

ОСОБЛИВОСТІ ЛІТНЬОЇ ДОБОВОЇ ДИНАМІКИ КОНЦЕНТРАЦІЇ РОЗЧИНЕНОГО КИСНЮ У ВОДНИХ БІОТОПАХ Р. УДАЙ В МЕЖАХ НАЦІОНАЛЬНОГО ПРИРОДНОГО ПАРКУ «ПИРЯТИНСЬКИЙ»

Подобайло А.В., Омеляненко І.С., Проценко Ю.В.
Навчально-науковий центр «Інститут біології та медицини»
просп. Академіка Глушкова, 2, 03022, м. Київ
decanat_bf@univ.kiev.ua

Вивчено закономірності добової динаміки кисню на руслі та в заплавній системі ріки Удай. Визначено динаміку концентрації кисню на всіх станціях у денні та нічні години в межах Національного природного парку «Пирятинський». Зазначено, що мілководні стації характеризуються значними перепадами концентрації розчиненого кисню. Особливо несприятливий кисневий режим складається в нічні часи за гальмування світлової фази фотосинтезу та інтенсивного споживання кисню гідробіонтами за високих температур. *Ключові слова:* НПП «Пирятинський», річка Удай, кисень, добова динаміка, температура, фотосинтез.

Особенности летней суточной динамики концентрации растворенного кислорода в водных биотопах р. Удай в рамках национального природного парка «Пирятинский». Подобайло А.В., Омеляненко И.С., Проценко Ю.В. Изучены закономерности суточной динамики кислорода на русле и в пойменной системе реки Удай. Определена динамика концентрации кислорода на всех станциях в дневные и ночные часы в пределах Национального парка «Пирятинский». Отмечено, что мелководные станции характеризуются значительными перепадами концентрации растворенного кислорода. Особенно неблагоприятный кислородный режим состоит в ночные часы за торможение световой фазы фотосинтеза и интенсивного потребления кислорода гидробионтами при высоких температурах. *Ключевые слова:* НПП «Пирятинский», река Удай, кислород, суточная динамика, температура, фотосинтез.

Features of the summer daily dynamics of the concentration of dissolved oxygen in the water biotopes of the river Uday in the limits of the national natural park "Pyryatynsky". Podobaylo A., Omelyanenko I., Protsenko Y. The regularities of the daily dynamics of oxygen in the channel and in the flood system of the river Uday are studied. The dynamics of concentration of oxygen at all stations in the day and night hours within the limits of National Nature Park "Pyryatynsky" is determined. It is noted that shallow stones are characterized by significant variations in the concentration of dissolved oxygen. Especially unfavorable oxygen regime is formed at night for the inhibition of the light phase of photosynthesis and the intensive consumption of oxygen by hydrobionts at high temperatures. *Keywords:* NPP "Pyryatynsky", river Uday, oxygen, daily dynamics, temperature, photosynthesis.

Річка Удай є притокою Дніпра 7000 км² [1]. Збереження біологічного різноманіття водно-болотних угідь є одним із основних завдань національного природного парку

(НПП) «Пирятинський», який створений у 2009 році на середній течії цієї річки. Важливим аргументом заповідання ділянки ріки в межах Пирятинського району Полтавської області довжиною 65 км було збереження природного характеру течії, потужної заплавної системи.

З початку функціонування національного парку служби державної охорони природно-заповідного фонду неодноразово фіксували випадки масової загибелі риб у водоймах через придуху. У 2011 та 2013 рр. такі факти відмічалися в літній період. Тому, вивчення особливостей кисневого режиму річки Удай та її заплавної системи спрямовано на розробку природоохоронних заходів зі збереження водно-болотних угідь НПП «Пирятинський».

Одним із визначальних чинників, який впливає на життя гідробіонтів, особливо у прісноводних екосистемах, є концентрація розчиненого кисню. Збагачення води киснем в основному відбувається за рахунок інвазії з атмосфери та виділень фото синтезуючими організмами. Збіднення вмісту газу спостерігається внаслідок евації з води в атмосферу та впливу споживання на окислювальні процеси, зокрема на дихання [2].

