



Розділ II. Екологія

УДК 911.2:556.55(477.81)

DOI: <https://doi.org/10.29038/NCBio.25.1-2>

Дослідження екологічних аспектів при видобуванні донних відкладів з озерних екосистем Волині

М. Й. Шевчук

Волинський національний університет імені Лесі Українки, Луцьк, Україна

Адреса для листування: eenu_shevchuk@ukr.net

Отримано: 17.01.25; прийнято до друку: 15.05.25; опубліковано: 30.06.25

Резюме. Узагальнено п'ятнадцятирічні результати наукових досліджень впливу видобування донних відкладів на екологічний стан озер Волині. Встановлено, що за даними детальної геологорозвідки балансові запаси сапропелів у Волинській області становлять 86 млн т 60 % вологості, або біля 95 % розвіданих в Україні. Основна їх кількість зосереджена у Ковельському і Камінь-Каширському районах. Узагальнення їх екологічного стану показало, що в 20% обстежених озер глибина води не перевищує одного метра, а глибина нашарувань донних відкладів від 8,8 до 11,5 м. Для таких озер процеси евтрофікації набули незворотного характеру і ніякі запобіжні заходи (заселення рослинних риби) не зможуть відновити їх гідрологічної ролі. В таких випадках технічна меліорація водойм шляхом екскавації донних відкладів є найбільш дієвою, а в більшості випадків єдиним заходом відновлення їх гідрологічної і рекреаційної ролі [6, 15, 18, 20].

Окрім запасів і якісних показників сапропелю основна увага в дослідженнях спрямовувалася на екологічні аспекти екскавації донних відкладів. Проаналізовано результати досліджень впливу на екологічний стан озер двох технологій видобування сапропелю: гідромеханізованого і грейферного, на різних за типом їх формування.

При оцінці впливу розробки донних відкладів на екологічні аспекти водойм, результати порівнювалися з гранично допустимими концентраціями інгредієнтів, згідно з вимогами до складу та властивостей води об'єктів, які використовуються для рибогосподарських цілей.

Ключові слова: екологія, інгредієнти, сапропелі, запаси, донні відклади, технології розробки, озерні екосистеми, гідрологічна роль, застосування сапропелю.

Research on the Environmental Aspects of Bottom Sediment Extraction from Lake Ecosystems in Volyn

M. Y. Shevchuk

Lesya Ukrainka Volyn National University, Lutsk, Ukraine

Correspondence: eenu_shevchuk@ukr.net

Abstract. The article summarizes fifteen years of scientific research on the impact of sediment extraction on the ecological state of Volyn lakes. The research results have shown that, according to detailed geological exploration, the balance reserves of sapropels in the Volyn region amount to 86 million tonnes of 60 % moisture content, or about 95 % of those explored in Ukraine. Most of them are concentrated in the Kovel and Kamen-Kashyr districts. A generalization of their ecological condition showed that the water depth in 20 % of the surveyed lakes does not exceed one metre, and the depth of sediment layers ranges from 8.8 to 11.5 metres. For such lakes, eutrophication processes have become irreversible, and no preventive measures (introduction of herbivorous fish) will be able to restore their hydrological role. In such cases, technical reclamation of water bodies by excavating bottom sediments is the most effective and, in most cases, the only measure to restore their hydrological and recreational role [6, 20].

In addition to the reserves and quality indicators of sapropel, the research focused on the environmental aspects of bottom sediment excavation. The results of studies of the impact on the ecological state of lakes of two sapropel extraction technologies, hydromechanised and grabbing, on different types of their formation are analysed.

When assessing the impact of sediment extraction on the ecological aspects of water bodies, the results were compared with the maximum permissible concentrations of ingredients, according to the requirements for the composition and properties of water of objects used for fisheries purposes.

Key words: ecology, ingredients, sapropels, reserves, bottom sediments, development technologies, lake ecosystems, hydrological role, sapropel use.

