

ГІДРОЕКОЛОГІЯ. ГІДРОБІОЛОГІЯ

УДК 556.4(543.3:556.114.7)

Iванечко Я. С., Линник П. М.

Інститут гідробіології НАН України, м Київ

РОЗЧИНЕНІ ОРГАНІЧНІ РЕЧОВИНИ У ВОДІ ВЕРХНЬОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ПІВДЕННИЙ БУГ

Ключові слова: р. Південний Буг; розчинені органічні речовини; компонентний склад; гумусові речовини; вуглеводи; білковоподібні речовини; молекулярно-масовий розподіл; сезонні варіації

Постановка та актуальність проблеми. Розчинені органічні речовини (POP) – один з найважливіших компонентів хімічного складу природних поверхневих вод, оскільки безпосередньо впливають на формування їхньої якості. Вони представляються цінним джерелом органічного вуглецю, біогенних елементів і мікроелементів, а також енергії для водяних організмів, а тому відіграють помітну роль у функціонуванні біологічної складової водних екосистем. Серед широкого різноманіття POP найпоширеніші гумусові речовини (ГР), вуглеводи і білковоподібні речовини (БПР). За рахунок комплексоутворення впливають значною мірою на міграційну здатність більшості металів, знижуючи, або нівелюючи при цьому їхній токсичний вплив на гідробіонтів. Деякі POP поверхневих вод, хоча й знаходяться в низьких концентраціях (вітаміни, гормони та ін.), однак впливають на фізіологічні та біохімічні процеси, що відбуваються в організмах гідробіонтів [21]. Okрім цього, наявність POP у воді слід розглядати як один з чинників, що впливають на формування кисневого режиму водних об'єктів. Підвищені концентрації органічних речовин у воді неминуче призводять до зниження вмісту розчиненого кисню, що витрачається на їхнє окиснення.

У водному середовищі річок, водосховищ та озер завжди наявні органічні речовини, серед яких зустрічаються як прості низькомолекулярні, так і складні сполуки з різною молекулярною масою (білки, полісахариди, ліпіди, нуклеїнові кислоти та ін.) [21, 22, 26]. В природних поверхневих водах знаходяться також складні продукти трансформації різnotипних біомолекул, хімічна природа та властивості яких ще й дотепер залишаються недостатньо вивченими. Найпоширенішу групу POP складають ГР, дослідженю властивостей яких присвячено найбільшу кількість наукових праць [2, 13, 17, 18, 27].

Широко відомі праці по дослідженню “органічної речовини” природних вод професора Б. О. Скопінцева [24], який вважається основоположником органічної гідрохімії. Значний внесок у вивчення хімічної природи POP поверхневих вод різних географічних зон зроблено А. Д. Семеновим та його учнями [22]. Дослідження компонентного складу POP проводилися також Г. М. Варшал та її учнями [2]. Значних успіхів у вивченні структури та властивостей ГР досягнуто І. В. Перміновою [18].

Дослідженнями органічних речовин у природних поверхневих водах України у різні роки займались Ю. Г. Майстренко, Г. О. Єнакі, А. К. Рябов [8, 9, 15]. Починаючи з 90-х років минулого століття, основну увагу було сконцентровано на вивченні компонентного складу POP та його сезонних змін [28]. Дослідженнями були охоплені річки басейну Дніпра, Прип'яті, а також дніпровські водосховища [3,

4, 7]. Останнім часом Н. М. Осадчою отримано вагомі результати в дослідженні закономірностей міграції ГР у різномірних водних об'єктах України [17].

Мета – дослідження загального вмісту POP і їхнього компонентного складу, а також сезонних аспектів співвідношення ГР, вуглеводів та БПР у воді р. Південний Буг.

Матеріал і методи дослідження. Дослідження проводилися на верхній ділянці р. Південний Буг поблизу м. Хмельницького з квітня 2011 р. по лютий 2012 р. з таким розрахунком, щоб були охоплені всі пори року. Проби води відбирали з поверхневого шару на глибині 0,3–0,4 м за допомогою батометра Рутнера. Перед початком аналізів проби води пропускали крізь мембрани фільтри "Synpor" (Чехія) з діаметром пор 0,4 мкм для відокремлення завислих частинок. Для досліджень використовували лише фільтровану воду.

Перманганатну окиснюваність (ПО) води і хімічне споживання кисню (ХСК), визначали за загальновідомими методиками [19]. Кольоровість води вимірювали фотометрично за дихроматно-кобальтовою шкалою [1].

