

Гриб Й. В., д.б.н., професор (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне, y.v.hryb@nuwm.edu.ua), **Ковальчук С. В., к.с.-г.н., голова циклової комісії** (ВСП «Рівненський технічний фаховий коледж НУВГП», м. Рівне, s.v.kovalchuk@nuwm.edu.ua), **Калько А. Д., д.геогр.н., професор** (ВСП «Рівненський технічний фаховий коледж НУВГП», м. Рівне, edissey@meta.ua)

КОМПЛЕКС ВІДРОДЖЕННЯ АГРОЕКОЛОГІЇ ВОДНИХ БАСЕЙНІВ ЯК ОСЕРЕДКУ ЖИТТЯ АБОРИГЕННОЇ ІХТІОФАУНИ

На сьогодні водні екосистеми України перебувають у кризовому стані через недостатньо ефективне очищення стічних і зливових вод з надто урбанізованих територій (біля 70% домішок) та агросистем (в межах 20%), внаслідок чого за якістю поверхневі води переважно належать до III і IV класів. Крім того, із стічними водами, що у масі складають від 25 до 50% добового стоку, у довкілля потрапляють і значні маси біогенних елементів – органічного вуглецю, різні форми азоту та фосфору, а на обширних розораних територіях вносяться у ґрунт мінеральні добрива, майже 30% яких виносяться у річкову мережу. Для поліпшення ситуації, особливо під час воєнного стану та для заощадження часу і коштів, доцільним є проектування систем природного доочищення наявних ставів і використання їх в існуючих агроекосистемах, що дозволить підвищити врожайність культур, вміст гумусу у ґрунтах та покращити якісні показники води. Пропонується запроєктувати вилучення донних відкладів з поліських озер разом із добавками крейди (Ca^{2+}) та залишками відходів сільськогосподарських тварин. Виходячи з економічного критерію доцільним є використання біотропів – системи отримання сільськогосподарської продукції з обезводнених ставів, використання їх для рибопродукції та накопичення чистої води.

Ключові слова: екосистема; ґрунт; біотропи; водоохоронна зона; сапропелі; заплава; річкова мережа; самоочищення; аквакультура.

Постановка проблеми. Процес очищення водойм, викладений Інститутом нанотехнологій та здорових продуктів «Arelife» у Програмі оновлення родючості ґрунтів України за рахунок оновлення водогонів (розробник Тимур Левада), ставиться у пряму залежність від екологічного стану водойм або якості води, що, на нашу думку, є некоректним. Та й власне сама назва програми сформульована некоректно, потрібно її викласти під назвою «Оновлення родючості ґрунтів України за рахунок очищення водойм».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження особливостей масштабного порушення природного стану річок і суттєвого руйнування балансу водної екосистеми відображені у працях вітчизняних та зарубіжних вчених: Клименка М. О. [1–3], Гриба Й. В. [1–5; 7], Гродзинського Д. М. [6], Гроховської Ю. Р., Куньчик Т. М. [5], Сондака В. В. [1–4], Яцика А. В. [7] та інших.

Мета і завдання досліджень. Визначити екологічне значення та доцільність використання біотропів як системи отримання сільськогосподарської продукції з обезводнених ставів та їх комплексного використання.

Виклад основного матеріалу досліджень. Якість води і її маса формується за рахунок поверхневого стоку, атмосферних опадів, комунального і зливового стоку з урбанізованих територій, підземного і ґрунтового живлення. Скільки не поглиблюй водойми, формуватиме якість води те, що входить до системи. Позитивним в роботі є аналіз виникнення донних відкладів з корекції домішок підстеляючих порід, що підвищить на деякий період урожайність зернових (насамперед вівса) та підвищить утилізацію біотехногенних домішок (*C, N, P*).

