

УДК 556.531.4(282.247.32)

Іванечко Я. С., Линник П. М., Жежеря В. А., Линник Р. П.

Інститут гідробіології НАН України, м Київ

КОМПОНЕНТНИЙ СКЛАД РОЗЧИНЕНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН У ВОДІ ВЕРХНЬОГО КИТАЙСЬКОГО СТАВУ ТА ЙОГО СЕЗОННІ ЗМІНИ

Ключові слова: *Китайський став; розчинені органічні речовини; компонентний склад; гумусові речовини; вуглеводи; білковоподібні речовини; сезонні зміни*

Постановка та актуальність проблеми. Розчинені органічні речовини (РОР) відіграють надзвичайно важливу роль у функціонуванні гідроекосистем, оскільки це джерело енергії, біогенних елементів і органічного вуглецю для гідробіонтів та один із чинників формування кисневого режиму водних об'єктів [4, 9, 19, 26]. Окрім цього, РОР поверхневих вод – це важливі природні детоксиканти. Відомо, що гумусові речовини (ГР) здатні зв'язувати йони важких металів у комплексні сполуки та переводити їх таким чином у нетоксичну форму [8–11, 17]. Вони проявляють також детоксикаційні властивості щодо органічних ксенобіотиків ароматичного ряду (антрацен, бенз(а)пірен, тощо) [9, 17]. Розчинені вуглеводи і білковоподібні речовини (БПР) такою здатністю характеризуються в меншій мірі.

На сьогоднішній день дослідженнями загального вмісту РОР та їхніх окремих груп були охоплені переважно великі річки басейну Дніпра і дніпровських водосховищ [3, 4, 7, 13, 15], тоді як невеликі ставкові системи в цьому аспекті залишались поза увагою.

Метою нашої роботи було дослідити вміст та компонентний склад РОР, а також сезонні зміни у співвідношенні окремих груп органічних сполук у воді одного з таких ставків.

Матеріал і методи досліджень. Для досліджень було обрано верхній Китайський став, споруджений на руслі річки Мишоловка, який знаходиться на території Національного природного парку “Голосіївський” (м. Київ) та входить до складу каскадної системи ставків “Китайські стави”. Став живиться переважно за рахунок дощових та джерельних вод [16]. Глибина ставу на станції відбору проб води не перевищує 3 м.

Проби води відбирали протягом 2011–2012 рр. з поверхневого шару на глибині 0,3–0,4 м за допомогою батометра Рутнера.

Вилучення завислих речовин здійснювали методом мембранної фільтрації. Для цього пробу води пропускали через мембранний фільтр “Synpor” (Чехія) з діаметром пор 0,4 мкм. Для досліджень використовували лише фільтровану воду. Хімічне споживання кисню (ХСК) та перманганатну окиснюваність (ПО) води як непрямі характеристики вмісту РОР визначали за допомогою загальновідомих методик [14]. Кольоровість води встановлювали фотометрично з використанням дихроматно-кобальтової (Cr-Co) шкали [1].

Різні за хімічною природою РОР розділяли на окремі групи (кислотну, основну і нейтральну) методом іонообмінної хроматографії з використанням скляних колонок, одна з яких була заповнена діетиламіноетилцелюлозою (ДЕАЕ-целюлоза), а друга – карбоксиметилцелюлозою (КМ-целюлоза) [24, 25]. Для цього фільтрат води об'ємом 1–1,5 дм³ пропускали послідовно через колонку з ДЕАЕ-целюлозою, а потім – через колонку з КМ-целюлозою. Висота шару сорбентів

становила від 2 до 3 см, діаметр колонок – 3 см, висота – 20 см, швидкість вимивання – 1 см^3 за хвилину. На ДЕАЕ-целюлозі (аніоніт) сорбуються РОР з негативним знаком заряду, насамперед ГР, що домінують у цій групі, органічні кислоти тощо, а на КМ-целюлозі (катионіт) – РОР із позитивним знаком заряду, серед яких переважають БПР. Розчин, який отримують після проходження води через колонки із зазначеними сорбентами, містить РОР без знаку заряду, переважно це вуглеводи, але можуть бути також одно- і багатоатомні спирти, етери тощо, що знаходяться в незначних концентраціях [23–25]. Для забезпечення повноти вилучення ГР із ДЕАЕ-целюлози використовували трьохступінчасту десорбцію з використанням розчинів: КОН $0,3 \text{ моль/дм}^3$ (стадія I), H_2SO_4 $0,02 \text{ моль/дм}^3$ (стадія II), після цього знову КОН $0,3 \text{ моль/дм}^3$ (стадія III). Десорбцію БПР із КМ-целюлози здійснювали розчином НСІ $0,1 \text{ моль/дм}^3$. В результаті отримували елюати об'ємом 20–25 см^3 . Отже, досягалось концентрування зазначених груп речовин в 40–60 разів. Концентрування РОР нейтральної фракції (зазвичай, в 10–12 разів) досягалось методом виморожування [8].

Концентрати зазначених груп РОР використовували для дослідження їхнього молекулярно-масового розподілу методом гель-хроматографії з використанням скляних колонок, заповнених нейтральними гелями HW 50F і HW 55F (Японія), які попередньо градували з допомогою розчинів поліетиленгліколів з відомою молекулярною масою (20, 15, 2, 1 кДа), глюкози (180 Да) і альбуміну, вилученого із людської сироватки (68 кДа). Вільний об'єм колонок встановлювали за допомогою блюдекстрану голубого (2000 кДа) [6]. Для вивчення молекулярно-масового розподілу ГР використовували колонку з гелем HW 50F, а для вуглеводів і БПР – з гелем HW 55F. Елювання РОР з колонки досягалось за допомогою $0,025 \text{ моль/дм}^3$ фосфатного буферного розчину з $\text{pH} \approx 7,0$. Фракції після гель-хроматографічного розділення об'ємом по 15 см^3 збирали у скляні пробірки (всього 17) за допомогою колектора "DOMBIFRAK" (Україна).

