

[574.64:628.193.665.61](285.3)

Л.О. ГОРБАТЮК, к. т. н., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна,
e-mail: ludmila.horbatiuk@gmail.com

О.О. ПАСІЧНА, к. б. н., ст. наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна,
e-mail: ecorasichna@gmail.com

М.О. ПЛАТОНОВ, к. б. н., наук. співроб.,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна,
e-mail: n.platonov73@gmail.com

С.П. БУРМІСТРЕНКО, пров. інженер,
Інститут гідробіології НАН України,
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 04210, Україна,
e-mail: ecotoxhydrobiol@gmail.com

Т.І. БІЛИК, к.б.н., доцент,
ПВНЗ «Міжнародна академія екології та медицини»,
Харківське шосе, 121, Київ, 02091, Україна
e-mail: larus_2010@ukr.net

ОЦІНКА СУЧАСНОГО СТАНУ ЗАБРУДНЕННЯ ВОДИ ОЗЕР М. КИЄВА ЗА ВМІСТОМ НАФТОПРОДУКТІВ

Досліджено рівень забруднення нафтопродуктами води озер м. Києва у весняно-літньо-осінній період 2019 р. Виявлено можливі джерела потрапляння нафтових вуглеводнів у досліджувані водойми та проаналізовано сезонну динаміку забруднення нафтопродуктами води озер м. Києва, дано рекомендації щодо оздоровлення їхнього екологічного стану.

Ключові слова: нафта, нафтопродукти, забруднення, водна екосистема, озера м. Києва, фіторе mediaція.

Екологічні аспекти водного господарства м. Києва, зокрема стан забруднення міських водойм і якість питної води, набувають з кожним роком все більшої соціальної гостроти та загальнодержавного значення, оскільки є одними з визначальних чинників національної безпеки [4, 9].

Сьогодні водойми м. Києва, ресурси яких активно використовуються галузями комунального господарства і промисловості, частково чи май-

Ц и т у в а н н я: Горбатюк Л.О., Пасічна О.О., Платонов М.О., Бурмістренко С.П., Білик Т.І. Оцінка сучасного стану забруднення води озер м. Києва за вмістом нафтопродуктів. *Гідробіол. журн.* 2021. Т. 57, № 1. С. 102—109.

же повністю трансформовані діяльністю людини, проте ще зберігають риси природних і відіграють важливу роль у підтриманні якості міського середовища та біотичного різноманіття у межах урболандшафту [7, 11].

На території м. Києва розташовано понад 400 водойм різного типу, загальна площа водного дзеркала яких перевищує 2 тис. гектарів (без акваторії р. Дніпро). Серед них важливу роль у формуванні екологічного благополуччя столиці відіграють міські озера. В межах м. Києва на сьогоднішній день нараховується 129 озер, які відрізняються за походженням, морфометричними характеристиками та ступенем антропогенного впливу [13].

Загрозу екологічній безпеці озер м. Києва становить, насамперед, надходження забруднених промислових, комунальних і дощових стоків, вплив водного транспорту та гідротехнічних споруд, активна забудова прилеглої території, засмічення прибережних смуг тощо [2].

Серед широкого спектру забруднювачів, що потрапляють в міські озера, продукти переробки нафти, поряд з важкими металами, є найбільш небезпечними токсикантами, дія яких призводить до порушення природної екологічної рівноваги у водоймах та створює загрозу для існування гідробіонтів.

В процесі експлуатації водного транспорту та самохідних плавальних засобів утворюються технічні відходи від роботи двигунів, що містять нафтопродукти. Їхня утилізація на сьогоднішній день є проблематичною, оскільки бракує сепараторних установок для очищення цієї води та її зворотного викиду у водойми. Серйозною проблемою, зокрема, є відсутність добре налагодженої системи поверхневого стоку і дощової каналізації. Склад поверхневого стоку змінюється в широких межах, проте постійний моніторинг його не здійснюється. Дощова вода, що збігає вулицями міста і у значних кількостях потрапляє в озера, зазвичай є забрудненою нафтопродуктами. У Києві нараховується безліч водовипусків у дощову каналізацію, які практично не контролюються і не обслуговуються. Поширеним негативним явищем є безконтрольне скидання у водойми міста, в тому числі в озера, неочищених стоків з автомийок, гаражних кооперативів та станцій технічного обслуговування (СТО), більшість з яких до цього часу не обладнана жодними очисними спорудами [2].