Авторами, науковцями НУВГП, Грибом Й., Клименком М. та Ковальчуком С., опрацьовано монографію «Відродження екосистем трансформованих ставів, річок та озер» з рекомендаціями для розробки ЕВНС меліорованих гідросистем. Показано, що первинною ланкою будь-якої гідросистеми є водні об'єкти з певною структурою порушених і непорушених територій (при оптимальному співвідношенні 50:50. Водночас площа лише порушених територій України складає 56,7%, а по водних басейнах малих річок – до 90,0%), формування гідрологічного режиму, впливу стоків урботериторій та агросистем. При цьому природний стік формується лише на 5–10% території.

За існуючої системи природокористування є доволі прогнозованими:

а) зменшення біологічних видів флоро-фауністичних комплексів;

б) зникнення або трансформація ландшафтів, урочищ в результаті агрономеліорації, гідромеліорації, зарегулювання річок, будівництва каналів, урбанізації (осушення боліт, живлення малих річок, ремонт);

в) зміна біогеоценозів рослинності;

г) порушення умов відтворення та існування іхтіофауни й орнітофауни;

д) зниження самоочисної здатності річок та показника якості води і деградація ґрунтів;

е) розселення інвазивних видів рослин і тварин.

Ведення еколого-обґрунтованого природокористування можливо і в зоні антропогенних ландшафтів.

Системи землекористування нами розділені наступні класи агросистем з метою оптимізації природокористування:

А – природні агроекосистеми;

Б – штучні агроекосистеми (орні, поливні землі, осушені);

В – урбоекосистеми (водозбір маси стічних вод навколо міст);

Г – озерно-водорослево-сапропелеві агроекосистеми (видучення сапропелів);

Д – тваринницькі комплексні агроекосистеми (видалення відходів, очищення ставів і їх використання на зрошення);

Е – теплові агроекосистеми на зворотних водах АЕС (овочівництво, рибництво);

Є – комплексні проєктовані біотропи (замкнуті системи від виробництва до його використання та отримання чистої води від тваринницьких комплексів та урботериторій);

Ж – біотропи за рахунок мулів шельфової зони Балтійського моря з метою змоги впливу на шляхи міграції вугра);

З – природні ландшафтні агроекосистеми (управління стоками річок і озерних систем).

Стан поверхні водозбору річкових русел на сьогодні формують сільгоспугіддя на розораних територіях. Коефіцієнт трансформації – виразиться за відношенням суми коефіцієнтів природних чинників

(заліснення, залуження, заболочування та ін.) до суми коефіцієнтів антропогенних (розораність, урбанізація т. і.), тобто:

$$K_c = \frac{\sum_{\text{пр}} K}{\sum_{\text{антр}} K} \leq 1,0, \quad (1)$$

де враховані чинники: антропогенні:

K_1 – розораності угідь;

K_2 – урбанізації території;

K_3 – меліоративні роботи з осушення територій;

K_4 – індустріалізація (промійні ставки, кар'єри);

K_5 – стічні води урботериторій;

природні чинники стійкості річкової системи, компенсацій:

K_6 – залісненість;

K_7 – залуженість річкових заплав;

K_8 – заболочення;

K_9 – вкритість (щільність річкової мережі);

K_{10} – очищення стічних вод;

K_{11} – економія питної води;

K_{12} – заповідність території.

Серед чинників впливу переважають залісненість, розораність територій, що має загальні риси фізико-географічних районів.

Усі озерні системи Західного Полісся, як у працях зазначав П. Тутковський, приречені на старіння та перетворення на болотні масиви [8]. Інтенсивність старіння (відкладення донних мулів) складає від 2 мм (оліготрофи тощо) до 2,0–5,0 см на рік залежно від рівня евтрофікації. При цьому обміління веде до заростання фітомасою вищої водної рослинності, підвищення транспірації та порушення кормової бази іхтіофауни.

