

УДК 556.114:556.531(282.247.324)

Линник П.М.¹, Іванечко Я.С.¹, Линник Р.П.², Жежеря В.А.¹

¹*Інститут гідробіології НАН України, м. Київ*

²*Київський національний університет імені Тараса Шевченка*

ВМІСТ, КОМПОНЕНТНИЙ СКЛАД ТА ДИНАМІКА РОЗЧИНЕНИХ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН У ВОДІ ГИРЛОВОЇ ДІЛЯНКИ РІЧКИ ДЕСНИ

Ключові слова: р. Десна; розчинені органічні речовини; гумусові речовини; вуглеводи; білковоподібні речовини

Постановка та актуальність проблеми. Розчинені органічні речовини (РОР) поверхневих вод як одна з найважливіших груп їхнього хімічного складу істотним чином впливають на якість водного середовища та розглядаються як джерело поживних елементів для водяних організмів [11, 15, 18]. Хімічний склад РОР надзвичайно складний і залежить значною мірою від їхнього походження. У більшості поверхневих водних об'єктів концентрація органічних речовин характеризується відносно невисокими величинами [11]. При цьому значну частину РОР поверхневих вод складають гумусові речовини (ГР) – гумінові та фульвокислоти (ГК і ФК).

До водних об'єктів органічні речовини надходять з водозбірної площі і з підземних водоносних горизонтів, з донних відкладів (алохтонні органічні речовини) та утворюються в них самих в результаті розвитку та життєдіяльності водяних організмів рослинного і тваринного походження (автохтонні органічні речовини) [11, 14, 15, 18, 19]. Безперечно, зазначені джерела надходження органічних речовин не рівноцінні, що залежить від типу водного об'єкта, його фізико-географічного розташування, рівня трофності та деяких інших характеристик.

В поверхневих природних водах РОР впливають на стан і біодоступність металів, у тому числі з вираженими токсичними властивостями, та органічних токсикантів за рахунок їх зв'язування в комплекси або ж утворення адуктів. В результаті змінюється не лише міграційна здатність речовин, але і їхня токсичність. Найчастіше детоксикація речовин відбувається за участю ГР та органічних сполук- екзометаболітів [12].

Дослідження РОР поверхневих вод часто обмежуються лише визначенням їхнього загального вмісту за такими характеристиками, як перманганатна та дихроматна окиснюваність води (ПО і БО, оскільки раніше вживався термін “біхроматна окиснюваність”). Визначають також концентра-

цію вуглецю органічних сполук ($C_{\text{орг}}$) з використанням аналізаторів або ж розраховують її на підставі даних про БО. Дослідження компонентного складу РОР проводяться меншою мірою з огляду на трудомісткість відповідних методик.

Метою нашої роботи було вивчення не лише загальних характеристик РОР, але і їхнього компонентного складу, зокрема дослідження вмісту ГР, вуглеводів та білковоподібних речовин (БПР), що часто складають основу РОР та належать до екологічно важливих груп органічних сполук. У роботі узагальнено та викладено результати досліджень РОР у воді гирлової ділянки р. Десни поблизу с. Хотянівка, які проводилися протягом 2011 р.

Матеріал і методи дослідження. Проби води відбиралися з поверхневого шару на глибині 0,3–0,5 м і доставлялися до лабораторії для подальших досліджень. Завислі речовини відокремлювали шляхом пропускання проб води через мембранні фільтри "Synpor" (Чехія) з діаметром пор 0,4 мкм. Одержані фільтрати об'ємом 0,5–1,0 дм³ потім послідовно пропускали через скляні колонки, заповнені целюлозними сорбентами ДЕАЕ (діетиламіноетилцелюлоза) і КМ (карбоксиметилцелюлоза) для розділення РОР на три групи: кислотну, основну і нейтральну, як це передбачено методикою [16]. В першій із зазначених груп концентруються переважно ГР, у другій – БПР, а в третій – вуглеводи. Важлива перевага целюлозних сорбентів полягає у тому, що досягається значне концентрування органічних речовин кислотної і основної груп (не менше, ніж у 20–40 разів). Для концентрування речовин нейтральної групи (зазвичай, в 10–12 разів) використовували виморожування [9]. Розділення речовин кожної з одержаних груп за молекулярною масою досягалось методом гель-хроматографії з використанням колонок, заповнених гелями HW-50F і HW-55F (Японія). Попередньо колонки були відкалібровані за допомогою речовин з відомою молекулярною масою – поліетиленгліколів (1,0, 2,0, 15,0 і 20,0 кДа) та білків – альбуміну з людської сироватки ($\approx 67,0$ кДа) і інсуліну ($\approx 6,0$ кДа). ПО і БО та кольоровість води (за дихроматно-кобальтовою шкалою) визначали за допомогою загальноприйнятих методик [1, 2]. Концентрацію $C_{\text{орг}}$ розраховували на підставі результатів визначення БО за формулою $C_{\text{орг}} = 0,375 \times \text{БО}$. Спектри поглинання та флуоресценції розчинів ГР у фракціях після гель-хроматографічного розділення реєстрували за допомогою спектрофотометра Unico UV 2800 та люмінесцентного спектрометра Perkin Elmer LS-55 з ксеноновою імпульсною лампою. Концентрацію ГР знаходили за градувальним графіком "Оптична густина при 254 нм – концентрація ГР (мг/дм³)". Для визначення концентрації вуглеводів і БПР застосовували методики фотометричного аналізу [7, 13].