Аналіз фахових публікацій свідчить, що еколого-токсикологічний стан озер м. Києва до цього часу вивчений недостатньо, а їхні дослідження носили переважно розрізнений та несистематичний характер [1, 3, 14]. Як показали результати попередніх досліджень [12], концентрація нафтопродуктів у воді деяких озер м. Києва в декілька разів перевищувала діючі на той час нормативні показники, особливо в озерах системи Опечень, а також Редьчиному і Вербному.

З кожним роком антропогенне навантаження на внутрішні водойми м. Києва внаслідок інтенсивної розбудови мегаполісу та збільшення кількості його мешканців, продовжуватиме зростати, погіршуючи екологічну ситуацію навіть у відносно задовільних наразі водних об'єктах.

З огляду на це, дослідження сучасного стану та особливостей забруднення нафтопродуктами озер м. Києва, як і в попередні роки, залишається актуальним, з метою оцінки потенційного ризику для життєдіяльності гідробіонтів і розробки системи заходів для попередження їхньої антропогенної трансформації.

Матеріал і методика досліджень

Було досліджено рівень забруднення нафтопродуктами води 18 озер м. Києва, які відрізняються між собою за походженням (пов'язані із заплавою Дніпра, утворені в руслах річок, штучно створені в результаті гідронамиву), розмірами та глибиною, ступенем антропогенного впливу. Зокрема об'єктами дослідження були правобережні (Редьчине, Мінське, Лугове, Богатирське, Кирилівське, Йорданське, Вербне, Центральне, Синє) та лівобережні (Вигурівське Середнє, Алмазне, Райдужне, Тельбін, Сонячне, Лебедине, Вирлиця, Тягле, Підбірна) озера м. Києва.

Було визначено концентрацію розчиненої у воді фракції нафтопродуктів в озерах м. Києва у весняно-літньо-осінній період 2019 р.

Відбір та підготовку проб води для подальшого визначення нафтопродуктів проводили за методикою [6] та згідно з настановами [5]. Точки відбору проб визначали для кожної водойми з урахуванням досяжності урізу води та ступеню антропогенного тиску з боку розташованих в прилягаючій зоні об'єктів. В озерах, що належать до системи Опечень (Мінське, Лугове, Богатирське, Кирилівське, Йорданське), відбір проб здійснювали біля водопереливних труб на виході з водойм. Проби відбирали в літоралі озер з поверхневого (0,2—0,3 м) шару води, не допускаючи потрапляння поверхневої плівки нафтопродуктів, з наступним фільтруванням через фільтрувальний папір для видалення механічних домішок.

Масову концентрацію розчиненої у воді фракції нафтопродуктів визначали флуориметричним методом на аналізаторі рідини Флюорат-02-3М за методикою виробника приладу (НВФ Люмекс, м. Санкт-Петербург). Метод заснований на екстракції нафтопродуктів з води гексаном з подальшим вимірюванням інтенсивності флуоресценції отриманого гексанового екстракту [6]. Аналітична повторність трикратна.

Результати визначень статистично оброблено з використанням стандартного пакету комп'ютерних програм Microsoft Office 2010. Відносну похибку вимірювань відображено на рисунках.

Результати досліджень та їх обговорення

Отримані результати з визначення концентрації розчиненої фракції нафтопродуктів у поверхневому шарі води озер м. Києва (рис. 1, 2) показали, що ступінь забруднення води в досліджених водоймах змінювався в досить широких межах.

