

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ВОДОЙМИ-ОХОЛОДЖУВАЧА ЗАПОРІЗЬКОЇ АЕС МЕТОДОМ БІОЛОГІЧНОЇ ІНДИКАЦІЇ

О.В. Охріменко

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Представлено результати досліджень угруповань фіто- і зоопланктону водойми-охолоджувача Запорізької АЕС методом біологічної індикації. Встановлено індекс сапробності води та розраховано індекс видового різноманіття Шеннона.

Ключові слова: *якість води, фітопланктон, зоопланктон, біологічна індикація, водойма-охолоджувач.*

Водойми-охолоджувачі атомних електростанцій (АЕС) – найбільш масштабні антропогенні водні екосистеми сучасної біосфери. Контроль за станом якості їх водного середовища є необхідною умовою безпечної експлуатації енергоблоків. Складність оцінки сукупного впливу ряду чинників на водну екосистему може бути вирішена методами біоіндикаційного аналізу, заснованого на змінах структурних характеристик угруповань гідробіонтів, що передбачає спостереження за біологічним ефектом негативних чинників, зокрема антропогенного впливу [1, 2].

Залежно від мети та завдань досліджень, в гідробіологічному аналізі якості води використовують практично всі групи організмів, що населяють водні екосистеми. Достатньо надійними показниками біоіндикації є зоопланктон та фітопланктон [3, 4, 5]. Значну інформативність для оцінки видової різноманітності біоти має індекс Шеннона, який дозволяє виявити основні напрями змін, що відбуваються в екосистемі, особливо за високого ступеню антропогенного навантаження. Крім того, сапробність води показує рівень її забруднення органічними речовинами та продуктами їхнього розкладу [6].

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Дослідження проводились протягом вегетаційного сезону в 2010-2011 рр. на базі водойми-охолоджувача Запорізької АЕС (ЗАЕС). Для всебічного вивчення розвитку і просторового розподілу фіто- та зоопланктону водойми проби відбирали на 10 станціях, які охоплювали більшість її основних біотопів.

Індекс Шеннона (загального, або інформаційного різноманіття розраховували за формулою [6]:

$$H = -\sum \left(\frac{n}{N} \right) \log \left(\frac{n}{N} \right)$$

де H – індекс видового різноманіття Шеннона (біт/екз., біт/г);
 N – сумарна ряснота всіх видів угруповання;
 n – ряснота одного виду.



Індекс сапробності (S) розраховували за методом Пантле і Букка в модифікації Сладечека з використанням списків видів-індикаторів, за якими встановлювали індикаторне значення сапробних організмів [7]. Індекс сапробності Пантле-Букка (S) визначали за формулою:

$$S = \sum (s \times h) / \sum h,$$

де S – сумарний індекс водного об'єкту;

s – індикаторна значимість виду;

h – абсолютна чисельність виду.

Величина h знаходиться за шестибальною шкалою значень частоти на підставі якої визначається відповідна кількість видів.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Зниження видового різноманіття біогеоценозів, водних екосистем інформує, як правило, про негативні процеси або про період найбільш різких змін абіотичних чинників зовнішнього середовища. При з'ясуванні екологічного стану водойми-охолоджувача ЗАЕС було розраховано індекс Шеннона як за біомасою, так і за чисельністю фітопланктону водойми.

Встановлено, що індекс видового різноманіття Шеннона за чисельністю фітопланктону даної водойми коливався в 2010 р. у межах від 0,1 до 3,5 біт/екз (рис.1). Як видно з рисунка, величина індексу в більшості випадків не перевищувала 1 біт/екз. Це свідчить про те, що фітопланктон водойми-охолоджувача ЗАЕС представлений монодомінантним альгоценозом або олігодомінантним комплексом. Така ситуація спостерігається під час «цвітіння» води синьозеленими водоростями, які є більш стійкими до антропогенного впливу.