Розділення POP природної води на групи за різною хімічною природою (кислотна, основна і нейтральна) здійснювали методом йонообмінної хроматографії [23]. Фільтрати природної води об'ємом 1,0–1,2 дм³ пропускали послідовно крізь скляні колонки, одну з яких було заповнено аніонітом діетиламіноетицелюлозою (ДЕАЕ-целюлоза), а другу – катіонітом карбоксиметилцелюлозою (КМ-целюлоза), в результаті чого відбувалося йонообмінне розділення та одночасне сорбційне концентрування окремих груп POP. ДЕАЕ-целюлозою сорбуються органічні речовини кислотної групи POP з негативним знаком заряду, до складу якої входять головним чином ГР і меншою мірою інші органічні кислоти. На КМ-целюлозі відбувається сорбція позитивно заряджених органічних сполук основної групи POP. Основна частина цієї фракції складається з БПР, хоча в незначних кількостях наявні й інші органічні основи. Після проходження крізь колонки з целюлозними іонітами вода містила у своєму складі органічні речовини нейтральної групи POP, переважну більшість яких становлять вуглеводи. Десорбцію ГР з ДЕАЕ-целюлози проводили в три стадії, що забезпечує найповніше їхнє вилучення. На першій і третій стадіях десорбції як елюент використовувався 0,3 моль/дм³ розчин NaOH, а на другій – 0,02 моль/дм³ розчин H₂SO₄. Вилучення БПР з КМ-целюлози проводили 0,1 моль/дм³ розчином HCl. Об'єми одержаних елюатів становили 20–25 см³, за рахунок чого досягалося значне концентрування досліджуваних груп POP – в 40–60 разів. Для концентрування органічних речовин нейтральної групи POP (зазвичай, в 10–12 разів) використовували метод виморожування.

Концентрати усіх зазначених груп POP використовували у подальшому для вивчення молекулярно-масового розподілу органічних сполук у кожній з них за допомогою методу гель-хроматографії [2, 23]. Використовували скляні колонки, заповнені нейтральними гелями HW-50F і HW-55F (Японія). Для калібрування колонок використовували розчини речовин з відомою молекулярною масою: поліетиленгліколів (20,0, 15,0, 2,0, 1,0 кДа), глукози (0,18 кДа) і альбуміну, вилученого із людської сироватки (68,0 кДа). Вільний об'єм колонок встановлювали за допомогою розчину блюдекстрану (2000 кДа). Колонка з гелем HW-50F слугувала для дослідження ГР, а колонка з гелем HW-55F – для фракціонування БПР та вуглеводів. Об'єм аліквоти концентратів, що наносилися на колонку, становив 6 см³. У процесі елюювання з колонок кислотної, основної та нейтральної груп POP використовувався 0,025 моль/дм³ фосфатний буферний розчин з pH≈7,0. Фракції після гель-хроматографічного розділення об'ємом по

15 см³ збирали у скляні пробірки (всього 17) за допомогою колектора "DOMBIFRAK" (Україна).

Молекулярну масу ГР, вуглеводів і БПР в окремих фракціях встановлювали за графіком залежності: " $V_e/V_0 - \lg M$ ", де V_e – об'єм виходу речовин з відомою молекулярною масою, V_0 – вільний об'єм колонки, $\lg M$ – логарифм молекулярної маси речовин, що використовувалися для калібрування колонок.

Концентрацію ГР визначали спектрофотометрично за градуювальним графіком "Оптична густина при 254 нм (A_{254}) – концентрація ГР, мг/дм³". Для побудови градуювального графіка використовували ГР, вилучені з води Канівського водосховища та Шацьких озер. Спектри поглинання ГР у фракціях реєстрували на спектрофотометрі Unico UV2800. Вміст БПР і вуглеводів визначали фотометрично за методом Лоурі-Фоліна [8] та з використанням анtronового реагенту [19]. Для побудови відповідних градуювальників графіків як стандарти використовували глукозу та бичачий альбумін.

Концентрацію карбону органічних сполук розраховували, виходячи із значень ХСК ($C_{opr} = 0,375 \times XCK$) [19].

Результати дослідження та їх обговорення. Річка Південний Буг бере свій початок на Подільській височині, протікає по території центральної та південної України і впадає у Бузький лиман Чорного моря [6]. У Південному Бузі розмежовують три ділянки: верхню, середню та нижню. У першій з них річка протікає крізь заболочену долину, у середній течії – через каньйон з гранітними берегами, а для нижньої течії характерна заплава, яка розчленована протоками, рукавами, старицями. Довжина річки становить 806 км, а площа басейну – 63,7 тис. км². Тип живлення – змішаний, але має місце переважання снігового та дощового. Для Південного Бугу характерне виражене весняне водопілля і дощові паводки протягом року. На річці збудовано каскад водосховищ.

У верхній ділянці річка характеризується порівняно невисоким вмістом РОР, про що можна судити на підставі результатів дослідження 1980–2004 рр. Так, середні значення ХСК і БСК₅ води верхньої ділянки р. Півд. Буг у різні пори року не перевищували відповідно 19,1–26,1 мг О/дм³ і 3,6–5,6 мг О₂/дм³ [5].

Загальні характеристики вмісту РОР. Наведені нижче (рис. 1) значення ПО і ХСК води слугують підтвердженням того, що р. Південний Буг належить до водних об'єктів з порівняно невисоким вмістом РОР. Протягом досліджуваного періоду величини ПО і ХСК змінювалися в межах відповідно 6,0–18,5 та 11,7–25,6 мг О/дм³, не перевищуючи в середньому 10,6 та 17,0 мг О/дм³. Максимальний вміст РОР відмічається восени, а мінімальний – взимку. Концентрація C_{opr} варіювала в межах 4,4–9,6 мг/дм³, складаючи в середньому 6,4 мг/дм³.