ВСТУП

Видобування донних відкладів, зокрема сапропелю, з озерних екосистем вже тривалий час привертає увагу дослідників через потенційний вплив на довкілля. Озера Волині відіграють важливу роль як природні ресурси та одночасно є чутливими екологічними системами, що потребують ретельного моніторингу та охорони. Незважаючи на економічну доцільність використання сапропелю у сільському господарстві та промисловості, процес його видобування може суттєво змінювати гідрологічний режим, порушувати середовище існування водних організмів і погіршувати якість води.

Розуміння масштабів і характеру такого впливу є необхідним для розробки ефективних підходів до сталого управління водними екосистемами. Метою даного дослідження є узагальнення та систематизація наявної інформації про екологічні наслідки видобування донних відкладів в озерах Волині на основі архівних матеріалів, наукових публікацій та власних досліджень автора. Такий підхід дозволяє комплексно оцінити екологічні ризики та надати рекомендації для збереження озерних екосистем регіону.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Узагальнення результатів наукових досліджень по впливу видобування донних відкладів на екологічний стан озер Волині проводилося на основі архівних матеріалів, публікацій автора та повідомлень у періодичних виданнях.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Водойми – одна із складових елементів природного агроландшафту, які мають прямий вплив на гідрологічні, ґрунтотвірні процеси, що формують флору та фауну озера і прилеглих до нього територій. В межах свого басейну визначають характер площинного змиву і є місцем акумуляції органічних і мінеральних речовин, які надходять в озеро шляхом поверхневого та підземного стоків [9, 13, 19].

Зміни під впливом антропогенних факторів сприяють різкій активізації продуктивно-біологічних процесів у водоймах, підвищенню їх трофічного рівня в результаті збільшення біогенних елементів у воді. Евтотрофність озер погіршує якість води, обезцінює водойму як джерело водопостачання, озера втрачають здатність до самоочищення, заболючуються і замулюються [8, 12].

Сапропелі – типові відклади прісноводних водойм, які є цінним природним ресурсом органічної речовини: відмерлих залишків і продуктів розкладу

флори і фауни без участі вищих рослин. За агрохімічними властивостями наближаються до торфу по їх органічному походженні, наявності залишків організмів, які не досягли повної мінералізації, в значному вмісті органічної речовини, в умовах формування. Вік донних відкладів в сучасних озерах, за даними пілкового аналізу та визначення абсолютного віку за С, не перевищує 12 тис. років [20].

Природна евтрофікація озер супроводжується антропогенним впливом, що призводить до корінної зміни еволюції озерних екосистем, оскільки переважна більшість господарських заходів є каталізатором денутаційних і акумулятивних процесів, як у водозбірній частині озерного басейну, так і в самій водоймі. При цьому азональні, вузько-локальні особливості екваторії водойми мають першочергове значення, визначаючи хід процесів осадконакопичення протягом історії їх розвитку після льодовикового періоду [1, 3].

Прискорення осадконагромадження супроводжується зростанням вмісту в донних відкладах органічних речовин, що сприяє обміненню озер. Результати порівняння швидкості накопичення сапропелю в слабо- і сильнозмінених умовах (ландшафтах) показали, що замулення озер під впливом антропогенного фактору проходить зі швидкістю в рази більшою, ніж в природних екосистемах [10, 15].

Основу сапропелів складає органічна речовина макрофітного типу, утворена переважно із відмерлих залишків флори і фауни власне водойми: органічна речовина планктонного типу, формування якої відбувається за рахунок автохтонних процесів біологічного життя озера; органічна речовина гумусного типу, яка складається з аллохтогенних розчинених і колоїдальних гумусових речовин. Компонентний її склад представлений вуглеводами різної складності, азотовмісними сполуками, речовинами протеїноподібної і гумусової природи, жирними кислотами і бітумінозними продуктами [2, 7].

Основними фракціями органічної речовини сапропелю є гумінові і легкогідролізовані сполуки, які становлять більше половини органічної речовини і інертні в геохімічному відношенні важко гідролізовані, які і формують його властивості [2].

