

соответственно. Численность и биомасса фитопланктона в оз. Синем колебалась от 74 до 313675 тис. кл/дм³ и от 0,034 до 3,885 мг/дм³, в оз. Голубом – от 46 до 4386 тис. кл/дм³ и от 0,035 до 11,303 мг/дм³, а концентрация хлорофилла "а" составляла, соответственно, 0,19–20,53 мкг/дм³ и 1,29–9,24 мкг/дм³. Вода бессточных озер является "чистой" по количеству исследованных неорганических соединений азота и фосфора. Такое качество воды подтверждает и степень развития в озерах планктонных водорослей.

Ключевые слова: бессточные озера г. Киева, динамика содержания, соединения азота и фосфора, планктонные водоросли, хлорофил "а".

Assessment of the ecological state of lakes of Kyiv

Klochenko P.D., Medved V.A., Gorbunova Z.N., Ivanova I.Yu., Lilitskaya G.G.

Seasonal dynamics of the development of plankton algae and of the content of chlorophyll "a" and of inorganic compounds of nitrogen and phosphorus were studied in the lakes Sineye and Goluboye (Kiev). The content of NH₄⁺ in the water was 0.02–0.31 mg N/L and 0.03–0.24 mg N/L, NO₂⁻ – 0.001–0.022 mg N/L and 0–0.070 mg N/L, NO₃⁻ – 0.01–0.18 mg N/L and 0.01–0.98 mg N/L, whereas the content of PO₄³⁻ – 0–0.060 mg P/L and 0–0.071 mg P/L, respectively. In Lake Sineye, the numbers and biomass of phytoplankton accounted for 74–313675 thousand cells/L, whereas its biomass was 0.034–3.885 mg/L, in Lake Golyboye – 46–4386 thousand cells/L and biomass – 0.035–11.303 mg/L. The water of the studied lakes was characterized by a rather low content of inorganic compounds of nitrogen and phosphorus ("clean"). The intensity of plankton algae development of was appropriate to the above-mentioned categories of water quality.

Keywords: lakes of Kyiv, dynamics of the development, compounds of nitrogen and phosphorus, plankton algae, content of chlorophyll "a".

Надійшла до редколегії 22.01.10

УДК (591.524.12 : 621.311.212) : 574.63

Пашкова О.В.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

ІНДИКАЦІЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ ПІВДЕННО-УКРАЇНСЬКОГО ЕНЕРГОКОМПЛЕКСУ ЗА ЗООПЛАНКТНОМ

Ключові слова: зоопланктон, різноманіття, структура, індикація, екологічний стан

Вступ. Перспективним напрямком у розвитку енергетики є створення енергокомплексів, які на основі спільного використання пов'язаних між собою водних об'єктів технологічно об'єднують електростанції різних типів (АЕС, ГЕС і ГАЕС). Зрозуміло, що екосистеми водойм, які забезпечують роботу таких комплексів, зазнають інтенсивного багатofакторного антропогенного навантаження і тому потребують пильної уваги вчених. Характерними рисами гідрологічного та гідрохімічного режиму цих водойм є великі швидкості течії, посилене турбулентне перемішування, значні добові коливання рівня води, підвищена температура та висока насиченість

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.2(19)

води киснем. При цьому слід зазначити, що вплив цих факторів здебільшого є позитивним, тому що спричинює збільшення швидкості хімічних реакцій і підвищення рівня метаболізму гідробіонтів, тим самим інтенсифікуючи процеси самоочищення та покращуючи якість води [5].

Одним з перших у колишньому СРСР у 80-х роках минулого століття був побудований Південно-Український енергокомплекс (ПУЕК). Оскільки в літературі є дані з зоопланктону лише окремих водойм комплексу [1, 3, 6], то нашою метою було одночасне дослідження цього угруповання в ряді водних об'єктів ПУЕК, а також оцінка їх екологічного стану за його показниками.

