

САПРОПЕЛЕВІ МУЛИ ОЗЕР ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ

В.О. Хмелівський, В.І. Баранов, О.В. Костюк

Львівський національний університет імені Івана Франка

SAPROPELE MUDS FROM LAKES OF SHATSK NATIONAL PARK. Khmelivsky V.O., Baranov V.I., Kostyuk O.V. - Nature Reserves in Ukraine. 17 (1): 94-96. - Geochemical and biogeochemical composition of the sapropele muds from the Shatsk lakes have been investigated. The content of the organic substance in particular as well as ammoniacal, nitrat and nitrite nitrogen forms, unorganic phosphorus and ascorbine acid were researched. 34 chemical elements have been determined in the muds. 28 ones among them are rare and dispersed: Sr, Ba, Ag, Ni, Cu, V, Cr, Ti, Mo, Zn, Mg, Pb, Ga, P, B, Zr, Nb, Sc, Y, Be, Sn, Co, Tl, Hg, Bi, Ce, Li. Such elements as Mo, Zn, B, Mg, Cr, Ni, at al as was ascertaind are very important for the plants growth and metabolism. Statistic evaluation of the analyses has been conducted and some regularities were determined. High enrichment of the organic substance with minor elements as was ascertaind is connected with its accumulation by vital biomass in the form the metalloferments and other protein-like formations. It is obvious that both alive microorganismes and dead unbiogenous mass of the Shatsk lakes accomplish an energetic biochemical influence on the mineral part of the bottom sediments destroying even very firm ineral as accessory ones are and extract the main patr of microelements from. During dying away and sedimentation of the great masses of the organic remains under the slow biomasses destruction conditions elements concentration takes place reasoned by sorption of the correspondins ions by the ulbumen fragments in ionoexchanged and adsorptional ways

Key words: shatsk lakes, biogeochemistry sapropele muds.

САПРОПЕЛЕВІ МУЛИ ОЗЕР ШАЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ. Хмелівський В.О., Баранов В.І., Костюк О.В. - Заповідна справа в Україні. 17 (1): 94-96. - Детально досліджено біогеохімічний склад сапропелевих мулів Шацьких озер. Вивчено вміст у них органічних речовин, аміачної, нітратної та нітритної форм азоту, неорганічного фосфору, аскорбінової кислоти і 34 хімічних елементів (Sr, Ba, Ag, Cu, V, Ti, , Pb, Ga, P, B, Zr, Nb, Sc, Y, Be, Sn, Co, Tl, Hg, Bi, Ce, Li), серед яких такі дуже важливі для росту і метаболізму рослин, як Мо, Zn, B, Mn, Cr, Ni, та ін.). Виявлено високу збагаченість органічної речовини мікроелементами. Очевидно, біос озер (живі мікроорганізми та мертва необіогенна речовина) чинить енергійний біохімічний вплив на мінеральну частину донних осадів та інтенсивно розкладає навіть дуже стійкі до звітрювання мінерали, зокрема, акцесорні, з яких вони вилучають і засвоюють головну частину мікроелементів. Проведені групою "Шельф" польові досліді показали, що внесення сапропелів до ґрунтів за певними методами значно збільшує врожайність багатьох сільськогосподарських культур.

Ключові слова: Шацькі озера, біогеохімія, сапропелеві мули.

САПРОПЕЛЕВЫЕ ИЛЫ ОЗЕР ШАЦКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКА. Хмелевский В.О., Баранов В.И., Костюк А.В. - Заповідна справа в Україні. 17 (1): 94-96. - Детально исследован биогеохимический состав сапропелевых илов Шацких озер. Изучено содержание в них органических веществ, аммиачной, нитратной и нитритной форм азота, неорганического фосфора, аскорбиновой кислоты и 34 химических элементов (Sr, Ba, Ag, Cu, V, Ti, , Pb, Ga, P, B, Zr, Nb, Sc, Y, Be, Sn, Co, Tl, Hg, Bi, Ce, Li), среди которых такие очень важные для роста и метаболизма растений, как Мо, Zn, B, Mn, Cr, Ni, и др.). Обнаружено высокое содержание микроэлементов в органическом веществе. Очевидно, биос озер (живые микроорганизмы и мертвое небиогенное вещество) оказывает энергичное биохимическое влияние на минеральную часть донных осадков и интенсивно разлагает даже очень стойкие к выветриванию минералы, в частности, акцессорные, из которых они извлекают главную часть микроэлементов. Проведенные группой "Шельф" полевые исследования показали, что внесение сапропелей в почву по определенным методикам значительно увеличивает урожайность многих сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: Шацкие озера, биогеохимия, сапропелевые илы.