Результати досліджень і їх обговорення. Річка Десна – одна з найбільших приток Дніпра, яка бере свій початок в Смоленській області Російської Федерації. Її довжина становить 1126 км, з яких 591 км припадає на територію України, площа басейну – 88900 км², у тому числі 41330 км² знаходиться в межах України. Середній багаторічний стік р. Десни становить

10,9 км³. Водозбір характеризується неоднорідністю: у верхів'ях він заболочений, а в середній і нижній течіях долина річки проходить у крейдових відкладах, дренуючи водоносні горизонти мергельно-крейдової товщі [4, 6, 10].

Формування органічних речовин у р. Десні відбувається під впливом вод, що стікають із заболочених водозборів [4, 6, 10]. Однак у складі органічних сполук значно менше забарвлених речовин гумусового походження порівняно з Дніпром. ПО води у гирлі Десни становить 5,0–12,0 мг О/дм³, а БО – 15,0–35,0 мг О/дм³. Концентрація вуглецю органічних сполук (С_{орг}) знаходиться в межах 4,0–11,0 мг/дм³. Кольоровість води як важливий показник вмісту ГР змінюється у доволі широкому інтервалі – від 8,0–80,0° у верхів'ї до 20–50° у гирловій ділянці [4, 10]. У сезонній динаміці органічних речовин Десни наявні весняний та осінній максимуми.

Як зазначалось вище, наші дослідження стосуються гирлової ділянки Десни. Нижче (рис. 1) наведено дані щодо сезонної динаміки загальних показників, які характеризують вміст РОР у воді зазначеної ділянки річки.

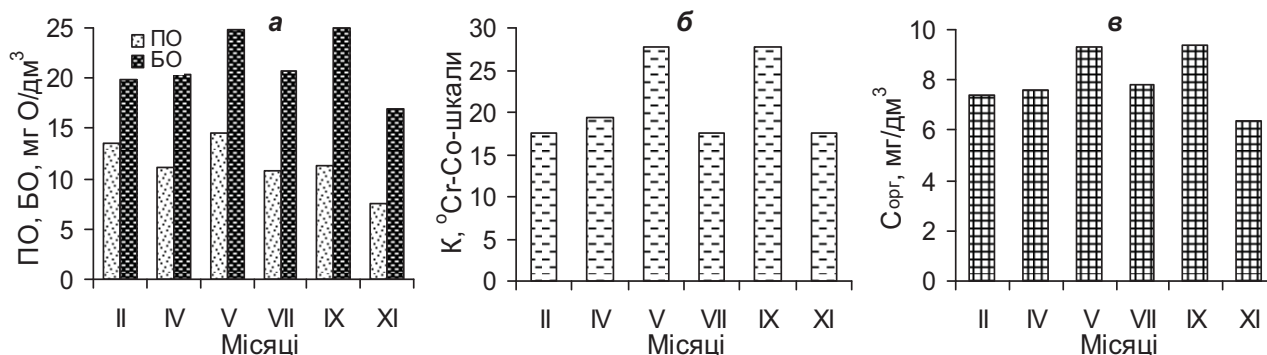


Рис. 1. Перманганатна і дихроматна окиснюваність (а) та кольоровість води (б) гирлової ділянки р. Десни і вміст у ній С_{орг} (в) протягом 2011 р.