Концентрацію ГР у пробах води та фракціях визначали спектрофотометричним методом. Для побудови градувального графіка використовували ГР, що були виділені з води Канівського водосховища і Шацьких озер згідно методики [24]. Концентрацію БПР визначали фотометрично за допомогою методу Лоурі-Фоліна. Градувальний графік будували з використанням розчину бичачого альбуміну [5]. Концентрацію вуглеводів також визначали фотометрично з антроновим реагентом [18]. Для побудови градувального графіка використовували розчин глюкози.

Результати досліджень та їх обговорення

Показники загального вмісту РОР. Із наведених нижче (рис. 1) результатів досліджень ПО і ХСК виходить, що вода Китаївського ставу характеризується порівняно невисоким вмістом РОР. Величини ПО і ХСК знаходилися в межах відповідно 11,0–17,0 і 19,6–32,0 мг О/дм^3 (рис. 1, а). Максимальні їхні значення, а отже і найвища концентрація РОР, спостерігались наприкінці зими та навесні, а мінімальні найчастіше – восени. Вміст органічного вуглецю ($\text{C}_{\text{орг}}$) був також порівняно невисоким і становив 7,4–12,0 мг/дм^3 (рис. 1, б).

Протягом періоду досліджень кольоровість води змінювалась у межах 13,8–22,8 Сг-Со-шкали. Максимальні її значення характерні для осінньо-зимового та весняного періодів (рис. 2).

Для визначення частки автохтонних і алохтонних РОР у воді досліджуваного ставу використовували формулу, запропоновану авторами [12]. Вона базується на використанні для розрахунків величин ПО, ХСК і кольоровості води. Сезонні зміни у співвідношенні зазначених типів РОР наведено нижче (рис.3).

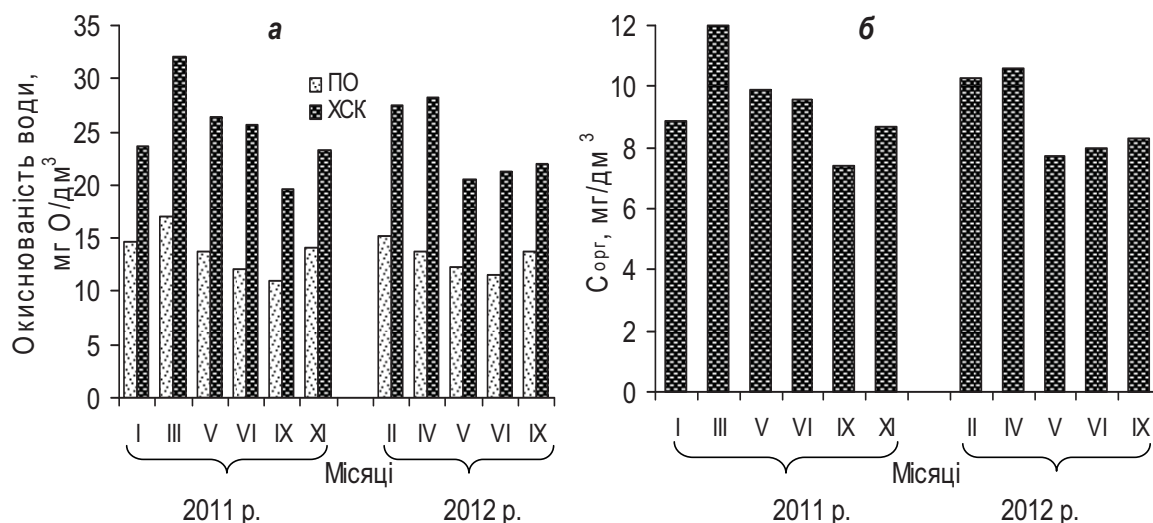


Рис. 1. Сезонні зміни ПО і ХСК (а) та вмісту $C_{орг}$ (б) у воді верхнього Китаївського ставу протягом 2011–12 рр.

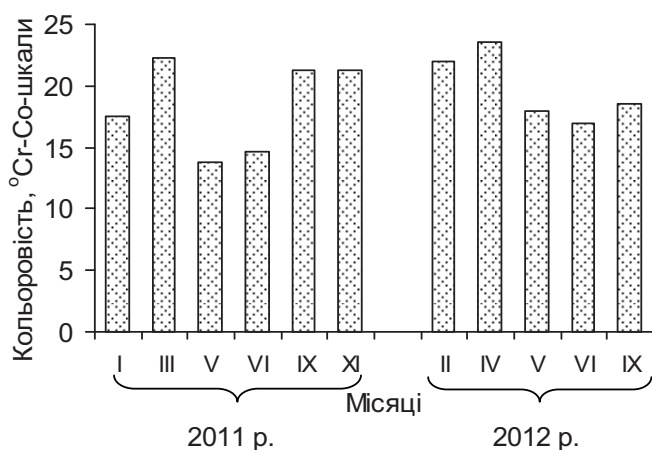


Рис. 2. Сезонні зміни кольоровості води верхнього Китаївського ставу.

Автохтонні – це ті органічні речовини, які утворюються внаслідок внутрішньоводоймних процесів. До алохтонних належать органічні речовини, які надходять до водного об'єкту з поверхні водозбору або з інших водних об'єктів (вищерозташовані водосховища, болота тощо) [12, 26]. У воді Китаївського ставу частка автохтонних РОР змінювалася в межах 44,4–84,0% (рис. 3). Максимальний їхній вміст спостерігався наприкінці весни та на початку літа 2011 р, а мінімальний – восени цього ж року. Помітних змін у співвідношенні автохтонних і

алохтонних РОР у 2012 р. не було виявлено. Середньорічна частка автохтонних РОР досягає 60%, що свідчить про значну роль внутрішньоводоймних процесів у формуванні компонентного складу органічних речовин у досліджуваному ставі.