Матеріал і методика досліджень. Матеріалом для статті стали кількісні збори зоопланктону, проведені на прибережних станціях водойм, які знаходяться в зоні впливу ПУЕК, у пізньолітній період 2006 р. Були досліджені річка Південний Буг, розташоване на ньому Олександрівське водосховище з ГЕС, ручай Ташлик, Ташлицьке водосховище, яке наповнюється водами річки та є водоймою-охолоджувачем Південно-Української АЕС, і верхня водойма Ташлицької ГАЕС [4]. Крім цих водойм, що є основними, також були вивчені і додаткові: водозабірний і водоскидний канали, що ведуть до агрегатів АЕС, і нижня водойма ГАЕС. Проби відбирали, зафіксували та опрацьовували за допомогою загальноприйнятих

гідробіологічних методів [2]. Температура води варіювала в дуже великому інтервалі – від 13°C (у Ташлику) до 34°C (у водоскидному каналі).

Результати досліджень та їх обговорення. В період спостережень прибережний зоопланктон досліджуваного комплексу водних об'єктів характеризувався великим видовим багатством – в його складі було виявлено 77 таксонів видового та надвидового рангу, в тому числі 43 види коловерток (*Rotatoria*), 20 видів гіллястовусих (*Cladocera*) і 12 видів веслоногих (*Copepoda*) ракоподібних, а також черепашкові ракоподібні (*Ostracoda*) і личинки дрейсен. Як бачимо, провідну роль серед основних таксономічних груп за кількістю видів (57%) відігравали коловертки. Найбільша кількість видів (59) була зареєстрована в Олександрівському водосховищі ($t = 20^{\circ}\text{C}$), найменша (17) – в Південному Бузі ($t = 18^{\circ}\text{C}$). В решті водойм кількість видів варіювала від 21 до 47. На відміну від угруповання в цілому перше місце (45%) в домінуючому комплексі видів займали гіллястовусі ракоподібні (табл. 1).

Зоопланктон був різноманітним також і в екологічному аспекті, тобто до його складу входили не лише звичайні для водної товщі пелагічні організми, але і прибережно-фітофільні та придонно-фітофільні. Основну частину угруповання за кількістю видів склали представники перших двох груп (по 40%), решту (20%) – третя група. В той же час серед домінуючих видів мешканців відкритої води було більше (55%), а жителів прибережжя – менше (25%). Серед пелагічних форм з числа домінантів можна назвати *Brachionus calyciflorus*, *Moina micrura*, *Bosmina longirostris*, *Acanthocyclops americanus*, *Mesocyclops leuckarti*, прибережних – *Euchlanis dilatata*, *Brachionus quadridentatus*, *Scapholeberis mucronata*, *Pleuroxus aduncus*,

Chydorus sphaericus, а серед придонних – *Ilyocryptus sordidus*, *Rhynchotalona rostrata*, *Eucyclops serrulatus*. Присутність такої великої кількості факультативних зоопланктонів є типовою рисою прибережних зоопланктоценозів, особливо у водоймах з течією, турбулентним перемішуванням і коливаннями рівня.

Таблиця 1. Біомаса (мг/м³) домінуючих видів зоопланктону у водних об'єктах Південно-Українського енергокомплексу

