

ВІДГУК ФІТОЕПІФІТОНУ КАНІВСЬКОГО ВОДОСХОВИЩА НА РЕГІОНАЛЬНІ КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ

Одним із найважливіших наслідків кліматичних змін для рівнинних водосховищ є підвищення середньої температури повітря і, відповідно, води. При цьому особливо вразливі до змін клімату біоценози літоралі, у тому числі фітоепіфітон, оскільки термічний режим мілководних ділянок швидше реагує на будь-які флуктуації температури повітря.

Мета роботи – оцінити відгук фітоепіфітону Канівського водосховища на підвищення температури води.

Методи і матеріали. Польові дослідження фітоепіфітону проводили в літній сезон з 2008 по 2017 рр. на стаціонарній станції моніторингу (Semenyuk, 2018). Для репрезентативного порівняння даних аналізували проби фітоепіфітону одного з домінуючих видів вищих водяних рослин – комишу озерного (*Schoenoplectus lacustris* (L.)). Проби фітоепіфітону відбирали кожні два тижні з червня по серпень і камерально опрацьовували за допомогою загальноприйнятих гідробіологічних методів (Semenyuk, Shcherbak, 2016). Паралельно вимірювали температуру води.

Результати досліджень та їх обговорення. Аналіз температурного режиму на мілководді водосховища в літні сезони 2008–2017 рр. показав, що в 2008 р. температура води коливалась від 17,0 до 21,0°C і в середньому складала 19,5°C; відповідно в 2009 р. – від 20,0 до 23,0°C (у середньому 21,7°C); у 2010 р. від 22,0 до 27,0°C (у середньому 24,0°C); у 2011 р. – від 20,4 до 25,4°C (у середньому 23,4°C); і в 2017 р. – від 20,1 до 25,0°C (у середньому 22,5°C).

Із наведених даних видно, що порівнювані роки характеризувались різним температурним режимом: більш висока температура води спостерігалась у 2010, 2011 і 2017 рр., а менш висока – у 2008 і 2009 рр. Тому для більш зручного порівняння даних, отриманих у різні за температурним режимом роки, ми будемо використовуємо умовне позначення „менш теплі роки” (2008 і 2009) і „більш теплі роки” (2010, 2011, 2017). Отримані нами показники температури води узгоджуються з даними Центральної геофізичної обсерваторії України (www.cgo.kiev.ua) по температурі повітря. Так, літні сезони 2010, 2011 і 2017 рр. характеризувались більшими відхиленнями температури повітря від середньобогаторічної норми, ніж 2008 і 2009 рр. Слід зазначити, що найтеплішим був 2010 р., коли відхилення температури повітря від середньобогаторічної норми досягало +5,0°C.

Аналіз відгуку фітоепіфітону Канівського водосховища на підвищення температури води виявив такі його характеристики, які найбільш чутливо реагують на зміну температури води і відповідно можуть слугувати як біологічні показники кліматичних змін.

1. Співвідношення різних відділів у формуванні флористичного різноманіття і чисельності фітоепіфітону

Показано (Shcherbak, 2019, Zadorozhna, Shcherbak, 2017, Semenyuk, Shcherbak, 2016), що різні відділи водоростей характеризуються неоднаковим температурним оптимумом: діатомові і зелені водорості досягають максимальних біомас за температур води 22,0–23,0°C, а синьозелені – $\geq 25^\circ\text{C}$. Із основних відділів, які формують флористичну структуру фітопланктону і фітоепіфітону Канівського водосховища,

найбільш теплолюбними є синьозелені водорості, а найбільш холодолілюбними – діатомові.

З огляду на це, було проаналізовано залежність частки водоростей різних відділів у формуванні флористичного різноманіття фітоепіфітону Канівського водосховища від температури води. Слід відмітити, що флористична частка діатомових водоростей у фітоепіфітоні є значно більшою, ніж у фітопланктоні, а частки зелених і синьозелених водоростей – відповідно, значно меншими (Zadorozhna, Semeniuk, Shcherbak, 2017). Тому, для отримання більш репрезентативних результатів, ми аналізували сумарну частку синьозелених і зелених водоростей як більш теплолюбних форм і частку діатомових водоростей як більш холодолілюбних форм.

Встановлено, що в „менш теплі” роки частка діатомових водоростей складала 85–95%, а сумарна частка синьозелених і зелених – 5–12%. У той же час, у „більш теплі” роки частка діатомових водоростей знижувалась до 59–72%, а сумарна частка синьозелених і зелених водоростей, навпаки, зростала до 28–36%. При цьому, в найтеплішому 2010 р. частка діатомових водоростей становила 59%, а сумарна частка зелених і синьозелених досягала 32%.

Виявлено достовірну обернену залежність між температурою води і флористичною часткою діатомових водоростей ($r = -0,98$; $p = 0,004$) і достовірну пряму залежність між температурою води і сумарною часткою зелених і синьозелених водоростей ($r = 0,93$; $p = 0,02$).

Аналіз структури чисельності фітоепіфітону встановив достовірну обернену залежність між температурою води і часткою діатомових водоростей ($r = -0,54$; $p = 0,008$) і достовірну пряму залежність між температурою води і часткою синьозелених водоростей ($r = 0,51$; $p = 0,01$), а також між температурою води і часткою зелених водоростей ($r = 0,43$; $p = 0,04$).