Величини ПО і БО води протягом року змінювалися в інтервалі 7,6–14,5 та 17,0–25,0 мг О/дм³, що свідчить про відсутність помітних змін цих показників за багаторічний період. Хоча за іншими даними [5] середньорічні величини БО води Десни на ділянці від м. Чернігова до гирла були дещо вищі і становили протягом 2000–2004 рр. 27,5–32,2 мг О/дм³, що може бути зумовлено впливом як природних, так і антропогенних чинників у формуванні органічних речовин. Кольоровість води, як і вміст С_{орг}, також не виходять за межі наведених вище значень та характеризуються наявністю двох максимумів навесні і восени. Про причини їхньої появи йтиметься нижче.

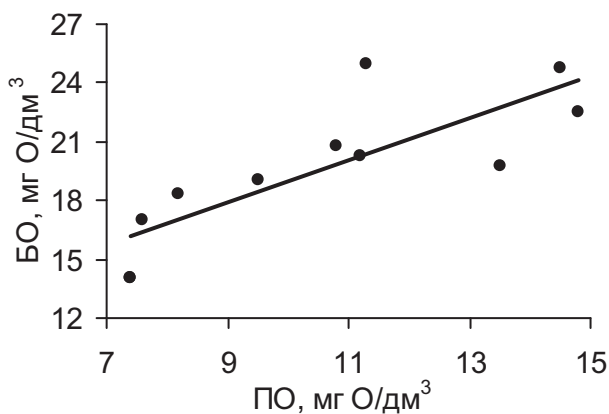


Рис. 2. Залежність БО від ПО для гирлової ділянки Десни, 2011 р.

Зв'язок між БО і ПО характеризується лінійною залежністю (рис. 2), яка виражається емпіричним рівнянням $BO=1,08 \times PO + 8,18$; $r = 0,81$, $n = 11$, де r – коефіцієнт кореляції, n – кількість проаналізованих проб води.

Найбільшою концентрацією серед РОР води Десни характеризуються ГР – від 10,2 до 15,2 мг/дм³ (рис. 3). При цьому помітні два максимуми, що характерні для весняного та осіннього періодів. Перший з них зумовлений надходженням ГР з водозбору у період весняного водопілля, тоді як поява другого може бути викликана внутрішньоводоймовими процесами утворення автохтонного гумусу. Однак це припущення потребує проведення додаткових досліджень. Переважання ГР у складі РОР характерне для поверхневих водних об'єктів. За різними даними, їхня частка досягає 60–80% [3]. При цьому у складі ГР домінують ФК, частка яких становить 90,0–95,0%. Результати дослідження вмісту ГР та динаміки сезонних його змін у воді Десни свідчать про відносно невисоку їхню концентрацію порівняно з іншими водними об'єктами, наприклад, з річками басейну Прип'яті, де вона значно вища [8]. Цілком вірогідно, що у верхів'ї Десни вміст ГР вищий, оскільки там болотиста місцевість.

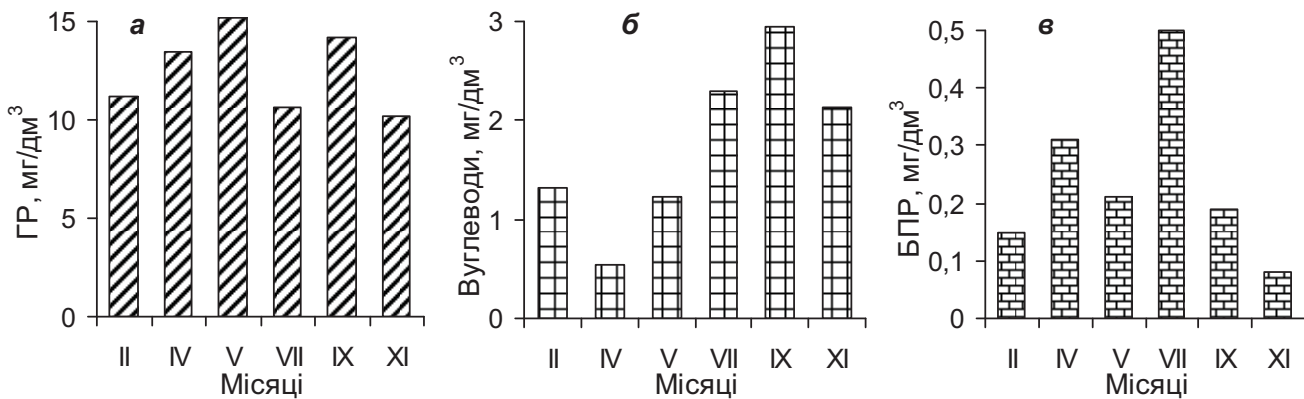


Рис. 3. Величини концентрації гумусових речовин (а), вуглеводів (б) і білкових сполук (в) у воді гирлової ділянки р. Десни протягом 2011 р.