| Види | Водні об'єкти | | | | | | | |
|----------------------------------|---------------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| <i>Synchaeta</i> sp. | – | – | – | – | – | – | 19,2 | – |
| <i>Asplanchna priodonta</i> | – | 18,7 | – | – | – | – | – | – |
| <i>Lecane luna</i> | 0,3 | – | – | – | – | 3,2 | – | – |
| <i>Euchlanis dilatata</i> | – | – | – | – | – | – | – | 4,80 |
| <i>Brachionus quadridentatus</i> | – | 182,7 | – | – | 20,0 | 4,4 | – | 28,0 |
| <i>B. nilsoni</i> | 0,2 | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>B. diversicornis</i> | 0,2 | – | – | – | – | – | – | – |
| <i>B. calyciflorus</i> | 5,6 | 84,9 | – | 246,9 | 70,0 | 47,6 | – | 2,8 |
| <i>Daphnia longispina</i> | – | – | 48,0 | – | – | – | 84,0 | – |
| <i>D. cucullata</i> | – | – | – | – | – | – | 144,0 | – |
| <i>Moina micrura</i> | 4,8 | 33,2 | 720,0 | 2200,0 | 372,0 | 108,0 | 1680,0 | 6,0 |
| <i>Scapholeberis mucronata</i> | – | 5,0 | 10,0 | 33,4 | – | – | 40,0 | – |
| <i>Macrothrix laticornis</i> | – | – | – | 14,0 | – | – | – | – |
| <i>Ilyocryptus sordidus</i> | – | – | 48,0 | – | – | – | – | – |
| <i>Pleuroxus aduncus</i> | – | – | – | – | – | – | – | 3,0 |
| <i>Chydorus sphaericus</i> | – | – | – | 10,1 | – | – | – | – |
| <i>Rhynchotalona rostrata</i> | – | – | – | – | – | – | – | 2,8 |
| <i>Alona rectangula</i> | 0,2 | – | 4,0 | – | – | – | – | – |
| <i>Bosmina longirostris</i> | 0,6 | – | – | – | – | 32,0 | – | – |
| <i>Eurytemora velox</i> | – | 46,7 | – | – | 6,0 | – | – | 12,0 |
| <i>Eucyclops serrulatus</i> | – | – | 12,0 | – | 3,6 | – | – | 7,20 |
| <i>Acanthocyclops americanus</i> | 1,4 | – | – | 34,1 | 19,6 | 2,8 | 98,0 | – |
| <i>Mesocyclops leuckarti</i> | – | 6,4 | 30,0 | 81,0 | – | – | 70,0 | – |
| <i>Thermocyclops crassus</i> | – | – | 4,0 | – | 6,0 | 3,2 | – | – |

Примітка. Тут, в табл. 2 і 3 і на рис.: 1 – Південний Буг, 2 – Олександрівське водосховище, 3 – Ташлик, 4 – Ташлицьке водосховище, 5 – водозабірний і 6 – водоскидний канали АЕС, 7 – верхня та 8 – нижня водойми ГАЕС; «–» – відсутній серед домінантів.

Фауністична схожість зоопланктону в різних водних об'єктах за загальним видовим складом була невисокою – індекс Жакара складав у середньому 39 (варіюючи від 19 до 59), і ще меншою – за домінуючими видами (27, 7–56), тому що, хоча водообмін між водоймами і є достатньо великим, але належать вони до різних лімнологічних типів (річка, водосховище, струмок, канал, ставок), до того ж зазнають антропогенного впливу різного роду та інтенсивності, що і обумовлює якісну різницю між угрупованнями (табл. 2). Найбільш схожими були списки видів в Олександрівському та Ташлицькому водосховищах, найбільш відмінними – в Ташлику та водоскидному каналі.

