

## Біогенні елементи сапропелевих покладів Волинської області

Розглянуто геохімію біогенних елементів в органо-мінеральних відкладах водойм Волинської області. Вказані джерела надходження біогенних елементів, проаналізовано особливості їх розподілу в донних відкладах озер, розташованих у різних ландшафтних умовах області. У сапропелях озер Волинської області міститься незначна кількість сірки – 1–1,8 %, загального азоту – до 4,5 %. Вміст калію коливається в межах 0,06–0,48 %, фосфору – 0,09–1,38 %. В органічних сапропелях вміст заліза становить 0,1–9,3 % на суху речовину, кремнеземистих – 0,3–12,4 %, карбонатних – 0,2–10,3 % (на суху речовину). З'ясовано значення елементів (Fe, S, N, K, P) для визначення якості донних відкладів і можливості їх використання в різних галузях господарства.

**Ключові слова:** озеро, донні відклади, біогенні елементи.

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Волинська область – регіон з обмеженими мінеральними ресурсами. Тому сапропелеві відклади є перспективною сировиною для багатьох галузей економіки області і є продукцією, з якою регіон може вийти на зовнішні ринки.

Якість органо-мінеральних відкладів визначається насамперед вмістом органічних речовин і мікроелементів. Для використання у тваринництві найкраще підходять сапропелі, збагачені кальцієм із вмістом органічної речовини понад 70 %, у медицині, для виробництва будівельних матеріалів – вміст золи повинен становити не більше 25 %, летучих речовин – не менше 60 % [12].

В аспекті господарського використання донні відклади водойм Волинської області вивчені недостатньо. Детального дослідження потребують водойми для виявлення можливості використання їх відкладів на місцевих підприємствах.

**Аналіз останніх досліджень цієї проблеми.** Питання вмісту біогенних елементів і використання сапропелів у господарстві висвітлені в працях вітчизняних і зарубіжних дослідників. Зокрема, перспективи використання сапропелів Волинської області в сільському господарстві й інших галузях господарства досліджені в праці [12]. Узагальнення щодо концентрації і вертикальної диференціації біогенних елементів у донних відкладах озер Українського Полісся здійснено в роботі [2]. Біогеохімію сапропелевих мулів Шацьких озер і, відповідно, ефективність використання їх як органічних добрив розглянуто в праці [11]. З'ясування концентрації і вертикальної диференціації біогенних елементів у донних відкладах різнотипних водойм Волинської області потребують детального вивчення.

**Мета і завдання дослідження.** Основною метою дослідження є оцінка вмісту біогенних елементів (Fe, S, N, K, P) у сапропелевих відкладах водойм Волинської області; встановлення зв'язку між вмістом тих чи інших біогенних елементів і господарською цінністю різних типів сапропелів. Для реалізації мети потрібно здійснити аналіз вмісту біогенних елементів; з'ясувати джерела надходження їх у донні відклади; виявити розподіл цих елементів у вертикальному розрізі сапропелевих відкладів окремо взятих озер; з'ясувати відмінності в концентрації біогенних елементів озер різнотипних ландшафтних зон Волинської області.

**Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження.** До біогенних елементів належать: залізо (Fe), фосфор (P), калій (K), азот (N), сірка (S) та їхні сполуки ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SO}_3$ ). Режим біогенних елементів (насамперед азоту і фосфору) тісно пов'язаний з інтенсивністю біохімічних процесів в озерах.

Кількісні та якісні показники вмісту мінеральних компонентів у сапропелях області залежать від надходження речовини в озеро з поверхневим і підземним стоком та від комплексу фізико-хімічних і біохімічних процесів, що відбуваються в самій водоймі. Мінеральна частина в сапропелях різних типів складає: в органічних – 6–30 % на суху речовину, у кремнеземистих і карбонатних – 30–85 % [6].