Висока заозерненість Волинської області (0,7 %) супроводжується значними запасами донних відкладів, середня товщина яких перевищує 6 і більше метрів. В озерах Ковельського (Шацького) району у 90 % озер середня глибина донних нашарувань 3,8–6,8 м, а в озерах Велике Піщанське і Довге Ковельського (Шацького) району 14 і більше м. Із досліджених озер на Волині: глибина води у 18 озер (9,7 %) 0,15–0,48 м; 19 (10,2 %) – 0,53–1 м; 37 (19,9 %) 1,05–1,48 м; 28 (15 %) 1,52–1,94 м; 84 (45,2 %) перевищує 2 метри [20, 21].

Із розвіданих балансових запасів (таблиця 1), 46,3 млн т (68,7 %) становлять змішані органо-вапнякові, вапнякові, органо-залізісті, вапняково-залізісті види, які придатні до використання в якості добрива, та кормових добавок і 10,3 млн т (16,2%) кластогенного типу органо-піщані і органо-глиністі як добрива і лікувальні грязі [6, 12, 16, 20].

У багатьох озерах Західного регіону України, особливо в малих за розмірами, які найбільш повно відображають мікрональні особливості територій, заповненість донними відкладами сягає 80–90 %. В значній частині озер площі під сапропелем значно

перевищують водне дзеркало. В озерах Глибоке, Озірце, Довге, Клюськ площа водного дзеркала в 1,4 раза менша площі залягання донних відкладів. Подібний стан і в озерах Погоріле, Рудно, Грибне, Щуче, Городянське, Герасимово, Люкоття, де площі залягання сапропелю перевищують водне дзеркало в 1,7–1,5 рази. В озерах Болотяне, Димино та Білин площа водного дзеркала відповідно 1,9; 3,4; 0,5 га, тоді як під сапропелем зайнято 6,6; 14,4; 2,2 га, або більше як в 3,5; 4,3; 4,4 рази відповідно [5, 7, 19, 21].

Таблиця 1

Розвідані запаси сапропелю в озерах Західного регіону України (на 01.01.1993 р.).

Області	Стадія розвідки	Кількість родовищ	Балансові запаси сапропелю, тис. т
Волинська	Детальна А	76	40041,1
	Пошуково-оціночна	115	23580,8
Рівненська	Детальна А	19	6229,2
	Пошуково-оціночна	18	2151,9
Всього:	Детальна А	95	46270,3
	Пошуково-оціночна	133	25732,7

Показовим в цьому плані є нашарування відкладів у озерах Шацької групи, де щорічне їх нагромадження від 7,1 (о. Чорне) до 34,3 (М. Піщанське) тис. т, при глибині водного дзеркала 0,1 (М. Піщан-

ське) - 0,97 (Линовець) м, з максимальною глибиною донних відкладів 8,8 (М. Піщанське) до 12,5 (Луки) м (таблиця 2).

Таблиця 2

Окремі показники екологічного стану озер Шацької групи

Назва озера	Роки досліджень	Запаси сапропелю, тис. т 60 % вологості	Середня глибина води, м	Глибина сапропелю, м	
				максимальна	середня
М. Піщанське	1983-1986	196,1	0,42	8,3	3,34
	2004-2007	814,0	0,1	8,8	4,5
Линовець	1983-1986	127,8	2,0	11,0	6,43
	2004-2007	612,0	0,97	11,3	6,56
Луки	1983-1986	3077,6	1,05	9,3	3,36
	2004-2007	3312,5	0,67	12,5	4,24
Олешно	1983-86	127,2	1,28	11,0	4,87
	2004-2005	315,0	0,67	11,4	6,77
Чорне	1983-1986	254,0	1,25	9,7	4,01
	2004-2007	381,0	0,95	10,0	5,84

Для таких озер процеси евтрофікації набули незворотнього характеру і ніякі запобіжні заходи (заселення рослинних риба-амурів) не зможуть відновити їх гідрологічної ролі [1, 15]. В таких випадках технічна меліорація водойм шляхом екскавації донних відкладів є найбільш дієвою, а в

більшості випадків єдиним заходом їх відновлення (таблиця 3).