Таблиця 2. Видова схожість (за Жакаром) зоопланктону у водних об'єктах ПУЕК

| В. об. | Загальний видовий склад | | | | | | | | Домінуючі види | | | | | | | |
|--------|-------------------------|-----------|----|-----------|----|----|-----------|-----------|----------------|----|----|----|-----------|-----------|-----------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | – | 27 | 27 | 26 | 28 | 34 | 34 | 29 | – | 15 | 14 | 25 | 25 | 50 | 15 | 14 |
| 2 | 27 | – | 33 | 59 | 49 | 37 | 41 | 44 | 15 | – | 25 | 40 | 40 | 27 | 27 | 36 |
| 3 | 27 | 33 | – | 40 | 31 | 19 | 46 | 33 | 14 | 25 | – | 25 | 25 | 15 | 36 | 14 |
| 4 | 26 | 59 | 40 | – | 58 | 46 | 49 | 44 | 25 | 40 | 25 | – | 27 | 27 | 40 | 15 |
| 5 | 28 | 49 | 31 | 58 | – | 45 | 45 | 40 | 25 | 40 | 25 | 27 | – | 56 | 17 | 17 |
| 6 | 34 | 37 | 19 | 46 | 45 | – | 46 | 29 | 50 | 27 | 15 | 27 | 56 | – | 50 | 25 |
| 7 | 34 | 41 | 46 | 49 | 45 | 46 | – | 51 | 15 | 27 | 36 | 40 | 17 | 50 | – | 7 |
| 8 | 29 | 44 | 33 | 44 | 40 | 29 | 51 | – | 14 | 36 | 14 | 15 | 17 | 25 | 7 | – |

Велике видове багатство зоопланктону досліджуваного водного комплексу супроводжувалось не надто високою кількісною численністю (ряснотою), до того ж такою, що суттєво розрізнялась в різних водоймах, (табл. 3). Так, найбільші загальні чисельність і біомаса, що дорівнювали 242,7 тис. екз/м³ і 3,515 г/м³, були відмічені в Ташлицькому водосховищі (t – 29°C), трохи менші – у верхній водоймі ГАЕС (t – 20°C) – 247,3 тис. екз/м³ і 2,536 г/м³, найменші – в Південному Бузі (9,8 тис. екз/м³ і 0,047 г/м³). Така велика різниця в кількісному розвитку зоопланктону в різних водних об'єктах у більшості випадків пояснюється тими ж причинами, що і якісні відмінності, тобто відповідністю угруповання умовам існування в межах певного місцезнаходження. Виняток склали тільки водоскидний канал, в якому концентрація зоопланктону порівняно з водозабірним каналом (t – 29°C) зменшилась приблизно вдвічі, і нижня водойма ГАЕС (t – 21°C), де чисельність порівняно з верхньою водоймою зменшилась в 7, а біомаса – в 14 разів. Таке збіднення було наслідком згубної теплової та механічної дії під час проходження гідробіонтами системи охолодження АЕС і водоводів при помповому та турбінному режимі роботи ГАЕС [3, 7]. Менша, ніж у водосховищі, щільність зоопланктону у водозабірному каналі була спричинена тим, що забір здійснювався з глибинних шарів води, де зоопланктонів небагато.

Таблиця 3. Кількісний розвиток (над рискою – чисельність, тис. екз/м³, під рискою – біомаса, г/м³) зоопланктону у водних об'єктах ПУЕК

| Таксони | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|----------------------|
| Rotatoria | <u>3,1</u> 0,007 | <u>136,7</u> 0,302 | <u>73,6</u> 0,012 | <u>86,6</u> 0,257 | <u>27,9</u> 0,096 | <u>32,7</u> 0,061 | <u>171,4</u> 0,052 | <u>21,5</u> 0,037 |
| Cladocera | <u>0,2</u> 0,006 | <u>1,2</u> 0,048 | <u>15,8</u> 0,830 | <u>47,9</u> 2,308 | <u>6,4</u> 0,382 | <u>5,1</u> 0,145 | <u>33,5</u> 1,966 | <u>0,6</u> 0,017 |
| Copepoda | <u>1,3</u> 0,014 | <u>25,9</u> 0,246 | <u>17,6</u> 0,152 | <u>107,6</u> 0,890 | <u>20,7</u> 0,158 | <u>16,6</u> 0,134 | <u>42,3</u> 0,516 | <u>10,7</u> 0,114 |
| Ostracoda | <u>< 0,1</u> 0,004 | <u>< 0,1</u> 0,009 | <u>3,4</u> 0,340 | <u>0,6</u> 0,060 | <u>0,1</u> 0,012 | <u>0</u> 0 | <u>< 0,1</u> 0,002 | <u>0,1</u> 0,014 |
| Larvae | <u>5,2</u> | <u>1,5</u> | <u>0</u> | <u>< 0,1</u> | <u>37,4</u> | <u>0</u> | <u>< 0,1</u> | <u>0,2</u> |
| Mollusca | 0,016 | 0,004 | 0 | < 0,001 | 0,112 | 0 | < 0,001 | 0,001 |
| Разом | <u>9,8</u> 0,047 | <u>165,3</u> 0,609 | <u>110,4</u> 1,334 | <u>242,7</u> 3,515 | <u>92,5</u> 0,760 | <u>54,4</u> 0,340 | <u>247,3</u> 2,536 | <u>33,1</u> 0,183 |