Кольоровість води – одна з важливих характеристик вмісту в ній забарвлених органічних речовин, тобто ГР. Часто цей показник

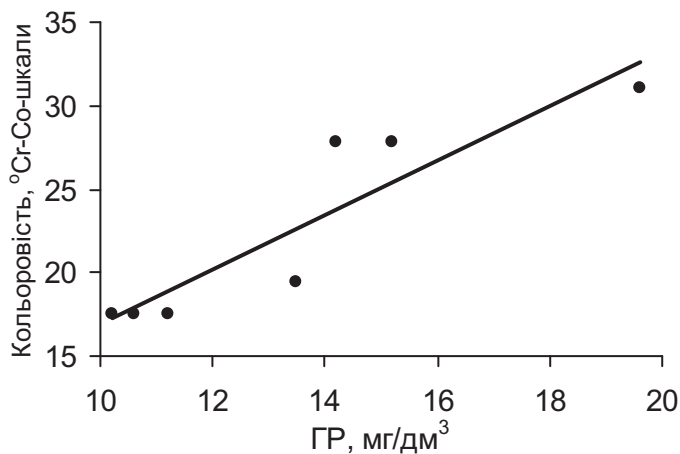


Рис. 4. Залежність кольоровості води р. Десни від концентрації ГР

використовується для оцінки їхньої концентрації [20]. Хоча відомо, що за такої оцінки можливі деякі похибки, оскільки, з одного боку, зазначений показник враховує лише забарвлені сполуки, а безбарвний гумус залишається поза увагою, а з іншого, забарвлення води може бути зумовлене наявністю не лише ГР, а й інших сполук, у тому числі неорганічного походження, що може стати причиною

завищеного вмісту ГР. Проте нами досліджено залежність кольоровості води від концентрації ГР, яка виявилася лінійною (рис. 4) і виражається емпіричним рівнянням $K=1,64 \times \text{ГР} + 0,47$ з коефіцієнтом кореляції $r = 0,91$ при значимості 0,01 (K – кольоровість води). При цьому вміст ГР розраховано на підставі результатів спектрофотометричних досліджень.

Концентрація вуглеводів – другої за вмістом у воді групи органічних речовин – змінювалася протягом року від 0,6 до 3,0 мг/дм³ (див. рис. 3). Сезонна динаміка вмісту цієї групи РОР характеризується зростанням їхньої концентрації від весни до осені. Наявність у воді вуглеводів цілковито залежить від інтенсивності розвитку фітопланктону та розкладу решток водоростей восени, коли відбувається їхнє відмирання [14]. БПР – це група РОР з відносно невисоким вмістом у воді – від 0,1 до 0,5 мг/дм³. Найбільші їхні концентрації проявляються навесні та влітку, що також залежить від розвитку та стану біотичної компоненти [15, 19].

Особливості молекулярно-масового розподілу органічних речовин. Дослідження молекулярно-масового розподілу ГР проводилися шляхом гел'єхромографічного розділення і подальшого визначення їхньої концентрації у фракціях за допомогою спектрофотометричного і флуоресцентного методів. Нижче (рис. 5) наведено результати цього розподілу, одержані із застосуванням зазначених методів. Виявилось, що у загальному балансі ГР значну частину складають сполуки з молекулярною масою 20,0–5,0 кДа, які ми умовно відносимо до високомолекулярних. В окремі періоди їхня частка досягала більше 60,0% за даними спектрофотометричного визначення (див. рис. 5, а) та майже 40,0% за результатами флуоресцентного дослідження (див. рис. 5, б). Вагомий внесок у загальний баланс вносять також сполуки з меншою молекулярною масою, що не перевищує 2,0 кДа. За результатами флуоресцентного визначення, частка таких ГР в окремі періоди досягає більше, ніж 60,0% (див. рис. 5, б).

