

- 2001р. Олександр Перепелиця.
Деякі проблеми сучасної екохімії.
- 2001г. Александр Перепелица.
Некоторые проблемы современной экокхимии.
- 2001у. A Perepelytsya.
Various problem of modern ecochemistry.

В статті описані проблеми очищення води, змін парникового ефекту, захисту озонового шару, накопичення токсичних речовин у навколишньому середовищі, шкідливості кислотних опадів і дефіциту білка. Вказані шляхи вирішення цих проблем.

В статье описаны проблемы очистки воды, изменений парникового эффекта, защиты озонового слоя, накопления токсических веществ в окружающей среде, вредность кислотных осадков и дефицита белка. Указанны пути редения этих проблем.

Problems of purification of water, changing of vapour effect, protection of ozone layer, accumulation of toxical substances into neighboring environment, harm of acid precipitation and deficit of albumen. The ways of decision of this problems are showed.

Ключові слова: проблеми, очищення води, парниковий ефект, озоновий шар, токсичні речовини, навколишнє середовище, кислотні опади, дефіцит білка, шляхи рішення проблем.

Ключевые слова: проблемы, очистка воды, парниковый эффект, озоновый слой, токсические вещества, окружающая среда, кислотные осадки, дефицит белка, пути решения проблем.

Keywords: problems, purification of water, vapour effect, ozone layer, toxical substances, neighboring environment, acid precipitation, deficit of albumen, ways of decision, problems.

ДЕЯКІ ПРОБЛЕМИ СУЧАСНОЇ ЕКОХІМІЇ

Малюнки Володимира ПЕРЕПЕЛИЦІ

Вода і її очищення

Вода – найпоширеніша сполука на Землі, обов'язковий компонент усіх живих організмів, багатьох мінералів. Вона є також у міжзоряному просторі, у складі комет, більшості планет Сонячної системи та їх супутників.

На поверхні Землі міститься майже $1,39 \cdot 10^{18}$ т води, основна маса якої зосереджена в морях і океанах. Запаси поверхневих прісних вод у річках, озерах, болотах і водоймах становлять $2 \cdot 10^{14}$ т. Загальна маса води в льодовиках Антарктиди, Антарктики і високогірних шапках досягає $2,4 \cdot 10^{16}$ т, стільки само води залягає в неглибинних надрах. У глибинних надрах Землі вміст води оцінюється приблизно $2,4 \cdot 10^{17}$ т, в атмосфері – майже $1,3 \cdot 10^{13}$ т.

Хоча природні запаси прісних вод значні, але з різних причин не всяка прісна вода придатна для пиття. Через це воду доводиться попередньо очищувати і тільки після цього використовувати. Водопідготовка – це комплекс технологічних процесів обробки й очищення води, в результаті яких вона має відповідати вимогам споживачів (мал. 1).

Перед використанням воду забирають з водойми за допомогою насосів (1), проціджують, щоб виділити великі предмети або часточки (2), потім проводять процес освітлення (3), (4) і (5). Суть цього процесу полягає у видаленні з води колоїдних мінеральних і органічних домішок, які забарвлюють її. Для освітлення воду обробляють коагулянтами – $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , FeCl_3 і флокулянтами – поліакриламідом, активованою H_2SiO_3 , активованим вугіллем. Після цього у воді утворюється об'ємна пухка маса, що складається з гідроксидів і основних солей відповідних металів, вугілля, кремнекислоти. Тому воду витримують у відстійниках (6) і вже потім пропускають крізь фільтр (7). Щоб знищити наявні у воді хвороботворні мікроби і віруси, воду дезінфікують. Для цього використовують: газуватий або рідкий Cl_2 , гіпохлорити – NaClO , $\text{Ca}(\text{ClO})_2$, ClO_2 , озон і ультрафіолетове випромінювання. Очищена вода збирається в окремому резервуарі (8), а звідти за допомогою насосів станцій другого підйому подається споживачам.

Вода для використання має бути стабільною, тобто такою, з якої не виділяється і в якій не розчиняється CaCO_3 . Ця характеристика води пов'язана із властивостями CO_2 : якщо цього оксиду надмір, то у воді активно відбувається корозія металевих ємкостей і