Ступінь і інтенсивність змін характеристик водних екосистеми в значній мірі залежить від способів, обсягів і тривалості видобутку сапропелю. Збільшення глибини і об'єму водної маси призво-

дить до стабілізації газового і температурного режимів. На ділянках з глибинами 5-8 м створюється чітко виражена стратиграфія, а зміна окисно-відновних умов викликає зсув геохімічної рівноваги мікроелементного складу відкладів на межі вода-поверхня.

Екскавація значного об'єму водонасиченого осаду збільшує водний баланс водойми, а зростання об'єму маси, сповільнює водообмін та проточність озер, що впливає на видовий склад і рівень розвитку гідробіонтів [14].

Таблиця 3

Динаміка площі водного дзеркала та об'єму води в оз. Линовець

Показник	Період обстеження			
	Кінець XVIII ст.	20-і роки XIX ст.	на 1.01.	
			1986 р.	2007 р.
Площа водного дзеркала, га	20,0	13,8	12,0	9,5
Зменшення до вихідного рівня, %	100,0	33,8	60,0	47,5
Зменшення до попереднього рівня, %	100,0	33,8	13,1	21,8
Об'єм води, тис. м ³	300,0	225,0	135,0	92,0
Зменшення до вихідного рівня, %	100,0	25,0	45,0	69,3
Зменшення до попереднього рівня, %	100,0	25,0	40,0	31,9

При добуванні сапропелевих покладів з-під шару торфу рівень ґрунтових вод поблизу розробки знижується, верхній шар торфу зменшується в об'ємі, набуває більшої об'ємної маси і, осідаючи, тисне на нижній горизонт. Тиск збільшує і вагу води, яка утримується в торфі в силу його вологоємності – настає ущільнення торф'яного шару. Зниження рівня ґрунтових вод прискорює інтенсифікацію розкладу органічних речовин та водноповітряну міграцію зольних елементів [3].

У 90-х роках минулого століття в Україні промислове видобування сапропелю проводилося на 9 озерах: гідромеханізованим (Бурків, Охотницьке, Карасин), шнековим (Ковпино) і грейферним (Турічанське, Оріхове) способами. Аналіз їх екологічності показав, що на о. Бурків у Камінькаширському (Любешівському) районі, де розробка проводилася гідромеханізованим способом земснарядом ПЗ - 8А, вміст завислих речовин в зоні робочих органів перевищував рибогосподарські норми в 5 разів; прозорість води в процесі видобування знижувалась у 2,2 рази; в 1,5 рази зменшувалась вміст розчиненого кисню, а вміст амонійного азоту зростав у 17, нітратів – у 6, фосфатів – у 3 рази. Подібні результати отримані при проведенні дноочисних робіт на Іванківському водосховищі Республіки Білорусь при розробці родовища земснарядом, де вміст завислих речовин в зоні розробки зростав в 10–11 разів, а прозорість води знижувалась в 3–4 рази, концентрація розчинного кисню знижувалась з 85–90 до 70–75 % насичення, а вміст азоту зростав у 1,5–2 рази [11]. Аналогічні результати отримані при очищенні водойм в Англії, та при добуванні донних покладів озера Каллавазі у Фінляндії [15].

При роботі земснарядів відкачуються значні об'єми води, що призводить до тимчасового зни-

ження її рівня в озері, втрат нерестилищ для риб, викликаючи в окремих випадках зменшення прозорості води.

При екскавації донних відкладів земснарядом в мілководному озері Судобль (Білорусь), в результаті відкачки води сапропелеві поклади вийшли на водну поверхню, оскільки відсутнє додаткове обводнення водойми [11].