На основі аналізу багаторічних даних спостережень Державної гідрометеослужби (за 1989–2005 рр.) фахівцями Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту виявлено особливості формування кисневого режиму поверхневих вод України [3]. Виявлено, що прогрівання води в літній період до 22–25°C через фізичні закономірності падіння розчинності газів

з ростом температури може призвести до зменшення розчинності кисню. Автори висловлюють припущення, що не лише температура, але й висока інтенсивність окислення органічних сполук зумовлює мінімальні значення концентрації кисню у воді в літній період. Удай належить до річок, які характеризуються недонасиченням води киснем протягом усього року, а емпіричні криві залежності вмісту кисню від температури води розміщені нижче нормальної кривої розчинності кисню. Таких річок в басейні Дніпра кілька: Удай, Інгулець, Конка, Мокра Московка, Остер, Сула [3].

На значні коливання концентрації розчиненого кисню протягом доби за умов інтенсивного прогрівання води, що контактує з теплим повітрям, та під дією сонячного випромінювання вказують результати досліджень річок Африки [4]. Насичення води киснем тут змінювалось більше, ніж на порядок – від світлої до темної пори доби. Автори пов'язують це з інтенсивною фотосинтетичною діяльністю і обґрунтовують необхідність враховувати добову динаміку при вивченні газового режиму водойм. Показники концентрації кисню одержані вдень можуть неадекватно відбивати реальну ситуацію щодо умов дихання гідробіонтів. Кисневий режим верхньої частини Канівського водосховища визначається фотосинтетичною діяльністю занурених рослин та режимом роботи Київської ГЕС. У світлу частину доби у зарослому біотопі вміст кисню значно вищий, ніж на ділянці без рослин, що є наслідком активної фотосинтетичної діяльності. Відсутність денного максимуму

та нічного мінімуму в незарослому біотопі пояснюється надходженням у ранкові часи збіднених на кисень водних мас з нижнього б'єфу ГЕС під час пікових попусків [5].

Доведено, що вплив водної рослинності на газовий режим залежить не лише від фотосинтезу, а й від розміщення листків. На прикладі *Trapanatans* у річці Гудзон показано, що фотосинтетична та дихальна функція занурених рослин має збалансований вплив на концентрацію розчиненого кисню у воді. Ситуація кардинально міняється тоді, коли плаваючі листки вкривають поверхню водойми суцільним шаром і перешкоджають газообміну між водою й атмосферою. Затінення товщі води перешкоджає процесам фотосинтезу, що призводить до виснаження запасів кисню [6].

Однак причини задухи, які періодично виникають у водоймах, що мають різний природоохоронний статус у межах природно-заповідного фонду України дослідження кисневого режиму вод до теперішнього часу не проводили.

Мета роботи – вивчити закономірності добової динаміки кисню в різних біотопах річки Удай в межах НПП «Пирятинський».

Матеріали і методи досліджень. Інформацію щодо кисневого режиму річки Удай збирали в липні-серпні 2013–2015 рр. на ділянці р. Удай в районі с. Леяки Пирятинського р-ну Полтавської обл. (Кейбалівське науково-дослідне природоохоронне відділення НПП «Пирятинський»). Вимірювання концентрації розчиненого кисню та температури води здійснювали оксиметром HANNAHI 9146 на глибині 0,3 м у трикрат-

ній повторності. Виміри проводили цілодобово через кожні 2 год. Прозорість води визначали за диском Секі. Координати встановлювали з використанням навігатора GarminTrexLegendCx.

Дослідження проводили на 3-х станціях, що принципово відрізняються за своїми гідрологічними та гідробіологічними особливостями:

– станція 1 (N50°20,135'E032°29,800) розміщена на стрижні, глибина 4 м, постійна течія, вища водна рослинність в місці вимірювань відсутня; прозорість води за диском Секі 3,0–3,5 м;

– станція 2 розміщена в лівобережному затоні, глибина 0,7 м, течія відсутня, товща води заповнена зануреною вищою водною рослинністю, поверхня води вкрита шаром ряски-малої (*LemnaminiorL.*), Р. багато кореневої (*Spirodelapolyrhiz*), Р. триборозенчастої (*LemnatisulcaL.*), вольфії безкореневої (*Wolffiaarrhiza*); географічні координати – N50°20,133'E032°29,892', прозорість води за диском Секі – до дна;

– станція 3 розміщена на мілководній ділянці, що використовується як водопій для великої рогатої худоби поблизу лівого берега річки, глибина 0,7м, течія відсутня, має місце незначна кількість зануреної вищої водної рослинності; у 2013 р. поверхня води була вільна від вищої водної рослинності, дно вкривалося суцільним шаром нитчастих водоростей; у 2014–2015 рр. поверхня води накривалася шаром ряски; географічні координати – N50°20,115'E032°29,928', прозорість води за диском Секі до дна.