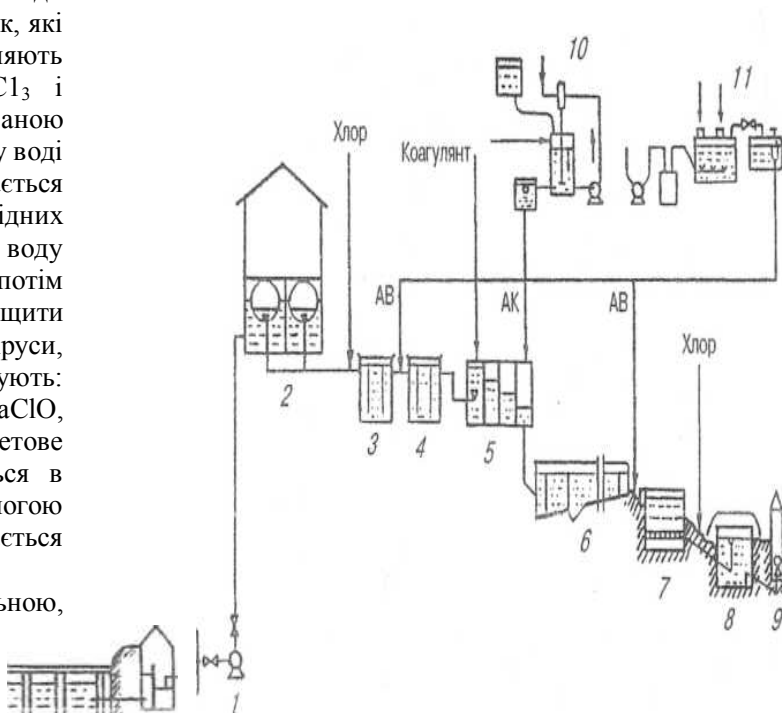
обладнання, якщо менше, ніж потрібно, то з води випадає CaCO_3 , який утворює накіп.

Сукупність властивостей води, пов'язаних з наявністю в ній розчинних солей магнію, кальцію і феруму, називається твердістю води. Тверда вода утворює з милом нерозчинний осад, а під час нагрівання – накіп на поверхні труб, котлів, теплообмінників і таким чином шкодить технологічним процесам.

Зм'якшення води полягає у видаленні з неї катіонів Mg^{2+} і Ca^{2+} , які спричиняють твердість. Для цього у воду добавляють речовини, що збагачують її аніонами CO_3^{2-} і OH^- і зв'язують йони Mg^{2+} і Ca^{2+} в нерозчинні осад $\text{Mg}(\text{OH})_2$ і CaCO_3 . Як зм'якшувальні речовини найчастіше використовують соду Na_2CO_3 і гашене вапно $\text{Ca}(\text{OH})_2$. З цієї метою використовують також катіоніти, які вбирають з води Mg^{2+} і Ca^{2+} , а посилають у воду йони Na^+ , H^+ або NH_4^+ .

Якщо виникає потреба в дуже чистій воді, то її піддають або дистиляції, або електродіалізу, або зворотному осмосу чи послідовно пропускають через колони з H^+ і OH^- іонітами. Це дає змогу видалити з води розчинені солі.

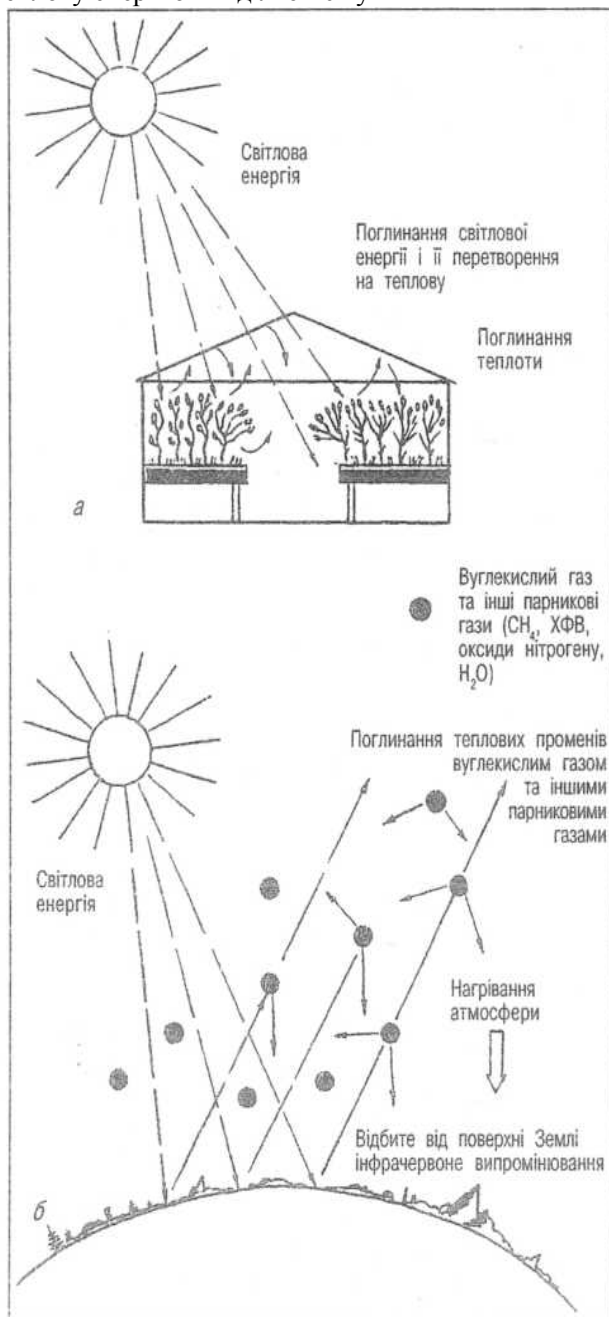
Враховуючи прогресуючу загрозу забруднення природних ресурсів прісної води і зменшення їх запасів, проблеми збереження й очищення води набувають у наш час усе більшого значення