Результати вимірювання кольоровості води дають підстави стверджувати, що р. Південний Буг характеризується невисокими її показниками (11,0–22,8°, в середньому 15,4° Cr-Со-шкали). Зростання кольоровості води спостерігається в літньо-осінній період, а зниження – взимку та навесні.

За формулою, запропонованою авторами [14], нами проведено розрахунки відносного вмісту автохтонних і алохтонних РОР у воді річки для кожної пори року (рис. 3). Нагадаємо, що до автохтонних належать РОР, що утворюються безпосередньо у водних об'єктах, а до алохтонних – ті органічні речовини, що надходять до водойм і водотоків ззовні [25]. Було встановлено, що частка автохтонних органічних сполук змінювалася в межах 40,3–51,3%, а її середнє значення не перевищувало 46,0%. Видно також, що флюктуації протягом року незначні (в межах 11,0%). Тим не менше, можна стверджувати, що частки автохтонних і алохтонних РОР практично співставимі.

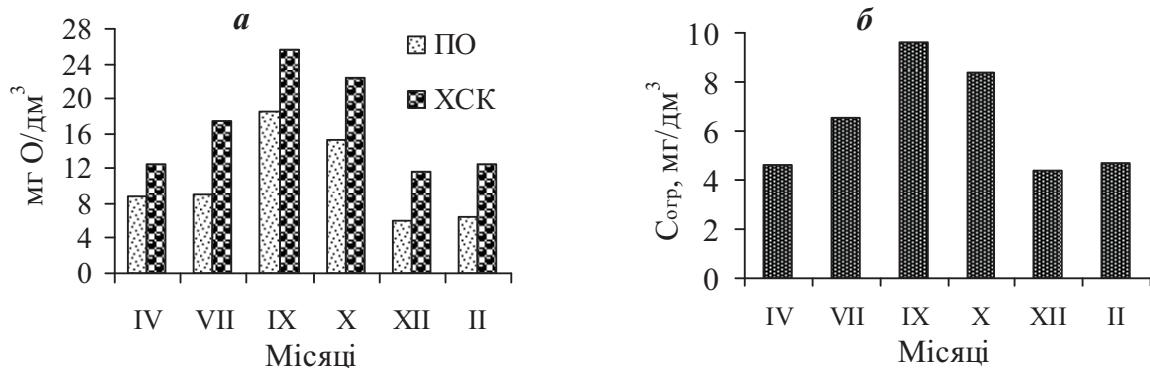


Рис. 1. Сезонні зміни ПО і ХСК (а) та концентрації C_{opp} (б) у воді верхньої ділянки р. Південний Буг протягом 2011–2012 рр.

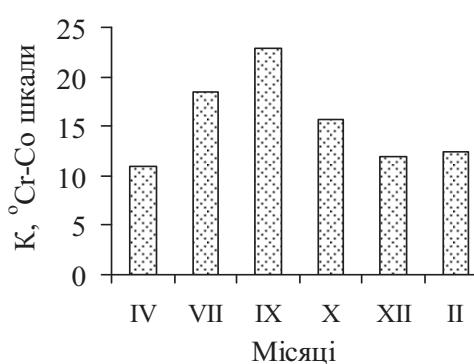


Рис. 2. Сезонні зміни кольоровості води (K) верхньої ділянки р. Південний Буг протягом 2011–2012 рр.

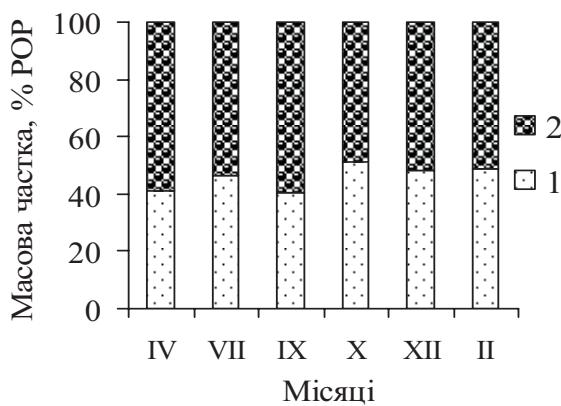


Рис. 3. Співвідношення автохтонних (1) і алохтонних РОР у воді верхньої ділянки р. Південний Буг протягом 2011–2012 рр.

8,6 mg/dm^3 (рис. 4). Якщо порівняти ці результати з наявними в літературі стосовно вмісту ГР у природних поверхневих водах [3, 17, 22], то стає очевидним, що р. Південний Буг належить до водних об'єктів з порівняно невисоким вмістом цих природних полімерів. Максимальна концентрація ГР припадає на літньо-осінню

Концентрація ГР та її сезонні зміни. ГР – це складні полімери, які утворюються в ґрунтах, а також у поверхневих водних об'єктах внаслідок поліконденсації продуктів розкладу рослинних і тваринних решток [16, 17, 21, 26]. Для них характерна висока стійкість до біохімічного розкладу, внаслідок чого ці органічні кислоти стали найпоширенішою групою РОР поверхневих вод. До складу речовин зазначеного класу входять гумінові (ГК) та фульвокислоти (ФК). У водних об'єктах з невисоким вмістом гумусу ФК і ГК співвідносяться між собою як 10:1, тоді як у водних об'єктах зони мішаних лісів це співвідношення становить 5:1 [26].