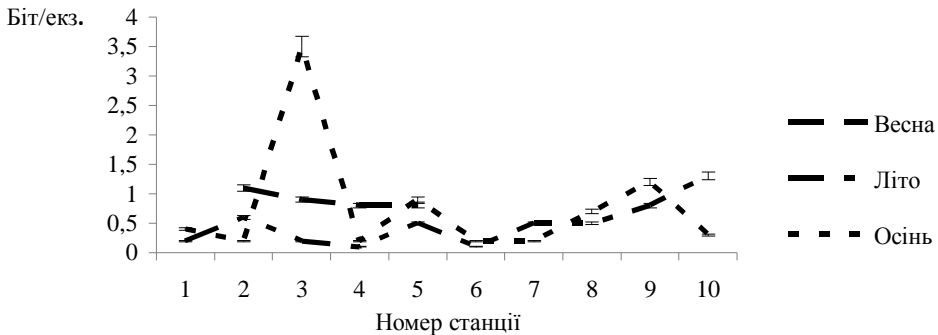


Рис. 1. Сезонна динаміка індексу видового різноманіття за індексом Шеннона за чисельністю фітопланктону водойми-охолоджувача ЗАЕС, 2010 р

У 2011 р. спостерігалась подібна ситуація. Показник індексу видового різноманіття Шеннона за чисельністю фітопланктону становив від 0,2 до 1,6 біт/екз. (рис. 2). Найвищі його значення протягом періоду досліджень (2010-2011 рр.) зафіксовано у весняний період (за температури водного середовища $23,5 \pm 0,1^\circ\text{C}$), тобто видове різноманіття у цей період зростає за



рахунок збільшення видового багатства альгофлори водойми-охолоджувача ЗАЕС.

Щодо індексу видового різноманіття Шеннона за біомасою фітопланктону водойми-охолоджувача ЗАЕС, то у 2010 р. він становив від 0,3 до 1,8 біт/г, а в 2011 році його показник за біомасою коливався в межах від 0,5 до 1,7 біт/г. Така його динаміка підтверджує екологічну напруженість екосистеми водойми-охолоджувача ЗАЕС, яка спричинена забрудненістю органічними і біогенними речовинами та слабким «цвітінням» води, що і було продемонстровано у дослідженнях гідрохімічного та гідробіологічного режимів водойми [8, 9].

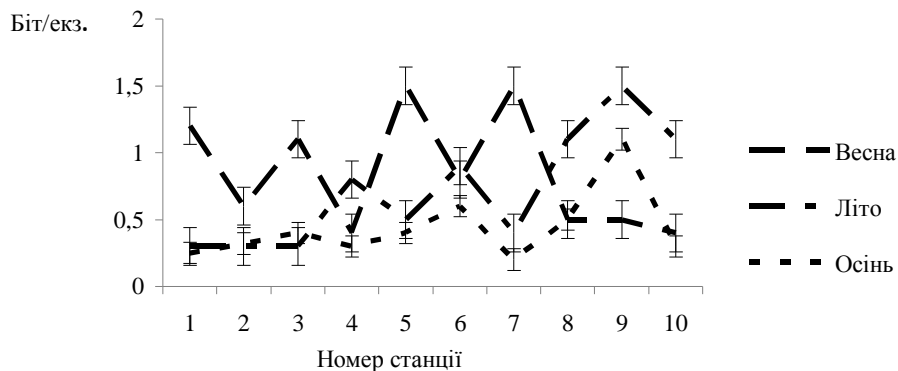


Рис. 2. Сезонна динаміка індексу видового різноманіття за індексом Шеннона за чисельністю фітопланктону водойми-охолоджувача ЗАЕС, 2011 р

Визначення сапробності води в цей період підтверджує наявність в екосистемі досліджуваної водойми надлишку біогенів та органіки. Сапробіологічний аналіз фіто- та зоопланктону водойми-охолоджувача ЗАЕС базувався на присутності видів-індикаторів різних зон забруднення (табл. 1.).

Таблиця 1. Розподіл індикаторних видів фітопланктону водойми-охолоджувача ЗАЕС за систематичними відділами і зонами сапробності (2010-2011 рр.)

