

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДУ З ОЧИЩЕННЯ ВОДИ ВИРОЩУВАЛЬНИХ СТАВІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЦЕОЛІТУ

А.П. Мельник<sup>1</sup>, З.О. Стецюк<sup>1</sup>, М.І. Хижняк<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Інститут рибного господарства УААН, м. Київ

<sup>2</sup> Національний університет біоресурсів та природокористування, м. Київ

*Досліджено вплив застосування цеоліту на очищення води вирощувальних ставів від органічних та мінеральних забруднювачів — підвищених концентрацій органічних речовин, біогенних елементів та важких металів. Визначена адсорбційна здатність цеоліту як фільтра у емкостях порівняно з його розсіпом у районі водонапуску ставів. Вивчений вплив використання цеоліту на розвиток природної кормової бази ставів.*

Одним з важливих завдань рибогосподарських підприємств є одержання якісної рибної продукції, що потребує належного екологічного стану рибницьких ставів. Значними забруднювачами рибницьких водойм є надлишок органічних речовин, біогенних елементів та важких металів [1, 2].

Органічні речовини у воді ставів частково мінералізуються. Важкі метали, на відміну від них, не здатні до подібних перетворень, вони лише перерозподіляються між окремими ланками водної екосистеми (вода, донні відклади, біота), постійно знаходячись у них [3]. Тому в рибогосподарських водоймах, що перебувають під антропогенним впливом, риба може бути важливою ланкою у переході токсичних речовин, у тому числі і важких металів, людині по харчовому ланцюгу. У зв'язку з цим дуже актуальним є питання розробки раціональних методів очищення води за допомогою адсорбентів, зокрема цеоліту.

Метою нашої роботи було дослідити адсорбуючу дію цеоліту для очищення води в умовах вирощувальних ставів дослідного господарства ІРГ УААН “Нивка”.

Треба зазначити, що цеоліти за особливостями будови є кристалічними водними каркасними алюмосилікатами. Каркасні цеоліти мають канали та сполучені між собою порожнини. Їхньою особливістю є пориста структура. Природні та штучні цеоліти проявляють іонообмінні, а після видалення з їхніх порожнин молекул води, адсорбційні властивості, які в сполученні з фіксованим входом у

порожнини і канали надають їм властивості молекулярних “сит” та селективних іонообмінників. Розмір входів (вікон) у сорбційні порожнини забезпечує наявність молекулярно-ситових властивостей цеолітів (здатність цеолітів адсорбувати тільки ті молекули, діаметр яких не перевищує діаметр входу в сорбційну порожнину) [4, 5].

У роботі представлені результати дослідження з використання адсорбційних властивостей цеоліту для очищення води рибницьких водойм від підвищених концентрацій органічних речовин, біогенних елементів і важких металів, а також впливу застосування цеоліту на розвиток природної кормової бази рибницьких ставів.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводили у дослідному господарстві ІРГ УААН “Нивка”, де мальків коропа вирощували у ставах № 3 і № 4 системи 1–8, площею по 0,5 га. Щільність посадки риби — 50 тис. екз./га. Годівлю риби не проводили.

Для дослідження адсорбуючої дії цеоліту протягом 90 діб було проведено два варіанти досліду. У першому (став № 3) цеоліт у кількості 150 кг/га насипали у емкості, розміщені на водонапуску перед заповненням ставів водою. Емкості з цеолітом мали отвори з усіх боків для виходу профільтрованої через цеоліт води, яка надходила у став при його заповненні.

У другому варіанті (став № 4) цеоліт розсипали на ґрунті в районі водонапуску з розрахунку 150 кг/га перед заповненням ставів водою. Цеоліт розподіляли на

дві рівні частини, другу порцію розсипали через 20 діб після першої.

Через кожні 10 діб протягом травня, червня та липня визначали адсорбуючу дію цеоліту шляхом дослідження у воді ставів вмісту легкокорозинних органічних речовин (за перманганатною окиснюваністю), біогенних елементів та важких металів у місцях водонапуску та водовипуску ставів № 3 та № 4.

Гідрохімічні показники, концентрації важких металів у воді ставів та показники природної кормової бази ставів визначали загальноприйнятими методами [6–10]. Кількісне визначення концентрації важких металів у воді здійснювали прямим всмоктуванням розчину у пропан-бутан-повітряне полум'я за допомогою атомно-абсорбційного спектрофотометра С-115-М1.

Показники якості води, пропущеної через цеоліт, порівнювали відносно вод джерел водопостачання ставів № 3 та № 4 (контроль).

### РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При використанні цеоліту як фільтра, у воді, що пройшла через нього в став

№ 3 порівняно з контролем на водонапуску відмічено зменшення в середньому концентрації амонійного азоту в 1,4 раза, нітритів — у 2,5 раза, легкокорозинної органічної речовини — на 9%. На водовипуску спостерігалось, порівняно з контролем, зменшення в середньому концентрації амонійного азоту в 1,5 раза, нітритів — у 2,5 раза, нітратів та загального заліза — у 1,3 раза (табл. 1).

Протягом дослідів при пропусканні води через цеоліт, на водонапуску ставу № 3 відмічене зменшення відносно контролю концентрацій важких металів: заліза у 1,2–1,9 раза, цинку — у 1,7–3, міді — 1,2–1,6, свинцю — у 1,6 раза. На водовипуску концентрації важких металів проти контролю зменшились у середньому: цинку — у 1,8 раза, марганцю — у 1,7, нікелю — у 1,3, кобальту — у 1,4, свинцю — у 2,9, кадмію — у 1,4 раза (табл. 2).

У другому варіанті дослідів, де цеоліт використовували розсипом по ґрунту, в районах водонапуску та водовипуску ставу № 4 відмічене зменшення концентрації амонійного азоту у 1,2 раза проти контролю. Також на водовипуску зі ставу спостерігалось зменшення

Таблиця 1. Вплив застосування цеоліту на концентрацію біогенних елементів та органічних речовин у воді вирощувальних ставів дослідного господарства ІРГ УААН “Нивка”, 2001 р.

Варіант дослідів	Місце відбору проб	Окиснюваність перманганатна, мгО/л	Концентрація біогенних елементів, (min-max)/середнє				
			NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мгN/л	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мгN/л	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мгN/л	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , мгP/л	Fe <sup>2+</sup> , 3+, мгFe/л
1 (контроль)	Джерело водопостачання ставу № 3	4,0–31,3 15,4	0,42–2,08 1,01	0,01–0,25 0,05	0,02–0,18 0,08	0,12–0,69 0,35	0,11–0,99 0,50
1 (цеоліт у ємкостях)	Став № 3, водонапуск	5,5–28,9 14,1	0,33–1,1 0,74	0,01–0,05 0,02	0,05–0,16 0,09	0,16–0,58 0,33	0,15–0,57 0,41
	Став № 3 водовипуск	6,7–26,3 17,8	0,44–1,30 0,66	0,01–0,06 0,02	0,03–0,10 0,06	0,13–0,93 0,44	0,29–0,53 0,39
2 (контроль)	Джерело водопостачання ставу № 4	5,6–29,3 13,9	0,63–1,95 1,04	0,01–0,08 0,02	0,03–0,19 0,11	0,10–0,64 0,32	0,13–0,57 0,39
2 (цеоліт розсипом)	Став № 4, водонапуск	7,3–24,7 13,8	0,40–1,36 0,84	0,01–0,04 0,02	0,01–0,24 0,10	0,09–0,63 0,34	0,27–0,69 0,41
	Став № 4, водовипуск	7,4–33,2 20,5	0,46–1,68 0,86	0,01–0,04 0,02	0,04–0,17 0,07	0,11–0,69 0,31	0,27–0,32 0,30
Нормативні значення		15,0	1,0	0,1	2,0	0,5	1,0

Таблиця 2. Вплив застосування цеоліту на концентрацію важких металів у воді вирощувальних ставів дослідного господарства ІРГ УААН "Нивка", 2001 р.

Варіант досліджу	Місце відбору проб	Концентрація іонів важких металів, мкг/л, (мін-макс)/середнє									
		Fe	Zn	Mn	Cu	Ni	Co	Pb	Cd		
1 (контроль)	Джерело водопостачання ставу № 3	89,7–531,3 226,8	4,5–61,8 18,5	5,1–94,2 46,5	3,0–16,2 8,3	8,1–14,1 10,8	3,9–6,6 5,6	6,6–54,9 19,0	0,09–1,38 0,58		
1 (цеоліт у ємкостях)	Став № 3 водонапуск	76,2–279,0 146,2	1,5–36,3 13,8	13,5–90,8 40,7	1,9–12,9 5,7	8,4–10,8 9,5	3,9–6,0 5,0	6,0–33,6 11,0	0,09–0,93 0,40		
	Став № 3 водовипуск	88,8–871,2 308,2	6,0–14,7 10,0	6,6–70,2 26,6	1,8–15,0 8,8	5,7–10,5 8,0	3,3–4,5 4,0	4,2–11,7 6,6	0,09–0,72 0,42		
2 (контроль)	Джерело водопостачання ставу № 4	56,4–384,0 203,7	6,0–76,8 24,4	14,7–90,0 46,6	2,7–28,2 10,8	5,7–35,7 15,3	4,5–7,2 5,9	4,2–52,5 15,0	0,15–0,93 0,55		
2 (цеоліт розсіпом)	Став № 4 водонапуск	96,5–446,4 294,6	3,9–57,0 17,8	14,1–57,6 35,4	2,4–45,3 12,8	4,5–44,4 16,7	3,3–6,3 5,2	5,1–53,7 15,1	0,15–0,87 0,56		
	Став № 4 водовипуск	55,5–603,9 216,9	3,6–14,3 9,9	5,7–50,1 19,7	2,7–10,3 6,7	3,6–9,6 6,8	3,3–5,2 4,2	3,3–8,4 6,5	0,17–0,72 0,35		
Нормативні значення		1000,0	10,0	10,0	1,0	10,0	10,0	10,0	0,05		