Особливості хімічної будови ГР зумовлюють низку важливих їхніх фізико-хімічних властивостей, завдяки яким вони беруть участь у процесах, що мають велике загальноекологічне значення [11–13, 18, 26].

Результати наших досліджень показали, що концентрація ГР у воді верхньої ділянки Південного Бугу варіювала в межах 6,7–11,9 mg/dm^3 , а її середнє значення не перевищувало

пору, а мінімальна простежується весною. Значних сезонних змін вмісту ГР у воді річки не спостерігалося.

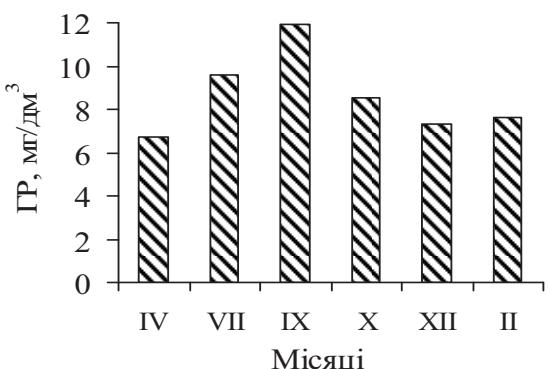


Рис. 4. Сезонні зміни концентрації ГР у воді верхньої ділянки р. Південний Буг протягом 2011–2012 рр.

до 14,9%) зазнала фракція ГР з молекулярною масою > 20,0 кДа в середині літа була найнижчою, а восени та на початку зими досягала максимальних значень (10,4–11,0%).

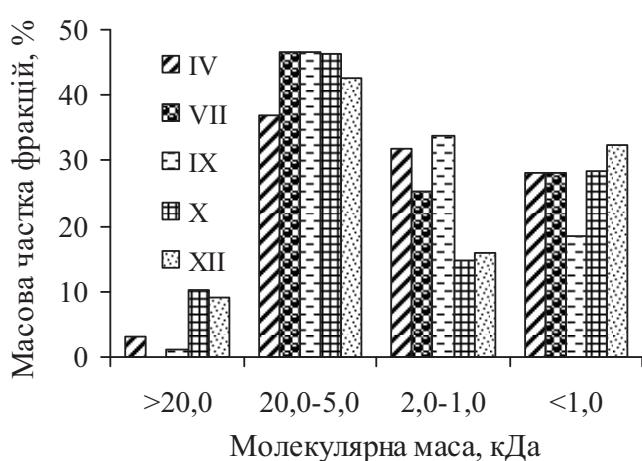


Рис. 5. Частка різних за молекулярною масою фракцій ГР у воді верхньої ділянки р. Південний Буг протягом 2011 р. (у % до загальної концентрації ГР).

На цьому рисунку і на рис. 7 та 9 римськими цифрами позначені місяці

донних відкладів.

Концентрація вуглеводів у воді верхньої ділянки р. Південний Буг протягом досліджуваного періоду була порівняно невисокою і змінювалася в межах 0,5–1,4 $\text{мг}/\text{дм}^3$ (в середньому 0,9 $\text{мг}/\text{дм}^3$). Їхній максимальний вміст спостерігався на початку осені 2011 р., а мінімальний припадав на зиму 2012 р. (рис. 6).

Зростання концентрації цукристих речовин від весни до осені – явище в цілому закономірне і вказує на активний розвиток прісноводного фітопланктону в теплу пору року. Підвищення вмісту вуглеводів на початку зими до 1,1 $\text{мг}/\text{дм}^3$ зумовлене, вірогідно, відмиранням та розкладом частини водоростевих клітин в

Між концентрацією ГР і кольоровістю води наявний сильний кореляційний зв'язок з коефіцієнтом кореляції $r=0,99$.

Дані щодо розподілу ГР за молекулярною масою (рис. 5) свідчать про те, що у їхньому складі виявлено приблизно навпіл сполуки з молекулярною масою > 5,0 кДа (40,1–56,7%) та < 2,0 кДа (43,3–59,9%). При цьому найбільшим вмістом характеризується фракція ГР з молекулярною масою 20,0–5,0 кДа. Найпомітніших сезонних змін (від 33,9

Концентрація вуглеводів та її сезонні зміни. Велике значення вуглеводів для життєздатності водяної біоти полягає, передусім, у тому, що моносахариди в цілому та глюкоза зокрема – це найдоступніше і найбільш легкозасвоюване джерело енергії для гідробіонтів, а такий полісахарид як целюлоза складає основу оболонок рослинних клітин [20].

До найважливіших джерел надходження вуглеводів до поверхневих вод відносяться прижиттєві і посмертні виділення нижчої та вищої водяної рослинності, вимивання з поверхні водозбору і десорбція з

несприятливих для життя умовах і переходом внутрішньоклітинних полісахаридів у водне середовище.