Вміст та сезонна динаміка ГР. ГР – сполуки, що утворюються в ґрунтах і природних водах внаслідок складних фізико-хімічних процесів, а саме поліконденсації залишків різнотипних біомолекул за дії біотичних та абіотичних чинників середовища. Це полімери оксикислот, які стійкі до біохімічного розкладу і завдяки цьому вони є найпоширенішою групою серед РОР поверхневих вод [9, 15, 17, 22, 26].

У процесі досліджень води Китаївського ставу на вміст РОР було встановлено, що він не належить до високогумусних водних об'єктів. Концентрація ГР змінювалася в межах 8,7–13,6 мг/дм³, а середньорічний вміст не перевищував 10,5 мг/дм³. Найбільша концентрація ГР спостерігалася взимку 2012 р, а мінімальна – весною 2011 р. (рис. 4). Серед ГР домінують фульвокислоти, частка яких досягає 93–98%.

Виявлено тісний кореляційний зв'язок між кольоровістю води і вмістом у ній ГР ($r=0,72$).

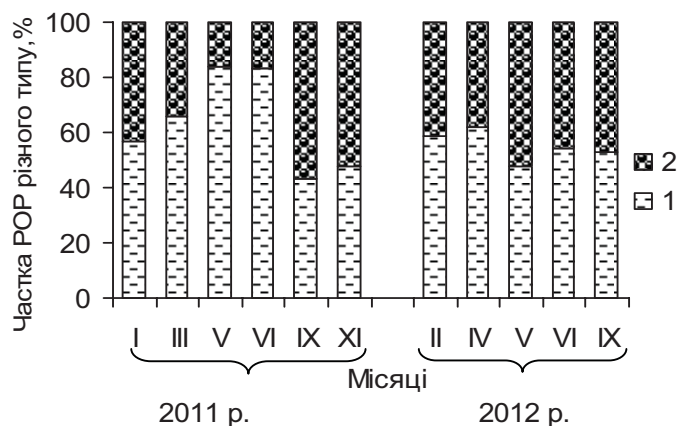


Рис 3. Співвідношення автохтонних (1) і алохтонних (2) POP у воді верхнього Китаївського ставу

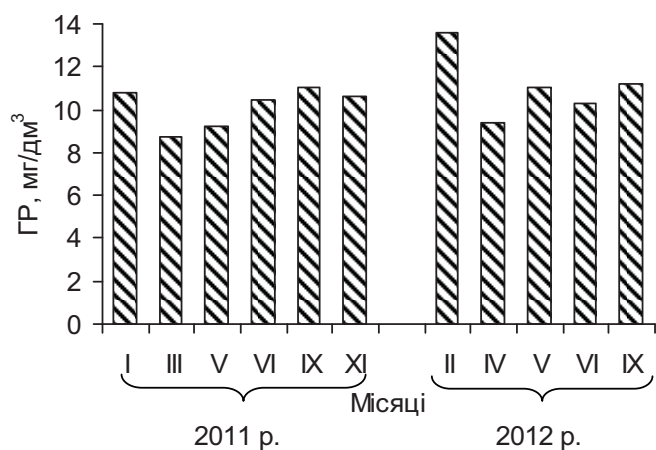


Рис 4. Сезонні зміни концентрації GR у воді верхнього Китаївського ставу

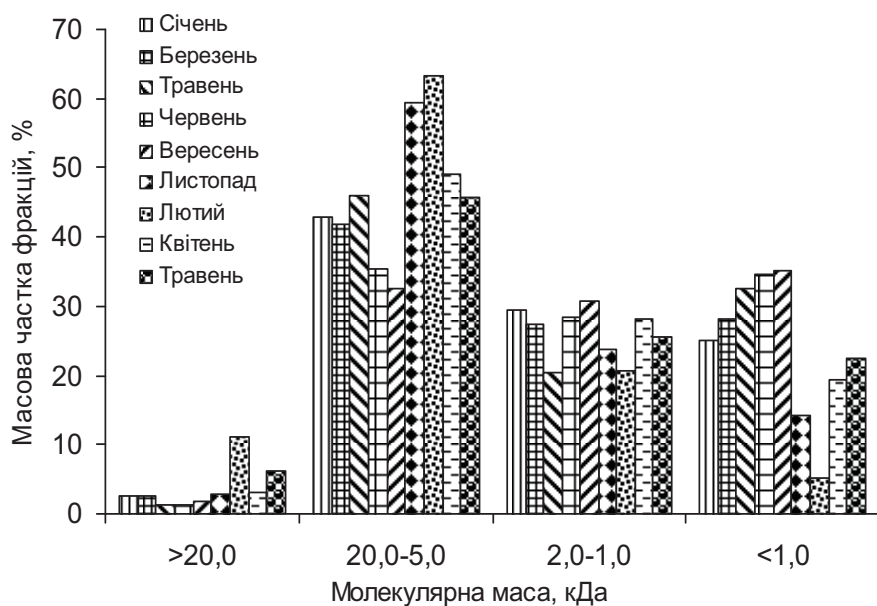


Рис. 5. Співвідношення різних за молекулярною масою фракцій GR у воді верхнього Китаївського ставу та його сезонні зміни протягом 2011–2012 рр.

Результати дослідження молекулярно-масового розподілу GR свідчать про те, що 25,7–65,8% їхніх сполук мають молекулярну масу $\leq 2,0$ кДа, а частка GR з молекулярною масою $>5,0$ кДа становила 34,2–74,4% (рис. 5). При цьому найбільшу частку складає фракція з молекулярною масою 5–20 кДа. Найпомітніших сезонних змін зазнали GR з молекулярною масою $< 1,0$ кДа і 5–20 кДа. Їхні масові частки змінювалися в межах 5,1–35,1 та 32,5–63,3 % відповідно.