Мал. 1. Технологічна схема очищення води, що забирається з водойми

Парниковий ефект

Парниковий ефект одержав свою назву тому, що він проявляється в парниках. Сонячне світло проникає крізь прозорі дах, стінки парника всередину і поглинається у приміщенні. У результаті світлова енергія переходить у теплову, земля в теплиці нагрівається і виділяє теплоту у вигляді інфрачервоного (теплого) випромінювання. На відміну від сонячного світла воно не проникає крізь оболонку теплиці назовні, а залишається в ній. Внаслідок цього підвищується температура (мал. 2, а). У глобальному масштабі вуглекислий газ відіграє ту саму роль, що й оболонка теплиці. Світлова енергія пронизує атмосферу, досягає поверхні Землі, поглинається нею, перетворюється на теплову енергію і виділяється у



Мал. 2. Схеми утворення парникового ефекту:
а - в теплиці; б- у глобальному масштабі

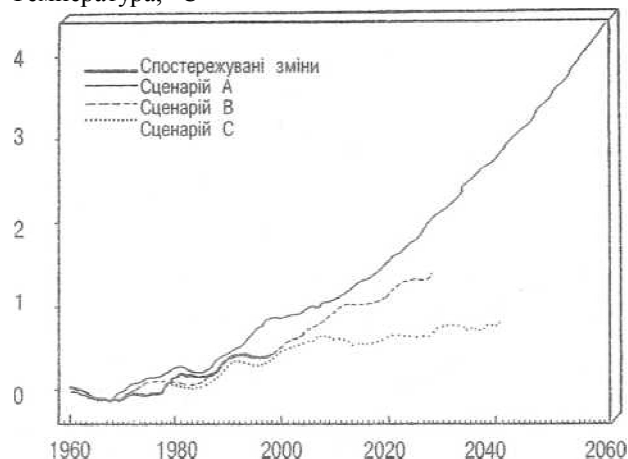
вигляді інфрачервоного випромінювання. Але вуглекислий газ, на відміну від деяких природних компонентів атмосфери, його поглинає, нагрівається сам і у свою чергу нагріває атмосферу в цілому. Чим вища концентрація вуглекислого газу в атмосфері, тим більше теплоти буде поглинуто і тим вищою буде температура атмосфери (мал. 2, б).

Звичні для нас температура та й клімат загалом забезпечуються концентрацією вуглекислого газу в атмосфері на рівні 0,03 %. Якщо в результаті спалювання карбоновмісних енергоносіїв ця концентрація збільшується, то цим самим створюється тенденція до потепління клімату.

На початку XX ст. концентрація вуглекислого газу становила 0,029 %, нині вона досягла значення 0,035 %, тобто збільшилась на 20 %. З кожним роком це значення стрімко змінюється за рахунок збільшення обсягів спалювання нафтопродуктів і вугілля. Парниковий ефект посилюють такі гази, як метан, оксиди нітрогену і ХФВ, які поглинають інфрачервоні промені у 50 – 100 разів інтенсивніше, ніж вуглекислий газ. І хоч їх в атмосфері небагато, на температурний режим планети вони впливають майже так само, як і CO₂.

Якщо тенденція збільшення концентрації вуглекислого газу в атмосфері зберігатиметься, то до 2050 р. його вміст подвоїться. За комп'ютерними прогнозами кліматичних змін, це призведе до потепління клімату на планеті на 1,5 – 4,5 °C (мал. 3). Найбільшою мірою це виявиться в полярних районах (до 10 °C) і значно менше – в екваторіальних районах (1 – 2 °C). Поки що не відомо, як зміниться хмарність від такого потепління і як останнє вплине на зміну інтенсивності сонячної радіації, але можливість глобального потепління ніхто не заперечує.

Температура, °C



Мал. 3. Комп'ютерна модель можливих змін середньої температури на Землі до 2060 р. [4].