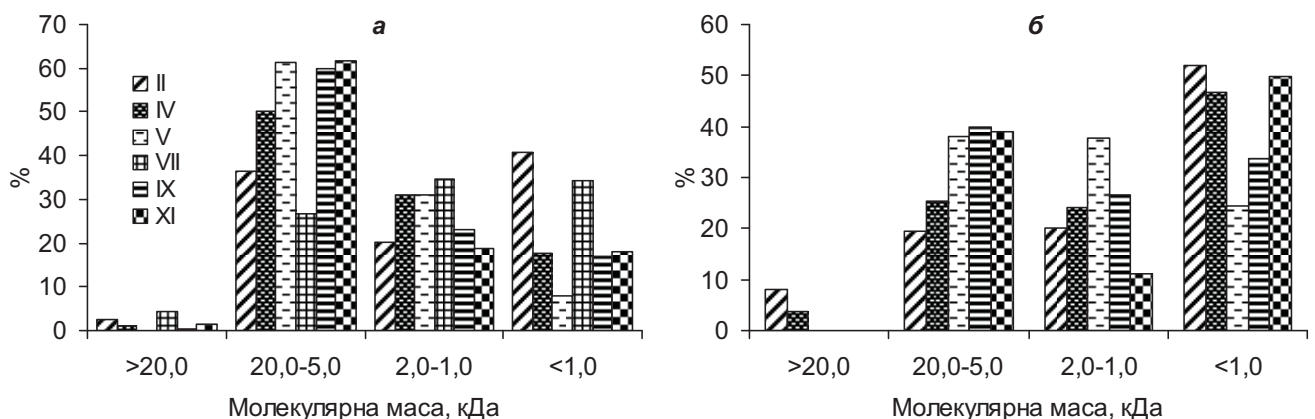


Рис. 5. Молекулярно-масовий розподіл ГР у воді р. Десни за результатами спектрофотометричних (а) та флуоресцентних (б) досліджень.

На цьому рисунку та на рис. 7 римськими цифрами позначено місяці відбору проб води

Співвідношення різних за молекулярною масою фракцій ГР істотно відрізняється залежно від того, за якими результатами (спектрофотометричного чи флуоресцентного визначення) проводились розрахунки їхньої концентрації та частки у загальному балансі. Для кожної з

фракцій різниця в її частці досягає майже 20,0%, що видно з усереднених даних, наведених на рис. 6. Зумовлено це різними причинами. По-перше, окремі фракції ГР характеризуються різною інтенсивністю флуоресценції. Фракції з меншою молекулярною масою мають більшу інтенсивність флуоресценції, ніж високомолекулярні [17], а тому другий максимум на гел'єхромограмах часто більший, ніж перший.

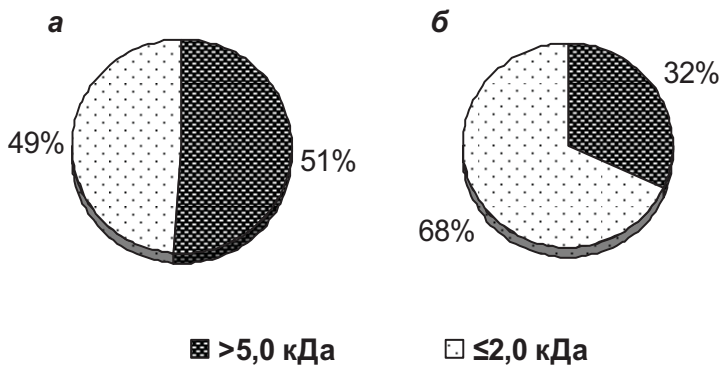


Рис. 6. Співвідношення різних за молекулярною масою фракцій ГР у воді гирлової ділянки Десни за результатами спектрофотометричного (а) і флуоресцентного (б) досліджень з урахуванням середньорічних величин.

По-друге, більшість металів у процесі комплексоутворення з ГР зумовлюють зниження інтенсивності флуоресценції. Тому цілком ймовірно, що зниження висоти першого максимуму, який за результатами спектрофотометричних досліджень завжди більший, якраз і пов'язане з комплексоутворенням.

Вуглеводи представлені широким інтервалом величин молекулярної маси (рис. 7, а), що свідчить про наявність у їхньому складі як простих редукованих сахарів, так і полісахаридів. При цьому частка вуглеводів з відносно невисокою молекулярною масою ($\leq 5,0$ кДа) становить 24,7–29,2%. Решту складають високомолекулярні речовини. Дещо подібний розподіл характерний і для білкових сполук (рис. 7, б). Однак у їхньому складі значно більше речовин з меншою молекулярною масою ($\leq 5,0$ кДа). Їхня частка у загальному балансі досягає 47,8–72,2%.