Вміст та сезонна динаміка вуглеводів Вуглеводи, безумовно, – це один з найважливіших компонентів POP поверхневих вод. Моносахариди, зокрема глюкоза, – найдоступніше і легкозасвоюване джерело енергії для гідробіонтів. Вуглеводи виконують структурну функцію для гідрофітів, оскільки целюлоза – основний будівельний матеріал оболонок клітин рослинних організмів, а загальний вміст вуглеводів у клітинах фітопланктону складає до 90% їхньої маси [19–21].

У воді верхнього Китаївського ставу протягом досліджуваного періоду спостерігались досить високі концентрації вуглеводів (рис. 6), а їхні сезонні зміни відзначалися доволі складним характером. Найбільші величини вмісту вуглеводів були характерні для зимового періоду 2011–2012 рр. і досягали відповідно 3,4 та 3,0 мг/дм³. Це явище зумовлене, мабуть, відмиранням та розкладом фітопланктону, з одного боку, а з другого, уповільненням їхньої деструкції та споживання. На початку весни 2011 р. концентрація вуглеводів зросла до 4,9 мг/дм³ – максимального значення протягом усього періоду досліджень. Навесні 2012 р. таких високих концентрацій вуглеводів не спостерігалось, що може залежати від низки чинників.

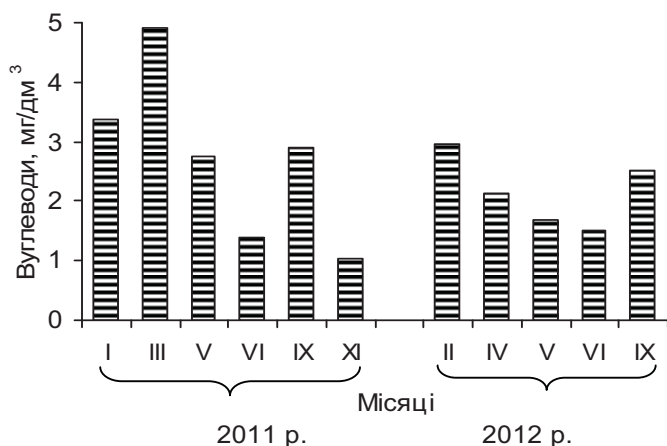


Рис 6. Сезонні зміни концентрації вуглеводів у воді верхнього Китаївського ставу

Восени 2011 р. та 2012 р., порівняно з літом, відмічено збільшення вмісту розчинених вуглеводів відповідно до 3,0 і 2,5 мг/дм³.

Результати досліджень молекулярно-масового розподілу вуглеводів, а також його сезонних змін (рис. 7) свідчать про те, що у воді Китаївського ставу вони представлені сполуками з широким спектром молекулярної маси. Тут наявні як вільні моносахариди, так і більш складні вуглеводи – оліго- і полісахариди, а також, вірогідно, складні комплекси оліго- і полісахаридів з речовинами інших класів, у т.ч. з ГР [9, 19, 21, 23].

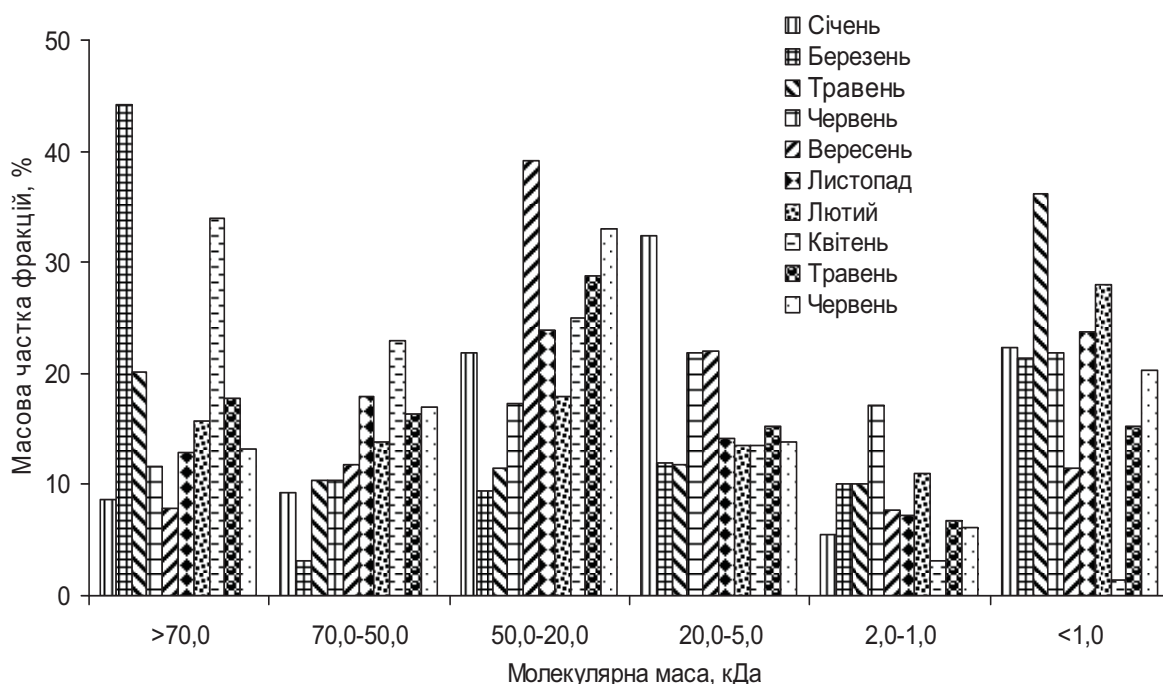


Рис. 7. Співвідношення різних за молекулярною масою фракцій вуглеводів у воді верхнього Китаївського ставу та його сезонні зміни протягом 2011–2012 рр.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т.1(28)

Сезонних змін зазнавали усі без винятку фракції вуглеводів (див. рис. 7), що говорить про високу інтенсивність процесів їхньої продукції і трансформації за участю гідробіонтів.