Сценарій А - збільшення викидів парникових газів на 1,5 % за рік, як це відбувається за останні 20 років; сценарій В - викиди парникових газів зберігаються на нинішньому рівні; сценарій С - кількість викидів парникових газів різко зменшується

може здатися, що підвищення температури на 4,5 °C у глобальному масштабі не віщує трагедії. Насправді це спричинить танення гірських льодовиків і полярних льодів, рівень Світового океану підніметься на 1,5 м. Куди діватися жителям приморських районів? Хто спроможний прийняти таку масу людей? Зміна температури на полюсах Землі й екваторі спричинить перерозподіл напрямків теплових потоків. Внаслідок цього зміниться глобальне розподілення опадів, в одних регіонах будуть засухи, в інших – повені. Особливого впливу, за прогнозами, зазнають Канада і США, Кількість опадів там буде такою мізерною, що створиться пряма загроза сільському господарству.

Прогнози щодо дії парникового ефекту підтверджуються. Вимірювання температури поверхні води океану, виконані зі супутників протягом 1982 – 1988 рр., показують, що Світовий океан поступово, але помітно нагрівається приблизно на 0,1 °C за рік.

Якими саме шляхами можна зменшити надходження вуглекислого газу в атмосферу?

Важливе значення має зменшення енергоємності споживаючих карбоновмісних паливо джерел – транспорту, теплових електростанцій, хімічних і металургійних заводів. Це можна досягти за рахунок збільшення ККД названих споживачів палива.

Доцільно також розробляти і впроваджувати сонячні та інші безпаливні джерела енергії, наприклад вітрогенератори електричного струму. Треба припинити винищення лісів, особливо тропічних, а натомість організовувати і підтримувати кампанії з насадження дерев.

У вирішенні цієї глобальної проблеми головним чинником є екологічна свідомість людства, яка дасть змогу зменшити споживання традиційних видів палива, що супроводжується утворенням великої маси вуглекислого газу.

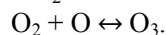
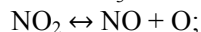
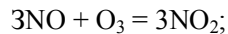
Озоновий шар

Вміст озону в повітряному просторі залежить від пори року і становить $1 \cdot 10^{-6} \%$ об'єму повітря. 90 % усієї кількості озону зосереджено на висоті 10 – 50 км. Загальний вміст озону в атмосфері становить 3 – 4 млрд тонн, товщина озонового шару – в середньому 2 мм біля екватора, 3 мм – біля полюсів. Озон утворюється у верхній стратосфері переважно в екваторіальній зоні, звідки він переноситься атмосферними потоками до полюсів. Там він накопичується особливо інтенсивно взимку, досягаючи максимуму навесні. Влітку вміст озону зменшується, мінімум припадає на осінь.

Озон у природі утворюється внаслідок фотохімічних реакцій. Атомарний кисень існує на висоті понад 80 км. Проникаючи в нижні шари атмосфери, в результаті реакції рекомбінації він перетворюється на молекулярний або, сполучив-

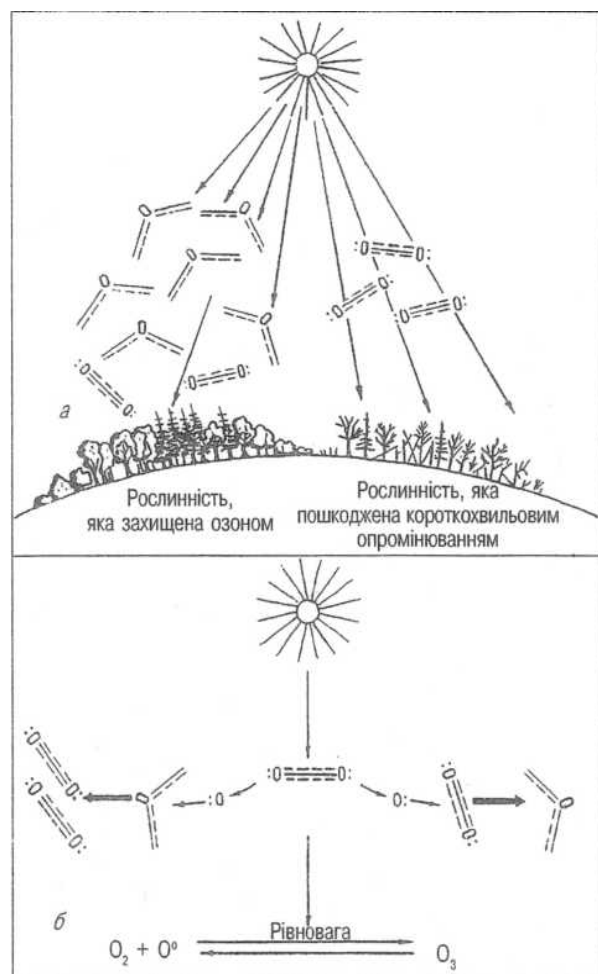
шись із киснем, утворює озон. Частина озону знову розпадається на молекулярний і атомарний кисень (мал. 4, б). Отже, на висоті 16-32 км утворюється шар озону з максимальною концентрацією 6 мг/м³. На озоноутворення суттєво впливають космічні промені, які можуть змінювати рівень озону в нижній стратосфері, особливо під час потужних спалахів на Сонці та інтенсивної іонізації атмосфери. Вся енергія космічних променів виділяється на висоті 13-20 км.