Результати досліджень. За матеріалами Літопису природи НПП «Пирятинський», у 2012–2014 рр.

липень та серпень характеризувалися найвищими середніми температурами повітря у приземному шарі: 21,3–25,5 °С. Температура води в червні місяці переходила межу в 20 °С і лише наприкінці серпня в окремі дні на мілководдях знижувалася до 19 °С. Коливання температури води під час наших досліджень відбувалися в межах +19,8 – +25,5 °С (рисунок 1).

Найбільш стабільним добовим температурним режимом характери-

зується станція 1. Це пояснюється найбільшою глибиною та наявністю течії. Станції 2 та 3, що розміщені на мілководдях, де практично відсутня течія, мають дещо більшу амплітуду змін температури води. Однак характер коливання добової температури води подібний на всіх трьох станціях: підвищення у ранкові часи з 7 до 13–15 год. та зниження у вечірні й нічні години з 19 до 3 год. В очевиднь, що він спряжений з прогріванням води сонячним промінням.

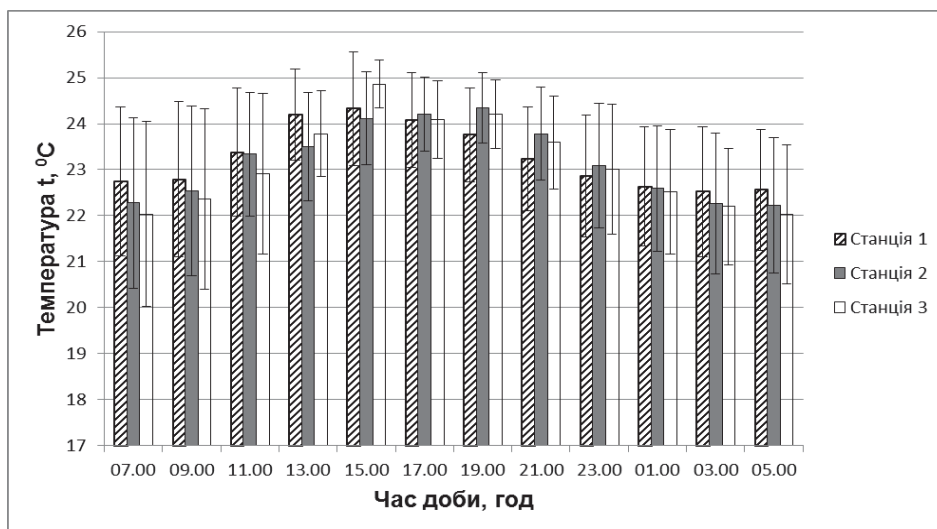


Рис. 1. Добова динаміка температури води в літній період у 2013–2015 роках

На час досліджень схід сонця припадав на 5.08–5.43, захід – на 20.23–20.59. Концентрація розчиненого у воді ріки Удай кисню в літній період змінюється у дуже широких межах: від 0,00 мг/л до 10,93 мг/л (таблиця 1).

Критично низькі концентрації розчиненого у воді кисню в р. Удай (<1 мг/л) відмічені в нічний та передранковий час доби [7]. Спільною рисою динаміки концентрації кисню

на всіх станціях за весь період досліджень є зростання в денні години та зниження – у нічні. Однак мають місце деякі особливості протікання цих процесів залежно від особливостей біотопу. На станції 1, яка вирізняється наявністю течії та значною глибиною, зміни концентрації розчиненого кисню були найменшими, протікали найбільш плавно, жодного разу не зафіксовані «нульові» значення. Лише в нічні години у липні

