

МІРОШНИК Н. В.*ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,
Україна, 03143, м. Київ, вул. Ак. Лебедєва, 37, e-mail: miroshnik_n_v@mail.ru, (066) 508-22-90*

ОЦІНКА АЗОТНОГО СТАТУСУ ПАРКОВИХ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ЗА ДАНИМИ ФІТОІНДИКАЦІЇ

Мета. Оцінити зміни азотного режиму паркових екосистем м. Києва за ярусами внаслідок надходження нітрогену з атмосферними опадами. **Методи.** Застосовували методи лісівництва, геоботаніки, фітоіндикації. **Результати.** Нами проведено аналіз кількості нітрофільних стенобіонтів деревної рослинності та трав'яного ярусу. Тренд евтрофікації збігається для обох ярусів досліджених екосистем, хоча у трав'яному покриві частка нітрофілів більша, ніж у деревному. В урочищі Лиса гора частка нітрофілів найбільша серед досліджених паркових екосистем (у трав'яному ярусі – 70 %, деревному – 58,3 %). **Висновки.** Отже, 50 % парків знаходяться у критичній небезпеці, 30 % – у загрозовому стані, тільки парки Пущі-Водиці перебувають у стабільному стані. Виявлено значну кількість нітрофільних стенобіонтів у парках Києва (50–70 %), трав'яний ярус є пластичнішим щодо змін екологічних умов, ніж деревний.

Ключові слова: евтрофікація, паркові екосистеми, нітрофіли, стенобіонти, урбоекосистема.

Дослідженню проблем надходження азоту з атмосферними опадами як додаткового джерела азотного живлення лісових фітоценозів та наслідків евтрофікації приділяється значна увага [1–3]. Осадження техногенного нітрогену впливає на всі рівні організації живого [4–7]. Сучасний рівень надходження додаткового азоту (переважно у формі нітратів) в екосистемі внаслідок антропогенної діяльності оцінюється в 15–25 кг N/га на рік і вище [5], у результаті чого став посилюватися процес евтрофікації: цілорічне надходження додаткового техногенного азоту у вигляді мінеральних сполук шляхом мокрого і сухого осадження на ґрунт і у водойми, з одного боку, стимулює зростання біологічної продуктивності екосистем, а з іншого – сприяє інтенсифікації потоків азоту з екосистем [5, 8] та підсилення евакуації карбону у ґрунтовий пул [3, 9]. У міру азотного насичення ґрунтів збільшується

інтенсивність міграції азоту з лісових ґрунтів не тільки в рослинність, а й у пов'язані з середовищем ґрунтові води і атмосферу, що призводить до посиленого вимивання з ґрунту нітратів (які здатні забруднити підземні води) і підвищеної денітрифікації [8]. Через дисбаланс у мінеральному живленні діють два негативних механізми щодо деревних порід: через відставання в рості біомаси коренів знижується стійкість дерев до вітровалів та їх опірність до збудників корневих гнилей, а в фотосинтезуючих органах посилюється утворення м'яких, пухких тканин, що підвищує сприйнятливості рослин до патогенів, знижує здатність протистояти впливу морозів і посухи. Виявлені тенденції зміни видового складу та чисельності ектомікорізних грибів, які відіграють важливу роль в оптимізації азотного і фосфорного живлення дерев, залежать від збільшення надходження техногенного азоту у ґрунти лісових екосистем [10]; негативний зв'язок осадження нітрогену з видовим багатством і видовим складом судинних рослин і мохоподібних [11], що має практичне значення у природоохоронній та лісгосподарській галузях. Найдинамічніші зміни можливі в лісах та парках на урбанізованих територіях: у сучасних великих міських агломераціях розвинена транспортна система, тому саме NO_x є пріоритетним забруднювачем атмосферного повітря [9, 12]. При цьому міські ліси практично завжди межують з автомобільними магістралями, а часто ще й фрагментовані ділянками автошляхів, зазнають рекреагенної трансформації і техногенного впливу. Про досить високі концентрації оксидів азоту в піднаметовому просторі міських лісів зазначено у працях [13, 14]. Рекреаційний вплив на лісові екосистеми посилює процеси денітрифікації [14, 15]. Ймовірно, надходження техногенного азоту під намет рекреаційного лісу «редагує» ґрунтовий азотний цикл у напрямі збільшення зворотних NO_x як проміжних продуктів денітрифікації. У результаті через автотранспортне забруднення в екосистемі міського лісового масиву виникають передумови для евтрофікації ґрунту і водно-

© МІРОШНИК Н. В.