Значна частина вуглеводів представлена сполуками з молекулярною масою > 20,0 кДа. Їхня середньорічна частка в загальному балансі становила 56,6%, а інтервал коливань знаходився в межах 39,3–81,9%. Варто також зазначити незначний середньорічний вміст фракції вуглеводів з молекулярною масою (< 1,0 кДа), який становив 18,2%, а інтервал змін знаходився в межах 1,4–36,2 %. Це явище пов'язане, насамперед, з високою інтенсивністю засвоєння низькомолекулярних вуглеводів бактеріопланктоном.

Вміст та сезонна динаміка БПР. Білки і БПР – складні біополімери, мономерами яких є амінокислоти, що сполучені між собою пептидними зв'язками [2, 26, 27]. У гідроекосистемах БПР відіграють надзвичайно важливу роль, оскільки це будівельний матеріал для клітин організмів, джерело азотного живлення для фіто-, бактеріопланктону та вищої водної рослинності, а також беруть участь у процесах метаболізму [2, 26, 27].

У воді середнього Китаївського ставу спостерігались наступні сезонні зміни вмісту БПР. Максимальну їхню концентрацію (1,04 мг/дм³) було виявлено взимку 2011 р. Надалі, впродовж весняно-літнього та осіннього періодів відбувалося поступове зниження їхнього вмісту до 0,07 мг/дм³ (рис. 8).

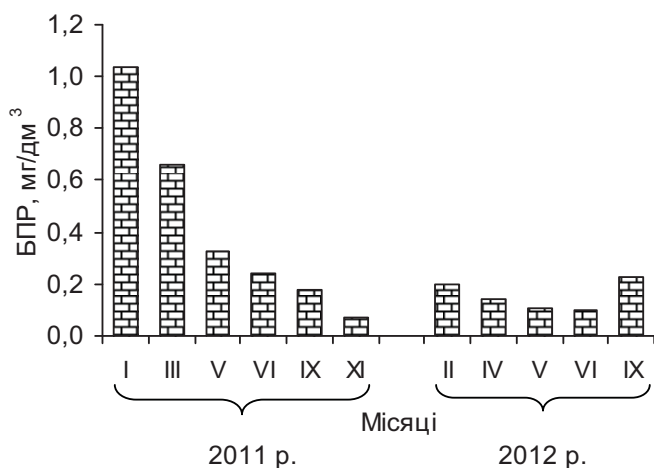


Рис 8. Сезонні зміни концентрації БПР у воді верхнього Китаївського ставу

Вміст БПР протягом 2012 року характеризувався значно нижчими величинами (не більше 0,23 мг/дм³), ніж це було у 2011 р. Висока концентрація БПР взимку 2011 р. викликана, напевно, тією ж самою причиною, що й висока концентрація вуглеводів, а саме процесами масового відмирання і розкладу водної біоти в несприятливих для життя умовах [19, 21]. Велике значення має низька температура води, яка уповільнює розклад БПР.

Для БПР, як і для вуглеводів, характерний широкий діапазон молекуляр-

ної маси (рис. 9), а це, в свою чергу, свідчить про одночасну наявність у воді як оліго-, так і поліпептидних білкових сполук, а також їхніх комплексів з речовинами інших класів.

На підставі результатів гель-хроматографічних досліджень було виявлено сезонні зміни часток БПР з різною молекулярною масою. Значна частина БПР у воді Китаївського ставу представлена сполуками, молекулярна маса яких не перевищує 2,0 кДа (їхня середньорічна частка складала 53,3%). Ця фракція білків і зазнала найпомітніших сезонних змін, інтервал яких знаходився в доволі широких межах – від 24,9 до 73,1%. Звертає на себе увагу і той факт, що середньорічна частка БПР з молекулярною масою, яка перевищує 20,0 кДа, становила 32,0% і змінювалась в межах від 18,1 до 57,4%.