Таблиця 1

Добова динаміка концентрації розчиненого кисню в річці Удай

Час доби, год	Станція 1		Станція 2		Станція 3	
	М	±m	М	±m	М	±m
1	2	3	4	5	6	7
Серпень 2013р.						
07.00	3,11	0,34	1,74	0,25	0,47	0,14
09.00	3,81	0,68	1,92	0,43	0,77	0,13
11.00	3,55	0,51	1,90	0,15	0,53	0,22
13.00	3,65	0,07	1,66	0,59	8,40	0,89
15.00	3,70	0,03	2,42	0,28	10,16	1,08
17.00	3,68	0,23	3,00	0,29	9,02	1,20
19.00	3,70	0,04	2,69	0,22	8,95	1,13
21.00	3,58	0,20	2,81	0,35	8,80	0,03
23.00	2,89	0,21	1,95	0,27	0,99	0,29
01.00	2,93	0,07	1,34	0,28	0,82	0,42
03.00	2,71	0,34	0,72	0,10	0,29	0,08
05.00	2,64	0,11	0,85	0,10	0,36	0,08
Липень 2014р.						
07.00	2,01	0,06	1,57	0,25	1,20	0,37
09.00	2,43	0,10	1,41	0,49	0,89	0,14
11.00	2,35	0,36	2,24	0,20	0,85	0,15
13.00	3,40	0,11	2,18	0,16	1,24	0,12
15.00	4,21	0,34	2,99	0,24	2,33	0,09
17.00	3,92	0,19	2,51	0,02	1,65	0,24
19.00	2,93	0,07	1,98	0,22	2,09	0,32
21.00	3,53	0,15	1,67	0,35	1,32	0,08
23.00	3,08	0,14	1,41	0,07	1,41	0,16
01.00	3,31	0,21	2,07	0,36	1,46	0,20
03.00	2,89	0,08	1,85	0,42	1,08	0,40
05.00	2,86	0,02	2,16	0,06	1,07	0,07
Липень 2015 р.						
07.00	2,25	0,05	1,60	0,05	1,37	0,10
09.00	3,16	0,13	2,05	0,12	1,76	0,07
11.00	3,24	0,02	2,09	0,12	2,21	0,50
13.00	3,10	0,04	1,48	0,15	1,41	0,03
15.00	3,20	0,07	1,64	0,30	2,34	0,64
17.00	3,26	0,09	2,02	0,17	2,00	0,25
19.00	3,21	0,04	2,51	0,01	1,59	0,06
21.00	3,20	0,05	1,94	0,14	1,34	0,04
23.00	2,82	0,10	0,86	0,16	0,22	0,19
01.00	2,67	0,06	1,11	0,41	0,00	0,00
03.00	0,98	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00
05.00	0,62	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00

2015 року падіння рівня розчиненого кисню були нижчими за 2 мг/л.

Мілководні станції 2 та 3 характеризуються значними перепадами концентрації розчиненого кисню. Швидкість цих змін значно більша. Вже з 23 год., з настанням темряви, в цих біотопах складаються умови гострого дефіциту кисню – до 0 мг/л у передранкові години. Особливо значні коливання концентрації кисню зафіксовані на станції 3 18 серпня 2013 р., у денні години вода була пересичена киснем ($10,16 \pm 1,08$ мг/л), що відповідає 123% від повного насичення. В нічні години мало місце зниження до $0,29 \pm 0,08$ мг/л.

З огляду на те, що розчинність газів у воді залежить від температури, нами здійснено кореляційний аналіз процесів насичення води киснем та прогрівання водних мас. Встановлено позитивний зв'язок між змінами температур та концентрації в воді кисню (коефіцієнт від 0,88 до 0,9). Це суперечить загальним фізичним закономірностям розчинності газів у воді. Отже, безпосередній вплив змін температури води на розчинність не визначає динаміку газового режиму в р. Удай.

Зростання концентрації розчиненого кисню в денні години відбувається в очевидь під впливом фотосинтезу вищої водної рослинності та водоростей. Річка Удай характеризується високою прозорістю води. Тому за високих літніх температур процеси фотосинтезу мають відбуватися інтенсивно. Однак на мілководних ділянках, що поросли вищою водною рослинністю, можуть складатися умови з недостатньою освітленістю. Водна поверхня на Станціях 2 та 3 у 2014–15рр. в період досліджень була

повністю вкрита шаром ряски товщиною 3–10 см. У різних комбінаціях цей шар був утворений ряскою малою, р. триборозенчастою, р. багатокореневою та вольфією безкореневою.