За шість років гідромеханізованого добування донних відкладів на озері Бурків Любешівського району Волинської області піднято на поверхню 110 тис. т сапропелю 60 % вологості. Разом із пульпою відкачено більше 3,6 млн. куб. м води, що призвело до пониження її рівня порівняно із початковим, майже на один метр. Внаслідок зменшення площі водного дзеркала частина берегової рослинності та плауни з'єднувалися із дном водойми і інтенсивно посувалися до середини озера, постає проблема видалення плавунів та рослинності берегової екваторії озера [20].

Ґрунтозаборними органами земснарядів сапропелеві поклади інтенсивно переміщуються з водою, всмоктуються та транспортуються у відстійники, де відбувається їх обезводнення шляхом поверхневого стоку і випаровування. Як показали лабораторні дослідження вивільнена (відстояна) вода із сапропелю, перевищує рибогосподарські норми у 8, вмісту нітратного азоту – у 27, фосфатів – у 14 разів і непридатна для повернення в озеро. Такі води скидаються в обводні канали і рекомендуються для поливу при вирощуванні сільськогосподарських культур, сіножатей і пасовищ.

Аналіз отриманих нами експериментальних даних узгоджується з результатами досліджень білоруських вчених, які встановили, що у відстояних водах вміст азоту по відношенню до озерної, зростає у 3–8, кальцію – в 1,5–4,0, калію – в 1,5 рази.

Вміст фосфору сягає 1,4 мг/л. Сумарний вміст органічної речовини зростає в 10–50 разів, рН має нейтральну, або слаболужну реакцію [11].

Екскавація донних відкладів на озерах Ковельського району Оріхівське (органічний сапропель) (Ратнівського) і Туричанське (карбонатний) (Турійського) проводилися грейферним способом з використанням грейферів встановлених на понтонах, а завантажена сапропелева маса транспортувалася баржами з використанням буксирів. На березі сапропель з баржі відкачувався насосами на поля природної сушки. Візуальні спостереження і результати лабораторних визначень відібраних зразків води вказують на те, що прозорість води на межі вода-сапропель зменшувалася у 7 разів і супроводжувалася значним вмістом завислих речовин, особливо при видобуванні високозольного сапропелю, тоді як при розробці органічного, вміст завислих речовин збільшувався у 57, а вміст розчиненого кисню зменшувався у 25 разів.

При аналізі води в зоні роботи робочих органів, результати досліджень порівнювалися з гранично допустимими концентраціями згідно із вимогами до водних об'єктів, які використовуються для рибогосподарських цілей. Зафіксовано перевищення вищезгаданих норм по азоту амонійному в 1,7, міді – в 7, хрому – в 3, нікелю – в 12, фосфатах – в 2 рази.

Як при гідромеханізованому, так і при грейферному способах видобування сапропелю, шлейф мутності води, як правило, сягає більше 50 м і залежить від сили вітру і вмісту розчинених речовин, вміст яких при віддаленні від місця розробки зменшується. Враховуючи це, в Німеччині розробку озер проводять поетапно на ділянках, відокремлених від основної екваторії водойми гідравлічними перетинками [15].

Важливе значення при видобуванні сапропелю має запобігання забрудненню поверхні озера та берегової зони паливно-мастильними матеріалами. Результати наших досліджень свідчать, що вміст нафтопродуктів в зоні розробки сапропелю і транспортування баржі зростає в 3–5 разів, що негативно впливає на флору та фауну озера, особливо в місцях нерестилищ риб [15, 20].

Аналіз технологічних аспектів видобування сапропелю і досвід їх експлуатації вказує на те, що вони не завжди ведуться впорядковано, з відповідним дотриманням вимог щодо охорони надр і водних ресурсів та раціонального використання сировинних запасів, що негативно впливає на загальний стан водойми. В проектах щодо екскавації донних відкладів, не завжди є розділи, які передбачають заходи по охороні і відновленню гідрологічної ролі озер, їх подальшій (після відпрацювання) рекультиватії і використання. Не прогнозуються зміни після завершення розробки якісних і кількісних показників екосистеми, не встановлюються допустимі обмеження втручання і впливу існуючих механізмів видобування на стан водного середовища, проходження в ньому біологічних і гідрохімічних процесів [22, 23, 24].