Максимальну концентрацію нафтопродуктів у воді, що в 1,5—2,5 рази перевищувала допустимий рівень для водойм рибогосподарського призначення (0,05 мг/дм³), виявлено в правобережних озерах Мінське (0,086 мг/дм³), Лугове (0,145 мг/дм³) та в оз. Лебединому (0,075 мг/дм³), що

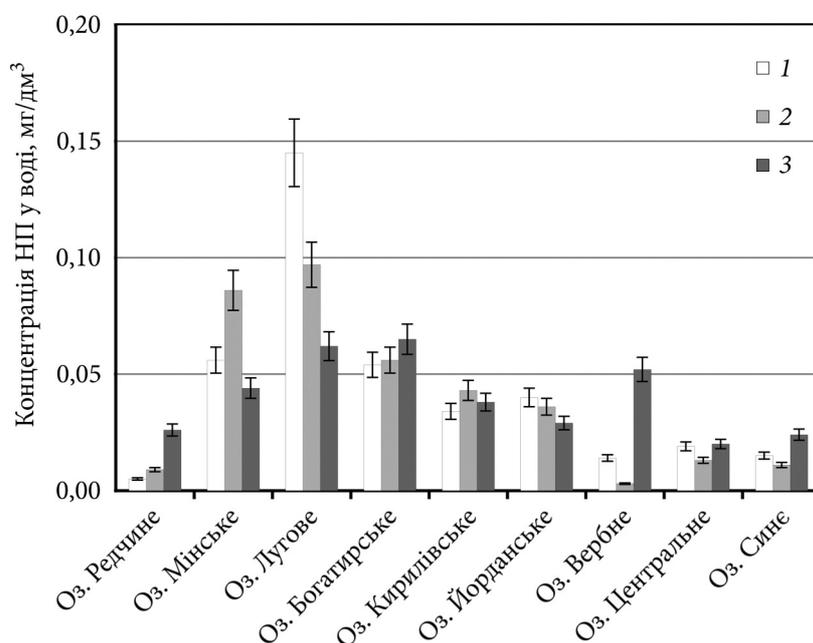


Рис. 1. Концентрація розчиненої у воді фракції нафтопродуктів (НП) в правобережних озерах м. Києва, 2019 р. Тут і на рис. 2: 1 — весна; 2 — літо; 3 — осінь

на лівому березі. В оз. Богатирському (правий берег) вміст нафтопродуктів у воді знаходився на рівні допустимих значень, а в осінній період на 30% перевищував його і становив 0,054—0,065 мг/дм³.

В правобережних озерах Кирилівське та Йорданське впродовж всього періоду спостережень, а в оз. Сонячному (лівий берег) — влітку концентрація нафтопродуктів була близькою до гранично допустимого рівня і становила відповідно 0,034—0,043, 0,029—0,040 і 0,043 мг/дм³.

Озера Мінське, Лугове, Богатирське та Кирилівське належать до системи озер Опечень і утворились в руслі історичної р. Почайни внаслідок гідронамиву території для будівництва житлового масиву Оболонь. Усі вони знаходяться в зоні потужного антропогенного впливу, приймаючи техногенні скиди від розташованих на їхніх берегах численних промислових та інфраструктурних об'єктів, зазвичай без локальних очисних споруд. Екологічний стан цих озер погіршується також за рахунок поверхневого стоку з боку залізничного полотна уздовж їхніх берегів та розташованих поблизу автошляхів з дуже насиченим трафіком.

Озеро Лебедине — штучна водойма на житловому масиві Позняки, що на лівому березі. Територія поблизу цього озера також відрізняється значним господарським освоєнням. Поруч триває будівництво житлового комплексу, знаходяться автомагістралі та шляхопровід, СТО та автомийка.