Екологічний стан озера виражається як складова діючих чинників: просторово-складових (S_1), якості водного середовища (S_2), антропогенної трансформації паводкового водозбору (S_3), ландшафтометрична характеристика озера (S_4), тобто:

$$S_{\text{оз}} = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 \dots S_n. \quad (2)$$

Органічні сапропелі – це універсальний тип озерних відкладів. Їх частка складає до 30%. Вміст органічної речовини в органічних сапропелях складає від 80 до 94%, колір сіруватий. Це ефективний удобрювальний матеріал, що має сільськогосподарське, кормове і

лікувальне значення та використовується переважно у переробній промисловості і будівництві.

Інтерес для використання складають сапропелі в періоди зміни структури ґрунтів за перекисом кремнію, тобто кремнієвмісні сапропелі. Основним компонентом мінеральної частини сапропелю є двоокис кремнію, частка якого складає від 30 до 70%. Також на екосистеми озер впливає висока концентрація окису заліза, при кислих умовах видно перехід у закисне і зв'язує розчини у водоймах. Мінеральна складова за двоокисом кремнію – до 33%, до 5,8% – окису амонію і заліза, до 8% – окису кальцію та магнію. Варто враховувати значення коефіцієнтів важких металів у ґрунті, вмісту цинку, міді, свинцю, нікелю, кадмію, ртуті.

Агрохімічними дослідженнями встановлено позитивний вплив сапропелево-кремнієвих домішок на урожай вівса, однак у цілому за рахунок біогенних домішок (*C*, *N*, *P*) і кремнію тут буде відчуватися роль мінеральної стимуляції рослинного покриву.

У цілому запаси сапропелю під торфом у Волинській області складають в межах залягання 9707 тис. м³, а в межах промивної глини (кар'єр) – 5335 тис. м³.

У Рівненській області геологічні запаси сапропелю 13900 тис. т (за розвіданими запасами). З них пластичного типу 3876,6 (46,3%), змішаного – 3832,0 тис. т (45,7%) та біогенного – 672,5 тис. т (8%).

На стариці сапропель добувають шляхом використання земснарядів, грейферним способом без пониження рівня води або без нього. Недоліком є проблема зневоднення, використання дренажних карт без врахування проблеми збереження їх аборигенної іхтіофауни та втратою води.

Нами пропонується наступна схема видобування сапропелів (рис. 1, 2).

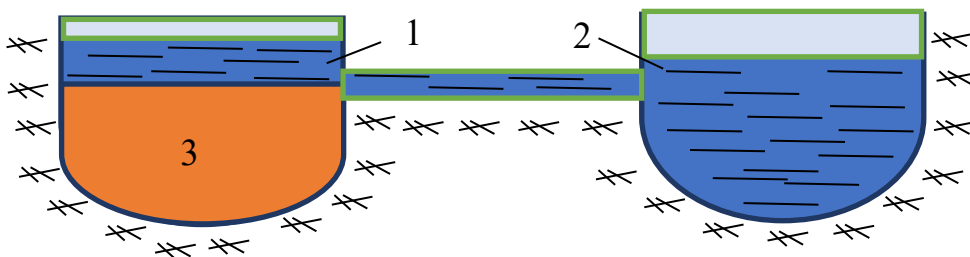


Рис. 1. Схема зневоднення старіючих озер: 1 – старіюче озеро; 2 – фактичне озеро; 3 – сапропель

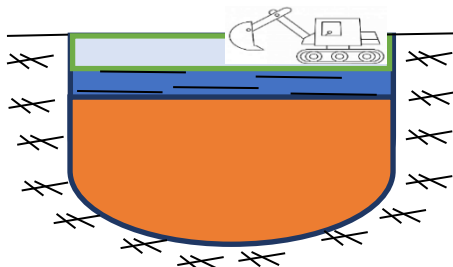


Рис. 2. Схема видобування сапропелю

Поряд із старіючим озером, що через постійний розвиток екосистеми веде до формування болота і його перетворення у заболочений суходіл, за нашою пропозицією, у приводній улоговині варто сформувати дублююче фактичне озеро з конкретною вибіркою торфу до піщаного дна. Туди за допомогою допоміжного каналу перекидається вода, яка перетікає за законом сполучених посудин разом із наявною іхтіофауною. Фактичне озеро, крім збереження іхтіофауни, є переселеним природним середовищем та існує джерелом розвитку рибальства.