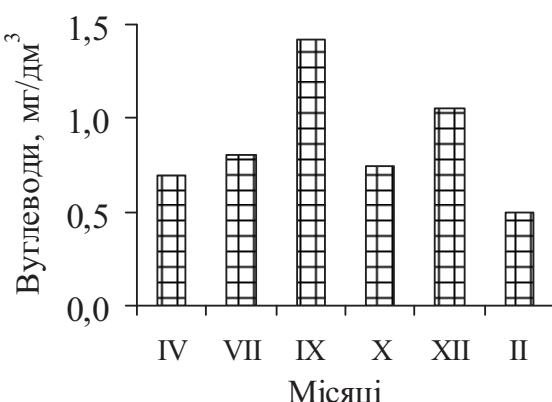


Рис. 6. Сезонні зміни концентрації вуглеводів у воді верхньої ділянки р. Південний Буг протягом 2011–2012 рр.

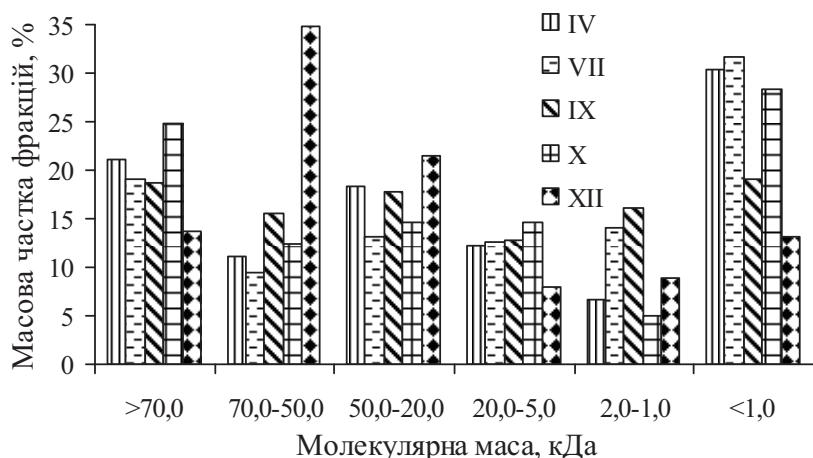


Рис. 7. Частка різних за молекулярною масою фракцій вуглеводів у воді верхньої ділянки р. Південний Буг протягом 2011 р. (у % до загальної концентрації вуглеводів)

вуглеводів ($< 1,0$ кДа) була порівняно невисокою та змінювалася в межах 13,2–31,7%, не перевищуючи в середньому 24,0%. Цілком вірогідно, що незначний вміст фракції з молекулярною масою $< 1,0$ кДа є результатом того, що низькомолекулярні вуглеводи найшвидше асимілюються мікроорганізмами та зазнають окиснення [20, 22].

Загалом же низький середньорічний вміст вуглеводів у воді верхньої ділянки Південного Бугу свідчить про відсутність сприятливих умов для масового розвитку фітопланктону. Причиною цього, швидше за все, є річковий гідрологічний режим і невелика ширина русла в місці, де проводилися сезонні дослідження.

Концентрація БПР та її сезонні зміни. Білки і БПР – це складні біополімери, мономерами яких є амінокислоти, що сполучені між собою пептидними зв'язками. У гідроекосистемах БПР відіграють надзвичайно важливу роль, оскільки це будівельний матеріал для клітин організмів, джерело азотного

дані щодо молекулярно-масового розподілу вуглеводів (рис. 7) засвідчили широкий інтервал їхньої молекулярної маси, а це, в свою чергу, дає підстави говорити про одночасну наявність у воді як окремих моносахаридів, так і цілої низки оліго- та полісахаридних сполук різної молекулярної маси, а також, напевно, їхніх комплексів зі сполуками інших класів [22].

Встановлено, що серед вуглеводів більшу частину (в середньому 53,3%) складають речовини з молекулярною масою $> 20,0$ кДа. Звертає на себе увагу те, що максимальна частка цих сполук (70,0%) припадає на зиму, а мінімальна (41,0%) відмічена влітку 2011 р. Високий вміст вуглеводів з молекулярною масою $> 20,0$ кДа взимку може бути свідченням того, що зимию відбувається розклад відмерлих водоростевих клітин і вивільнення у водне середовище внутрішньоклітинних високомолекулярних полісахаридів [20]. Слід зазначити і той факт, що масова частка низькомолекулярних

живлення для фіто-, бактеріопланктону та вищої водяної рослинності, беруть участь у біохімічних перетвореннях [10].

Вміст БПР у воді верхньої ділянки р. Південний Буг впродовж 2011–2012 рр. змінювався в межах 0,03–0,21 мг/дм³, а середнє значення за цей період не перевищувало 0,1 мг/дм³ (рис. 8).

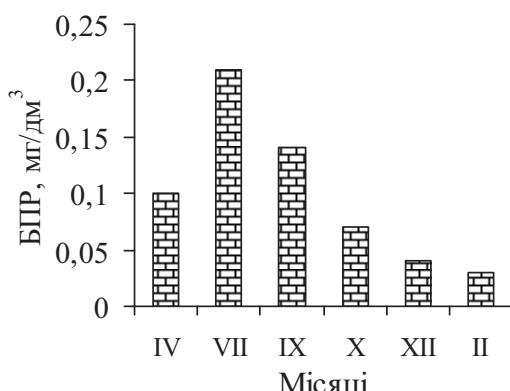


Рис. 8. Сезонні зміни концентрації БПР у воді верхньої ділянки р. Південний Буг протягом 2011–2012 рр.