Фосфору належить вирішальна роль у забезпеченні продуктивності водойм і регуляції енергетичних процесів клітинного обміну. Джерелами надходження фосфору є виніс його з організмів при їх розпаді, вивітрювання порід, ерозія дна і господарська діяльність людини. Забрудненню річкових вод фосфором і пов'язаний із цим евтрофікації водойми сприяє застосування на водозборах фосфорних добрив [9].

У сапропелях присутні неорганічні й органічні сполуки фосфору. Неорганічні (сполуки із залізом, алюмінієм, кальцієм) форми фосфору переважають в евтрофних озерах, що пояснюється швидкою мінералізацією органічної речовини [3]. Органічні форми фосфору нагромаджуються в сапро-

пелях дистрофних озер, де вони пов'язані з гуміновими кислотами і важкогідролізованою частиною органічної речовини [10].

Підвищений вміст фосфору спостерігається в сучасних шарах сапропелю озер, що знаходяться під значним антропогенним впливом, так як збільшення надходження фосфору в озера спричинене насамперед діяльністю людини [13]. Рівень фосфорного навантаження критичний в озерах, що розміщені в межах населених пунктів. Інтенсивним є надходження фосфору із сільськогосподарських підприємств і з комунальними стоками.

Вміст фосфору є важливим показником при використанні сапропелів як добрив. Важливість внесення сапропелевих добрив для підвищення вмісту рухомого фосфору в ґрунті виявляється в зниженні кислотності і збільшенні кількості певних видів бактерій. Суттєву роль має показник вмісту фосфору в сапропелі при його використанні як кормових добавок для підгодівлі тварин. При виробництві кормових добавок вміст  $P_2O_5$  повинен становити 0,1–2,0 % від загальної маси сухої речовини [12].

Седиментація заліза тісно пов'язана із фізико-хімічними умовами і трофічністю озер. Завдяки здатності утворювати окисні й закисні форми залізо чітко реагує на зміни в окисно-відновних умовах водної маси [6]. В озерах зі стійким окислювальним середовищем іонні сполуки заліза, що поступають у водойму, швидко гідролізуються, окислюються і разом із гідрогелями випадають в осад. У таких озерах нагромадження заліза проходить за рахунок орґано-мінеральних сполук.

Інший характер механізму відкладення заліза в озерах з нестійким окислювальним середовищем. У таких водоймах поведінка заліза визначається його сезонною міграцією в системі *водна маса – осад*. При насиченні вод киснем сполуки заліза окислюються і випадають в осад, а з настанням відновних умов залізо мігрує з осаду у водну масу [8].

У сапропелях дистрофних озер зі стійким відновним середовищем спостерігається підвищений вміст гумінових кислот зі значною кількістю гідроксильних і карбоксильних груп, по яких відбувається приєднання металів. При цьому найбільш сприятливим для утворення комплексів заліза з гуміновими кислотами є слабкокислое середовище, яке створюється в гумусових дистрофних озерах [6].

Як засвідчує аналіз фондових матеріалів Київської геологорозвідувальної експедиції, в органічних сапропелях вміст  $Fe_2O_3$  становить 0,1–9,3 % на суху речовину, кремнеземистих – 0,3–12,4 %, карбонатних – 0,2–10,3 %, змішаних – 4,5–22,3 % (табл. 1).

Таблиця 1

Середні показники вмісту біогенних елементів у різнотипних озерах Волинської області,  
% на суху речовину\*