час – для зниження корисних санітарно-гігієнічних функцій міських лісів щодо NOx [1, 14]. Техногенні опади азоту в легко засвоюваній рослинами нітратній формі, безумовно, є чинником збільшення первинної продукції і посилення зв'язування вуглекислого газу [4, 5]. На цьому тлі підвищується обсяг опадів, прискорюється мінералізація органічної речовини і більша кількість азоту надходить у ґрунтовий пул, внаслідок чого оліготрофні ґрунти трансформуються у мезотрофні та евтрофні і відбуваються зміни у фітоценозах у напрямі збільшення кількості нітрофільних видів [2, 5, 7, 8, 16], зокрема, осадження нітрогену може стимулювати ріст сходів та сприйнятливості до вторгнення адвентивних видів [17]. Підвищення азотного статусу ґрунту супроводжується збільшенням числа та кількості особин нітрофільних видів, особливо трав'яночагарникового ярусу як найбільш реактивної щодо евтрофікації частини фітоценозу [1, 2, 7, 8, 11]. Тому про ступінь забезпеченості ґрунтів азотом можна судити за обсягом частки видів, стенобіонтних щодо багатства ґрунтів азотом. Складені індикаційні таблиці видового різноманіття нітрофілів у приміських лісових екосистемах [12, 18], в яких враховано приналежність видів до еколого-ценотичних груп і діапазони толерантності (Nt1–Nt2) за шкалою багатства ґрунтів азотом Д. Н. Циганова [19]. Такий підхід дозволяє за даними геоботанічних описів оцінити водночас і ступінь рекреаційної трансформації екосистеми (за співвідношенням кількості лісових видів до кількості лісолучних, бур'янів і адвентивних видів), і азотний статус ґрунтів (за часткою участі нітрофільних стенобіонтів). Для отримання уявлення про стан ПЕ застосовано структурний підхід (H_{str}) [22, 23], який можна використовувати для виявлення динаміки стану паркових екосистем (ПЕ) та у міських лісах. Мета дослідження – оцінити зміни азотного режиму паркових екосистем м. Києва за ярусами внаслідок надходження нітрогену з атмосферними опадами.

Матеріали і методи

Польові дослідження здійснили у 2018–2019 рр. на території м. Києва. Стан ПЕ оцінювали, дотримуючись принципів порівняльної

екології та лісознавства, закладали тимчасові пробні площі (ПП) за [24] у середньовікових та пристигаючих насадженнях, визначали зімкненість намету, висоту, діаметр та санітарний стан дерев за ярусами, здійснювали геоботанічні описи трав'яного ярусу, що супроводжувалося збиранням гербарію, фотографуванням. Ступінь пошкодження насаджень оцінювали за середньозваженим індексом стану (I_c) першого ярусу для мішаних деревостанів [25], де

$$I_c = \frac{k_1(\sum n_i) + \dots + k_6(\sum n_i)}{N},$$

де I_c – індекс стану деревостану,
 $k_1 - k_6$ – категорія стану дерев (від I до VI) [26],
 n_i – кількість дерев відповідної категорії стану за породами,
 N – загальна кількість дерев на пробній площі.

Здоровими (I) вважали деревостани з індексом 1–1,5, ослабленими (II) – 1,51–2,50, дуже ослабленими (III) – 2,51–3,50, такими, що всихають (IV), – 3,51–4,50, «свіжим сухостоєм» (V) – 4,51–5,50, «старим сухостоєм» (VI) – 5,51–6,50 [26].

Індекс адвентизації трав'яного ярусу (I_{adv}) встановлювали як частку у відсотках заносних видів від загальної чисельності видів на ПП. Зміну екологічних умов виявляли за структурою деревного та трав'яного ярусів, використовуючи шкали Д. М. Циганова [19]. До нітрофільних стенобіонтів відносили види з діапазонами толерантності (Nt1–Nt2) за шкалою багатства ґрунтів азотом Циганова: «5–9» (ґрунти, досить забезпечені азотом) та «7–11» (ґрунти, багаті азотом) [20]. Індекс ступеня антропогенної трансформації обчислювали за [21]: $ITG = (G - T) / (G + T)$, де T , G – кількість (або частки) терофітів та геофітів у видовому складі, має діапазон значень [–1; 1]. Коефіцієнт рекреації (Kp) визначали як відношення площі стежок, ґрунтових доріг, ущільненої та витоптаної поверхні до загальної площі ПП і виражали у долях одиниці (до 0,01) [27]. Показник загального рекреаційного навантаження на парк (P) обчислювали за формулами:

$$P = \frac{P_i}{P_{сеп}}, \quad \text{де} \quad P_i = \frac{\text{кількість населення району, чол.}}{S_1}, \quad \text{чол./га;}$$

$$P_{сер} = \frac{\text{кількість населення міста, чол.}}{S_2}, \text{ чол./га, де}$$

S_1 – площа зелених насаджень району, га; S_2 – площа зелених насаджень міста, га.