Важливим є те, що отримані нами дані узгоджуються з результатами досліджень фітопланктону – як Канівського водосховища (Zadorozhna, Shcherbak, 2017), так і Київського водосховища (Shcherbak, 2019).

2. Індекс сапробності Пантле-Букк у модифікації Сладечека

Показано, що індекс сапробності за фітоепіфітоном чутливо реагує на підвищення температури води. Так, аналіз багаторічної динаміки індексу сапробності фітоепіфітону з 2008 по 2017 рр. показав, що його піки реєструвались у 2010 і в 2017 рр., тобто співпадали з максимумами температури води. Це може пояснюватись тим, що при підвищенні температури зростає інтенсивність деструкції, і у воді збільшується кількість легкоокиснюваних органічних речовин.

3. Індекс Шеннона

Аналіз динаміки індексу Шеннона фітоепіфітону впродовж літніх сезонів дозволив виявити тенденцію до зниження даного індексу при підвищенні температури води.

Так, наприклад, максимальні величини індексу Шеннона – 3,26–3,32 біт/екз зареєстровані в температурному діапазоні 20,1–22,5°C, а мінімальні – 1,36–1,79 біт/екз – при температурі води, що перевищувала 24–25°C. Це може пояснюватись тим, що домінуючим компонентом фітоепіфітону є діатомові водорості, а для розвитку літніх форм цього відділу оптимальною є температура 22,0–23,0°C. Відповідно за таких температур формуються сприятливі умови для розвитку полідомінантного угруповання діатомових водоростей. У той же час, величини температури близько 25°C виходять за межі оптимуму діатомових водоростей, тому за таких умов може формуватись оліго- чи монодомінантне угруповання.

Ще однією причиною зниження індексу Шеннона фітоепіфітону при аномальному підвищенні температури води може бути „цвітіння” планктонних синьозелених водоростей, які формують плівку на поверхні води і відповідно погіршують світлові умови для фітоепіфітону.

Таким чином, встановлено, що співвідношення діатомових, зелених і синьозелених водоростей у формуванні флористичного різноманіття і чисельності фітоепіфітону, індекс Шеннона та індекс сапробності Пантле-Букк у модифікації Сладечека чутливо реагують на підвищення температури води. Очевидно, що встановлені закономірності є важливими адаптаційними механізмами відгуку водоростевих угруповань на підвищення температури води і можуть бути використані для моніторингу кліматичних змін.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Semenyuk N.Ye. Homeostasis of phytoepiphyton of the Dnieper reservoirs // *Hydrobiological Journal*. – 2018. – Vol. 54, Issue 2. – P. 16–30.

Semenyuk N.Ye., Shcherbak V.I. Structural and Functional Organization of Phytoepiphyton of the Dnieper Reservoirs and Factors Influencing Its Development. Report 1. Role of Some Hydrophysical Factors // *Hydrobiological Journal*. – 2016. – Vol. 52, Issue 5. – P. 3–17.

Shcherbak V.I. Response of phytoplankton of the Kiev Reservoir to the increase in summer temperatures // *Hydrobiological Journal*. – 2019. – Vol. 55, Issue 1. – P. 18–35.

Zadorozhna H., Semeniuk N., Shcherbak V. Interaction between phytoplankton and epiphytic algae in the Kaniv Water Reservoir (Ukraine) // *International Letters of Natural Sciences*. – 2017. – Vol. 61. – P. 56–68.

Zadorozhna G.M., Shcherbak V.I. Effect of solar radiation and water temperature on development of phytoplankton in the Kaniv reservoir // *Hydrobiological Journal*. – 2017. – Vol. 53, Issue 1. – P. 18–27.

УДК 574.632:574.633

В.О. ЯКОВЕНКО, Н.Б. ЄСПОВА, Т.О. ДЕРКАЧ

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
пр. Гагаріна, 72, Дніпро 49010, Україна

ВИДОВИЙ СКЛАД ТА КІЛЬКІСНІ ПОКАЗНИКИ ЛІТОРАЛЬНОГО ЗООПЛАНКТОНУ РІЧКИ ОРІЛЬ

Велика увага, що приділяється проблемам малих річок, багато в чому визначається значними антропогенними навантаженнями на їх екосистеми. Дії такого типу призводять до різних порушень режимів річок і, відповідно – до зміни структурно-функціональних характеристик угруповань гідробіонтів, що зрештою негативно позначається на самоочисній здатності водойм (Шевченко, 2017; Bonecker et al., 2015; Ravera, 2017). Внаслідок цього складається передкризова та кризова гідроекологічна ситуація, при якій самовідновлювальна здатність малих річок вже не забезпечує екологічної рівноваги.

Зоопланктон як екологічне угруповання безхребетних тварин характеризується відносною сталістю видового складу, динамічною стійкістю, структурно-функціональною організацією в природних умовах. Зміни складу і структури зоопланктону, які можна помітити лише з часом, відбуваються як у результаті природних процесів, так і в результаті господарської діяльності людини (Яковенко, Федоненко, 2010).

Річковий зоопланктон грає важливу роль у самоочищенні води (Яковенко, Федоненко, 2016). Багато видів коловороток і ракоподібних, інтенсивно фільтруючи воду, витягають з товщі величезну кількість органічних речовин. Саме органічне