Рівень озону визначається також вмістом оксидів нітрогену в стратосфері, де можливі реакції:



Усі ці реакції у природі відбуваються дуже швидко і підтримують певний рівень озону.

Озоновий шар поглинає значну частину сонячної інфрачервоної та особливо ультрафіолетової радіації у діапазоні 210—300 нм (максимум поглинання 255 нм) і послаблює її в 10^{40} разів (мал. 4, а). Зменшення загального вмісту озону в озоносфері лише на 1 % збільшить інтенсивність ультрафіолетового опромінення Землі на 1,4-2,5%, що може спричинити зниження імунітету



Мал. 4. Схеми: а - захисної дії озону; б - утворення й руйнування озону

і ріст злоякісних новоутворень у населення. Зменшення вмісту озону у стратосфері можуть спричинити викиди оксидів нітрогену реактивних двигунів літаків, ХФВ, які містяться в ракетному паливі, пропеленти й холодоагенти (вони розкладаються під впливом ультрафіолетової радіації з виділенням вільного хлору), а також продукти ядерних вибухів. Згідно з обчисленнями, руйнування озонового шару становить 2 %, а в разі збереження такого рівня викидів ХФВ через 80 років цей показник збільшиться до 5 %.

Аналітичні визначення концентрації озону в атмосфері, виконані протягом останніх 20 років, не підтвердили тенденцію до його зменшення. Але навіть та незначна частина ультрафіолетового випромінювання, що діє на нас, спричиняє не лише загар, а й рак шкіри!

У нижніх шарах атмосфери озон діє вже як сильний токсикант. Сюди він надходить зі стратосфери, а також з надр Землі, де утворюється в результаті електричних процесів, дії високих температур і тисків у мантиї, а також під впливом природного іонізуючого випромінювання. У містах рівень озону пов'язаний з наявністю в повітрі оксидів нітрогену, вуглеводнів та інтенсивністю фотохімічних реакцій. Рівень озону в повітрі сільської місцевості залежить від складу повітряних потоків, які надходять з урбанізованих районів.

Озон небезпечний тим, що вступає в численні хімічні реакції, у результаті яких утворюються токсичні сполуки. Вони зумовлюють високу небезпеку фотохімічного смогу, про інтенсивність якого свідчить концентрація O_3 (нижньою межею умовно вважаються $0,2 \text{ мг/м}^3$).

Спостереження за озоновим шаром показали, що над Антарктидою в жовтні 1985 р. з'явилася «діра», яка збільшилася в 1987 р. Причиною руйнування озонового шару стали атоми Хлору, що утворилися з ХФВ. Ці речовини були знайдені також і над Північним полюсом. Нині однозначно встановлено: в разі неприпинення викидання ХФВ розширення і «поглиблення» озонових дір над полюсами неминуче. А це вплине насамперед на антарктичних тварин – пінгвінів, китів тощо, бо фітопланктон, яким ці тварини живляться, частково загине.

Тому в 1986 р. у Монреалі багато країн з ініціативи ООН підписали угоду про скорочення виробництва ХФВ на 50 %. На другій Міжнародній зустрічі в Хельсінкі в 1989 р. було намічено повністю відмовитися від ХФВ до 2000 р.