В умовах сумісної дії на ПЕ багатьох збудовуючих чинників нами запропоновано інтегрований показник вагомості впливу (W) [28], що відображає стан ПЕ залежно від виду антропогенного впливу за 8 динамічними показниками (унікальність ПЕ для регіону, структура, наявність поновлення фітоценозу, ступінь зімкнення крон деревостану, наявність асфальтового покриття, стан оселищ та ін.). За потрапляння інтегрованого показника W до одного з 4 інтервалів визначили, якій групі відповідає наявний стан цієї екосистеми (критичний стан екосистем (1–3 групи)):

–1 група (1,0 – 3,75) – у критичній небезпеці;

–2 група (3,76 – 6,50) – у загрозовому стані;

–3 група (6,51 – 9,25) – уразливі;

–4 група (9,26 – 12,00) – знаходиться у стані, близькому до стабільного, сьогодні не потребують спеціальних заходів щодо їх збереження та відновлення.

$$I_B = W * I_c * H_{str} [22],$$

де W – інтегрований показник вагомості впливу; I_c – індекс стану деревостану; H_{str} – індекс структурного різноманіття ПЕ за [22, 23].

Результати та обговорення

Досліджені нами паркові екосистеми та приміські ліси м. Києва сформовані в основному листяними породами, рідше *Pinus sylvestris* L. Частіше за все трапляються *Quercus robur* L., *Q. rubra* L., *Fraxinus excelsior* L., *Tilia cordata* Mill., *T. platyphyllos* Scop., *Aesculus hippocastanum* L., *Carpinus betulus* L., *Ulmus laevis* Pall., *Acer platanoides* L., *A. pseudoplatanus* L., *A. negundo* L., *A. campestre* L., *Populus tremula* L., *Robinia pseudoacacia* L., *Pyrus communis* L., *Betula pendula* Roth. Санітарний стан ослаблений та дуже ослаблений (табл. 1), I_{adv} 9–27 %, стадія дигресії насаджень 3–5, 50 % ПЕ знаходяться у критичній небезпеці, 30 % – у загрозовому стані, тільки ПЕ Пущі-Водиці перебувають у стабільному стані внаслідок значного віддалення від навантажених автошляхів, незначної забудови житловими масивами та призначення цієї території для відпочинку населен-

ня. Нами проведено аналіз кількості нітрофільних стенобіонтів деревної рослинності та трав'яного ярусу (рис. 1, 2). Загалом тренд евтрофікації збігається для обох ярусів досліджених екосистем, хоча у трав'яному покриві частка нітрофілів більша, ніж у деревному. Так, у парках ім. Пушкіна, Маріїнському, Сирецькому, Відрадному, Нивки, Перемога частка нітрофілів трав'яного ярусу більша на 15–20 % ніж у деревному ярусі, що зумовлено кращою чутливістю та пластичністю трав'яного ярусу та віковою інерційністю деревних рослин. Деяко привертає увагу динаміка нітрофілів урочища Лиса гора з лісовим типом фітоценозу. Але частка нітрофілів тут найбільша серед досліджених ПЕ (у трав'яному ярусі – 70 %, деревному – 58,3 %), що ймовірно, зумовлено значним рекреаційним пошкодженням, внаслідок прокладених ґрунтових доріг, значної площі пішохідних стежок (43–48,3 %) та витоптаних пікнікових майданчиків і великої площі стихійних велотреків (до 50 % від площі ПП), що глибоко порушують ґрунтовий покрив.

Ми порівняли навантаження автошляхів та стан досліджених ПЕ (рис. 3). Виявлено, що дуже ослаблені насадження тільки у Пущі-Водиці, хоча навантаження автошляхів там менше, ніж у всіх інших досліджених нами ПЕ. Менше 50 % нітрофілів у Пущі-Водиці, парках Відрадний, Нивки, Перемога; у всіх інших парках – більше 50 % видів нітрофільних стенобіонтів (найчастіше трапляються *Melandrium album* (Mill.), *Garcke*, *Stellaria media* (L.) Vill., *Taraxacum officinale* Wigg., *Asarum europaeum* L., *Torilis japonica* (Houtt.) DC., *Lamium album* L., *Geum urbanum* L., *Chelidonium majus* L., *Poa annua* L., *Impatiens parviflora* DC., *Solidago canadensis* L., *Urtica urens* L., *U. dioica* L., *Bidens tripartita* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth), більшість із яких є рудерантами та адвентивними видами. Більшість із цих парків знаходиться поряд з інтенсивно навантаженими автошляхами (рис. 3), зокрема парк ім. Пушкіна, Маріїнський парк, НБС ім. Гришка, урочище Лиса гора, які знаходяться в центральних районах мегаполісу.

