

## ХАРАКТЕРИСТИКА САПРОПЕЛЕЙ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ЇХ ВИДОБУТКУ

Іващенко Т.Г., Новосельська Л.П.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,  
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ  
ema@bk.ru

В статті обґрунтована необхідність державної екологічної, технічної та економічної експертизи проектних рішень на видобуток сапропелі та на отримання з них товарної продукції. *Ключові слова:* важкі метали, радіонукліди, екологічно безпечне зберігання та утилізація сапропелі, екологічний аудит місцевості зародження сапропелі.

**Характеристика сапропелі та екологічна безпека їх добування.** Іващенко Т.Г., Новосельська Л.П. В статті обґрунтована необхідність державної екологічної, технічної та економічної експертизи проектних рішень на добування сапропелі та на отримання з них товарної продукції. *Ключевые слова:* тяжелые металлы, радионуклиды, экологически безопасное хранение и утилизация сапропели, экологический аудит местности зарождения сапропели.

**Characteristics of sapropel and environmental safety getting them.** Ivashchenko T., Novoselskaya L. The paper substantiates the necessity of state environmental, technical and economic expertise of design decisions on the extraction of sapropel and to receive from them marketable products. *Keywords:* heavy metals, radionuclides, environmentally safe storage and disposal of sapropel, environmental auditing areas of origin sapropel.

Термін "сапропель" ("гнилий мул") запропонований Лаутенбергом у 1901р. і незалежно від нього Г. Потон'є в 1904р. Сапропель є відновлювальним ресурсом і унікальною органічною сировиною, характерною виключно для прісних водойм. Процеси накопичення сапропелі продовжуються і для багатьох водойм носить прогресуючий характер.

**Сапропель** (рос. *сапропель*, англ. *sapropel*, нім. *Sapropel*, *Faulschlamm*, *Gyttija*) – органічні мули, відклади прісних континентальних водоймищ, що містять понад 15% (мас.) органічних речовин. При меншому вмісті органічних речовин відклади відносять до мінеральних мулів, при висиханні

тверді і не піддаються розмочуванню.

Прогнозні запаси сапропелі в Україні оцінюють майже у 100 млн тонн. Гумусові кислоти в сапропелі - від 6,7 до 71,2% на органічну речовину. Більшу половину їх становлять гумінові кислоти. Сапропелі відрізняються відносно низьким вмістом бітумів і лише в окремих з них він сягає 6,0-8,4% на органічну речовину. Хімічний склад і особливості властивостей сапропелі різних родовищ істотно різняться і визначаються умовами його формування, а також різноманітністю рослинного та тваринного світу озер. Сапропель складається з решток організмів, що наседали товщу води (фітопланктон і

зоопланктон) і її поверхню, вищих водних рослин (макрофітів) і продуктів їх розпаду в анаеробних умовах, а також розчинених речовин і мінеральних часток. До складу органічних речовин сапропелей входять:

- залишки рослинних і тваринних організмів різного ступеня розкладу;
- мономерні сполуки - продукти гідролізу біополімерів;
- продукти життєдіяльності мікроорганізмів, вітаміни та біологічно активні речовини;
- полімерні сполуки, що утворилися в процесі біотичної і абіотичної деструкції та синтезу органічних речовин.

За елементами склад органічної маси сапропелю становить(%): С 53-60; О 30-36; Н 6-8; S 1,5-3; N до 6. Органічна частина сапропелю містить від 3 до 11% бітумів, до 40% гумінових та ін. речовин. Гумінові кислоти сапропелів являють собою сполуки з високою часткою аліфатичних фрагментів, малим ступенем бензойності. В складі периферичних аліфатичних структур присутні як гідролізовані (амінокислоти та вуглеводи), так і негідролізовані сполуки, які складаються із прямих або розгалужених вуглеводневих ланцюгів.

Дослідженнями [5] встановлено, що відмінність гумінових кислот сапропелів від ґрунту полягає в тому, що азот в них знаходиться в легкодоступній формі (60-80%), а біохімічно стійких фракцій в 3 рази менше. Крім того, вони відновлені, а у існуючого взаємозв'язку між біологічною дією гумінових кислот і їх окислювально-відновним станом більш відновленні володіють і більш ефективною стимулюючою дією на фотосинтез рос-

лини. Головна відмінність гумінових кислот сапропелів від гумінових кислот торфу полягає в тому, що основна частина їх молекул (понад 90%) – це гідролізований вуглеводнево-поліпептидний комплекс у поєднанні з сполуками жирного ряду при дуже малому вмісті ароматичних структурних одиниць. Різниця в складі гумінових кислот сапропелю і торфу пояснюється особливою структурою вихідного матеріалу сапропелю (фіто- і зоопланктон), який містить мало лігніну і значну кількість пірольних структур, а також уповільненим характером гуміфікації в підводних умовах через низький вміст кисню і слабку мікробіологічну активність.