Враховуючи існуючий виробничий досвід за кордоном і набутий в Україні при розробці сапропелевих родовищ без екологічного збитку ландшафтно-лімнологічному комплексу озера басейну на озері Прибич Ковельського (Шацького) району апробована технологія видобування донних відкладів з глибини 3-х метрів з використанням вакуумних електричних насосів, з транспортуванням їх по трубопроводу до берегового пункту переробки, з подальшим використанням органічних флокулянтів і закачуванням в геотуби. Така технологія, після вдосконалення окремих технологічних процесів, показала високу продуктивність, екологічність і дозволила отримувати готовий продукт впродовж 3 місяців, проти одного року при попередніх технологіях з обов'язковою проморозкою у відстійниках.

ВИСНОВКИ

Набутий власний досвід екскавації донних відкладів з врахуванням перспективних закордонних розробок дозволив рекомендувати:

- роботи по добуванню сапропелю і технічній меліорації озер проводити комплексно, поряд з розробкою технічних проектів передбачати схеми відновлення гідрологічної і рекреаційної ролі озер;
- екскавація донних відкладів озер повинна проводитися згідно проектів і забезпечувати відновлення їх гідрологічної ролі та раціональне використання прилеглих до озера агроландшафтів;
- технологічні схеми видобування сапропелю повинні забезпечувати його відпрацювання із водойми згідно технологічних карт, а роботи відмежовувати ділянкою водного дзеркала, щоб рослинні і тваринні біоценози могли мігрувати в безпечні місця;
- віднесення особливо цінних сапропелевих родовищ в заповідні зони і заказники (озера Мошне і Волянське Ковельського району);
- застосовувати технології і механізми видобування сапропелю, які не створюють шлейфу мутності, або обмежують його у просторі;
- при видобуванні сапропелю з наливом в чеки основною умовою – використання відстійних вод у системі зрошення, або їх повернення в озеро після попередньої очистки. В інших випадках наливання сапропелевої пульпи (кольматацію) проводять безпосередньо на землях, які прилягають до водойми, з метою їх окультурювання;
- у випадках зменшення об'єму води необхідно передбачати додаткове обводнення озера з метою відновлення попередньої водозбірної площі, або часткової подачі води з інших водойм і водостоків;
- для поліських озер ефективним в процесі розробки є попереднє видалення макрофітної рослинності, яку можна використовувати в народному господарстві;

- в озерах із сильною проточністю - видобування сапропелю недопустимо;
- після завершення робіт по видобуванню сапропелю проводять рекультивацію земельних ділянок, відведених під відстійники, а при необхідності