Таблиця 1. Характеристика досліджених паркових екосистем м. Києва

Показники оцінки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Зімкненість намету	0,7	0,5	0,8	0,6	0,6	0,9	0,7	0,8	0,6	0,5
Санітарний стан насаджень	ослаблені	ослаблені	ослаблені	ослаблені	сильно ослаблені	ослаблені	ослаблені	ослаблені	ослаблені	ослаблені
I_{adv} , %	22,4 ±2,0	27,1 ±2,6	12,9 ±1,1	8,9 ±0,8	11,5 ±1,7	16,4 ±1,8	13,9 ±1,6	24,1 ±2,1	24,0 ±1,9	17,8 ±1,8
Kp	0,3 ±0,05	0,2 ±0,03	0,6 ±0,09	0,8 ±0,1	0,4 ±0,07	0,1 ±0,01	0,5 ±0,08	0,2 ±0,02	0,4 ±0,07	0,4 ±0,06
ITG	0,6	0	-0,4	-0,3	-0,4	0,1	0,2	0	-0,6	-0,3
P , чол./га	8,1	7,7	1,3	3,7	1,3	1,1	4,2	0,5	8,1	0,8
W	2,6	2,3	3,1	0,94	15,8	6,5	4,8	3,9	4,8	3,5
Стан екосистеми	КН	КН	КН	КН	стабільний	уразливі	ЗС	ЗС	ЗС	КН
H_{str}	1,9 ±0,3	1,7 ±0,3	1,9 ±0,4	1,8 ±0,35	2,0 ±0,5	2,1 ±0,6	1,9 ±0,4	2,01 ±0,4	1,7 ±0,3	1,9 ±0,4
I_B	11,2	7,9	11,2	1,0	88,5	26,8	21,9	19,4	14,9	16,0

Примітки: 1 – парк ім. Пушкіна, 2 – Маріїнський парк, 3 – Сирецький парк, 4 – Відрадний парк, 5 – Пуша-Водиця, 6 – НБС ім. Гришка, 7 – урочище Лиса гора, 8 – ВДНГ, 9 – Парк Нивки, 10 – парк Перемога; КН – екосистема у критичній небезпеці; ЗС – екосистема у загрозовому стані.

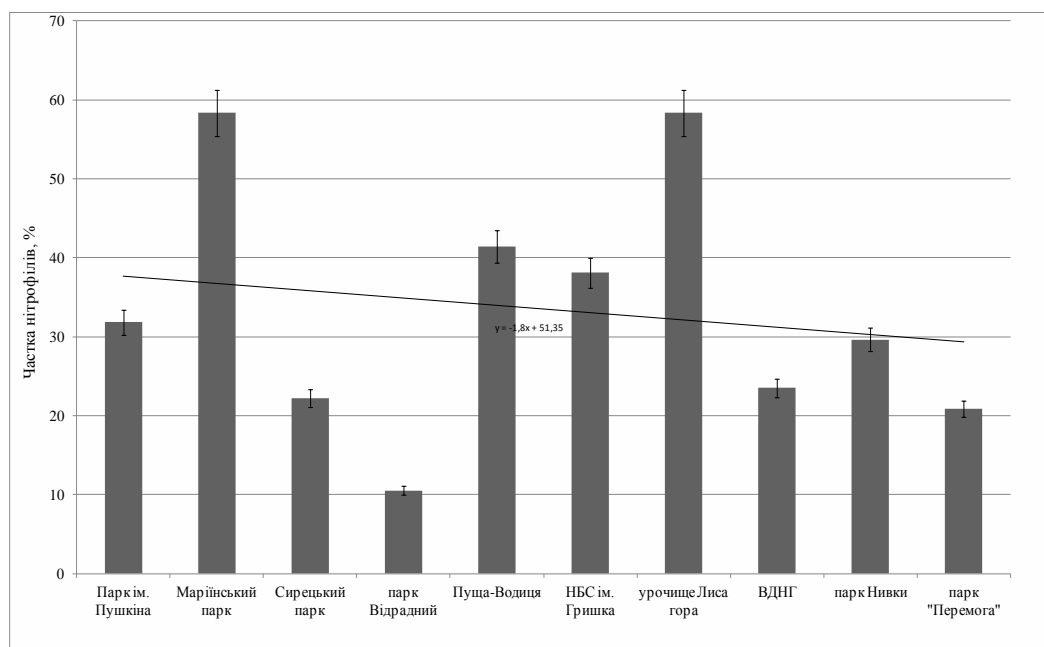


Рис. 1. Частка нітрофілів деревного ярусу паркових екосистем, %.