Водночас старіюче озеро осушується, що дає можливість добування сапропелю відкритим способом з подальшою його переробкою (виморожуванням, корекцією за вмістом кальцію шляхом внесення меленої крейди або мулу від переробки цукрового буряка на цукор чи фосфогіпсу).

Висновки. За сучасних умов, коли відбувається збіднення складу аборигенної іхтіофауни, важливо активно розглядати можливості поліпшення ситуації для заощадження часу і коштів з проєктуванням систем природного доочищення наявних водних об'єктів і використання їх в існуючих агроекосистемах, що дозволить підвищити врожайність культур, вміст гумусу у ґрунтах та покращити якісні показники води.

1. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. Відновна гідроекологія порушених річкових та озерних систем. Рівне : Волинські береги, 1999. 348 с. 2. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. Відродження екосистем трансформованих басейнів річок та озер (Рекомендації до розробки ОВНС) Рівне : НУВГП, 2012. 246 с. 3. Гриб Й. В., Клименко М. О., Сондак В. В. Реабілітація порушених річкових та озерних систем. Рівне-Вінниця, 2015. 424 с. 4. Гриб Й. В., Сондак В. В., Куньчик Т. М. Компенсаційні заходи з відтворення аборигенної іхтіофауни у річково-озерній мережі Західного

Полісся. *Таврійський науковий вісник*. Херсон, 2005. Вип. 38. С. 161–164. **5.** Ковальчук С. В., Гриб В. Й., Калько А. Д. Роль заплави річково-озерної мережі як осередку життя водної екосистеми і відтворення аборигенної іхтіофауни. Фахове видання. *Вісник НУВГП. Сер. Сільськогосподарські науки*. 2024. Вип. 3(107). С. 120–133. **6.** Гродзинський Д. М. Основи ландшафтної екології : підручник. К. : Либідь, 1993. 224 с. **7.** Денисова О. І., Серебрякова Т. М., Чернявська А. П., Яцик А. В., Гриб Й. В., Сіренко Л. Я., Верніченко Г. А., Руденко Л. О., Разов В. П. Сучасний стан поверхневих вод України: методичні підходи та екологічна оцінка. *Водне господарство України*. 1996. № 6. С. 24–28. **8.** Тутковский П. А. Зональность ландшафтов и почв Волинской губернии. *Тр. о-ва исследователей Волини*. Житомир, 1910. Т. 2. С. 143–165.

REFERENCES:

1. Hryb Y. V., Klymenko M. O., Sondak V. V. Vidnovna hidroekolohiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system. Rivne : Volynski oberehy, 1999. 348 s. **2.** Hryb Y. V., Klymenko M. O., Sondak V. V. Vidrozhennia ekosystem transformovanykh baseiniv richok ta ozer (Rekomendatsii do rozrobky OVNS) Rivne : NUVHP, 2012. 246 s. **3.** Hryb Y. V., Klymenko M. O., Sondak V. V. Reabilitatsiia porushenykh richkovykh ta ozernykh system. Rivne-Vinnytsia, 2015. 424 s. **4.** Hryb Y. V., Sondak V. V., Kunchyk T. M. Kompensatsiini zakhody z vidtvorennia aboryhennoi ikhtiofauny u richkovo-ozernii merezhi Zakhidnoho Polissia. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. Kherson, 2005. Vyp. 38. S. 161–164. **5.** Kovalchuk S. V., Hryb V. Y., Kalko A. D. Rol zaplavy richkovo-ozernoi merezhi yak oseredku zhyttia vodnoi ekosystemy i vidtvorennia aboryhennoi ikhtiofauny. Fakhove vydannia. *Visnyk NUVHP. Ser. Silskohospodarski nauky*. 2024. Vyp. 3(107). S. 120–133. **6.** Hrodzynskiy D. M. Osnovy landshaftnoi ekolohii : pidruchnyk. K. : Lybid, 1993. 224 s. **7.** Denysova O. I., Serebriakova T. M., Cherniavska A. P., Yatsyk A. V., Hryb Y. V., Sirenko L. Ya., Vernichenko H. A., Rudenko L. O., Razov V. P. Suchasnyi stan poverkhnevyykh vod Ukrainy: metodychni pidkhody ta ekolohichna otsinka. *Vodne hospodarstvo Ukrainy*. 1996. № 6. S. 24–28. **8.** Tutkovskiy P. A. Zonalnost landshaftov y pochv Volynskoi hubernii. *Tr. o-va issledovatelei Volyni*. Zhytomyr, 1910. T. 2. S. 143–165.

Hryb Y. V., Doctor of Biological Sciences, Professor (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne), **Kovalchuk S. V., Candidate of Agricultural Sciences (Ph.D.), Chairman of the Cycle Commission** (SSU «Rivne Technical Professional College of NUWEE», Rivne), **Kalko A. D., Doctor of Geological Sciences, Professor** (SSU «Rivne Technical Professional College of NUWEE», Rivne)

COMPLEX OF REHABILITATION OF AGROECOLOGY OF WATER BASINS AS A CENTRE OF LIFE OF ABORIGINAL ICHTHYOFAUNA

Today, Ukraine's aquatic ecosystems are in a state of crisis due to insufficiently effective treatment of wastewater and stormwater from overly urbanized areas (about 70% of impurities) and agricultural systems (within 20%), as a result of which surface waters mainly belong to classes III and IV in terms of quality. In addition, with wastewater, which by mass makes up from 25 to 50% of the daily runoff, significant masses of biogenic elements enter the environment – organic carbon, various forms of nitrogen and phosphorus, and in vast plowed areas, mineral fertilizers are applied to the soil, almost 30% of which is carried out into the river network. To improve the situation, of course, especially during martial law and to save time and money, it is advisable to design systems for natural additional treatment of existing ponds and use them in existing agricultural ecosystems, which will allow to increase crop yields, humus content in soils and, in turn, improve water quality indicators. It is proposed to design the extraction of bottom sediments from Polissia lakes together with chalk additives (Cu^{2+}) and residues of farm animal waste. Based on the economic criterion, it is advisable to use biotropes – a system for obtaining agricultural products from drained ponds, using them for fish production and accumulating clean water.

In addition, agrochemical studies have established a positive effect of spropel-silicon admixtures on the yield of oats, however, in general, due to biogenic admixtures (*C, N, P*) and silicon, the role of mineral stimulation of the vegetation cover will be felt.

The disadvantage of traditional extraction of spropels on old lakes using dredgers, a grab method without lowering the water level or without it is the problem of dehydration, the use of drainage maps without taking into account the problem of preserving their native

ichthyofauna and water loss. We propose to form a duplicate actual lake with a specific peat sample to the sandy bottom in the catchment basin next to the aging lake, which due to the constant development of the ecosystem leads to the formation of a swamp and its transformation into a swampy land. There, using an auxiliary channel, water is transferred, which flows according to the law of connected vessels together with the existing ichthyofauna. The new lake, in addition to preserving the ichthyofauna, is a resettled natural environment and a source of fishing development. At the same time, the aging lake is being drained, which makes it possible to extract sapropel in an open-pit manner with its subsequent processing.

***Keywords:* ecosystem; soil; biotopes; water protection zone; sapropels; floodplain; river network; self-purification; aquaculture.**