концентрацій нітратів у 1,6 раза та загального заліза — у 1,4 раза. Відзначено, що концентрації біогенних елементів у воді найбільш активно зменшувалися при використанні цеоліту як фільтра, тобто адсорбційна здатність цеоліту в цьому випадку проявлялася більш активно, ніж при застосуванні його розсіпом.

У районі водонапуску ставу № 4 зменшились концентрації цинку у 1,3–1,5 раза та марганцю у 1,3 раза. На водовипуску цього ставу відмічені зменшення концентрацій важких металів порівняно з контролем у середньому: цинку — у 2,5, марганцю — у 2,4, міді — у 1,6, нікелю — у 2,2, кобальту — у 1,4, свинцю — у 2,3 та кадмію — у 1,6 раза. При використанні цеоліту як фільтра (1-й варіант досліджу), так і при застосуванні його розсіпом (2-й варіант), адсорбційна здатність цеоліту щодо зменшення концентрації важких металів більш активно проявлялася в районі водовипуску ставів.

Внаслідок того, що протягом досліджу у воді ставів не спостерігалось великого збільшення (понад норматив), концентрації органічних речовин за перманганатною окиснюваністю, зменшення органічних речовин у воді, що пройшла через цеоліт, також було незначним.

При використанні адсорбційної властивості цеоліту як фільтра у воді ставу № 3 зменшувався вміст органічних та мінеральних забруднювачів, що призвело до зменшення загальної чисельності мікроорганізмів у 2 рази, особливо в другій половині досліджу в районі водовипуску (табл. 3). У період проведення досліджу загальна чисельність мікроорганізмів у контролі була в середньому на рівні 5,36 млн кл./л, а після проходження води через цеоліт та екосистему ставу —

Таблиця 3. Вплив застосування цеоліту на мікробіологічні показники води вирощувальних ставів дослідного господарства ІРГ УААН “Нивка”, 2001 р.

Варіант дослідю	Місце відбору проб	Загальна чисельність мікроорганізмів, млн кл./мл <i>мін-макс/середнє</i>	Кількість гетеротрофних бактерій, тис. кл./мл <i>мін-макс/середнє</i>	Індекс Романенко <i>мін-макс/середнє</i>
1 (контроль)	Джерело водопостачання ставу № 3	$\frac{2,50-7,22}{5,36}$	$\frac{0,94-5,00}{2,68}$	$\frac{0,032-0,073}{0,049}$
1 (цеоліт як фільтр, у ємкостях)	Став № 3, водонапуск	$\frac{2,03-9,92}{4,07}$	$\frac{1,64-7,36}{3,14}$	$\frac{0,021-0,280}{0,120}$
	Став № 3, водовипуск	$\frac{2,10-4,12}{2,82}$	$\frac{0,64-6,18}{2,39}$	$\frac{0,029-0,218}{0,087}$
2 (контроль)	Джерело водопостачання ставу № 4	$\frac{2,28-4,66}{3,21}$	$\frac{0,96-5,60}{3,45}$	$\frac{0,030-0,194}{0,109}$
2 (цеоліт розсипом)	Став № 4, водонапуск	$\frac{1,72-8,02}{3,48}$	$\frac{1,18-6,56}{2,93}$	$\frac{0,040-0,288}{0,110}$
	Став № 4, водовипуск	$\frac{1,88-3,50}{2,54}$	$\frac{0,64-2,52}{1,79}$	$\frac{0,023-0,105}{0,075}$