Відділ	Зона сапробності									
	χ-0	0	0-β β-0	β	β-α α-β	α	α-ρ ρ-α	ρ	χ-α	Разом
<i>Cyanophyta</i>	-	-	1	2	-	-	-	-	-	3
<i>Euglenophyta</i>	-	-	-	1	1	-	-	-	-	2
<i>Bacillariophyta</i>	1	1	4	6	-	2	-	-	-	14
<i>Chlorophyta</i>	-	-	1	13	-	1	-	-	-	15
<i>Conjugatophyceae</i>	-	-	1	-	-	1	-	-	-	2
Разом	1	1	7	22	1	4	-	-	-	36

Отримані результати узагальнено на основі розрахунку середніх сапробних індексів, що дозволяє скласти уявлення про «клас» чистоти води. Серед виявлених у фітопланктоні водойми-охолоджувача у 2010-2011рр. 98 видів,



різновидів та форм водоростей 36 (36,7 %) належать до індикаторів відповідної зони сапробності. Зелені водорості (*Chlorophyta*) відзначаються найбільшою кількістю індикаторних видів – 42 % від їх загальної кількості. Друге місце посідають *Bacillariophyta* (39 %).

В результаті проведених досліджень встановлено, що більшість видів-індикаторів належить до β -мезосапробів (61 %). Значну частку займають α - β -мезосапроби, у невеликій кількості трапляються α -мезосапроби (11,5%), χ -сапроби, олігосапроби, β - α -сапроби (по 2,7 % відповідно). Протягом 2010 року індекс сапробності води водойми-охолоджувача ЗАЕС коливався в межах від 1,61 до 2,12, а його показник знаходився на рівні $1,8 \pm 0,04$ у весняний період, $1,9 \pm 0,05$ – влітку та $1,8 \pm 0,04$ – восени. Подібна динаміка збереглась і у 2011 році. Так, середні показники індексу сапробності становили $1,9 \pm 0,05$ навесні, $1,7 \pm 0,04$ – у літній період та $1,8 \pm 0,04$ – восени відповідно.

Важливим показником загального стану водних екосистем є зоопланктон, який бере участь в процесах біологічного самоочищення, трансформації і кругообігу речовини та енергії. Тому, було проведено оцінку сапробності води водойми-охолоджувача ЗАЕС і за якісним складом зоопланктону.

Аналіз результатів досліджень показав, що основна маса видів зоопланктонних організмів, виявлених у водоймі-охолоджувачі ЗАЕС належить до видів-індикаторів сапробності. Їх частка від загальної кількості видів протягом періоду досліджень складала 73%. Представники оліго- β -мезосапробного комплексу становили основу видів-індикаторів (37%). Види- β - α -мезосапроби, що характеризують забруднені води, відмічено в поодиноких випадках на різних станціях (табл. 2). Індекс сапробності води водойми-охолоджувача ЗАЕС за зоопланктонними організмами коливався в межах від 1,3 до 2,18. Так, у 2010 році його показник у весняний період складав $1,6 \pm 0,06$, влітку – $1,8 \pm 0,08$, а восени – $1,6 \pm 0,08$. Подібні показники відмічено і у 2011 році, а саме: $1,5 \pm 0,08$ – навесні, $1,7 \pm 0,09$ – влітку та $1,7 \pm 0,07$ – восени відповідно.

Таблиця 2. Розподіл індикаторних видів зоопланктону водойми-охолоджувача ЗАЕС за систематичними відділами і зонами сапробності (2010-2011 рр.)

Відділ	Зона сапробності									Разом
	χ - α	α	α - β β - α	β	β - α α - β	α	α - ρ ρ - α	ρ	χ - α	
<i>Rotatoria</i>	1	2	6	6	1	-	-	-	-	16
<i>Cladocera</i>	-	4	4	2	-	-	1	-	-	11
<i>Sopropoda</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Разом	1	6	10	8	1	-	1	-	-	27

За значеннями індексу сапробності вода водойми-охолоджувача ЗАЕС віднесена до класу якості задовільної чистоти β -мезосапробної зони, що підтверджується кількістю її індикаторних видів фіто- і зоопланктону.