Центральні частини більшості Шацьких озер (та ще багатьох озер Полісся) з глибини 7–10 м заповнені алевро-пелітовими, так званими сапропелевими, мулами, які на 47,6–66,25% складаються з пелітової маси, представленої переважно дрібненькими пластівцями сапропелевої органіки, тонкодисперсним кварцом, рештками польових шпатів та незначною домішкою глинистих мінералів. Маса цих мулів на 28,22–43,73% складена з алевриту з різними домішками піску (4,64–7,26%). Характерною рисою мулів є високий вміст у них органічного вуглецю, що змінюється в межах від 16,27 до 48,74%, за середнього 28,48%, що в перерахунку на органічну речовину в породі становить 28,05–84,03% (оз. Луки), за середнього 49,10% (Хмелівський, 2005). Отже, це практично чисто органічні осади, що дає підстави віднести їх до сапропелевих мулів (Лопотко, 1983). Вони дуже поширені в Шацьких озерах, де утворюють лінзоподібні поклади різної потужності. Якщо у таких великих озерах, як

Світязь, Люцимер, Пісочне, Пулемецьке та ін. сапропелі виповнюють найглибші частини озерної западини, де утворюють лінзи товщиною від 1 до 3–5 м, то в озерах Перемут і Луки вони вже майже повністю виповнили озерне ложе, і їхня потужність, за даними буріння, виконаного геологами "Укрбурмінводкаптаж" за участю членів студентської науково-дослідної групи "Шельф" Львівського національного університету ім. Івана Франка на початку 1980-х рр., перевищує 20 м (Хмелівський, 2005). Цілоком заповнені сапропелевими мулами такі дрібні озера, як Мошне, Карасинець, Соминець та багато інших, які перебувають на стадії заболочування і можуть досить швидко зникнути, якщо не вжити відповідних заходів для їхнього очищення від цих мулів, що дало б не тільки екологічний, а й практичний ефект, бо сапропелі є цінними корисними копалинами. Серед сапропелів Шацьких озер нами виявлені вапнякові, водоростево-вапнякові, водоростево-залізисті, водоростево-піща-

ності, водоростево-глинисті та змішано-водоростеві різновиди.

Макроскопічно сапропелі – це желеподібні пеліто-морфні мули темно-сірого, чорного, сірувато-чорного, бурувато-чорного та іншого кольору, рідко-пластичної консистенції. Цікавою рисою цих мулів є їхня хімічна агресивність, внаслідок чого мішечки з тканини, у які відбиралися проби, через деякий час були сильно роз’їдені, начебто в них налили міцного луку або кислоти: рН сапропелів постійно дорівнював 6,5. Після висушування на сонці мул перетворюється на темно-буру досить міцну і тверду, подібну до сухаря масу, яка важко розмокає у воді і не розчиняється навіть у концентрованому перекисі водню. При прокалюванні майже повністю згорає, лишаючи невелику кількість попелу, який складається переважно з пелітового та алевритового матеріалу і золи.

Біологічний загін “Шельфу” вивчав вміст у сапропеліях аміачної, нітратної та нітритної форм азоту і неорганічного фосфору. Дослідили також вміст аскорбінової кислоти і активність ферменту пероксидази, як своєрідних індикаторів активності окисно-відновних процесів. Виконано лабораторні дослідження впливу озерних сапропелів на ріст рослин.