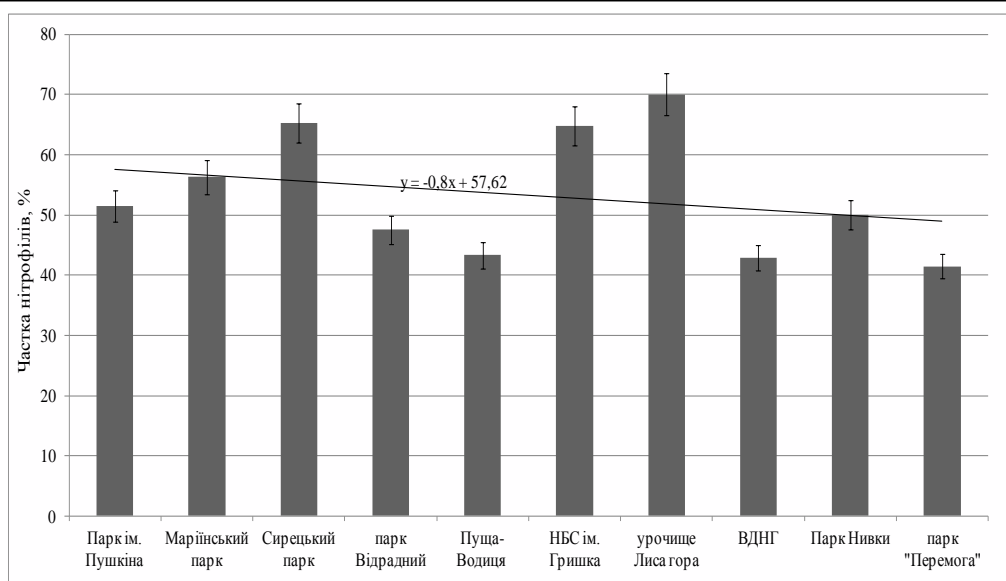


Рис. 2. Частка нітрофілів трав'яного ярусу паркових екосистем, %.

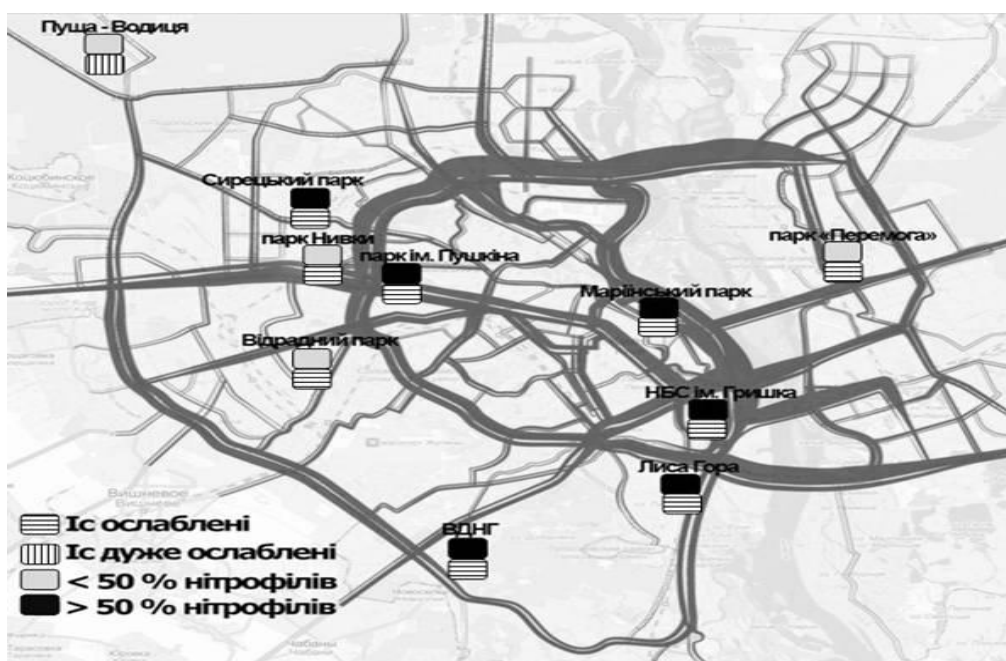


Рис. 3. Навантаження автошляхів та стан досліджених ПЕ (товстими лініями позначено навантаження автошляхів) [29], НБС – Національний ботанічний сад.