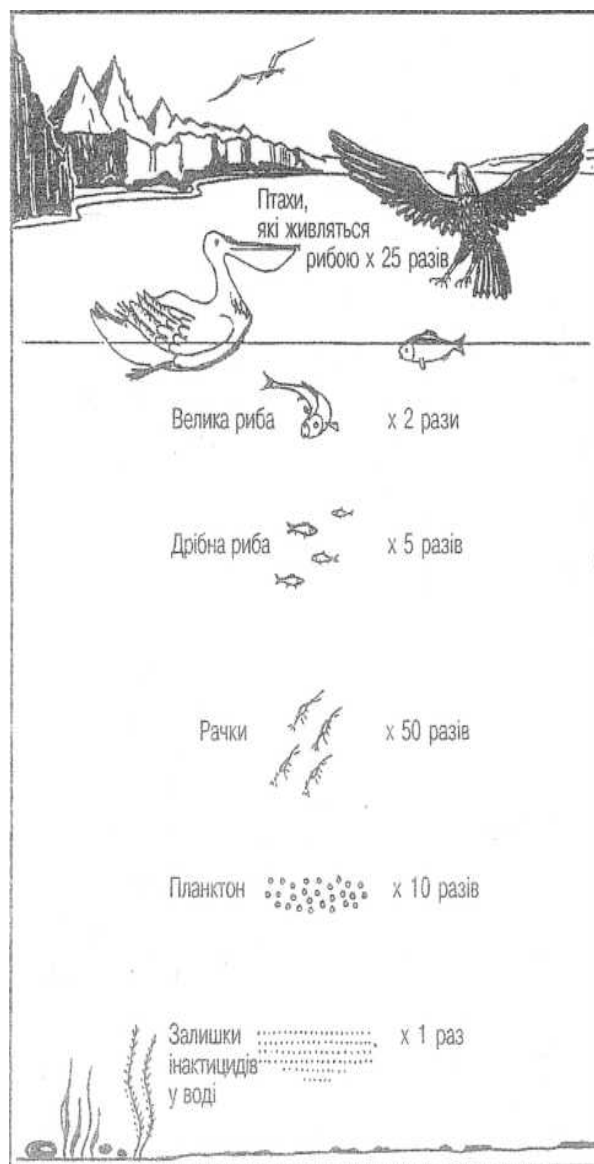
Слід зазначити, що в останні роки у глибинах полярного льоду українськими дослідниками було знайдено природні фреони, які потрапили туди в давні часи з розломів земної кори. Це відкриття дало підстави вченим стверджувати, що на концентрацію природного озону, а значить, і на розмір озонових дір переважно впливають не штучні озоноутворюючі речовини, а природні фреони. Проте ця думка є ще дискусійною, і нехтувати загальноприйнятими

висновками щодо шкідливості фреонів зарано.

Токсиканти

Токсичні речовини, які потрапляють у довкілля, утворюються внаслідок діяльності людини. Це — сполуки Меркурію, Плюмбуму, Кадмію, Берилію, Талію, Хрому, Нікелю, деяких інших елементів, органічні речовини різної природи. Розподіляючись в атмосфері, гідросфері чи ґрунті, ці речовини створюють значну загрозу не тільки здоров'ю, а й життю.

Одним із поширених забруднювачів є Плюмбум. Особливо це стосується придорожніх зон, де він з'являється за рахунок спалювання етильованих бензинів у двигунах автомобілів. Як важливо було б використовувати замість них етиловий спирт, метан або водень! Дешеве паливо, енергетична незалежність від інших країн, чисте навколишнє середовище! Розподіл Плюмбуму в ґрунті і рослинах залежить від відстані до автомагістралі. Ця концентрація різко зменшується на відстані до 20 м, плавніше змінюється на відстані



Мал. 5. Накопичення токсикантів у водному харчовому колі [6]

20-80 м, досить плавно – на відстані 80-120 м і майже не змінюється – після 130 м, а при 200 м досягає значень звичайного вмісту. Звідси такий висновок: будувати житло ближче, як за 200 м до автомагістралі, небезпечно. Щодо повітря, то в ньому концентрація Пліумбуму починає зменшуватися лише на відстані 30 км від автомагістралі.

Серед органічних речовин особливо високу токсичність має заборонений для використання в Україні канцероген ДДТ («дуст»). Збільшення концентрацій цього токсиканту в харчовому колі може досягти 125000 разів (мал. 5).

Таких прикладів можна навести тисячі! Як бути далі? Чи користуватися благами цивілізації і водночас страждати від її наслідків, чи відмовитись від цивілізованого розвитку і повернутись у кам'яний вік? Питань – багато, відповідей – менше. Вирішальним тут може бути лише пріоритет ідеї збереження природи над бажанням задовольнити всезростаючі потреби людини.