Кількісна структура зоопланктону, так само як і розвиток, була різною в різних водоймах. Так, в річці серед основних систематичних груп за біомасою домінували представники *Copepoda* і личинки дрейсен, складаючи 30 і 34% відповідно, а в Олександрівському водосховищі – *Rotatoria* (50%) (рис.).

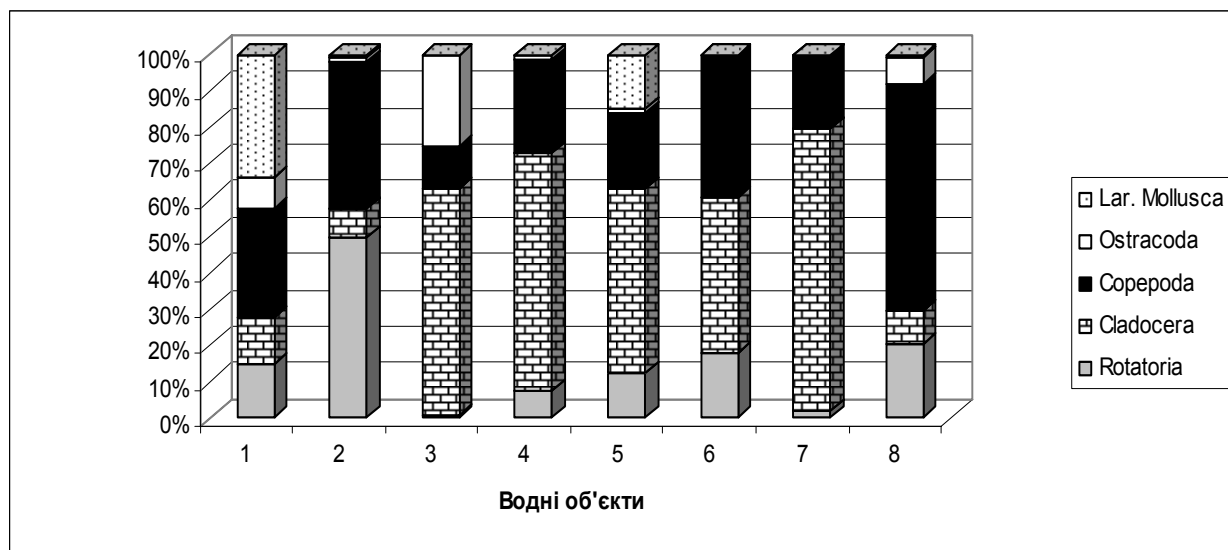


Рис. Співвідношення (за біомасою) таксонів зоопланктону у водних об'єктах Південно-Українського енергокомплексу.

В ручаї, Ташлицькому водосховищі, обох каналах і верхній водоймі ГАЕС угруповання були кладоцерними (ця група складала 62, 66, 50, 43 і 78% загальної біомаси), що притаманне цим типам водойм, і, нарешті, в нижній водоймі ГАЕС зоопланктон був копеподним (62%).

Інформаційне різноманіття (за Шеноном), що слугує інтегральною оцінкою екологічного стану ценозу або біоценозу, розраховане за чисельністю, складало по окремих водних об'єктах у середньому 2,17–3,48, за біомасою – 1,99–2,97. Ці значення індексу свідчать про стабільність і збалансованість зоопланктонних угруповань водойм комплексу.