Затінення товщі води та дна обмежує фотосинтез зануреної рослинності. Через це мілководні станції характеризуються нижчим умістом розчиненого кисню в денні часи. Про міру впливу затінення можна судити по показниках, що одержані на станції 3 18 серпня 2013 р. Під дією згонних вітрів водна поверхня очистилась від ряски і в сонячний день можна було візуально спостерігати виділення бульбашок кисню нитчастими водоростями. Насиченість води перевищувала 100%

Шар ряски впливає на газовий режим мілководних станцій не лише через затінення водної товщі, але й ізолюючи її від повітря. В нічні години розчинений у воді кисень витрачається на дихання гідробіонтів та на розкладання відмерлої органіки. Мілководдя річки Удай характеризуються потужними донними відкладами, які сягають від 10 см до 1м. Подекуди шар мулу має більшу товщину, ніж шар води над ним. За температури води понад 20 °С процеси розкладання мертвої органіки в заплавах водоймах додатково системи р. Удай відбуваються дуже інтенсивно. Якщо вдень поглинання кисню деструкторами врівноважуються фотосинтезом, то в нічні часи баланс може підтримуватися лише шляхом надходжень з атмосфери. Однак, саме цей шлях виявляється перекритим товщею плаваючої вищої водної рослинності. Такого роду вплив мали зарості *Trapanatans* у річці Гудзон [5]. Саме така ізоляція шаром ряски

спричинила повну відсутність кисню на станціях 2 та 3 на річці Удай в передранкові години під час наших досліджень у 2014–2015 рр.

Висновки

Річка Удай характеризується низькими показниками концентрації розчиненого кисню в літній період, які здебільшого не перевищують 4 мг/л. Добова динаміка кисню у воді річки Удай має типовий характер з підвищенням показників вдень та зниженням в темну пору доби, що визначається інтенсивністю процесів фотосинтезу. Температура має

опосередкований вплив на зміни концентрації кисню шляхом інтенсифікації процесів розкладання органіки в літній період. Ризик виникнення літніх придух на мілководних ділянках заплавної системи річки Удай у межах НПП «Пирятинський» зумовлюється ізоляцією водної поверхні від атмосферного повітря потужним шаром ряски. Цей чинник унеможливорює інвазію кисню з атмосфери. Особливо несприятливий кисневий режим складається в нічні часи через гальмування фотосинтезу та інтенсивного споживання кисню гідробіонтами за високих температур.

Література

1. Малі річки України: Довідник / А. В. Яцик, Л. Б. Бишовець, Є. О. Богатов та ін.; За ред. А. В. Ячика. – К.: Урожай, 1991. – 296 с.
2. Кравчинський Р. Л. Характеристика кисневого режиму поверхневих вод басейну р. Інгулець // Наук. праці УкрНДГМІ, 2009, Вип. 258. – С. 149–159.
3. Осадчий В.І., Осадча Н.М. Кисневий режим поверхневих вод України // Наук. праці УкрНДГМІ, 2007, Вип. 256. – С. 265–285.
4. The diurnal variation of the physico-chemical parameters of a lowland river flow in a semi-arid landscape with human interferences in Zimbabwe Clifford Tafangenyasha, Brian E. Marshall and Lawrence T. Dube International Journal of Water Resources and Environmental Engineering Vol. 2 (6), pp. 148–163, September 2010.
5. Цапліна К.М. Функціональні показники занурених рослин водосховищ у різних гідрологічних та гідрохімічних умовах // Науковий збірник Київський національний університету ім. Тараса Шевченка. Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія, 2001, Том 2. – С. 696–701.
6. Temporal dynamics of dissolved oxygen in a floating-leaved macrophyte bed Kara Goodwin, Nina Caraco and Jonathan Cole Freshwater Biology (2008) 53, 1632–1641.
7. Подобайло А.В., Омеляненко І.С. Добова динаміка розчиненого кисню в річці Удай в межах національного природного парку «Пирятинський» // Інтегроване управління водними ресурсами: наук. збірник / За ред. В.І. Щербак. – 2014. – С. 154–159.