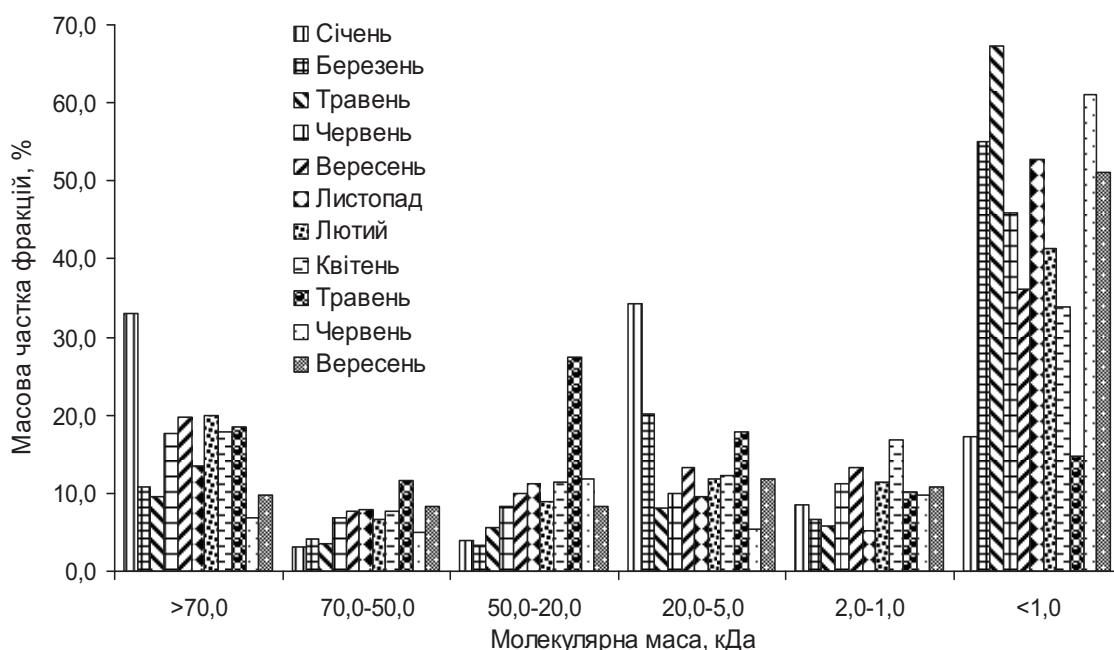


Рис. 9. Співвідношення різних за молекулярною масою фракцій БПР у воді верхнього Китаївського ставу та його сезонні зміни протягом 2011–2012 рр.

Варто зазначити також, що максимальний вміст (33,0%) високомолекулярної фракції БПР (>70 кДа) спостерігався лише взимку 2011 р., коли температура води поверхневого шару була найнижчою за увесь рік. Таким чином, створювались оптимальні умови для їхнього зберігання і накопичення, оскільки за низьких температур швидкість хімічних і біохімічних перетворень найнижча.

Розрахунки частки кожної з досліджуваних груп РОР у воді ставу наведено в таблиці. На підставі одержаних результатів встановлено, що сумарна частка досліджуваних груп органічних речовин у загальному балансі РОР протягом 2011–2012 років змінювалась в межах 55,7–95,1%, а середньорічне значення складало 73,5%. Решту становили інші органічні речовини, які нами не вивчалися.

При цьому частка ГР змінювалась в межах 36,3–74,3%, їхній максимум проявився взимку 2012 р., а мінімум – на початку весни 2011 р. Середньорічний відносний вміст ГР у загальному балансі РОР становив 58,6%. Ці результати вкотре підтверджують, що ГР – найпоширеніша група РОР поверхневих вод.

Таблиця. Сезонні зміни окремих груп РОР у воді верхнього Китаївського ставу

Дата відбору проб	C _{орг} , мг/дм ³	ГР		Вуглеводи		БПР	
		мг/дм ³	%	мг/дм ³	%	мг/дм ³	%
24.01.11	8,9	10,8	60,7	3,38	19,0	1,04	5,8
29.03.11	12,0	8,7	36,3	4,90	20,4	0,66	2,8
17.05.11	9,9	9,2	46,5	2,75	13,9	0,33	1,7
22.06.11	9,6	10,5	54,7	1,40	7,3	0,24	1,3
28.09.11	7,4	11,0	74,3	2,90	19,6	0,18	1,2
20.11.11	8,7	10,6	60,9	1,05	6,0	0,07	0,4
23.02.12	10,3	13,6	66,0	2,97	14,4	0,20	1,9
26.04.12	10,5	9,4	44,8	2,14	10,2	0,14	0,7
27.05.12	7,9	11,0	69,6	1,70	10,8	0,11	0,7
24.06.12	8,1	10,3	63,6	1,50	9,3	0,10	0,6
27.09.12	8,4	11,2	66,7	2,51	14,9	0,22	1,3

Примітка: масові частки кожної з груп РОР розраховано у % C_{орг}.

Середньорічна частка вуглеводів складала 13,3% з доволі широким інтервалом коливань – від 6,0 до 20,4%. Вуглеводи за своєю часткою у загальному балансі РОР знаходяться на другому місці. Найменшим вмістом характеризуються БПР. Їхня частка змінювалась в інтервалі 0,4–5,8%. Звертає на себе увагу той факт, що у 2011 р. вона складала 2,2%, а у 2012 р. не перевищувала 0,9%.

Висновки. За величинами загальних показників вмісту РОР, а саме ПО і ХСК, середній Китаївський став належить до високотрофних водних об'єктів. Він не відноситься до висококольорових водойм, оскільки кольоровість води в ньому змінюється в межах 13,8–22,8° Сг-Со-шкали. Між кольоровістю води і вмістом у ній ГР наявний тісний кореляційний зв'язок.

ГР як за абсолютним (в середньому 10,5 мг/дм³), так і за відносним вмістом (в середньому 58,6%) у воді ставу залишаються найпоширенішою групою серед РОР. У складі ГР домінують фульвокислоти, частка яких досягає 93–98%. З огляду на концентрацію розчинених вуглеводів, яка змінювалась в інтервалі 1,05–4,90 мг/дм³, необхідно зазначити, що Китаївський став належить до водойм, в яких інтенсивно відбуваються процеси продукції і деструкції цих речовин. Вміст БПР змінювався в межах 0,07–1,04 мг/дм³, що свідчить про високу швидкість та інтенсивність трансформації сполук даної групи РОР, зокрема влітку.

Серед ГР знаходяться як низькомолекулярні ($\leq 2,0$ кДа), так і високомолекулярні ($> 5,0$ кДа) фракції, причому відношення між ними близьке 1:1.

Вуглеводи і БПР представлені сполуками зі значно ширшим спектром молекулярної маси, ніж ГР, про що свідчать результати гель-хроматографічних досліджень.

З огляду на результати проведених досліджень треба зазначити, що Китаївський став відноситься до об'єктів, у яких активно розвивається біота та відбуваються важливі процеси накопичення і деструкції РОР, що істотно впливає на їхній компонентний склад. Це, в свою чергу, дає підстави стверджувати про евтрофний, а можливо, і про гіпертрофний статус цієї водойми.