Озеро	Вміст біогенних елементів, % на суху речовину				
	$K_2O$	$P_2O_5$	$S_{загальна}$	$N_{загальний}$	$Fe_2O_3$
Болотне	0,24	0,09	0,48	0,51	0,91
Велика Близна	0,29	0,89	1,10	1,96	3,77
Велике Піщанське	0,34	0,39	1,42	3,05	2,76
Горожанське	0,06	0,03	0,24	0,51	0,27
Гривенське	0,25	1,07	1,07	2,26	4,44
Кустичі	0,06	0,03	0,18	0,24	0,34
Мале Зґоранське	0,29	0,25	1,17	2,8	2,12
Неретва	0,07	1,32	1,92	1,76	6,37
Охнич	0,24	0,16	0,89	3,27	1,59
Пересіка	0,06	0,40	1,03	0,36	1,25
Погоріле	0,15	0,14	0,76	1,65	2,12
Прибич	0,21	1,38	0,14	3,16	1,42
Рудно	0,06	0,08	0,34	0,71	0,90
Селецьке	0,48	0,17	0,64	0,57	1,52
Сільське II	0,40	0,47	0,97	1,5	0,91
Скомор'є	0,14	0,15	2,33	4,28	2,22
Тагачинське	0,09	0,04	0,36	0,33	0,21
Тростне	0,37	0,16	1,35	2,67	2,28
Тростянецьке	0,18	0,15	0,22	0,44	1,25
Ухово	0,27	0,27	1,15	1,7	1,65
Чорне II	0,18	0,20	0,92	1,93	1,17

\* Узагальнено за фондовими матеріалами Київської геологорозвідувальної експедиції.

При використанні сапропелів як вітамінно-мінеральної добавки для великої рогатої худоби вміст  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  повинен становити в межах 0,1–15 % на суху речовину. Для використання в гязелікуванні – в межах 17 % [12].

У сапропелях виявлений високий вміст загального азоту – до 4,5 % на суху речовину, що в основному має органічне походження. Аміачний азот складає 0,4–0,8 %, рухомий – 6–35 %, а до складу амінокислот входить до 50 % загального азоту [7]. Хімічний склад азотистих сполук зумовлений видами сполук азоту (білків і цукру), що надходять у відклади із залишками рослинних і тваринних організмів, а також сукупністю фізико-хімічних і мікробіологічних перетворень у процесі сапропелеутворення [6]. Вміст азоту в сапропелевих відкладах має важливе значення для використання його в сільському господарстві як органо-мінеральних добрив.

У сапропелях озер Волинської області міститься, як правило, незначна кількість сірки – 1–1,8 %, і лише з глибиною залягання цей показник зростає до 2,3–2,4 % (рис. 1). Надходження сірки в донні відклади залежить від специфіки водозбірного басейну, а також окисно-відновних умов у самому озері.

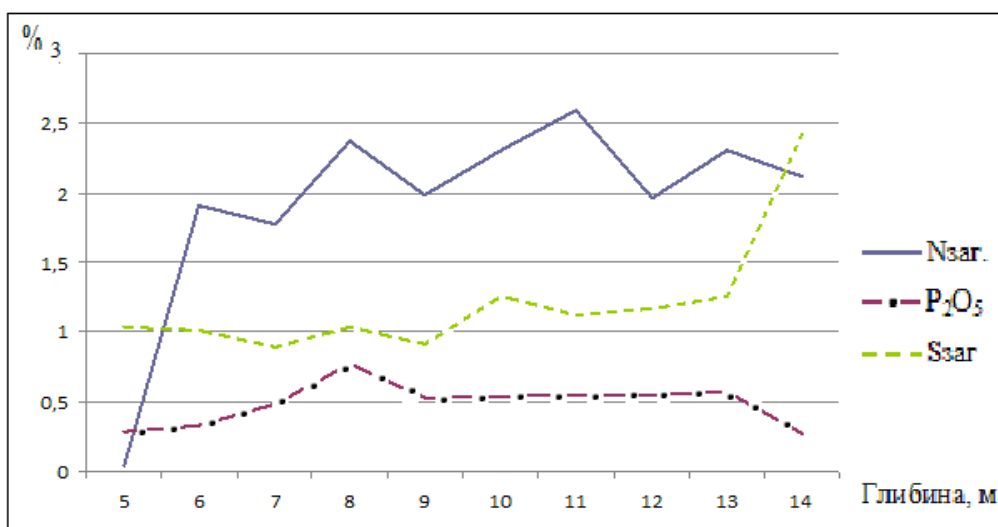


Рис. 1. Вертикальний розподіл біогенних елементів ( $N_{\text{заг.}}$ ,  $P_2O_5$ ,  $S_{\text{заг.}}$ ) в донних відкладах озера Ухове (Ковельський район)

