

# ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ МІСТА ШЛЯХОМ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД

*Н.В. Ракша, аспірант кафедри АХТС та ЕМ,НТУ „ХПІ”*

Після очищення міських стічних вод утворюється осад – велика кількість органічної речовини, яка містить найрізноманітнішу мікрофлору, що включає в себе і патогенні мікроорганізми. Ці утворення являють собою велику загрозу навколишньому середовищу та потребують термінового прийняття заходів по знезаражуванню та видаленню. Утилізація та знешкодження цих великотоннажних відходів є складною екологічною проблемою.

До сьогодні переважна кількість осадів стічних вод міст, виробничих підприємств та агропромислових комплексів видалається в шламонакопичувачі, на мулові площадки, викидається в море, заривається в землю, спалюється в печах, виявляючи шкідливий вплив на природу та людину.

Подібне становище багато в чому пояснюється тим, що більшість водоохоронних об'єктів, що будується, досить дорогих по капіталовкладенням та експлуатаційним витратам, по суті вирішують лише частину задачі – очищення стічних вод, залишаючи невирішеними питання обробки та вигортання залишених концентрованих осадів. Така нічим не виправдана диспропорція в підході до вирішення загальної водоохоронної задачі пояснюється недостатньою до останнього часу увагою до мулової проблеми.

Між тим лише комплексним підходом до вирішення загальної задачі можливо дійсно відвернути шкідливий вплив стічних вод та осаду на навколишнє середовище та перетворити відходи стічних вод у вторинні сировинні ресурси, використання яких має важливе народногосподарське значення.

Поступовий перехід від полігонного захоронення до промислової переробки є основною метою вирішення проблеми відходів у світовій практиці. Утилізація осадів дозволить знизити витрати на очищення стічних вод і отримувати додатковий товарний продукт, що підлягає реалізації в народному господарстві.

Останні роки спостерігається явна тенденція до збільшення використання осаду в якості добрива. Це пояснюється тим, що осад первинних відстійників містить цінні поживні речовини: азот, фосфор, калій (органіка складає близько 65-75% по сухій речовині), а осад вторинних відстійників являє собою конгломерат мікроорганізмів, що утворюються при очищенні стічних вод та містять майже всі вітаміни групи В.

Значна частина азоту та фосфору в осадах знаходиться в органічній формі. Потрапляючи в ґрунт, осад мінералізується, при цьому азот, фосфор та інші елементи живлення переходять в доступні для рослин сполуки.

Доцільність утилізації осадів в якості добрива визначається комплексним вмістом в них біогенних елементів.

Мінеральна частина осадів представлена в основному сполуками кальцію, кремнію, алюмінію та заліза. Поступання на очисні споруди міст різноманітних виробничих стоків обумовлює присутність в осадах ряду мікроелементів (бор, кобальт, марганець, мідь, молібден, цинк).

Оцінюючи осад стічних вод як добриво, слід враховувати й негативні їх якості. В зв'язку з тим, що до побутових стічних вод в містах приєднуються значні кількості найрізноманітніших виробничих стоків, в осадах можуть міститися різноманітні шкідливі для рослин речовини (отрути, хімікати, хімічні сполуки, радіоактивні речовини). В ряді випадків в осадах стічних вод може відмічатися підвищений вміст токсичних солей важких металів (миш'яку, ртуті, свинцю, кадмію, нікелю чи хрому  $Cr^{6+}$ ). Таким чином, досягнення позитивних результатів від використання осадів можливе лише при умові досконалого вивчення цієї задачі з позицій еколого-економічної оптимізації.

Поживні мікроелементи (бор, марганець, мідь, кобальт, цинк) при підвищених концентраціях також можуть виявляти негативний вплив на ріст та якість рослин.

Важкі метали є протоплазматичними ядами, вони мають також властивість до утворення комплексів з багаточисельними радикалами, компонентами клітин, білків, амінокислот та ін. Навіть у невеликих концентраціях ВМ можуть сприяти сильній токсичній дії на живі організми, завдяки тому, що вони мають здатність заміщувати мікроелементи у реакційних центрах ферментів, змінюючи їх функцію, приймати участь у нуклеїновому обміні, біосинтезі білків. У багатьох випадках таке заміщення може зовсім пригнічувати активність ферменту.

На фітотоксичність металу впливають ґрунтові фактори, такі як рН; катіонна обмінна здатність ґрунту, вміст органічної речовини. Збереження рН у межах 7,0 у ґрунтах з суттєвим вмістом важких металів запобігає фітотоксичності багатьох з них, але ті ж концентрації металів при рН=5,5 та нижче можуть стати летальними для росли.

Органічна речовина ґрунту не однаково утримує різні метали. Одні з них фіксуються у ній сильно, а інші слабо. Забезпеченість сільськогосподарських культур елементами живлення, фаза росту, глибина проникнення коріння, тривалість вегетаційного періоду рослин впливають на толерантність їх до важких металів. Агротехнічні прийоми такі, як удобрення, вапнування та інші, можуть послаблювати або посилювати токсичний ефект металів.

Відсутність рухомих форм багатьох ультрамікроелементів у ґрунтах або у поживних субстратах не впливає на ріст та розвиток рослин, що

свідчить про їх непотрібність рослинам. Однак, наявність розчинних сполук цих елементів у ґрунтах призводить до надходження їх у тканини рослин. Так, у рослинах накопичуються елементи другої групи Періодичної системи Менделєєва: Zn, Cd, Hg. Якщо про перший з них відомо, що він є необхідним для рослин і без нього в організмі порушується нормальний обмін речовин, гальмується ріст, припиняється утворення насіння, то про кадмій та ртуть можна сказати, що вони дуже токсичні й опиняються у рослинах випадково, в результаті забруднення ґрунтів цими елементами. Кадмій, крім того може виступати як антагоніст цинку, порушуючи його надходження до рослин [10].