Висновки

Отже, 50 % ПЕ знаходяться у критичній небезпеці, 30 % – у загрозовому стані, тільки ПЕ Пущі-Водиці перебувають у стабільному стані. Виявлено значну кількість нітрофільних стенобіонтів у ПЕ м. Києва (50–70 %), трав'яний ярус є пластичнішим щодо змін екологічних умов, ніж деревний. Перебудови у структурі рослинності тягнуть за собою зміни у відношеннях продуцентів і консументів, трансформацію видової структури останніх, а отже,

зміни функціонального режиму паркових і лісових екосистем. Тому актуальними є дослідження пов'язаної з азотною евтрофікацією динаміки фіторізноманіття на всіх рівнях його організації. Необхідні подальші регулярні спостереження змін видового різноманіття трав'яного ярусу паркових екосистем, щоб відстежувати екосистемні зміни внаслідок рекреаційного, техногенного впливу та трансформацію азотного статусу ґрунтів.

References

1. Priputina I.V., Zubkova E.V., Komarov A.S. Retrospektivnaia otsenka dinamiki obespechennosti azotom osnovnykh lesov blizhnego Podmoskov'ia po dannym fitoindikatsii. *Lesovedenie*, 2015. No 3. S. 172–181. [in Russian] / Припутина И.В., Зубкова Е.В., Комаров А.С. Ретроспективная оценка динамики обеспеченности азотом сосновых лесов ближнего Подмосковья по данным фитоиндикации. *Лесоведение*. 2015. № 3. С. 172–181. doi: 10.1134/S1995425515070112.
2. Johansson O., Palmqvist K., Olofsson J. Nitrogen deposition drives lichen community changes through differential species responses. *Glob Chang Biol*. 2012. P. 2626–2635.
3. Maaroufi N.I., Nordin A., Hasselquist N.J., Bach L.H., Palmqvist K., Gundale M.J. Anthropogenic nitrogen deposition enhances carbon sequestration in boreal soils. *Glob Chang Biol*. 2015. P. 3169–3180. <https://doi.org/10.1111/gcb.12904>.
4. Корбиек J., Cosby B.J., Evans C.D., Нгуька J., Moldan F., Oulehle F., Ёантгрциковб Н., Таhovskб К. Nitrogen, organic carbon and sulphur cycling in terrestrial ecosystems: Linking nitrogen saturation to carbon limitation of soil microbial processes. *Biogeochemistry*. 2013. Vol. 115. P. 33–51.
5. Sutton M.A., Howard CM., Erismann J.W., Billen G., Bleeker A., Grennfelt P., Van Grinsven H., Grizzetti B. (Eds). The european nitrogen assessment: Sources, effects and policy perspectives, *Cambridge university press*, UK, 2011. 612 p. <https://doi.org/10.1002/met.1290>.
6. Shibata H., Branquinho C., McDowell W.H. et al. Consequence of altered nitrogen cycles in the coupled human and ecological system under changing climate: The need for long-term and site-based research. *AMBIO*. 2015. Vol. 44. P. 178–193. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0545-4>.
7. Hettelingh J.P., Stevens C., Posch M., Bobbink R., Vries W. Assessing the Impacts of Nitrogen Deposition on Plant Species Richness in Europe. Critical Loads and Dynamic Risk Assessments. *Environmental Pollution*. 2015. Vol. 25. P. 573–586. doi: https://doi.org/10.1007/978-94-017-9508-1_23.
8. Bobbink R., Hicks K., Galloway J., Spranger T., Alkemade R., Ashmore M. et al. Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. *Ecol Appl*. 2010. P. 30–59.
9. Chang H., Liu Y., Wang Y. et al. Nitrogen Emissions-Based Assessment of Anthropogenic Regional Ecological Risk: An Example of Taiwanese Urbanization, 1990–2015. *Environmental Management*. 2018. Vol. 62. P. 968–986. <https://doi.org/10.1007/s00267-018-1089-3>.
10. Lilleskov E.A., Fahey T.J., Horton T.R., Lovett G.M. Belowground ectomycorrhizal fungal community changeover a nitrogen deposition gradient in Alaska. *Ecology*. 2002. Vol. 83. P. 104–115. doi: 10.1890/00129658(2002)083[0104:BEFCCO]2.0.CO;2.