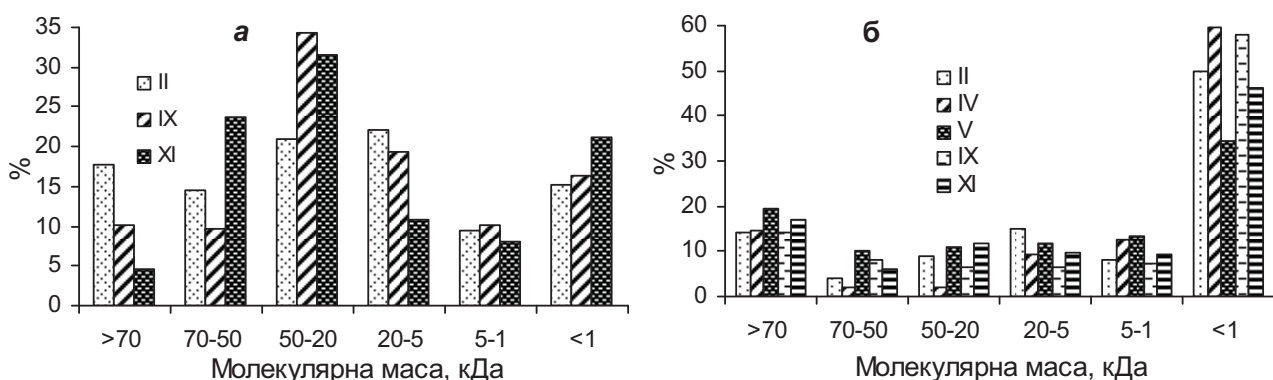


Рис. 7. Молекулярно-масовий розподіл вуглеводів (а) та БПР (б) у воді р. Десни.

На підставі середньорічних даних про вміст у воді окремих груп РОР нами розраховано частку кожної з них у загальному балансі (рис. 8). Розрахунки проводилися відносно $C_{орг}$. Як і слід було очікувати, на першому місці знаходяться ГР, друге займають вуглеводи, а третє – БПР. Частка інших органічних речовин становить приблизно 10,0%. Безперечно, ці розрахунки не можуть представлятися абсолютно точними, оскільки концентрацію $C_{орг}$

одержано також розрахунковим шляхом, виходячи з величин БО.

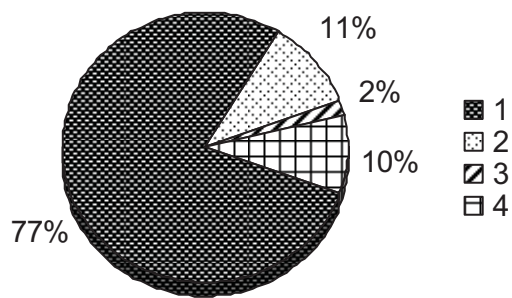


Рис. 8. Частка різних груп РОР у воді гирлової ділянки р. Десни (за середньорічними величинами).

1 – ГР, 2 – вуглеводи, 3 – білкові сполуки, 4 – інші органічні речовини.

Висновки. На підставі результатів проведених досліджень встановлено, що концентрація РОР у воді гирлової ділянки Десни знаходиться в межах 6,4–9,4 мг $C_{орг}/дм^3$. Помітне зростання вмісту РОР спостерігається навесні та восени. У першому випадку це пов'язано з надходженням ГР з водним стоком під час весняного водопілля. Підвищення концентрації РОР восени зумовлене, вірогідно, формуванням автохтонного водного гумусу. У складі РОР найбільша частка належить ГР. Друге місце посідають вуглеводи, а в найменших концентраціях виявлено сполуки білкової природи. Максимальні концентрації вуглеводів характерні для літньо-осінньої пори, що зумовлено розвитком фітопланктону та деструкцією решток відмерлих водоростей і вищої водної рослинності. Вміст БПР досягає свого максимуму весною та влітку, що також пов'язано з розвитком та життєздатністю біотичної компоненти. Частка речовин, що не були ідентифіковані, досягає в середньому майже 10,0%.

Значна частина ГР представлена сполуками з відносно невисокою молекулярною масою, що не перевищує 2,0 кДа, хоча в окремі періоди переважають речовини з більшою молекулярною масою (>5,0 кДа). Серед вуглеводів домінують високомолекулярні сполуки, а частка речовин з найменшою молекулярною масою ($\leq 5,0$ кДа) становить лише 24,7–29,2%. Широкий спектр речовин характерний також для БПР, але серед них частка сполук з відносно невисокою молекулярною масою ($\leq 5,0$ кДа) виявилася досить високою і досягала 47,8–72,2%.