Швидкість проникнення забруднювачів до організму рослин залежить від товщини кутикули. За цією ознакою метали розподіляються таким чином: Cd>Pb>Zn>Cu>Mn>Fe, а за мобільністю в рослинах - Fe>Cu>Mn>Cd>Zn>Pb.

Відомо, що такі метали, як свинець, кадмій та ртуть займають особливе місце серед забруднювачів, так як їх сполуки стійкі і зберігають токсичні властивості протягом тривалого періоду. Вони належать до першого класу шкідливості.

Поглинання металів рослинами у більшій мірі залежить від кислотності ґрунту. У більш кислому ґранті метали мають більшу рухомість й у більшій кількості переходять до рослин. Так, за даними довгострокових дослідів зменшення величини рН на 1,8-2,0 одиниці призводить до збільшення рухомості Zn у 3,8 - 5,4 рази, Cd - 4-8 разів, Pb - 3-6 разів та Cu у 2-3 рази.

Тобто, на разі для скорочення дози внеску осаду в ґрунт його можна застосовувати в суміші з торфом, компостом, різними добавками, мінеральними добривами чи мікроелементами.

В ряді країн (в США, Франції, Фінляндії, Німеччині та ін.) наявні чи розробляються норми по вмісту в осадах що використовуються в якості добрив, солей важких металів та дози внесення осадів на сільськогосподарські угіддя. На даний час найбільш жорсткими такі норми є в Швеції.

Але наявність токсикантів в осадах сама по собі не виключає можливість їх використання в якості добрива. В мінеральних добривах, що випускаються на сьогодні промисловістю (суперфосфат, тощо), а також в використовуваних в якості добрив відходах (наприклад, колчеданні огарки) допускається, наприклад, наявність такого сильного токсиканту, як миш'як. В той же час навіть азот, що є одним з основних елементів живлення рослин, внесений в ґрунт в підвищеній кількості, виявляє токсичний вплив.

Принципово важливим є те, що виведення з інтенсивного кругообігу ряду елементів, надходження яких у середовище пов'язано з господарською діяльністю людини та консервування їх у вигляді малорозчинних ґрунтоутворень відкриває перспективу підтримувати концентрацію

засвоюваних рослинами форм токсичних металів на всіх етапах здійснення утилізації вказаних відходів на безпечному для життя рівні.

Таким чином, немає підстав розглядати осад стічних вод безпосередньо як органо-мінеральне добриво. Це, насамперед, зумовлено наявністю токсинів, вміст і властивості яких характеризуються великим інтервалом варіабельності внаслідок впливу ряду факторів: промислової та соціальної інфраструктури конкретного міста, особливостей ґрунтів та кліматичних умов територіального осередку. Така невизначеність щодо складу осаду стічних вод коли гостро постає питання санітарно-гігієнічного ризику, вирішення якого потребує врахування особливостей кожної партії осаду і налагодження постійного хімічного та бактеріологічного контролю ґрунтів і вирощуваної рослинної продукції за широким спектром інгредієнтів.

В ряді країн (в США, Франції, Фінляндії, Німеччині та ін.) наявні чи розробляються норми по вмісту в осадах що використовуються в якості добрив, солей важких металів та дози внесення осадів на сільськогосподарські угіддя. На даний час найбільш жорсткими такі норми є в Швеції.

З'ясувалося, що при надлишку фосфору в природній системі швидкість кристалізації фосфатних фаз гальмується і зростає кількість розчинних продуктів. В природі спостерігається спільна міграція фосфору та Ca, Mg, Fe, Al, Mn, Zn, Co та ін.

Сприятливим кінцевим підсумком дії фосфатів; що вносяться, є утворення кислотоінертних органофосфатних структур комплексів важких металів.

З метою залучення осадів стічних вод у виробництво органічних добрив, збагачених мінеральних компонентів, проведено модельні дослідження особливостей комплексоутворення важких металів з органічними і мінеральними компонентами ґрунтів спрямовані на визначення їх стану та розподілу між основними формами. Узагальнення результатів дало можливість виявити той факт, що кінцевими формами перетворень важких металів стають стійкі продукти, тобто з арсеналу адаптивних можливостей екосистем природа розробила відповідні механізми для акумулювання навіть надлишкових кількостей техногенних речовин. Таким чином, фосфатним добривам властива значна здатність до детоксикації ґрунтів.

Окрім того, за допомогою порошкоподібного суперфосфату і фосфогіпсу можна хімічно зв'язувати аміак, який виділяється при зберіганні осаду і призводить до втрат азоту. При цьому в результаті посилення мікробіологічних процесів активно продукуються гумінові кислоти і гумати, які переводять фосфор фосмуки чи суперфосфату в доступні для рослин фосфати амонію.

В Україні є значні запаси фосфоритів, які містять поживні речовини і можуть використовуватись як добрива та меліоранти. Це в значній мірі може забезпечити виробництво фосфорних добрив. Поклади фосфоритної

сировини розвідані на території 13 областей України. Це Осиківське, Ново-Амвросієвське (Карповське), Ратновське родовища, Маневичсько-Клеванська фосфоритоносна площа. Технологічними дослідженнями лабораторних проб вдалося отримати концентрати з масовою частиною  $P_2O_5$  25-28%. Таким чином, різні схеми збагачення дають можливість отримати високоякісну фосфоритну муку що придатна для подальшого застосування в якості наповнювача при компостуванні.

Визначені закономірності у циклічному перебігу процесів трансформації фосфору дають підставу вказати на перспективу залучення до спрямованого речовинного обміну українських фосфоритів, які через низький вміст фосфору залишаються поза увагою сучасних технологій.