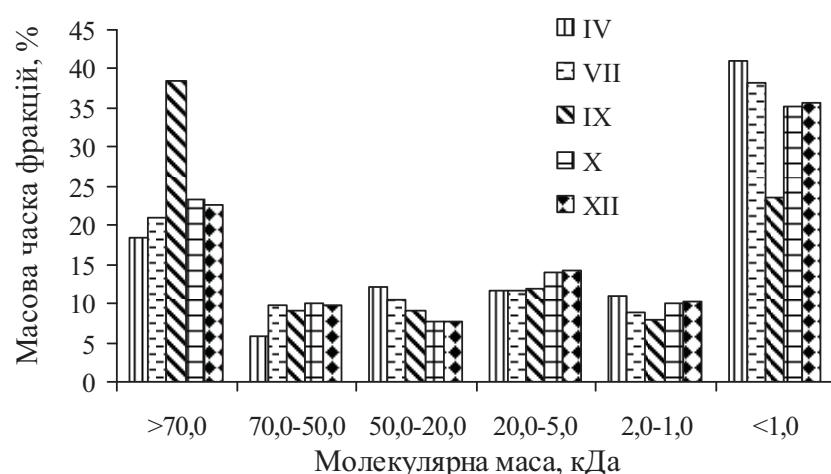


Рис. 9. Частка різних за молекулярною масою фракцій розчинених БПР у воді верхньої ділянки р. Південний Буг протягом 2011 р. (у % до загального вмісту БПР)

< 1,0 кДа характеризується найвищою серед усіх інших масовою часткою, що змінювалася в межах 23,6–41,0% (в середньому 34,7%). Звертає на себе увагу і той факт, що відносний вміст фракції з молекулярною масою > 70,0 кДа також був достатньо високим та змінювався в межах 18,5–38,5% і становив у середньому 24,8%. Слід зазначити, що саме ці фракції зазнали найпомітніших сезонних змін. Наведені результати свідчать про те, що у воді верхньої ділянки р. Південний Буг в період досліджень інтенсивно відбувалися процеси трансформації білків, незважаючи навіть на низькі їхні концентрації, а це, вкотре, доказ того, що БПР – біохімічно нестійкі сполуки, що зазнають впливу, насамперед, біотичної складової екосистем.

Максимальну концентрацію білків виявлено влітку 2011 р. Це може бути свідченням того, що активність мікробіологічних і біохімічних процесів у цю пору року була також найвищою. Зниження концентрації БПР упродовж осені і зими до мінімальних значень, очевидно, є наслідком “затухання” процесів, під час яких вони виділяються, а також гідролізу та амоніфікації наявних білків за дії мікроорганізмів.

На підставі аналізу одержаних гель-хроматограм БПР встановлено, що для них так само, як і для вуглеводів, характерний широкий інтервал молекулярної маси (рис. 9).

Даний факт, в свою чергу, свідчить про наявність у воді низки оліго- і поліпептидних сполук, а також, напевно, складних ансамблів білків з речовинами інших класів.

Як з'ясувалося, в середньому 44,3% розчинених білків мають молекулярну масу, що не перевищує 2,0 кДа, а фракція БПР з молекулярною масою

Нами проведено розрахунки масової частки кожної із досліджуваних груп POP у загальному балансі $C_{\text{орг}}$ (табл.). Встановлено, що найвищим вмістом (50,6–83,0%) характеризуються ГР, другою за величиною виявилася масова частка вуглеводів (4,7–12,5%), а третьою – частка БПР (0,3–1,6%). Масова частка POP, які нами не вивчалися, становила 4,5–44,6% (в середньому 22,0%).

Таблиця. Сезонні зміни окремих груп POP у воді верхньої ділянки р. Південний Буг

Дата відбору проб води	$C_{\text{орг}}$, мг/дм ³	ГР		Вуглеводи		БПР	
		мг/дм ³	%	мг/дм ³	%	мг/дм ³	%
24.04.2011	4,7	6,7	71,0	0,7	7,4	0,10	1,0
29.07.2011	6,6	9,6	73,0	0,8	6,0	0,21	1,6
17.09.2011	9,6	11,9	62,0	1,4	7,3	0,14	0,7
22.10.2011	8,4	8,5	50,6	0,8	4,7	0,07	0,4
18.12.2011	4,4	7,3	83,0	1,1	12,5	0,04	0,4
26.02.2012	4,7	7,6	80,8	0,5	5,3	0,03	0,3

Примітка: масові частки кожної з груп POP розраховано у % $C_{\text{орг}}$.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що р. Південний Буг належить до водних об'єктів з порівняно невисоким вмістом POP, оскільки значення ПО і ХСК води змінювалися в межах відповідно 6,0–18,5 та 11,7–25,6 мг О/дм³, а концентрація $C_{\text{орг}}$ становила 4,4–9,6 мг/дм³. Для екосистеми верхньої ділянки р. Південний Буг частка автохтонних органічних речовин, за розрахунковими даними, змінювалася в межах 40,3–51,3 і не перевищувала в середньому 46,0%.

Що стосується компонентного складу POP, то у воді верхньої ділянки р. Південний Буг як за абсолютною, так і за відносними величинами вмісту домінують ГР, на другому місці знаходяться вуглеводи, а на третьому – БПР.