Висновки. В період спостережень прибережний зоопланктон більшості водних об'єктів у зоні впливу Південно-Українського енергокомплексу характеризувався багатокомпонентністю, продуктивністю та збалансованістю, що свідчить про екологічне благополуччя. Тим самим застосування зоопланктону як індикаторного угруповання дозволило оцінити екологічний стан водойм як задовільний.

Список літератури

1. Про результати моніторингових досліджень стану гідробіонтів Олександрівського водосховища в 2007 році / Алексієнко В.Р., Безугла І.С., Грищенко Н.Ф. та ін.// Тез. доп І Міжнарод. іхтіол. наук.-практ. конф. «Сучасні проблеми теоретичної і практичної іхтіології»(Канів, 18–21 вер. 2008 р.). – Канів, 2008. – С. 9–11.
2. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В.Д. Романенка – К. : Логос, 2006. – 408 с.
3. Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины / Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И. и др. – К. : Наук. думка, 1991. – 192 с.
4. Ромась М.І. Гідрохімія водних об'єктів атомної і теплової енергетики – К. : ВПЦ «Київ. ун-т», 2002. – 532 с.
5. Севастьянов В.И. Особенности формирования качества воды в

водохранилищах энергокомплексов / В.И. Севастьянов // Гидробиол. журн. – 1987. – 23, № 2. – С.10–15. 6. Химический состав воды и планктон водоема-охладителя Южно-Украинской АЭС / [Сергеева О.А., Калиниченко Р.А., Кошелева С.И., Ленчина Л.Г.] // Там же. – 1988. – 24, № 6. – С. 8–14. 7. Цееб Я.Я. Предварительное изучение влияния работы гидроаккумуляционной электростанции на зоопланктон / Цееб Я.Я., Жданова Г.А. // Там же. – 1980. – 16, № 4. – С. 40–45.

Індикація екологічного стану водних об'єктів Південно-Українського енергокомплексу по зоопланктону

Пашкова О.В.

Наведено результати дослідження різноманіття і структури зоопланктону в водних об'єктах в зоні впливу Південно-Українського енергокомплексу. При біоіндикації по його показникам екологічного стану водойм оцінено як задовільне.

Ключові слова: зоопланктон, різноманіття, структура, індикація, екологічний стан.

Индикация экологического состояния водных объектов Южно-Украинского энергокомплекса по зоопланктону

Пашкова О.В.

В работе приведены результаты исследования разнообразия и структуры зоопланктона в водных объектах в зоне влияния Южно-Украинского энергокомплекса. При биоиндикации по его показателям экологическое состояние водоемов оценено как удовлетворительное.

Ключевые слова: зоопланктон, разнообразие, структура, индикация, экологическое состояние.

Indication of ecological state of water objects of South Ukrainian energocomplex by zooplankton

Pashkova O.V.

The results of investigation of zooplankton diversity and structure in the water objects in zone of South-Ukrainian energocomplex influence are given. Under the bioindication by its characteristics the water-bodies ecological state is estimated as satisfactory.

Keywords: zooplankton, diversity, structure, indication, ecological state.

Надійшла до редколегії 01.02.10

УДК (591.524.11:574.5):602.64

Машина В.П.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

МІКРО-І МЕЗОБЕНТОС ЯК ПОКАЗНИК РЕФЕРЕНСНИХ УМОВ У ВОДОЙМАХ РІЗНОГО ТИПУ

Ключеві слова: мікро- і мезобентос; річкові екосистеми; водосховища

Вступ. В сучасний період доцільність використання біоіндикації як методу оцінки природних водойм широко обговорюється та дискутується в гідробіологічній літературі. На даний час спостерігається зміна критеріальних підходів в оцінці якості водного середовища еталонним або

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т.2(19)