Кислотні опади

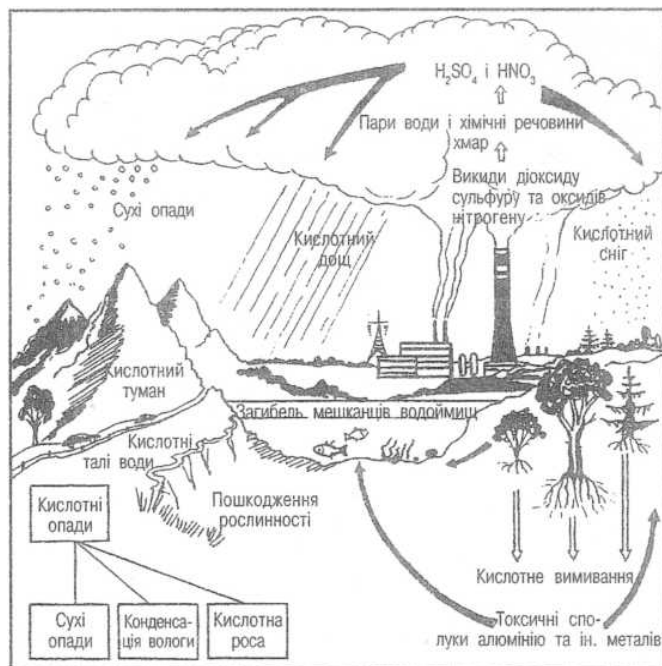
У результаті роботи підприємств енергетики, хімічної і металургійної промисловості, а також деяких інших джерел у навколишнє середовище потрапляють оксиди сульфуру і нітрогену (мал. 6). Вбираючи атмосферну вологу за наявності кисню й аерозольних домішок, які є каталізаторами, вони перетворюються на кислоти. Кислотними називають будь-які опади — дощі, тумани, сніг, кислотність яких перевищує нормальну, тобто з $pH < 5,6$ (схема утворення цих опадів зображена на мал. 7).

Кислотність опадів залежить від багатьох чинників — концентрації кислотоутворюючих речовин, типу опадів, їх загальної кількості в даній місцевості. Так, pH снігу й дощу — у межах 4,0—4,5, тоді як туману і роси — 2,5—3,0. У великих промислових містах опади, як правило, значно кисліші, ніж поза ними.

Вплив кислотних опадів був зареєстрований май-



Мал. 6. Джерела діоксиду сульфуру (1) і оксидів нітрогену (2) у США, 1980 р. [5]



Мал. 7. Схема утворення кислотних опадів [4]

же 40 років тому, коли рибалки помітили різке зменшення популяцій риби в багатьох озерах Швеції, провінції Онтаріо (Канада) і гір Адирондак (США, штат Нью-Йорк). Це примусило вчених шукати причину явища, і першими її встановили шведські вчені, які пов'язали загибель риби з підвищенням кислотності води. Пізніше було виявлено й інші випадки руйнівної дії кислотних опадів. Наприклад, вони завдають непоправної шкоди історичним пам'яткам архітектури, до складу матеріалів яких входить карбонат кальцію $CaCO_3$.

Крім того, кислотні опади просочуються крізь ґрунт і вимивають з нього нерозчинні за звичайних умов сполуки алюмінію і важких металів. Розчинні сполуки алюмінію виявляють токсичну дію як на рослини, так і на тварин. Наприклад, потрапляючи до водойм, розчинений Алюміній призводить до загибелі ембріонів риби. Через це в багатьох озерах Швеції, Канади і США зовсім зникла риба, зменшилася кількість комах і личинок, які живуть у воді, а тому різко зменшилися популяції водоплавних птахів, а також ссавців, які живляться ними.

Кислотні опади спричиняють деградації лісів, де вмирають окремі види дерев. Ця дія відбувається через прямий контакт, що руйнує захисний восковий шар листя і робить його беззахисним проти комах, грибів і патогенних мікробів. У суху погоду пошкоджене листя більше, ніж ціле, випаровує вологу, що спричиняє висихання лісу. Кислотні опади також значно збільшують вимивання біогенів із ґрунту і листя рослин. За низьких pH знижується активність редуцентів і азото-

фіксаторів, що збільшує нестачу біогенів. Усі ці чинники сповільнюють ріст дерев, роблять їх менше захищеними від природних ворогів і посух. Підвищення кислотності поверхневих ґрунтових вод сприяє переходу в розчинні форми сполук Алюмінію, Меркурію і Плюмбуму, які також сповільнюють ріст і призводять до загибелі дерев.

Очевидно, що кислотні опади завдають великої шкоди довкіллю. А для зменшення їх впливу треба ширше залучати нові екологічно чисті джерела енергії, наприклад енергію Сонця, впроваджувати водневу енергетику, забезпечувати теплові електростанції та інші промислові джерела викидів SO_2 і NO_2 , спеціальними пристроями для вловлювання і вбирання токсичних газів.

Дефіцит білка

Проблема синтезу білків для харчових продуктів посідає особливе місце, оскільки вони належать до найскладніших органічних речовин і одержувати їх у лабораторних умовах поки що дорого. Проте бактерії і гриби ефективно розв'язують це складне завдання. Поглинаючи поживні речовини, за певних умов вони активно розмножуються. При цьому відбувається швидке нарощування білкової маси в організмах бактерій. Так, якщо маса курчат подво-

юється за 2-4 тижні, поросят — за 4-6 тижнів, великої рогатої худоби — за 1-2 місяці, то у бактерій це відбувається лише за 20—120 хв!