Проби сапропелів для досліджень відбирали аквалангiсти по периметру озер через 400–500 м з глибини 3–7 м. Відібрано проби з озер Пісочне, Перемут, Луки, Соминець, Піщанське, Люцимер, Карасинець, Кримно. Проби висушували 48 год. на повітрі, а потім робили хімічні аналізи. Аміачну, нітратну і нітритну форми азоту, вміст неорганічного фосфору та аскорбінової кислоти і активність ферменту пероксидази визначали за методикою В.І. Баранова зі співавторами (1986). Для вивчення впливу сапропелів (водні витяжки у різних розведеннях) використовували пшеницю Альбідум 43 на піщаних культурах. Для аналізу відбирали три проби і для кожної робили по три повторні аналізи. Дані опрацьовували статистично з використанням варіаційних методів.

Результати досліджень показують, що вміст цих трьох форм азоту у різних озерах є різним. Озера Соминець, Перемут, Луки і Люцимер багаті на нітратну форму азоту, озера Карасинець, Піщанське, Кримно містять його менше. У озерах Соминець, Піщанське, Луки значний вміст нітритної форми азоту. Ця форма азоту хоча і слугує формою азотного живлення рослин, однак у великих концентраціях може стати токсичною для них, тому в разі використання сапропелів цих озер необхідна ретельна перевірка їх на токсичність і підбір оптимальних доз сапропелів.

Найбільший вміст аміачної форми азоту має оз. Луки (9,59 г), найменший – оз. Кримно (1,52 г). У решті досліджених озер цей вміст приблизно однаковий – 2–3 г на 100 г мулу.

У випадку використання сапропелів як добрив на полях необхідно враховувати кислотність ґрунтів і переважання у мулі тієї чи іншої форми азоту. Відомо, що за нейтрального або слабко лужного рН ґрунту швидше засвоюється аміачна форма, у разі кислішого рН (нижче 6,0) і високої концентрації солей у ґрунті – нітратна форма азоту. На це потрібно зважати під час складання карт удобрення полів сапропеліями.

Вміст неорганічного фосфору незначно відрізняється у всіх озерах і лежить у межах 1,6–2,3 мкг/мл.

Вміст аскорбінової кислоти у сапропеліях є порівняно незначним, але і цих кількостей достатньо для удобрення сільськогосподарських рослин. Роль аскорбінової кислоти різноманітна. Вона разом з глутатіоном активізує ті ділянки метаболізму, які є найвідповідальнішими за ріст: приблизно 80% кисню, що його використовують паростки для дихання, надходить через систему аскорбінова кислота – глутатіон. Зі збільшенням вмісту аскорбінової кислоти зростає газостійкість рослин. Унаслідок передпосівного замочування насіння пшениці, гороху, кукурудзи та інших рослин у 0,00025-молярному розчині цього вітаміну зростала інтенсивність дихання листя і зерна, пришвидшувався період обертання речовин у циклі Кребса, у цьому разі насіння проростало активніше, мало розвиненішу кореневу систему та з більшою швидкістю поглинало азотисті сполуки.

У сапропеліях також зафіксовано високий рівень ферменту пероксидази, що є одним з показників рівня окисно-відновних процесів. Пероксидаза ґрунтів, мабуть, бере участь у синтезі і розкладанні гумусових речовин (Баранов, 1986), розкладанні фенольних речовин рослинних решток, тому ми визначили її активність у паростках пшениці, які вирощували на сапропельових розчинах концентрації 1:10. Вона складає від 0,43 у мулах Луків до 0,68 у Піщанському.

У працях А.М. Маринина (1963), Б.К. Демидовича (1981), П.А. Коршунова (1983), А.А. Ганцова (1986, 1989) є відомості про практичне застосування сапропелів у сільському господарстві. Наприклад, на сапропеліях можна вирощувати рослини для зеленого корму тварин (Маринич, 1963; Лопотко, 1986). Завдяки використанню сапропелю як домішки до корму молодняка худоби вдавалося підвищувати їхню живу масу, а також у окремих випадках виліковувати його від деяких хвороб, зокрема бронхопневмонії (Євтушенко, 1988). В.К. Галабурда (1981) у виробничих умовах з’ясував, що в разі вирощування на сапропелієвих масах 1 кг вівса за дев’ять-десять днів дає 5 кг зеленої маси, а 1 кг кукурудзи – 10 кг зеленої маси.