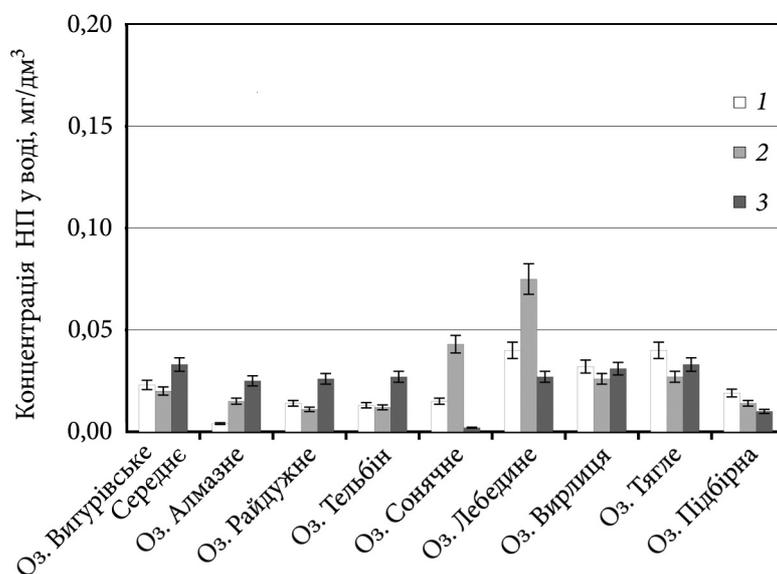


Рис. 2. Концентрація розчиненої у воді фракції нафтопродуктів (НП) в лівобережних озерах м. Києва, 2019 р.

Позитивним є те, що для оздоровлення оз. Лебединого у 2019—2020 рр. заплановано будівництво системи аерації та благоустрій прибережних захисних смуг. Облаштування системи аерації спрямоване на відновлення екологічної рівноваги, недопущення загибелі гідробіонтів, зокрема риб, через брак кисню, покращення якості води для цілей рекреації та рибальства [10].

У решті досліджених озер, розташованих на житлових масивах Оболонь, Осокорки, Позняки, Троєщина, Виноградар, концентрація нафтопродуктів в усі сезони спостережень не перевищувала допустимий рівень для водойм рибогосподарського призначення ($0,05 \text{ мг/дм}^3$).

Аналіз сезонної динаміки нафтового забруднення не виявив чіткої залежності концентрації нафтопродуктів у воді озер м. Києва від сезону досліджень. Серед правобережних озер найвища концентрація нафтопродуктів в оз. Мінському відзначалась у літній період, в оз. Луговому — навесні. В озерах Редьчине та Вербне відзначено різке зростання концентрації нафтопродуктів в осінній сезон. Серед лівобережних озер м. Києва відчутне зростання концентрації нафтопродуктів у воді озер Сонячне і Лебедине спостерігалось в літній період, озер Алмазне, Райдужне, Тельбін — восени. В інших озерах рівень нафтового забруднення істотно не відрізнявся впродовж трьох сезонів. У більшості озер можна відзначити певну тенденцію до зростання концентрації нафтопродуктів у літньо-осінній період.

Для очищення водних об'єктів урбанізованих територій у світовій практиці застосовується ряд методів, серед яких останнім часом все біль-

шу увагу привертають фітореMediaційні, зокрема створення наплавних біоплато з вищою водною рослинністю [8]. На поверхні плаваючих у воді матів, які виготовляють із синтетичних волокон, висаджуються трав'яні багаторічні рослини, що утворюють розвинену кореневу систему. Застосування такого методу для зниження ступеня забруднення нафтою стічних та поверхневих вод за допомогою водних рослин засноване на стимуляції природного угруповання макрофітів та активних культур мікроорганізмів [15, 17].