Результати дослідження молекулярно-масового розподілу ГР засвідчили переважаючу частку в їхньому складі фракції з молекулярною масою 20,0–5,0 кДа. Частки ГР з молекулярною масою > 5,0 і < 2,0 кДа виявилися співставними. Набагато ширшим діапазоном молекулярної маси характеризуються вуглеводи і БПР. Водночас, для вуглеводів характерна та особливість, що у їхньому складі переважають високомолекулярні сполуки (> 20,0 кДа), частка яких в середньому становила 53,3%. У складі БПР значну частину (в середньому 44,3%) складають сполуки з молекулярною масою < 2,0 кДа, хоча й наявні також і високомолекулярні з молекулярною масою >70,0 кДа.

Низькі концентрації вуглеводів та БПР у воді верхньої ділянки р. Південний Буг є свідченням того, що біологічна складова тут розвивається в меншій мірі.

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. Фракционирование, количественное определение и изучение некоторых основных компонентов растворенных органических веществ природных вод / Варшал Г. М., Велюханова Т. К., Сироткина И. С., Ярцева Р. Д. // Гидрохим. мат-лы, 1973. – Т. 59. – С. 143–151.
3. Васильчук Т. А. Компонентный состав растворенных органических веществ природных поверхностных вод с высокой цветностью / Т. А. Васильчук, В. П. Осипенко // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2010. – Т. 3(20). – С.136–141.
4. 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. // Гидробіол. журн. – 2010. – Т. 46, № 6. – С. 105–115.
5. Водні ресурси та якість річкових вод басейну Південного Бугу / Хільчевський В.К., Чунарьов О.В., Ромась М.І. та ін. [за ред. В. К. Хільчевського]. – К. : Ніка-Центр, 2009. – 184 с.
6. Географічна енциклопедія України: в 3-х т. / Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т.3(30)

Редкол. : О. М. Маринич (відп. ред.) та ін. – К. : Укр. енциклопедія ім. М. П. Бажана, 1989–1993. – Т. 3: П–Я. – 480 с. 7. Гидрология и гидрохимия Днепра и его водохранилищ / [Денисова А. И., Тимченко В. М., Нахшина Е. П. и др.]. – К. : Наук. думка, 1989. – 216 с. 8. 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. 9. Енаки Г. А. О качественном составе органического вещества вод днепровских водохранилищ / Г. А. Енаки // Гидробиол. журн. – 1972. – Т. 8, № 1. – С. 26–31. 10. Коновалов Ю. Д. Белки и их реактивные группы в раннем онтогенезе рыб / Ю. Д. Коновалов – К. : Наук. думка, 1984. – 196 с. 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. Линник П. Н., Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П.Н. Линник, Б.И. Набиванец – Л. : Гидрометеоиздат, 1986. – 270 с. 13. 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. 14. 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. 15. Майстренко Ю.Г. Органическое вещество воды и донных отложений рек и водоемов Украины / Ю. Г. Майстренко. – К. : Наук. думка, 1965. – 240 с. 16. Орлов Д. С. Гуминовые вещества в биосфере / Д. С. Орлов. – М. : Наука, 1993. – С. 16–23. 17. 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. 18. Перминова И. В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот : автореф. дисс. на соиск. уч. степени д-ра хим. наук. / И. В. Перминова – М., 2000. – 50 с. 19. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. А. Д. Семенова. – Л. : Гидрометеоиздат, 1977. – 542 с. 20. Сакевич О.Й. Алелопатія в гідроекосистемах. / О. Й. Сакевич, О. М. Усенко. – К. : НАН України, Ін-т гідробіології, 2008. – 342 с. 21. Хумитаке С. Органические вещества в водных экосистемах / Секи Хумитаке. – Л. : Гидрометеоиздат, 1986. – 200 с. 22. Семенов А. Д. Органические вещества в поверхностных водах Советского Союза: Автореф. дисс. на соиск. уч. степени д-ра хим. наук. / А. Д. Семенов ; Иркутский госуниверситет. – Новочеркасск, 1971. – 41 с. 23. 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. – М. : ГЕОХИ АН СССР, 1974. – 25 с. 24. Скопинцев Б. А. Некоторые аспекты современного изучения органического вещества природных вод / Б. А. Скопинцев // Гидрохим. мат-лы. – 1971. – Т. 56. – С. 74–83. 25. Справочник по гидрохимии / под ред. А. М. Никанорова. – Л. : Гидрометеоиздат, – 1989. – С. 198–201. 26. Aquatic ecosystems: interactivity of dissolved organic matter / Edited by Stuart E. G. Findlay, Robert L. Sinsabaugh. – San Diego: Academic Press, 2003. – 512 p. 27. Analytical chemistry of freshwater humic substances / [S. McDonald, A. G. Bishop, P. D. Prenzler, K. Robards] // Analytica Chimica Acta. – 2004. – Vol. 527. – P. 105–124. 28. Linnik. P.N., Vasilchuk T.A. Role of humic substances in the complexation and detoxification of heavy metals: case study of the Dnieper reservoirs // Use of humic substances to remediate polluted environments: from theory to practice [I.V. Perminova Eds.]. – NATO Science Series. IV: Earth and Environmental Series. – Dordrecht: Springer. – 2005. – Vol. 52. – P. 135–154.