2,82 млн кл./л. Кількість гетеротрофних бактерій була на рівні контролю, що свідчить про врівноваженість процесів продукції та деструкції органічної речовини у екосистемі ставу. У період дослідю біомаса фітопланктону у ставу досягала  $6,3 \text{ г/м}^3$ , де основними представниками були діатомові водорості, характерні для весняного планктону. При використанні адсорбційної властивості цеоліту, який розсипали на ґрунт у районі водонапуску перед заповненням водою ставу № 4, відмічено зменшення загальної чисельності мікроорганізмів тільки у другій половині дослідю в 1,3 рази, а кількість гетеротрофів зменшилась у 2 рази. При цьому їхня кількість у контролі в середньому становила 3,4 тис. кл./мл, а у дослідю — 1,7 тис. кл./мл. У період дослідю біомаса фітопланктону досягала  $4,9 \text{ г/м}^2$ , де основними представниками були евгленові водорості, що характеризують забруднення ставової води органікою. Отже, найбільш активний вплив на розвиток природної кормової бази виявляється при використанні адсорбційної властивості цеоліту як фільтра у ємкостях. Адсорбційна властивість цеоліту, що розсипали по ґрунту перед ставом, проявлялася менше.

## ВИСНОВКИ

Проведеними дослідженнями встановлено, що для очищення води вирощувальних ставів від органічних та мінеральних забруднювачів — підвищених концентрацій біогенних елементів, органічних речовин та важких металів доцільно використовувати цеоліт.

Більший ефект досягається при використанні цеоліту як фільтра у ємкостях у районі водонапуску ставу порівняно із застосуванням його там само розсипом. Тим більше, що через певний час цеоліт у ємкостях можна замінити його новою порцією або іншим адсорбентом.

Адсорбційна дія цеоліту при застосуванні його як фільтра у ємкостях і розсипом більше проявлялася у другій половині дослідю в районі водовипуску ставів.

Встановлено, що використання цеоліту, який сприяє очищенню води ставів від забруднювачів, у свою чергу призводить до поліпшення якості їхньої природної кормової бази та підвищення її біомаси. При цьому більший позитивний ефект досягнутий при застосуванні цеоліту як фільтра у ємкостях. Адсорбційну здатність цеоліту доцільно використовувати у ставах площею до 1–2 га з постійним водообміном (15–20 діб).

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. — Л.: Гидрометеиздат, 1970. — 444 с.
2. *Мур Дж., Рамамурти С.* Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния / Пер. с англ. — М.: Мир, 1987. — С. 115–250.
3. *Никаноров Н.А., Жулидов А.В.* Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — 312 с.
4. *Брек Д.В.* Цеолитовые молекулярные сита / Пер. с англ. — М., 1975.
5. *Тарасевич Ю.И., Овчаренко Ф.Д.* Адсорбция на глинистых минералах. — К.: Накова думка, 1975. — 352 с.
6. Вода рибогосподарських підприємств. Загальні вимоги та норми СОУ — 05.01. — 37 — 385:2006.
7. *Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А.* Руководство по химическому анализу вод суши. — Л.: Гидрометеиздат, 1973. — 270 с.
8. *Кражан С.А., Лупачева Л.И.* Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства. — Львов: Областная типография, 1991. — 102 с.
9. *Винберг Г.Г.* Первичная продукция водоемов. — Минск: Изд-во АНБ ССР, 1960. — 329 с.
10. *Хавезов И., Цалев Д.* Атомно-абсорбционный анализ. — Л.: Химия, 1983. — 144 с.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА ПО ОЧИСТКЕ ВОДЫ ВЫРОСТНЫХ ПРУДОВ С ПОМОЩЬЮ ЦЕОЛИТА

*А.Ф. Мельник, З.А. Стецюк, М.И. Хижняк*

Исследовано влияние применения цеолита на очистку воды выростных прудов от органических и минеральных загрязнителей — повышенных концентраций органических веществ, биогенных элементов и тяжелых металлов. Определена адсорбционная способность цеолита как фильтра в емкостях по сравнению с цеолитом, насыпанным в районе водонапуска прудов. Изучено влияние использования цеолита на развитие естественной кормовой базы прудов.

### RESULTS OF EXPERIENCE ON WATER OF EXCRESCENCE PONDS TREATMENT BY ZEOLITE

*A. Melnik, Z. Stecyuk, M. Khizhnyak*

Influence of application of zeolite is investigational on clearing lead excrecence ponds from organic and mineral pollutant — enhanceable the concentration of organic matters, biogenic elements and heavy metals. The adsorbitivity of zeolite is certain as a filter in capacities as compared to a zeolite, poured in the district of letting in water of ponds. Influence of the use of zeolite is studied on development of natural forage base of ponds.