Відомі приклади ефективного очищення водойм від нафтопродуктів штучно створеними біоплато, де в якості фітореMediaнтів використовували вищі водні рослини: півники болотні (*Iris pseudacorus* L.), рогіз широколистий (*Typha latifolia* L.), рдесник плаваючий (*Potamogeton natans* L.), очерет звичайний (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steudel.), стрілолист звичайний (*Sagittaria sagittifolia* L. Очищення відбувається за рахунок життєдіяльності судинних рослин, мікрофітів, мікроорганізмів біоплівки і ризосфери, а також грибів і актиноміцетів ризосфери коренів, що поступово формується [16]. Враховуючи екологічні, економічні та естетичні аспекти фітореMediaційних технологій для очищення забруднених нафтопродуктами водних об'єктів, видається доцільним їхнє застосування у м. Києві.

Висновки

На сьогоднішній день головним джерелом надходження нафтопродуктів до озер м. Києва є поверхневий стік з прилеглих до водойм територій мегаполісу. Діяльність розташованих поблизу промислових, господарських, транспортних об'єктів без локальних очисних споруд зумовлює істотне техногенне навантаження на міські озера, і є постійно діючим джерелом їх забруднення нафтопродуктами.

Як показала оцінка сучасного стану забруднення води озер м. Києва за вмістом розчиненої у воді фракції нафтопродуктів, найгірша токсикологічна ситуація склалася в озерах Мінське, Лугове, Лебедине, які зазнають потужного впливу розташованих на їхніх берегах численних промислових та інфраструктурних об'єктів. В зазначених водоймах концентрація нафтопродуктів в 1,5—2,5 рази перевищувала допустимий для водойм рибогосподарського призначення рівень (0,05 мг/дм³).

У низці озер, зокрема Богатирському, Кирилівському, Йорданському рівень забруднення води нафтопродуктами був близьким до гранично допустимого, перевищуючи його лише в осінній період (оз. Богатирське). В решті водойм на житлових масивах Оболонь, Осокорки, Позняки, Троещина, Виноградар концентрація розчиненої у воді фракції нафтопродуктів в усі сезони спостережень 2019 р. не перевищувала гранично допустимі значення.

У більшості озер можна відзначити певну тенденцію до зростання концентрації нафтопродуктів у літньо-осінній період.

Актуальним завданням сьогодення є розробка і контроль за дотриманням заходів для мінімізації надходження нафтовмісних стоків в озера

м. Києва з метою запобігання їхньої антропогенної трансформації та оздоровлення екологічного стану. Для очищення забруднених нафтопродуктами озер урбанізованих територій, зокрема м. Києва, як свідчить світовий і вітчизняний досвід, доцільно застосовувати фітореMediaційні методи, перевагами яких є екологічність, ефективність та естетичність [8].

