарати, що містять мідь, біологічні препарати.

Екологами встановлені наступні особливості сучасних хімічних засобів захисту рослин:

1. Крім знищення шкідливих комах чи рослин, хімічні засоби обов'язково шкодять їх природним ворогам чи багатьом іншим нешкідливим видам.

2. Метою винищення через застосування пестицидів є лише 0,2 % усіх видів біосфери, а шкідливий ефект від них поширюється на всі 100 % видів і на людину. Це обумовлено тим, що повний ККД (коефіцієнт корисної дії) пестицидів лежить у межах 0,1–1%, отже у найкращому випадку шкідники з'їдають лише соту частину отрути (а частіше — лише 1/500 чи 1/1000), решта дістається нейтральним чи корисним види і довго отруює довкілля

3. Чимало пестицидів мають дуже тривалий час напіврозпаду у воді й ґрунті (12 років у ДДТ, до 20 — у деяких інших). Можливо, що у підземних горизонтах він ще довший через малий вплив біологічних процесів.

4. Пестициди відносяться до сполук, які здатні накопичуватися при проходженні вздовж трофічного ланцюга. Зокрема, якщо концентрація ДДТ у воді становить — 0,02 частин, то у водній рослинності — 0,04, у трав'янистих тварин (дрібна риба) — 10, у хижаках 1 порядку (крупна риба) — 50. Спалах емоцій шведів та інших європейців викликало у 1965 р. дев'ястсотразове перевищення встановлених ВООЗ припустимих норм вмісту решток пестицидів на основі ртуті у тканинах впольованих у лісосмугах фазанів.

Небезпека цих речовин для людини зумовлюється гонадотоксичною, ембріотропною, тератогенною (вади розвитку плода) діями, мутагенною (зміни в хромосомах), канцерогенною дією. Потрапляючи у питну воду і продукти харчування, пестициди викликають порушення діяльності центральної нервової, серцево-судинної та інших систем організму, аномалії новонароджених та зниження опірності імунної системи.

Ступінь токсичності пестицидів визначається ступенем леткості, проникнення через шкіру, здатністю до накопичення в організмі (кумуляції), ступенем і швидкістю знешкодження і виділення з організму.

Наприклад за ступенем токсичності розрізняють такі фосфорорганічні сполуки: отруйні (метафос, тіофос), які через високу токсичність заборонені до використання у сільському господарстві; високотоксичні (фосфамід), середнього ступеня токсичності (хлорофос, карбофос), малотоксичні (авенін).

Отруєння ФОС можливе на виробництві, у сільському господарстві та побуті. ФОС потрапляють в організм через органи дихання, неуражену шкіру і травний канал. Більшість ФОС наділена кумулятивною дією. Основними симптомами, які виникають внаслідок дії ФОС, є: посилення секреції слезових, бронхіальних і потових залоз, системи травлення, уповільнення пульсу і розширення кровоносних судин, посилення скорочення м'язів очей, бронхів, кишок, жовчних і сечових шляхів. Доли спостерігається посликування у різних групах м'язів, ураження ЦНС, зміни у психіці.

**Допомога:** якщо отрута попала у травний канал, постраждалому дають випити декілька склянок води із содою та промивають шлунок.

### **Гострі та хронічні отруєння нітратами**

Високі концентрації нітратів у питній воді чи продуктах харчування можуть спричинити до гострих отруєнь людей.

Відомо, що нітрати з тонкої кишки швидко потрапляють у кров і відновляються в нітрити. Отруєння виникає як наслідок впливу комбінацій нітратів і нітритів. Чим більше утворюється нітритів, тим сильнішою є токсична дія. Нітрити взаємодіють з оксигемоглобіном, утворюється метгемоглобін, який не має змоги зв'язувати та приносити до тканин кисень.

Смерть може настати вже після прийняття всередину 3,5 г нітрату натрію.

Клінічна картина гострого отруєння нітратами може бути різною: вона залежить від дози препарату, що потрапив до організму, бактеріального біоценозу кишок, індивідуальної чутливості організму тощо. Чутливість до нітратів збільшується в умовах гірської місцевості, за наявності в повітрі оксиду азоту, чадного газу, вуглекислоти та у випадку вживання спиртних напоїв.

Перші ознаки отруєння настають через 1–6 годин після надходження отрути.

Нітрати харчових продуктів викликають більш виражені клінічні прояви з боку травного каналу, серцево-судинної системи, ЦНС; нітрати води — з боку серцево-судинної, дихальної систем та ЦНС.

Важливою ознакою є синюшність шкірних покривів та похолодання кінцівок внаслідок пониження артеріального тиску та нестачу кисню.

Перші ознаки отруєння серед дітей спостерігаються вже за концентрації 100 мг на 1 л води або соку. Важкі отруєння відзначаються у випадках, коли вміст нітратів у харчових продуктах, воді, напоях становить 1200 мг і більше на 1 л або на 1 кг.

Перша допомога полягає у промиванні шлунка, швидкому введенні в організм метиленового синього.

### Вогнестійкі речовини відіграють все більшу роль у втраті IQ

Вплив вогнестійких речовин (антипіренів) та пестицидів у дитячому віці стає одним із головних факторів, що сприяють втраті IQ.

Такого висновку дійшли дослідники Школи медицини Нью-Йорка, проаналізувавши відповідні дані у США за період 2001–2016 років, **повідомляє** видання EurekAlert.

Учені зазначають, що завдяки вжитим заходам вплив попередніх «лідерів» у цьому негативному явищі — важких металів поступово зменшується й існує тенденція до їх відходу на другорядні ролі.

В результаті зростає частка втрат IQ, спровокованих впливом хімічних речовин, що використовуються в вогнезахисних засобах, таких як поліброміровані дифенілефіри, та фосфатно-органічних пестицидів.

Загалом, токсичний вплив продовжує становити величезний ризик для фізичного та психічного здоров'я, — наголошують дослідники. — На жаль, мінімальної політики щодо усунення пестицидів та антипіренів явно недостатньо.

Ці речовини можна зустріти в побутових продуктах — від оббивки меблів до виробів з морепродуктів. Вони можуть накопичуватися в організмі, викликаючи пошкодження внутрішніх органів.

Відомо, що важкі метали, зокрема свинець та ртуть, порушують роботу мозку та нирок. Разом із антипіренами та пестицидами вони можуть перешкоджати роботі щитовидної залози, яка виділяє гормони, що сприяють розвитку мозку.

Експерти вважають, що в молодому віці вплив будь-якого з цих токсинів може спричинити проблеми з навчанням, поведінкою та аутизм.

Хоча люди заперечують проти дорогих норм, необмежене використання цих хімікатів у довгостроковій перспективі набагато дорожче, — наголошують дослідники.

Нагадаємо, норвезькі вчені дійшли висновку, що рівень IQ населення Землі почав **стрімко знижуватися**.