вживають додаткові заходи, які б призупинили повторну евтрофікацію озер і сприяли відновленню їх гідрологічної і рекреаційної ролі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бодак В. І., Дідух В. Ф. Вплив механізмів для добування сапропелів на оточуюче середовище. *Тези доп. Дев'ятої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу*. Луцьк : ЛП, 1994. - С. 9.
2. Гаврилюк В.А., Дідковська Т.П., Бортнік А.М. Сапропель як ефективна та екологічно безпечна сировина для виготовлення добрив та препаратів. *Агроекологічний журнал*. 2009. № 6. С. 90-92.
3. Іващенко Т.Г., Новосельська Л.П. Характеристика сапропелей та екологічна безпека їх видобутку. *Екологічні науки*. 2014. № 6. С. 155-159.
4. Ільїн Л.В., Пасічник М.П. Аналіз динаміки озерних геосистем Волинського Полісся за морфометричними параметрами. *Сучасні екологічні проблеми урбанізованих територій* : матеріали І Всеукраїнської науково-практичної конференції (м. Житомир, 25 жовтня 2018 р.). Житомир : Видавництво «Житомирський національний агроекологічний університет», 2018. С. 3-5.
5. Ільїн Л.В., Пасічник М.П. Динаміка озер Шацького національного природного парку (1933-2017). *Географія в Київському національному університеті імені Тараса Шевченка: 85 років - досягнення та перспективи (GTSNU)* : матеріали міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 85-річчю географічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка (м. Київ, 30-31 березня 2018 р.) / гол. ред. колегії Я.Б. Олійник. Київ: Принт-Сервіс, 2018. С. 78-80.
6. Звіт по темі «Аналіз стану мінерально-сировинної бази України, облік родовищ і складання Державних балансів запасів торфу та сапропелю за станом на 1.01.1997-1999 рр.». К.: Геоін-форм, 2000. Кн. XVI: Сапропель. 158 с.
7. Звіт з оцінки впливу на довкілля комплексу з видобутку озерного сапропелю та виробництву органічних добрив в селі Броди, Гірниківської сільської ради, Ратнівського району, Волинської області. Загальна пояснююча записка. Відомості. Робочі креслення. Вихідні дані. Е-3-03/18 - ОВД. Луцьк, 2018. 150 с.
8. Каліновський Д.І., Ільїн Л.В. Донні відклади природних водойм Волинської області та перспективи їх використання у рекреації. *Культура народів Причорномор'я*. 2009. Вип. 176. С. 120-122.
9. Конішук В.В. Концепція і стратегія збалансованого розвитку ландшафтів водно-болотних угідь і торфових екосистем України. Київ: ДІА, 2015. 52 с.
10. Лико Д.В., Зубкович І.В., Мартинюк В.О., Лико С.М. Оцінка геоекологічних процесів у басейновій системі озера Острівське (Волинське Полісся). *Вісн. Нац-го ун-ту водного господарства та природокористування. Серія Сільсько-господарські науки*. 2018. № 2 (82). С. 3-14.
11. Лиштван И. И. Восстановление озерных водоемов при добыче сапропеля. *Торфяная промышленность*. 1988. № 10. С. 13.
12. Пасічник М.П. Озерні родовища сапропелю Рівненської області та перспективи їх використання. *Географія та туризм*. 2018. Вип. 45. С. 133-141.
13. Пасічник М.П., Ільїна О.В., Громик О.М. Речовинний склад та особливості донних відкладів озера Охнич (Волинське Полісся). *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. 2020. Вип. № 1 (405). С. 43-48.
14. Пасічник М.П., Ільїн Л.В., Хільчевський В.К. Сапропелєві рекреаційно-туристичні ресурси озер Волинської області. Луцьк : Волинполіграф, 2021. 172 с.
15. Озерні сапропелі України: збірник технологій і рекомендацій щодо використання сапропелів, у т. ч. на забруднених радіонуклідами землях, нормативних актів, довідкових матеріалів / ред. Е.Г. Дегодюк, М.Й. Шевчук; УААН, Державне об'єднання «Укragрохім». Луцьк : Надтир'я, 1996. 187 с.
16. Справочник ресурсов сапропеля Украины по состоянию на 1.01.1993г. Госкомитет Украины по геологии и использованию недр, Государственное геологическое предприятие «Севукр-геология». К., 1994. Кн. 1: Волинская область. 193 с.
17. Топачевский И.В. Сапропели пресноводных водоемов Украины. Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2011. № 1. С. 66-72.
18. Хільчевський В.К., Забокрицька М.Р. Основні аспекти морфометрії та гідрохімії Шацьких озер. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2020. №3 (58). С. 92-100.
19. Шевчук І.О., Борсукевич Л.М., Хамар І.С. Приуроченість вищої водної рослинності до озер різної трофності Шацького національного природного парку. *Біологічні Студії*. 2013. Том 7. №1 С. 149-158.
20. Шевчук М.Й. Сапропелі України : запаси якості та перспективи використання. Луцьк : Надтир'я, 1996. 384 с.
21. Шевчук М.Й., Сергушко О. Г. Евтрофікація озер Волинської області. *Агроекологічний журнал*. 2017. № 1. С. 16-21.