Ми дослідили вплив сапропелю Шацьких озер у різних концентраціях на приріст зелених рослин пшениці сорту Альбідум 43. Рослини вирощували у пластмасових кюветках з піском, поливаючи розчином сапропелю. Контролем слугували рослини, що вирощувалися на водогінній воді з 1 мл KMnO_4 на 1 г листя.

Був перевірений вплив на ріст і біохімічні показники тепличних томатів та огірків сапропелю озера Мошне. В роботі використовували насіння томатів сорту Харківський та огірків сорту Конкурент і Зозуля. Сапропель відбирали вручну з глибини 2–3 метри і висушували до повітряно-сухої маси. Насіння овочів замочували на 3 години у розчині сапропелів 1:20, підрощували в чашках Петрі у термостаті на протязі 7 дб і висаджували у ґрунт теплиці. Висаджені рослини поливали витяжкою сапропелів тієї ж концентрації раз на 3 дні. У проростків визначали морфометричні показники та вміст хлорофілу в листках, а при досяганні плодів проводили біохімічний аналіз на вміст білку, цукрів, нітратів та аскорбінової кислоти. За дії сапропелю спостерігалась стимуляція

проростання насіння томатів на 20–31%, огірків – на 21–47% у залежності від сорту. У проростках підвищувався вміст хлорофілів, нітратів. Вага плодів огірків та томатів зростала в середньому на 50 грамів при підвищенні врожайності з куца. Покращувалась і якість продукції – вміст білку зростав від 0,78 до 0,86%, цукрів від 0,96 до 2,01%, аскорбінової кислоти від 22,4 мг% до 43,6 мг% при зниженні вмісту нітратів як у огірках, так і у томатах.

За даними А.А. Ганцова (1989), сапропелеві мули можна також застосовувати як лікувальні грязі; у промисловості для виробництва різноманітних хімікатів, керамічних виробів, цегли, ізоляційних матеріалів (Добрук, 1981) тощо; у гірничій справі для виготовлення бурових і тампонажних розчинів (Лопотко, 1968, 1983; Косаревич, 1987).

Спектральні аналізи сапропелів засвідчили наявність у них великого комплексу мікроелементів. Тут виявлено велику групу хімічних елементів, з яких 28 є рідкісними та розсіяними: Sr, Ba, Ag, Cu, V, Cr, Ti, Pb, Ga, P, Zr, Nb, Sc, Y, Be, Sn, Co, Tl, Hg, Bi, Ce, Li. У цьому комплексі мікроелементів є такі важливі для росту і метаболізму рослин мікроелементи, як Mo, Zn, B, Mn, Cr, Ni та ін. (Хмельський, 2005).

З огляду на те, що головною складовою сапропелевих мулів є органічна речовина, значний інтерес становить вивчення взаємозв'язку $C_{\text{орг}}$ з мікроелементами. Для виділення асоціації елементів, які перебувають у мулах у певному взаємозв'язку, використано факторний аналіз.

За значеннями факторних навантажень можна виділити асоціації елементів, які однаково реагують на дію відповідних чинників. Такі елементи у факторному просторі утворюють компактні групи. Привертає увагу те, що у розподілі всіх без винятку елементів у мулах провідну роль відіграє чинник F_1 . У полі чинників $F_{1,2}$ виділяють три асоціації: 1) $C_{\text{орг}} - \text{Co} - \text{Ga} - \text{V} - \text{Y} - \text{Zn} - \text{Mo}$; 2) $\text{B} - \text{Ag} - \text{Pb} - \text{Sr} - \text{Ba}$; 3) $\text{Cr} - \text{Mn} - \text{Ni} - \text{Cu}$. Якщо на розподіл елементів першої асоціації впливає чинник F_1 , то на розподіл компонентів другої і третьої асоціації діє також чинник F_2 . Причому ці асоціації є полярними одна до одної.