ВИСНОВКИ

Вода водойми-охолоджувача ЗАЕС, за загальноприйнятою системою комплексної екологічної класифікації якості поверхневих вод суші відноситься до III класу, а за величиною індекса сапробності до β -мезасапробної зони, що свідчить про її забрудненість органічними та біогенними речовинами [6].

Надлишок біогенів та високі температури води протягом року (підвищення температури води до $32,2 \pm 0,27^\circ\text{C}$ у літній період) призводять до зниження видового різноманіття альгофлори (індекс Шеннона $< 1 \text{ біт/екз}$), за якого домінуюче становище займають синьозелені водорості, що в свою чергу може викликати «цвітіння» води і негативно позначатись на безпеці роботи АЕС. За таких умов доцільним є проведення біологічної меліорації водойми шляхом вселення до неї білого товстолоба, який буде використовувати додаткову первинну продукцію, утворену за рахунок біогенної і термогенної евтрофікації, покращуючи стан екосистеми даного водного об'єкту.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Егоров Ю.А.* Экологический мониторинг антропогенно нагруженных водных экосистем / Ю.А. Егоров, А.Л. Суздалева // Экология 2000 – море и человек. – Таганрог: Известия ТГТУ, 2000. – с. 13-18.
2. *Кофанов В.І.* Нормативно-методичне забезпечення визначення якості води при оцінці впливу на навколишнє середовище / В.І. Кофанов, М.С. Огняник // Екологія довкілля та безпека життєдіяльності. – 2008. – №4. – С. 15-24.
3. *Анисимова Е.Г.* Оценка качества вод внутриконтинентальных водных экосистем по фитопланктону (Забайкальский край) / Е.Г. Анисимова, З.П. Оглы // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т.11, №1(3). – С. 279-283.
4. *Пашкова О.В.* Зоопланктон як біоіндикатор антропогенного забруднення у водоймах різного типу / О.В. Пашкова // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2008. – №1. – С. 162-166.
5. *Семенова А.С.* Потребление первичной продукции зоопланктоном и использование его структурно-функциональных характеристик для оценки трофности водоема / А.С. Семенова, С.В. Александров // Биология внутренних вод. – 2009. – №4. – С. 57-63.
6. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод* / О.М. Арсан, О.А. Давидов, Т.М. Дьяченко та ін. – К.: ЛОГОС, 2006. – 408 с.
7. *Олексів І.Т.* Показники якості природних вод з екологічних позицій / І.Т. Олексів // – Львів: Світ, 1992. – 232 с.
8. *Бабич О.В.* Особливості гідрохімічного та термічного режимів водойми-охолоджувача Запорізької АЕС / О.В. Бабич, Н.І. Вовк // Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини. – Харків: РВВ ХДЗВА – 2011. – Вип. 1. – С. 313-319.
9. *Бабич О.В.* Особливості розвитку природної кормової бази водойми-охолоджувача Запорізької АЕС / О.В. Бабич, Н.І. Вовк // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. – Кам'янець-Подільський – 2012. – Вип.20. – С. 5-8.



ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОЁМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЗАПОРОЖСКОЙ АЭС МЕТОДОМ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ

А.В. Охрименко

Представлены результаты исследований сообществ фито- и зоопланктона водоема-охладителя Запорожской АЭС методом биологической индикации. Установлен индекс сапробности воды и рассчитан индекс видового разнообразия Шеннона.

Ключевые слова: *качество воды, фитопланктон, зоопланктон, биологическая индикация, водоём-охладитель.*

ASSESSMENT OF ZAPORIZKA NUCLEAR POWER STATION'S POND-COOLER WATER QUALITY BY BIOLOGICAL INDICATION METHOD

O. Okhrimenko

The results of research of the phyto- and zooplankton communities of the Zaporizka Nuclear Power Station's pond-cooler are presented. It is established the saprobity status of the water and the species diversity index of Shannon.

Key words: *water quality, phytoplankton, zooplankton, biological indication, water-cooling water body.*