Список літератури

1. Аналітична хімія поверхневих вод / [Б. Й. Набиванець, В. І. Осадчий, Н. М. Осадча, Ю. Б. Набиванець]. – К. : Наук. думка, 2007. – 456 с.
2. Коновалов Ю. Д. / Белки и их реактивные группы в раннем онтогенезе рыб / Ю. Д. Коновалов. – К. : Наук. думка, 1984. – 196 с.
3. Васильчук Т. А. Особенности миграции и распределения основных групп органических веществ в воде Киевского водохранилища в зависимости от кислородного режима / Васильчук Т. А., Осипенко В. П., Евтух Т. В. // Гидробиол. журн. – 2010. – Т. 46, № 6. – С. 105–115.
4. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / [Денисова А. И., Тимченко В. М., Нахшина Е. П. и др.]. – К. : Наук. думка, 1989. – 216 с.
5. Дебейко Е. В. Прямое фотометрическое определение растворимых белков в природных водах / Дебейко Е. В., Рябов А. К., Набиванец Б. И. // Гидробиол. журн. – 1973. – Т. 9, № 6. – С. 109–113.
6. Детерман Г. Гель-хроматография / Г. Детерман. – М. : Мир, 1970. – 252 с.
7. Енаки Г. А. О качественном составе органического вещества вод днепровских водохранилищ / Г. А. Енаки // Гидробиол. журн. – 1972. – Т. 8, № 1. – С. 26–31.
8. Линник П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набиванец. – Л. : Гидрометеоздат, 1986. – 270 с.
9. Линник П. Н. Гумусовые вещества природных вод и их значение для водных экосистем (обзор) / Линник П. Н., Васильчук Т. А., Линник Р. П. // Гидробиол. журн. – 2004. – Т. 40, № 1. – С. 81–107.
10. Сосуществующие формы тяжелых металлов в поверхностных водах Украины и роль органических веществ в их миграции / [П. Н. Линник, Т. А. Васильчук, Р. П. Линник, И. И. Игнатенко] // Методы и объекты химического анализа. – 2007. – Т. 2, № 2. – С. 130–146.
11. Линник П. Н. О некоторых особенностях комплексообразования Al(III) с гумусовыми веществами / Линник П. Н., Жежеря В. А., Линник Р. П. // Методы и объекты химического анализа. – 2009. – Т. 4, № 1. – С. 73–84.
12. Аллохтонное и автохтонное органическое вещество в поверхностных водах Карелии / Лозовик П. А., Морозов А. К., Зобков М. Б. и др. // Водные ресурсы. – 2007. – Т. 34, № 2. – С. 225–237.
13. Майстренко Ю. Г. Органическое вещество воды и донных отложений рек и водоемов Украины / Ю. Г. Майстренко. – К. : Наук. думка, 1965. – 240 с.
14. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / О. М. Арсан, О. А. Давидов, Т. М. Дьяченко та ін. ; [за ред. В. Д. Романенка] ; НАН України. Ін-т гідробіології. – К. : Логос, 2006. – 408 с.
15. Осадча Н. М.

Закономірності міграції гумусових речовин у поверхневих водах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геогр. наук / Н. М. Осадча. – К., 2011. – 32 с. **16.** Ключенко П. Д. Особенности видового состава фитопланктона Национального природного парка «Голосеевский» (Киев) / Ключенко П. Д., Царенко П. М., Иванова И. Ю. // Гидробиол. журн. – 2010. – Т. 46, № 1. – С. 37–46. **17.** Перминова И. В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот : автореф. дис. на соиск. уч. степени д-ра. хим. наук / И. В. Перминова. – М., 2000. – 50 с. **18.** Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А. Д. Семенова. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 542 с. **19.** Сакевич А. И. Экзометаболиты пресноводных водорослей / А. И. Сакевич. – К. : Наук думка, 1985. – 200 с. **20.** Сакевич А. И. О связи между динамикой биомассы фитопланктона и внутригодовыми изменениями содержания растворимых органических веществ в воде некоторых водохранилищ Днепра / А. И. Сакевич. – К., 1986. – 23 с. – Рукоп. деп. в ВИНТИ. **21.** Сакевич О. Й. Алелопатія в гідроекосистемах. / О. Й. Сакевич, О. М. Ксенко ; НАН України, Ін-т гідробіології. – К. : ІГБ, 2008. – 342 с. **22.** Хумитаке С. Органические вещества в водных экосистемах / Секи Хумитаке. – Л. : Гидрометеиздат, 1986. – 200 с. **23.** Семенов А. Д. Органические вещества в поверхностных водах Советского Союза : автореф. дис. на соиск. уч. степени д-ра. хим. наук / А. Д. Семенов ; Иркутский гос. ун-тет. – Новочеркасск, 1971. – 41 с. **24.** Сироткина И. С. Хроматографические методы в систематическом анализе природных растворенных органических веществ поверхностных вод : автореф. дис. на соиск. уч. степени канд. хим. наук / И. С. Сироткина ; ГЕОХИ АН СССР. – М., 1974. – 25 с. **25.** Применение целлюлозных сорбентов и сефадексов в систематическом анализе органических веществ природных вод / [И. С. Сироткина, Г. М. Варшал, Ю. Ю. Лурье, Н. П. Степанова] // Журн. аналит. химии. – 1974. – Т. 29. № 8. – С. 1626–1632. **26.** Справочник по гидрохимии / под ред. А. М. Никанорова. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – С. 198–201. **27.** Справочник гидрохимика: рыбное хозяйство / [Агатова А. И., Налетова И. А., Зубаревич В. Л. и др.] ; под ред. В. В. Сапожникова. – М.: Агропромиздат, 1991. – 224 с.

Компонентний склад розчинених органічних речовин у воді верхнього Китаївського ставу та його сезонні зміни

Іванечко Я.С., Линник П.М., Жежеря В.А., Линник Р.П.