Основними формами сірки в сапропелях є органічна, сульфатна і сульфідна. Основна її частина від загального об'єму знаходиться в складі органічної речовини. Нагромадження сірки відбувається внаслідок поглинання сульфат-іонів планктоном. Згодом, під час мінералізації органічної речовини, сірка мінералізується.

Важливим є показник вмісту сірки в сапропелях для оцінки можливості використання їх у тваринництві для підгодівлі худоби. Вміст  $\text{SO}_3$  в цьому випадку допустимий у межах 0,1–3 %. Для використання сапропелів як лікувальних гязей  $\text{SO}_3$  допустимий у кількості 5,0 % від сухої речовини.

Нагромадження калію та його сполук у водоймах, а також його седиментація в донних відкладах визначається розмірами теригенного матеріалу. Калій входить до складу алюмосилікатних глинистих матеріалів і зв'язаний із тонкодисперсною формою відкладів. Він є у складі польових шпатів і глинистих мінералів [2]. Рухомий калій важливий елемент живлення рослин. Тому його наявність у сапропелях є показником цінності сапропелевих відкладів.

**Висновки й перспективи подальших досліджень.** Сапропелеві поклади озер Волинської області мають такі мінімальні й максимальні середні показники вмісту біогенних елементів по окремих озерах (% на суху речовину):  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,06–0,48;  $P_2O_5$  – 0,03–1,38;  $S_{\text{заг.}}$  – 0,14–2,33;  $N_{\text{заг.}}$  – 0,24–3,27;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 0,21–6,37.

Вертикальний розподіл біогенних елементів (на прикладі озера Ухове Ковельського району) має чітку закономірність різкого збільшення вмісту  $N_{\text{заг.}}$  з глибини 5 м до глибини 6 м (від 0,5 до 2 % на суху речовину). Вміст  $P_2O_5$  відчутно збільшується на глибині 8 м, починаючи з глибини 13 м, його концентрація поступово зменшується.  $P_2O_5$  на глибинах 5–13 м становить 0,8–1,2 % на суху речовину, з глибини 13 м його вміст різко збільшується (на глибині 14 м – 2,4 %).

У подальшому слід здійснити комплексний геохімічний аналіз різнотипних озер Волинської області та виявити забруднюючі компоненти (радіонукліди, пестициди, важкі метали та ін.) у донних відкладах для розробки заходів щодо їх раціонального використання.