Мікробіологічні процеси використовувались людиною з давніх-давен. Це — виробництво хліба, сиру, вина тощо. Мікроорганізми містять велику кількість білка: у бактеріях їх — 65 %, а у дріжджах — 50 %. Якби якість цих білків була високою, то, споживаючи певним способом оброблені колонії бактерій і дріжджів, можна було б уникнути масового знищення тварин, яких забивають на м'ясо. На жаль, поки що так не відбувається. У наш час одержана за допомогою бактерій білкова маса у кращому разі може бути кормом для свійських тварин, м'ясо яких придатне для використання, хоча й не дуже смачне.

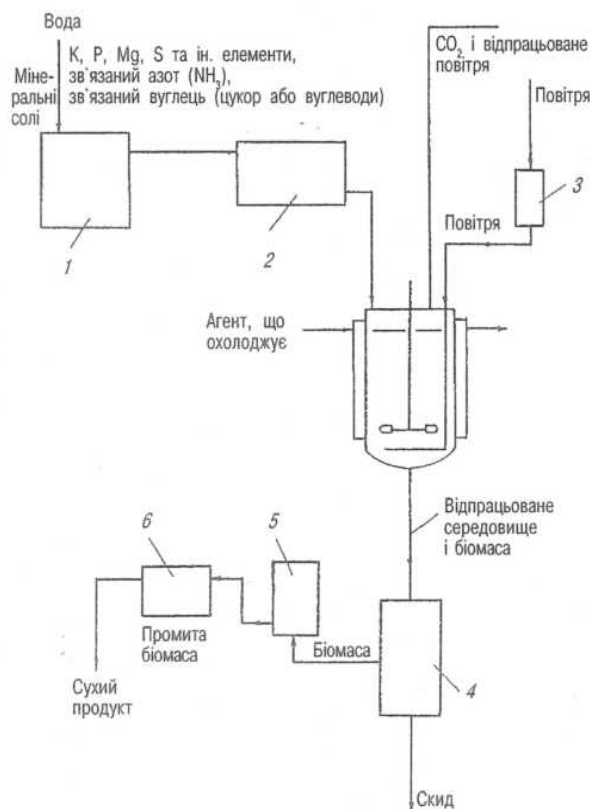
Біотехнологічний синтез білка у промисловості здійснюють у спеціальних установках біосинтезу, де використовуються одноклітинні мікроорганізми (мал. 8). У змішувач (1) подають воду, поживні для мікробів речовини (мінеральні солі, що містять К, Р, Mg, Si тощо, зв'язаний Нітроген (NH_3), зв'язаний Карбон (цукри, вуглеводи). Цю масу стерилізують у стерилізаторі (2), а потім подають у спеціальну ємкість для ферментації, куди пропускають очищене повітря. У цій ємкості, в якій обертаються лопасті, здійснюється основний процес синтезу білка. Після закінчення синтезу білкову масу відокремлюють у сепараторі (4) або за допомогою центрифуги, промивають у пристрої (5) і висушують (6). Сухий продукт розфасовують і відправляють споживачам.

Незважаючи на простоту принципу біологічного синтезу білка, поки що залишається досить складним сам технологічний процес, бо є надзвичайно чутливим до хімічного складу поживного середовища, природи мікроорганізмів, які нарощують білкову масу, енергетичних умов ферментації. Викиди установок біосинтезу можуть бути джерелом шкідливих біологічних забруднень довкілля.

У разі подолання всіх труднощів технологічного процесу, його вдосконалення, усунення екологічної загрози промисловий біосинтез білка у майбутньому зможе забезпечити людину новими видами білкової їжі. Це підтверджують і нині діючі в розвинутих країнах заводи біосинтезу білка.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов: Справ. / Под общ. ред. В. А. Филова. — Л.: Химия, ЛО, 1989.
2. Кульский Л. А., Гороновский И. Т., Когановский А. М., Шевченко М. А. Справочник по свойствам, методам анализа и очистке воды. — В 2-х ч. — К.: Наук, думка, 1980.
3. Національна доповідь про стан навколишнього се-



Мал. 8. Схема біосинтезу білка одноклітинного організму [5]: 1 - змішувач; 2 - стерилізатор; 3 - повітряний фільтр;
4 - сепаратор (центрифуга або інший пристрій);
5 - промивач; 6 - сушарка

редовища: 1995. — К.: Вид-во Раєвського, 1997.

4. Н е б е л Б. Наука об окружающей среде. — М.: Мир, 1993.

5. Химия окружающей среды / Под ред. Дж. О. М. Бокриса; Пер. О. Г. Скотниковой и Е. Г. Тетерина / Под ред. А. П. Цыганкова. — М.: Химия, 1982.

6. Э й х л е р В. Яды в нашей пище. — М.: Мир, 1985.

Надійшла _____ 2013р. — Олександр Перепелиця Біологія і хімія в школі. 2001. № 6. с. 19-24.