Список використаної літератури

1. Афанасьев С.А., Колесник М.П., Давиденко Т.В. и др. Санитарно-гидробиологическое состояние озер и заливов жилого массива Оболонь г. Киева. *Гидроэкологические проблемы внутренних водоемов Украины*. Киев : Наук. думка, 1991. С. 98—109.
2. Водна стратегія міста Києва 2018—2025 рр. URL: <http://pleso.org/wp-content/uploads/2018/03/DRAFT.pdf>.
3. Гончарова М.Т., Кіпніс Л.С., Коновець І.М. та ін. Екологічна оцінка якості води та донних відкладів озер системи Опечень (Київ). *Гідробіол. журн.* 2020. Т. 56, № 2. С. 72—82.
4. Екологічні проблеми Київських водойм і прилеглих територій / за ред. О.В. Романенка. Київ: Наук. думка, 2015. 192 с.
5. Інструкція з відбирання, підготовки проб води і ґрунту для хімічного та гідробіологічного аналізу гідрометеорологічними станціями і постами. Затверджено наказом ДСНС України № 30 від 19.01.2016 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0030388-16#Text> (дата звернення 16.03.2016)
6. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах питьевых, природных и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02». МВВ 99-12-98. Санкт-Петербург, 1998.
7. Панасюк І.В., Томільцева А.І., Зуб Л.М., Погорелова Ю.В. Якість води у міських водоймах та характер освоєння водоохоронних зон (на прикладі озер системи «Опечень», м. Київ). *Екологічна безпека та природокористування*. 2015, № 4 (20). С. 63—69.
8. Природні і штучні біоплато: фундаментальні та прикладні аспекти : монографія / В.Д. Романенко, Ю. Г. Крот, Т. Я. Киризія та ін. Київ : Наук. думка, 2012. 110 с.
9. Рішення Київської міської ради № 469/6520 «Про затвердження Комплексної міської цільової програми екологічного благополуччя міста Києва на 2019—2021 роки» від 18.12.2018. URL: <https://kmr.gov.ua/uk/content/rishennya-kyuyivskoyi-miskoyi-rady-97>.
10. Розпорядження КМДА від 28 серпня 2019 року № 1510 «Про будівництво системи аерації та благоустрій озера Лебедине в Дарницькому районі м. Києва». URL: https://kyivcity.gov.ua/npa/pro_budivnitstvo_sistemi_aeratsi_ta_blagoustriy_ozera_lebedine_v_darnitskomu_rayoni_m_kiyeva/
11. Романенко В.Д. Гідроекологічні проблеми в умовах урбанізації. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту*. Сер. Біологія. Спецвипуск: Гідроекологія. 2015, № 3—4 (64). С. 18—21.
12. Ситник Ю.М., Шаповал Т.М., Кукля І.Г. та ін. Еколого-токсикологічний стан деяких водойм гідроекосистеми річки Сирець. *Екологічний стан водойм м. Києва* / відп. ред. В. А. Кундієв. Київ : Фітосоціоцентр, 2005. С. 30—48.
13. Щепець М.С., Арсан О.М., Кундієв В.А., Ситник Ю.М. Гідроекологічні проблеми водойм міської зони Києва. Там само. С. 6—12.
14. Щепець М.С., Кузьменко М.І., Якушин В.М. Екологія водойм Києва. *Вісн. аграр. науки*. 1992. № 7. С. 45—46.
15. Gerhardt K.E., Gerwing P.D., Greenberg B.M. Opinion: Taking phytoremediation from proven technology to accepted practice. *Plant Sci.* 2017. Vol. 256. P. 170—185.
16. Ndimele P.E. A review on the phytoremediation of petroleum hydrocarbon. *Pak. J. Biol. Sci.* 2010. Vol. 13, N 15. P. 715—722.

17. Sung K., Kim K. S., Park S. Enhancing degradation of total petroleum hydrocarbons and uptake of heavy metals in a wetland microcosm planted with *Phragmites communis* by humic acids addition. *Intern. J. Phytoremediation*. 2013. Vol. 15, N 6. P. 536—549.

Надійшла 05.05.2020

L.O. Gorbatiuk, PhD (Tech.), Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: ludmila.horbatiuk@gmail.com

O.O. Pasichna, PhD (Biol.), Senior Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: ecopasichna@gmail.com

M.O. Platonov, PhD (Biol.), Researcher,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: n.platonov73@gmail.com

S.P. Burmistrenko, Engineer,
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,
12 Geroyiv Stalingrada Ave, Kyiv, 04210, Ukraine,
e-mail: ecotoxhydrobiol@gmail.com

T.I. Bilyk, PhD (Biol.), Associate Prof.,
Private Higher Educational Institution
«International Academy of Ecology and Medicine»,
121 Kharkiv Highway, Kyiv, 02091, Ukraine,
e-mail: larus_2010@ukr.net

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF WATER POLLUTION OF KYIV CITY LAKES BY THE CONTENT OF PETROLEUM PRODUCTS

The degree of water pollution of Kyiv city lakes by the content of petroleum products in spring, summer and autumn 2019 is investigated. Possible sources of petroleum hydrocarbons ingress into the studied reservoirs were identified. Seasonal dynamic of petroleum products content of Kyiv's lakes was analyzed and the recommendations for their ecological treatment were given.

Keywords: oil, petroleum products, pollution, aquatic ecosystem, the Kyiv city lakes, phytoremediation.