11. Roth T., Kohli L., Rihm B., Achermann B. Nitrogen deposition is negatively related to species richness and species composition of vascular plants and bryophytes in Swiss mountain grassland. *Agric Ecosyst Environ*. 2013. P. 121–126. doi: 10.1016/j.agee.2013.07.002.
12. Bednova O.V. Otsenka azotnogo statusa gorodskoy lesnoy ekosistemy na osnove geobotanicheskikh opisaniy. *Aktual'nye problemy lesnoy kompleksa: sb. nauch. trudov*. Bryansk: BGITU, 2016. Vyp. 44. S. 90–96. [in Russian] / Беднова О.В. Оценка азотного статуса городской лесной экосистемы на основе геоботанических описаний. *Актуальные проблемы лесного комплекса: сб. науч. трудов*. Брянск: БГИТУ, 2016. Вып. 44. С. 90–96.
13. Grundström M., Plejčel H. Limited effect of urban tree vegetation on NO₂ and O₃ concentrations near a traffic route. *Environmental Pollution*. 2014. Vol. 189. P. 73–76. doi: 10.1016/j.envpol.2014.02.026.
14. Bednova O.V. Indikatsiia evtrofirovaniia lesnykh ekosistem na urbanizirovannykh territoriiakh. *Lesnoy vestnik*. 2017. T. 21, No. 3. S. 4–14. [in Russian] / Беднова О.В. Индикация эвтрофирования лесных экосистем на урбанизированных территориях. *Лесной вестник*. 2017. Т. 21, № 3. С. 4–14. doi: 10.18698/2542-1468-2017-3-4-14.
15. Egorova C.B., Lavrova V.A. Vliianie rekreatsionnogo lesopol'zovaniia na mikrofloru i azotfiksirovaniye aktivnost' pochv v sosniakakh. *Prirodnye aspekty rekreatsionnogo ispol'zovaniia lesa*. M.: Nauka, 1987. S. 108–126. [in Russian] / Егорова С.В., Лаврова В.А. Влияние рекреационного лесопользования на микрофлору и азотфиксирующую активность почв в сосняках. *Природные аспекты рекреационного использования леса*. М.: Наука, 1987. С. 108–126.
16. Averkieva I.Iu., Priputina I.V. Otsenka vlianiia tekhnogennoy emissii NOx na pitatel'nyu rezhim lesnykh biogeotsenozov. *Vestnik KGU im. N.A. Nekrasov*. 2011. No 3. S. 51–57. [in Russian] / Аверкиева И.Ю., Припутина И.В. Оценка влияния техногенной эмиссии NOx на питательный режим лесных биогеоценозов. *Вестник КГУ им. Н.А. Некрасова*. 2011. № 3. С. 51–57.
17. Ochoa-Hueso R., Allen E.B., Branquinho C., Cruz C., Dias T., Fenn M.E., Manrique E., Pirez-Corona M.E. et al. Nitrogen deposition effects on Mediterranean-type ecosystems: An ecological assessment. *Review. Environmental Pollution*. 2011. Vol. 159 (10). P. 2265–2279. doi: 10.1016/j.envpol.2010.12.019.
18. Abaturov A.V., Melankholin P. Estestvennaia dinamika lesa na postoiannykh probnykh ploshchadiakh v Podmoskov'e. Tula: Grif i K., 2004. 336 s. [in Russian] / Абатуров А.В., Меланхолин П. Естественная динамика леса на постоянных пробных площадях в Подмосковье. Тула: Гриф и К., 2004. 336 с.
19. Tsyganov D.N. Fitoindikatsiia ekologicheskikh faktorov v podzone khvoyno-shirokolistvennykh lesov. M.: Nauka, 1983. 198 s. [in Russian] / Цыганов Д.Н. Фитоиндикация экологических факторов в подзоне хвойно-широколиственных лесов. М.: Наука, 1983. 198 с.
20. Zhukova L.A., Dorogova Iu.A., Gavrilova M.N., Turmukhametova N.V., Polianskaia T.A. Ekologicheskie shkaly – metody analiza ekologicheskogo raznoobrazii rasteniy. Yoshkar-Ola: MarGTU, 2010. 368 s. [in Russian] / Жукова Л.А., Дорогова Ю.А., Гаврилова М.Н., Турмухаметова Н.В., Полянская Т.А. Экологические шкалы: методы анализа экологического разнообразия растений. Йошкар-Ола: МарГТУ, 2010. 368 с.
21. Honcharenko I.V. Fitoindykatsiia antropohennoho navantazhennia: monohrafiia. Dnipro, 2017. 127 s. [in Ukrainian] / Гончаренко І.В. Фітоіндикація антропогенного навантаження: монографія. Дніпро, 2017. 127 с.