Вміст азоту у сапропелі знаходиться в інтервалі від 0,4 до 4,5% на суху речовину (до 6% – на органічну). Валовий вміст фосфору становить 0,1-4,6% (в середньому 0,28-1,37%), який в основному входить до складу фосфатів кальцію і заліза. Вміст калію - 0,1-3,2% (в середньому 0,3-1,1%) на суху речовину.

У сапропелі виявлено біологічно активні речовини, зокрема, вітамін В<sub>12</sub>, вітаміни групи В<sub>6</sub>, в тому числі тіамін В, рибофлавін В<sub>2</sub>, пантотенова кислота В<sub>3</sub>, піридоксин В<sub>6</sub>, фолієва кислота В<sub>9</sub>, вітаміни Е, С, Д, Р та каротиноїди. Присутні і гормоноподібні речовини і ферменти.

Із основних типів сапропелю (органічний, кремнеземистий, карбонатний, торфосапропель) найкращою сировиною для виробництва гумінових препаратів вважаються органічний та органо-мінеральний, в яких зольність не перевищує 50%, а вміст органічної речовини коливається від 50 до 94% [6].

Мінеральна частина сапропелей найчастіше представлена глинистими, піщанистими і дрібноалевритовими теригенними або карбонатними частинками. За мінеральним складом виділяють: алотигенні мінерали – кварц, калієві польові шпати, плагіоклази, біотит, мусковіт і інш.; сингенетичні аутигенні – опал, кальцит, лімоніт, сидерит, гіпс; діагенетичні – кальцит, сидерит, марказит, пірит, сірка та інш.

В природних умовах деякі водні організми, володіють здатністю концентрувати значну кількість хімічних елементів і виконувати у водоймах роль біофільтрів [1,3, 4]. Концентрація важких металів у водоймах понижується через поглинання їх організмами фітопланктону та сорбування на органічних і мінеральних взважених частинках. При відмиранні водні організми сідають на дно, транспортують з собою хімічні елементи і таким чином очищують водне середовище від важких металів, радіоактивних елементів тощо. Абіотичні процеси самоочищення включають, в першу чергу, седиментацію, сорбцію, відновлення і окислення забруднювачів. На поведінку токсинів та їх перетворення впливають:

- концентрація гумусових речовин, розчинного у воді кисню, наявність комплексуючих агентів (неорганічних -  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{I}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ; органічних – жирних кислот, гумінових, фульво- і амінокислот, цитратів, різних метаболітів гідробіонтів та ін.);

- динамічна рівновага токсичних і нетоксичних форм елементів між твердою і рідкою фазами, яка підтримується утворенням комплексів метал-ліганду та зростає з підвищен-

ням валентності зв'язуючих елементів;

- осадження ряду елементів у вигляді карбонатів і сульфатів при оптимальній рН, яка для двувалентних елементів характеризується величинами: Fe -5,5, Cr- 5,3, Cu- 5,3, Pl – 6,0, Cd – 6,7, Zn- 7,0, Hg -7,3.

При досить швидких темпах мулонакопичення має місце і чисто механічне їх захоронення. Крім кремнію і кальцію мінеральна частка сапропелей може містити сполуки заліза, магнію, калію, алюмінію, сірки, фосфору тощо. Мінеральна частина сапропелей включає мікроелементи, в тому числі і важкі метали і радіоізотопи - Co, Mn, Cu, B, Zn, I, Br, Mo, Cr, Be, Ni, Ag, Sn, Pb, Sr, Ti та інші.

Наприклад, при вивченні [2] ландшафтної структури природно-аквального комплексу (ПАК) оз. Миліч виявлено, що фації 4 – 6 забруднені радіоактивними речовинами. Значні антропогенні зміни фацій водоймища відбулися після радіоактивних викидів на Чорнобильській АЕС (1986). Озеро розміщене на південно-західній стороні села Миліч, де в радянські часи функціонувала машинно-тракторна ферма і забруднені стоки вільно могли потрапляти в ПАК.

Останніми роками наполегливо порушується питання щодо широкого використання сапропелі як органічного добрива, що не виключає можливість потрапляння в ґрунт важких металів і токсичних сполук. Тому до його використання необхідно ретельно вивчити хімічний склад, встановити допустимий вміст важких металів і токсичних сполук у сапропелі, що планується для застосування на добриво[6].

Отже, сапропель озерний і той, що є спутником торфу – цінний органіномінеральний вид сировини, який можна широко використовувати у промисловості: виробництво парафіну і смол, гумінових кислот, ароматичних речовин, кормових добавок, в'яжучих складових у будівельній індустрії, при проведенні бурових робіт, для лікувально-профілактичних цілей. Але одночасно, добування сапропелей може призводити до вторинного забруднення водойм через перехід забруднюючих речовин з осадів знову у водойму.