Розчинені органічні речовини у воді верхньої ділянки річки Південний Буг Іванечко Я.С., Линник П.М.

Наведено результати досліджень розчинених органічних речовин (POP) та їхніх окремих груп (гумусові речовини, вуглеводи і білковоподібні речовини) у воді верхньої ділянки річки Південний Буг. Обговорено сезонні зміни концентрації зазначених груп POP та чинники, що їх зумовлюють. Узагальнено дані стосовно співвідношення різних за молекулярною масою фракцій гумусових речовин, вуглеводів і білковоподібних речовин. Встановлено, що верхня ділянка р. Південний Буг характеризується порівняно невисоким вмістом POP. Концентрація $C_{\text{орг}}$ змінюється в межах 4,4–9,6 мг/дм³. На підставі середньорічних величин вмісту окремих груп POP розраховано частку кожної з них у загальному балансі $C_{\text{орг}}$. Показано, що гумусові речовини складають приблизно 70,0%, вуглеводи – 7,2%, білковоподібні речовини – 0,7%, а решта припадає на інші органічні сполуки.

Ключові слова: р. Південний Буг; розчинені органічні речовини; компонентний склад; гумусові речовини; вуглеводи; білковоподібні речовини; молекулярно-масовий розподіл; сезонні варіації.

Растворенные органические вещества в воде верхнего участка реки Южный Буг Иванечко Я.С., Линник П.Н.

Приведены результаты исследований растворенных органических веществ (РОВ) и их Гидрология, гидрохимия и гидроэкология. – 2013. – Т.3(30)

отдельных групп (гумусовые вещества, углеводы и белковоподобные вещества) в воде верхнего участка реки Южный Буг. Обсуждены сезонные изменения концентрации указанных групп РОВ и факторы, обуславливающие их. Обобщены данные относительно соотношения различных по молекулярной массе фракций гумусовых веществ, углеводов и белковоподобных веществ. Установлено, что верхний участок р. Южный Буг характеризуется сравнительно невысоким содержанием РОВ. Концентрация $C_{\text{орг}}$ меняется в пределах 4,4–9,6 мг/дм³. На основании среднегодовых значений содержания отдельных групп РОВ рассчитана доля каждой из них в общем балансе $C_{\text{орг}}$. Показано, что гумусовые вещества составляют примерно 70,0%, углеводы – 7,2%, белковоподобные вещества – 0,7%, а остальное приходится на другие органические соединения.

Ключевые слова: р. Южный Буг; растворенные органические вещества; компонентный состав; гумусовые вещества, углеводы, белковоподобные вещества; молекулярно-массовое распределение; сезонные вариации.

Dissolved organic matter in water of the upper section of the Pivdennyi Bug River

Ivanechko Ya. S., Linnik P. N.

The results of studies of dissolved organic matter (DOM) and their individual groups (humic substances, carbohydrates, and protein-like substances) in the water of the upper section of the Pivdennyi Bug River are given. The seasonal changes in the concentration of these groups of DOM and factors causing them are discussed. The data on the relative proportions of the various molecular weight fractions of humic substances, carbohydrates, and protein-like substances are summarized. It is found that the upper section of the Pivdennyi Bug River is characterized by a relatively low content of DOM. The concentration of organic carbon varies between 4,4-9,6 dm³. The proportion of each individual groups of DOM in the overall balance of organic carbon is calculated. It is shown that share of humic substances is about 70,0%, carbohydrates – 7,2%, protein-like substances - 0,7%, the remainder account for other organic compounds.

Keywords: the Pivdennyi Bug River; dissolved organic matter; component composition; humic substances, carbohydrates, protein-like substances, molecular-weight distribution, seasonal variations.

Надійшла до редколегії 08.07.2013

УДК 556.531(282.247.31)

Шіпка М. З.

Львівський національний університет імені Івана Франка

ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ РІЧКИ ПОЛТВИ ТА ІІ ПРИТОК

Ключові слова: якість води, клас води річкової екосистеми

Стан проблеми та аналіз публікацій. Полтва - мала річка басейну Західного Бугу. Бере початок на території Львова, де приймає стічні і дренажні води міста. Після очисних споруд Полтва тече відкритим руслом і впадає у р. Західний Буг (м. Буськ), зумовлюючи його значне забруднення.

Низька якість води р. Полтви вимагає постійного контролю. Систематичні спостереження за водним режимом р. Полтви, хімічним складом та якістю її вод проводяться декількома відомствами (Держводагенство, МНС, МОЗ, Мінприроди) [14, 16].

Аналіз якості води річок басейну Західного Бугу подається в роботах Ковальчука П. (1997), Ковальчук О.З., Курганевич Л.П. (2003), Забокрицької М.Р. (2003, 2005), Забокрицької М.Р., Хільчевського В.К., Манченка А.П. (2006), Хільчевського В.К., Забокрицької М.Р., Осадчого В. І. (2004), Вознюк Н. М. (2006), Клименка М.О., Вознюк Н.М. (2007), Сніжка С. І., Боднарчук Т. В. (2001), Боднарчук Т. В. (2006, 2010), Токарчука О. В. (2010) та інших науковців [1 - 9, 11-13].