#### *Джерела та література*

1. Дрabbкова В. Г. Озеро и его водосбор – единая природная система / В. Г. Дрabbкова, И. Н. Сорокин. – Л. : Наука, 1979. – 195 с
2. Ільїн Л. В. Біогенні елементи донних відкладів озер Українського Полісся як індикатори природних і антропогенних процесів / Л. В. Ільїн, В. С. Коваль // Наук. вісн. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Географічні науки. – 2008. – № 1. – С. 5–9.
3. Кольцов А. Б. Современные осадки малых озер Прибалтики и Карелии : автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук / А. В. Кольцов. – Л., 1978. – 20 с.
4. Красноберская О. Г. Дозы сапропеля на легких почвах и динамика его азота / О. Г. Красноберская, Н. А. Походная // Материалы VIII Науч. техн. конгр. молодых ученых Ин-та торфа АН БССР. – Минск : [б. и.], 1989. – С. 167–170.
5. Краулерс Я. К. Химические свойства азот-содержащих веществ сапропелей и их биологическая ценность : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Я. К. Краулерс. – Елгава, 1970. – 23 с.
6. Курзо Б. В. Генезис и ресурсы сапропелей Белоруссии / Б. В. Курзо, С. В. Богданов. – Минск : Наука и техника, 1989. – 176 с.
7. Лопотко М. З. Технология добычи и основные направления использования сапропелей / М. З. Лопотко // Твердые горючие отложения Белоруссии и проблемы охраны окружающей среды. – Минск : [б. и.], 1992. – С. 86–94.
8. Мартынова М. В. Азот и фосфор в донных отложениях озер и водохранилищ / М. В. Мартынова. – М. : Наука, 1984. – 160 с.
9. Рубанов В. С. Проблемы использования сапропелей в народном хозяйстве / В. С. Рубанов, Н. Н. Коршун. – Минск : Наука и техника, 1976. – 19 с.
10. Сопильняк Н. Т. Влияние содержания подвижных форм Р и К в почве на урожайность и крахмалистость картофеля / Н. Т. Сопильняк // Пути увеличения урожая картофеля. – М. : [б. и.], 1989. – С. 28–38.
11. Хмелівський В. Біогеохімія сапропелевих мулів Шацьких озер / П. Вовк, В. Баранов, О. Костюк // Озера та штучні водойми України: сучасний стан й антропогенні зміни : матеріали I Міжнар. наук.-практ. конф. (22–24 трав. 2008 р.). – Луцьк : [б. в.], 2008. – С. 82.
12. Шевчук М. Й. Сапропелі України: запаси, якість та перспективи використання : монографія / М. Й. Шевчук. – Луцьк : Надстир'я, 1996. – 384 с.
13. Якушко О. Ф. Озероведение. География озер Белоруссии / О. Ф. Якушко. – Минск : Вышэйш. шк., 1981. – 223 с.

**Соловко Дмитрий. Биогенные элементы в донных отложениях водоемов Волинской области.** Рассмотрена геохимия биогенных элементов в органико-минеральных отложениях водоемов Волинской области. Указаны источники поступления биогенных элементов, проанализированы особенности их распределения в донных отложениях озер, расположенных в разных ландшафтных условиях области. Показана роль хозяйственной деятельности человека в увеличении концентрации биогенных элементов у сапропелевых отложениях. В сапропелях озер Волинской области содержится незначительное количество серы – 1–1,8 %, общего азота – до 4,5 %. Содержание калия в пределах 0,06–0,48 %, фосфора – 0,09–1,38 %. В органических сапропелях содержание железа составляет 0,1–9,3 % на сухое вещество, кремнеземистых – 0,3–12,4 %, карбонатных – 0,2–10,3 % (на сухое вещество). Установлено значение элементов (Fe, S, N, K, P) для определения качества донных отложений и возможности их использования в различных отраслях хозяйства.

**Ключевые слова:** озеро, донные отложения, биогенные элементы.

**Solovko Dmytro. Biogenous Elements of Sapropelic Deposits in the Volyn Region.** The geochemistry of biogenous elements has been examined in organic mineral deposits found in water bodies in Volyn. The sources of the influx of biogenous elements has been indicated, and an analysis has been made of the peculiarities of their distribution in the bottom sediments of lakes which were located in different topographical settings in the region. In sapropel Lakes in Volyn region contains, a small amount of sulfur – 1–1,8 % of total nitrogen – up to 4,5 %. Potassium content ranges between 0,06–0,48 %, phosphorus – 0,09–1,38 %. In organic sapropel  $Fe_2O_3$  content is 0,1–9,3 % of dry matter, siliceous – 0,3–12,4 % carbonate – 0,2–10,3 % (on dry basis). The importance of each of the following elements – Fe, S, N, K, P – in determining the quality of ground deposits and the possibilities for utilizing them in different spheres of the economy has been elucidated.

**Key words:** lake, ground deposits, biogenous elements.

Стаття надійшла до редколегії  
17.04.2013 р.