Список літератури

1. Аналітична хімія поверхневих вод / [Набиванець Б. Й., Осадчий В. І., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б.]. – К. : Наук. думка, 2007. – 456 с.
2. Ананьевская М. П. Руководство по химическому анализу воды / М. П. Ананьевская, Л. Г. Щекатурина. – Новочеркаськ : НЧПИ, 1960. – С. 39–41.
3. Варшал Г. М. О состоянии минеральных компонентов в поверхностных водах / Г. М. Варшал // Методы анализа природных и сточных вод (Проблемы аналитической химии, т. V). – М. : Наука, 1977. – С. 94–107.
4. Гидрохимия Днестра его водохранилищ и притоков / [А. М. Алмазов, А. И. Денисова, Ю. Г. Майстренко, Е. П. Нахшина]. – К. : Наукова думка, 1967. – 315 с.
5. Поверхневі води України. Гідрохімічні розрахунки. Методи аналізу. Гідрохімічний довідник / [Осадчий В. І., Набиванець Б. Й., Осадча Н. М., Набиванець Ю. Б.]. – К. : Ніка-Центр, 2008. – 656 с.
6. Горєв Л. М. Гідрохімія України / Горєв Л. М., Пелешенко В. І., Хільчевський В. К. – К. : Вища шк., 1995. – 307 с.
7. 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. **8.** Линник П. Н. Содержание и формы миграции металлов в воде рек бассейна Припяти / Линник П. Н., Жежеря В. А., Зубенко И. Б. // Гидробиол. журн. – 2011. – Т. 47, № 6. – С. 90–107. **9.** Линник П. Н. Формы миграции металлов в пресных поверхностных водах / П. Н. Линник, Б. И. Набиванец. – Л. : Гидрометеиздат, 1986. – 270 с. **10.** Майстренко Ю. Г. Органическое вещество воды и донных отложений рек и водоемов Украины / Ю. Г. Майстренко. – К. : Наук. думка, 1965. – 240 с. **11.** Никаноров А. М. Гидрохимия / А. М. Никаноров. – Л. : Гидрометеиздат, 1989. – 352 с. **12.** Перминова И. В. Анализ, классификация и прогноз свойств гумусовых кислот : автореф. дисс. на соиск. уч. степени д-ра хим. наук. – М., 2000. – 50 с. **13.** Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / [Под ред. А. Д. Семенова]. – Л. : Гидрометеиздат, 1977. – 542 с. **14.** Сакевич О. Й. Алелопатія в гідроекосистемах / О. Й. Сакевич, О. М. Усенко. – К. : Логос, 2008. – 342 с. **15.** Секи Х. Органические вещества в водных экосистемах / Х. Секи. – Л. : Гидрометеиздат, 1986. – 200 с. **16.** 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. 1626–1633. **17.** Abbt-Braun G. Structural characterization of aquatic humic substances – the need for a multiple method approach / G. Abbt-Braun, U. Lankes, F.H. Frimmel // Aquat. Sci. – 2004. – Vol. 66. – P. 151–170. **18.** Aquatic ecosystems: interactivity of dissolved organic matter / Edited by Stuart E. G. Findlay, Robert L. Sinsabaugh. – San Diego: Academic Press, 2003. – 512 p. **19.** Kaiser E. Sources, transformation, and fates of riverine organic matter: a dissertation for the degree of doctor of natural sciences / E. Kaiser. – Zurich, 2002. – 170 p. **20.** McDonald S. Analytical chemistry of freshwater humic substances / S. McDonald, A.G. Bishop, P.D. Preznler, K. Robards // Analyt. Chim. Acta. – 2004. – Vol. 527. – P. 105–124.

Вміст, компонентний склад та динаміка розчинених органічних речовин у воді гирлової ділянки річки Десни

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

Розглянуто результати досліджень РОР у воді гирлової ділянки р. Десни. Показано сезонну динаміку концентрації РОР за такими загальними характеристиками як перманганатна та біхроматна окиснюваність води і вміст $C_{орг}$. Виявлено зростання концентрації РОР навесні та восени, що пояснюється збільшенням вмісту ГР. Серед РОР найбільшу частку займають ГР (в середньому 77,0%). Частка вуглеводів та білкових сполук становить відповідно 11,0 та 2,0%, а решту ($\approx 10,0\%$) складають інші органічні речовини. У складі ГР частки сполук з більшою ($>5,0$ кДа) та з меншою ($\leq 2,0$ кДа) молекулярною масою, за результатами спектрофотометричних досліджень, приблизно однакові, а за результатами флуоресцентних досліджень переважають речовини з молекулярною масою $\leq 2,0$ кДа (68,0%). Вуглеводи та БПР характеризуються широким інтервалом молекулярної маси. Серед перших домінують полісахариди. У складі БПР значну частину (47,8–72,2%) займають сполуки з відносно невисокою молекулярною масою (5,0–1,0 і $<1,0$ кДа).