За даними літолого-мінералогічних досліджень зразків мулів з екстремальними значеннями чинника F_2 , на розподіл B, Ag, Pb, Sr, Ba, Cr, Mn, Ni, Cu впливають наявні у мулах кальцит, польові шпати і глинисті мінерали. Елементи, які асоціюють з $C_{\text{орг}}$, належать до типових органіфільних (Добрук, 1981). Для органічної речовини характерним є накопичення Co, Ga, V, Y, Zn, Mo і ін. у вигляді металоорганічних комплексних сполук сорбованих або адсорбованих домішок. Цей процес починається у живому організмі і продовжується після його руйнування і захоронення при взаємодії з навколишнім середовищем. Висока збагаченість органіки мікроелементами може бути пов'язана з їхнім накопиченням живою біомасою у вигляді металоферментів та інших білкоподібних утворень. Судячи з отриманих результатів,

біос Шацьких озер (як живі мікроорганізми, так і мертва небіогенна речовина) чинить енергійний біохімічний вплив на мінеральну частину донних осадів та інтенсивно руйнує (звітрює) навіть дуже стійкі мінерали, такі як акцесорні, з яких вони вилучають і засвоюють багато які із наявних у них мікроелементів. Внаслідок відмирання й осадження великих мас органічних решток за умов повільної деструкції біомаси відбувається концентрація елементів, зумовлена сорбцією відповідних іонів білковими фрагментами за іонообмінним і адсорбційним механізмом.

Зазначимо, що використання сапропелевих мулів у різних галузях господарства веде до розболочування озер, що перебувають на останніх стадіях замулювання та заболочування. Саме тому чимало озер можна було б використовувати, з одного боку, для розведення риби, а з іншого, – для рекреації та інших цілей.

Література

- Баранов В.И., Косарчин С.В., Слипецкий С.В. Изучение биохимического состава и биологической активности сапропелей озер Шацкой группы // Вестн. Львов. ун-та. - Сер. геол. - 1986. - Вып. 9. - С 60-70.
- Галабурда В.К., Коршунов П.А., Бруй Л.К. Облегченные цементно-сапропелевые растворы // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. - Минск: Наука и техника, 1981. - 140 с.
- Ганцов А.А., Лаженицына В.И. Применения сапропелей и горючих сланцев для приготовления буровых растворов. - Минск: ХТГ, 1986. - 240 с.
- Ганцов А.А., Пахомова О.В. Сапропели и их использование в народном хозяйстве. - М.: Недра, 1989. - 45 с.
- Демидович Б.К., Шубин М.И., Брель С.С. Применение органической сапропелей в производстве кирпича // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. - Минск: Наука и техника, 1981. - 350 с.
- Добрук Е.А. Эффективность применения сапропелевых брикетов при подкормке молодняка свиней на откорме // Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве. - Минск: Наука и техника, 1981. - 350 с.
- Евтушенко Г.С., Косаревич И.В., Мавлютов М.Р. Буровые растворы и тампонажные растворы на основе торфа и сапропелей // Геол. методы поисков и разведки месторождений твердых горюч. ископаемых: Обзор ВНИИ экон. минер. сырья и геол.-развед. работ (ВИЭМС), 1988. - 30 с.
- Использование сапропелей в сельском хозяйстве // Тр. Свердлов. с-х ин-та. - Свердловск, 1968, т. 17, 360 с.
- Коршунов П.А., Бруй А.К., Плеханова А.А. Опыт внедрения цементно-сапропелевого раствора // Пути повышения скоростей бурения геолого-разведочных скважин в осложненных условиях. - Минск, 1983. - 160 с.
- Косаревич И.В., Битюгов Н.И., Шмавовянец В.Щ. Сапропелевые буровые растворы. - Минск: Наука и техника, 1987. - 40 с.
- Лопотко М.З., Евдокимова Г.А. Сапропелевые удобрения. - Минск: Наука и техника, 1983. - 540 с.
- Лопотко М.З., Евдокимова Г.А. Сапропели и продукты на их основе. - Минск: Наука и техника, 1986. - 400 с.
- Маринич А.М. Геоморфология Южного Полесья. - Киев: КГУ, 1963. - 250 с.
- Хмельський В.О., Костюк О.В., Баранов В.І. Біогехімія сапропелевих мулів // Вісник Львів. ун-ту. - Сер. геол. - 2005. - Вип. 20. - С. 15-25.