Узагальнено результати досліджень вмісту та сезонної динаміки РОР, а також їхніх окремих груп (гумусові речовини, вуглеводи, білковоподібні речовини) у воді верхнього Китаївського ставу за період 2011–2012 рр. Для оцінки концентрації РОР використано такі показники як ПО, ХСК і кольоровість води. За результатами визначення ХСК розраховано концентрацію вуглецю органічних сполук ($C_{орг}$). На підставі одержаних результатів розраховано частку кожної з досліджуваних груп РОР у їхньому загальному балансі. Показано, що частка гумусових речовин становить у середньому 58,6%, вуглеводів – 13,3%, білковоподібних речовин – 1,6%. Виявлено сезонні зміни концентрації зазначених груп РОР та наведено дані стосовно їхнього співвідношення. Одержані результати свідчать, що досліджуваний став належить до високотрофних водойм, в якому активно розвивається біота та відбуваються важливі процеси накопичення і деструкції РОР, що істотно впливає на їхній компонентний склад.

Ключові слова: Китаївський став; розчинені органічні речовини; компонентний склад; гумусові речовини; вуглеводи; білковоподібні речовини; сезонні зміни.

Компонентный состав растворенных органических веществ в воде верхнего Китаевского пруда и его сезонные изменения

Иванечко Я.С., Линник П.М., Жежеря В.А., Линник Р.П.

Обобщены результаты исследований содержания и сезонной динамики РОВ, а также их отдельных групп (гумусовые вещества, углеводы, белковоподобные вещества) в воде верхнего Китаевского пруда за период 2011–2012 гг. Для оценки концентрации РОВ использованы такие показатели как ПО, ХПК и цветность воды. По результатам определения ХПК рассчитана концентрация углерода органических соединений ($C_{орг}$). На основании полученных результатов рассчитана доля каждой из исследованных групп РОВ в их общем балансе. Показано, что доля гумусовых веществ составляет в среднем 58,6%, углеводов – 13,3%, белковоподобных веществ – 1,6%. Выявлены сезонные изменения концентрации указанных групп РОВ и приведены данные об их соотношении. Полученные результаты свидетельствуют о том, что исследованный пруд принадлежит к высокотрофным водоемам, в котором активно развивается биота и происходят важные процессы накопления и деструкции РОВ, что существенно влияет на их компонентный состав.

Ключевые слова: Китаевский пруд; растворенные органические вещества; компонентный состав; гумусовые вещества; углеводы; белковоподобные вещества; сезонные изменения.

Component composition of the dissolved organic matter in water of the upper Kytaiv pond and its seasonal changes

Ivanechko Ya. S., Linnik P. N., Zhezherya V. A., Linnik R. P.

Results of researches of the content and seasonal dynamics of DOM and their separate groups (humic substances, carbohydrates, protein-like substances) in water of the upper Kytaiv pond for the period 2011-2012 are generalized. Such parameters as chemical oxygen demand (permanganate and dichromate methods of determination) and water colority are used for an estimation of DOM concentration. By results of determination of COD (dichromate method) the concentration of organic carbon (C_{org}) is calculated. On the basis of the received results the share of each of investigated groups of DOM in their total balance is calculated. It is shown that the share of humic substances is in averages 58,6%, carbohydrates – 13,3%, and protein-like substances – 1,6%. Seasonal changes of concentration of studied groups of DOM are revealed and data about their correlation are given. The received results testify that the investigated pond belongs to high a trophic reservoir in which biota actively develops and there are important processes of accumulation and destruction of DOM that essentially influences on their component composition.

Keywords: Kytaiv pond; the dissolved organic matter; component composition; humic substances; carbohydrates; protein-like substances; seasonal changes.

Надійшла до редколегії 13.12.2012

УДК 556.531.4 (282.247.32)

Осипенко В.П.

Інститут гідробіології НАН України, м. Київ

МОЛЕКУЛЯРНО-МАСОВИЙ РОЗПОДІЛ ВУГЛЕВОДІВ І БІЛКОВОПОДІБНИХ РЕЧОВИН У ПОВЕРХНЕВИХ ВОДОЙМАХ

Ключові слова: вуглеводи; білковоподібні речовини; молекулярно-масовий розподіл; поверхневі води

Постановка проблеми. Вуглеводи (В) і білки як гідрохімічна складова належать до найбільш досліджених груп розчинених органічних речовин (РОР). Значні кількості В надходять у водні об'єкти з поверхневим стоком внаслідок їхнього вимивання з ґрунтів, торф'яників, з атмосферними опадами, зі стічними водами підприємств. Потужним автохтонним джерелом В є водорості, особливо в період "цвітіння" водойм. Концентрація В у воді в період вегетації водоростей у 2–5 разів вища, ніж звичайно. Вони знаходяться у поверхневих водах у вигляді моно-, ди-, оліго- та полісахаридів, а також у складі комплексів з іншими групами речовин, тому їхня молекулярна маса (ММ) коливається в широких межах – від 0,1 до 1000,0 кДа.

Важливими компонентами РОР, незважаючи на невисоку концентрацію у воді, вважаються білки, природна структура яких підтримується лише в специфічних умовах. У сезон відмирання водоростей і гідролізу оболонки їхніх клітин білки, які представлені високомолекулярними сполуками з ММ від 5,0 до 1000,0 кДа, надходять у водне середовище, де поступово розпадаються на поліпептидні ланцюжки – білковоподібні речовини (БПР). Далі значна їхня кількість під дією протеолітичних ферментів розщеплюється на пептиди та амінокислоти і активно поглинається водними організмами.

Періодичні коливання концентрацій В і БПР співпадають в часі з продукційними або деструкційними процесами у водоймах [1, 2, 5]. Залежно від цього змінюється і кількісне співвідношення цих сполук з різними ММ. Таким чином, молекулярно-масовий розподіл (ММР) РОР у воді різних водойм слугує важливою характеристикою не тільки кількісного складу, але й ступеня трансформації, яка супроводжує процеси хімічної і біологічної деструкції

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т.1(28)