22. Bednova O.V. Strukturnoe raznoobrazie lesnykh ekosistem kak indikator ikh narushennosti i osnova dlia prirodookhrannogo planirovaniia prostranstva gorodskikh OOPT. *Lesnoy vestnik*. 2012. T. 9. С. 16–29. [in Russian] / Беднова О.В. Структурное разнообразие лесных экосистем как индикатор их нарушенности и основа для природоохранного планирования пространства городских ООПТ. *Лесной вестник*. 2012. Т. 9. С. 16–29.
23. Miroshnyk N.V., Tertychna O.V., Teslenko I.K. Suchasni metodychni pidkhody do otsiniuvannia stanu parkovykh lisovykh ekosystem. *Fakty eksperymental'noi evoliutsii orhanizmv*: zb. nauk. pr. K., 2018. T. 23. С. 308–315. [in Ukrainian] / Мірошник Н.В., Тертична О.В., Тесленко І.К. Сучасні методичні підходи до оцінювання стану паркових лісових екосистем. *Фактори експериментальної еволюції організмів*: зб. наук. пр. К., 2018. Т. 23. С. 308–315.
24. Anuchin N.P. Lesnaia taksatsiia: uchebnik dlia vuzov. Moskva: Lesnaia prom-t', 1982. 547 s. [in Russian] / Анучин Н.П. Лесная таксация: учебник для вузов. М.: Лесная пром-ть, 1982. 547 с.
25. Lavrov V.V., Miroshnyk N.V., Honchar O.F. Metodychni rekomendatsii shchodo pidvyshchennia stiykosti do aerotekhnogennoho zabrudnennia lisovykh nasadzhen' Pravoberezhzhia seredn'oho Prydniprov'ia. K.: DIA, 2010. 22 s. [in Ukrainian] / Лавров В.В., Мірошник Н.В., Гончар О.Ф. Методичні рекомендації щодо підвищення стійкості до аеротехногенного забруднення лісових насаджень Правобережжя середнього Придніпров'я. К.: ДІА, 2010. 22 с.
26. Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy. Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 27.07.1995 r. No. 555. Kyiv: Urozhay, 1995. 16 s. [in Ukrainian] / Санітарні правила в лісах України. Постанова КМУ від 27.07.1995 р. № 555. Київ: Урожай, 1995. 16 с.
27. Zapovidna sprava v Ukraini. Za zah. red. M.D. Hrodzyns'koho, P.S. Stetsenka. Kyiv: «Neorafika», 2003. 306 s. [in Ukrainian] / Заповідна справа в Україні. За заг. ред. М.Д. Гродзинського, П.С. Стеценка. К.: «Географіка», 2003. 306 с.
28. Miroshnyk N.V., Teslenko I.K. Pidkhody do intehral'noho otsiniuvannia kompleksnoho antropogennoho navantazhennia na parkovi lisovi ekosystemy. *Florystychni i tsenotychni riznomanittia u vidnovlenni, okhoroni ta zberezhenni roslynnoho svitu: monohrafiia*. Kyiv: Vydavnytstvo Lira, 2018. С. 346–367. [in Ukrainian] / Мірошник Н.В., Тесленко І.К. Підходи до інтегрального оцінювання комплексного антропогенного навантаження на паркові лісові екосистеми. У кн.: *Флористичне і ценотичне різноманіття у відновленні, охороні та збереженні рослинного світу*: монографія. К.: Видавництво Ліра, 2018. С. 346–367. URL: <http://lira-k.com.ua/preview/12468.pdf> (дата звернення: 5.03.2020).
29. Avtomobil'nye potoki Kiev. R 2013. [in Russian] / Автомобильные потоки Киева. Р 2013. URL: https://yandex.ru/company/researches/2013/ya_flows_kiev (дата звернення: 5.03.2020).

MIROSHNYK N.

*Institute for Evolutionary Ecology of Natl. Acad. Sci. of Ukraine,
Ukraine, 03143, Kyiv, Lebedeva str., 37, e-mail: miroshnik_n_v@mail.ru*

ASSESSMENT OF THE NITROGEN STATUS OF PARK FOREST ECOSYSTEMS BY PHYTOINDICATION

Aim. The aim is to assess the changes in the nitrogen regime of park ecosystems in Kyiv by tiers due to the supply of nitrogen with atmospheric precipitation. **Methods.** Applied methods of forestry, geobotany, phytoindications. **Results.** We have analyzed the number of nitrophilic stenobionts of woody vegetation and grass cover. The eutrophication trend is the same for both tiers of the studied ecosystems. Although in the grass cover the proportion of nitrophils is greater than in the woody one. In the natural boundary Lysa Gora nitrophil content is the highest among the studied ecosystems of the park (70% in the grass cover, 58.3% in the woody vegetation). **Conclusions.** Thus, 50% of the parks are in critical danger, 30% are in a threatened state, only the Pushcha-Voditsa parks are in a stable condition. A significant number of nitrophilic stenobionts were found in Kyiv parks (50–70%), and the grass cover is more plastic in terms of environmental changes than the tree.

Keywords: eutrophication, park ecosystems, nitrophils, stenobionts, urban ecosystem.