Під вторинним забрудненням розуміють звільнення (реобілітацію) забруднювачів з депонуючого середовища (донні відкладення, ґрунт тощо), викликане зміною фізико-хімічних умов. Небезпека вторинного забруднення водойм пов'язана з тим, що:

- з нерозчинних сполук можуть утворитися розчинні;
- сумарна дія солей Pb, Cd, и Hq пригнічує розвиток бактеріопланктону, численність якого у водоймі знижується в 4-22 рази;
- на фоні високого забруднення середовища нітратами в 5-6 раз посилюється дія ряду радіонуклідів;
- деякі важкі метали спричиняють летальні та канцерогенні результати радіації тощо [1].

Тому абіотичне самоочищення середовища по суті є помилковим, адже в цьому випадку відбувається механічний перерозподіл токсикантів між контактуючими середовищами або депонування їх в ґрунт та донні відкладення тощо. Тобто, для зниження концентрації токсичних речовин (важких металів, радіонуклідів тощо) потрібно багато часу, для

включення цих елементів у великий кругообіг речовин. І тільки біота здатна довести процес самоочищення до логічного завершення.

В Україні гострим є питання щодо використання річної сапропельної маси, яка утворюється без доступу кисню, катастрофічно збільшується і загрожує швидким замуленням Чорного моря та дельти Дніпра. Про це свідчить постійне підвищення вмісту у морській воді метану та сірководню. За цих умов уникнути можливих природних катаклізмів можна лише шляхом систематичного добування сапропелю методом дноуглублення з подальшою його утилізацією.

Для всього Причорномор'я, включаючи Придніпров'я та Приднінав'я, не вирішено проблему складування, екологічно безпечного зберігання та утилізації донного мулу – сапропелю. Він накопичується у великих кількостях при дночерпанні під час ремонтних робіт на фарватері річкових та лиманних акваторій підхідних каналів. Наприклад, у Херсонський морський підхідний канал (ХМПК) щороку потрапляє до 1 млн тонн сапропелю.

Без планових ремонтних робіт кожного року з видалення сапропелю замулення фарватера ХМПК викликало б труднощі у судноходстві в південному Придніпров'ї. З іншого боку, на сьогодні практично немає акваторіальних, сухопутно-берегових ніш для звалища сапропелю, який добувається при ремонтному дночерпанні ХМПК. Місця для звалища сапропелю, зазвичай, визначаються при двосторонній домовленості з порушенням або повним ігноруванням міжнародних екологічних кодексів і конвенцій. Часто розроблені проекти не можуть упрова-

джуватися через недосконалі рішення. Тому необхідно:

- проводити екологічний аудит місцевості зародження сапропелей;
- видавати офіційне заключення на придатність сапропелю або донних мулів водойм як сировини для виробництва добрив, кормових та сапропеле-вітамінних добавок, лікувально-косметичних речовин;
- здійснювати екологічну, технічну та економічну експертизу проектних рішень на видобуток сапропелей та на одержану з них товарну продукцію.

### Висновки

1. Сапропелі – це донні відкладення прісних водойм, які утворилися в результаті анаеробного окислення решток організмів, що населяли товщу води (фітопланктон і зоопланктон), її поверхню, вищих водних рослин (макрофітів) та продуктів їх розпаду, а також розчинених речовин і мінеральних частинок.

### Література

1. Корабльова А. І., Чесанов Л.Г., Шапар А.Г. / Вступ до екологічної токсикології.- Навч. посібник.- Дніпропетровськ: Поліграфіст, 2003.- 306 с.
2. Мартинюк В. О. Ландшафтознавчо-лімнологічна оцінка басейнової геосистеми оз. Озеро (Волинське Полісся) для кадастрових потреб . Фізична географія та геоморфологія. Міжвідомчий наук. збірник. – Київ Вид-во геогр. літ-ри „Обрії”, 2004. – Вип. 46. – Т. 1. – С. 207–215.
3. Телитченко М.М. Участие гидробионтов в очищении водоемов от патогенных микроорганизмов и радиоактивных загрязнений/ Доклад по опубликованным работам, представленным на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М., Изд-во МГУ, 1963, 36с.
4. Хоботьев В.Г., Капков В.И. / Роль гидробионтов в концентрировании тяжелых металлов из промышленных водоемов.-В сб. Теория и практика биологического самоочищения
5. Бамбалов Н.Н. Смирнова В.В. , Беленькая Т.Я. / Содержание лабильных фракций гумусовых веществ в торфе и торфяных почвах // Агрохимия, 2003. - № 6. - С. 14-20.
6. Комісаров І.Д. Біологічна активність гумінових препаратів // Матеріали міжнар. конф. «Досягнення та перспективи застосування гумінових речовин у сільському господарстві». - Дніпропетровськ: ДДАУ, 2008. - С. 75-77.