Ключові слова: р. Десна; розчинені органічні речовини; гумусові речовини; вуглеводи; білковоподібні речовини.

Содержание, компонентный состав и динамика растворенных органических веществ в воде устьевого участка реки Десны

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

Рассмотрены результаты исследований РОВ в воде устьевого участка р. Десны. Показана сезонная динамика концентрации РОВ по таким общим характеристикам как перманганатная и бихроматная окисляемость воды и содержание $C_{орг}$. Обнаружено увеличение концентрации РОВ весной и осенью, что объясняется возрастанием содержания ГВ. Среди РОВ наибольшая доля приходится на ГВ (в среднем 77,0%). Доля углеводов и белковых соединений составляет соответственно 11,0 и 2,0%, а остальное ($\approx 10,0\%$) занимают другие органические вещества. В составе ГВ содержание веществ с большей ($>5,0$ кДа) и меньшей ($\leq 2,0$ кДа) молекулярной массой, по результатам

спектрофотометрических исследований, примерно одинаковое, а по результатам флуоресцентных исследований преобладают вещества с молекулярной массой $\leq 2,0$ кДа (68,0%). Углеводы и белковоподобные вещества характеризуются широким интервалом молекулярной массы. Среди первых доминируют полисахариды. В составе БПВ значительную часть (47,8–72,2%) занимают соединения с относительно невысокой молекулярной массой (5,0–1,0 и $< 1,0$ кДа).

Ключевые слова: р. Десна; растворенные органические вещества; гумусовые вещества; углеводы; белковоподобные вещества.

The content, component composition and dynamics of the dissolved organic substances in water of the Desna River mouth

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

Results of investigations of DOM in water of mouth of the Desna River are considered. Seasonal dynamics of DOM concentration under such general characteristics as chemical oxygen demand (by permanganate and dichromate determination) and content of C_{org} is shown. The increasing in DOM concentration in the spring and in the autumn is showed, that is explained by increasing of HS concentration. HS make up the greatest share among the DOM (on the average 77,0%). The share of carbohydrates and protein-like substances makes accordingly 11,0 and 2,0%, and the rest ($\approx 10,0\%$) borrow other organic substances. In composition of HS, by results of spectrophotometric investigations, the content of substances with greater ($> 5,0$ kDa) and smaller ($\leq 2,0$ kDa) molecular weight is about identical, and by results of fluorescent investigations the substances with molecular weight $\leq 2,0$ kDa are prevailed (68,0%). Carbohydrates and protein-like substances are characterized by wide interval of molecular weight. Among the first polysaccharides are dominated. In composition of protein-like substances a significant part (47,8-72,2%) borrow compounds with rather low molecular weight (5,0-1,0 and $< 1,0$ kDa).

Keywords: the River Desna; dissolved organic substances; humic substances; carbohydrates; protein-like substances.

Надійшла до редколегії 22.11.2011

УДК 504.064

Гірій В. А., Колісник І. А., Косовець О. О., Кузнєцова Т. О.
Центральна геофізична обсерваторія МНС України, м. Київ

ДИНАМІКА ЯКОСТІ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД УКРАЇНИ НА ПОЧАТКУ ХХІ СТОЛІТТЯ

Ключові слова: водні об'єкти, екологічний стан, гідрохімічні, гідробіологічні та радіаційні показники

Спостереження за екологічними станом водних об'єктів на території України проводяться на мережі національної гідрометеорологічної служби за гідрохімічними, гідробіологічними та радіаційними показниками.

Моніторинг стану забруднення поверхневих вод за **гідрохімічними** показниками проводиться на 151 водному об'єкті (127 річках, 15 водосховищах, 7 озерах, 1 каналі, 1 лимані) у 240 пунктах, 373 створах. Щороку на цих пунктах і створах відбирається і аналізується близько 4 тис. проб, в яких визначається до 46 гідрохімічних показників якості води.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2011. – Т.4(25)