
BIOGEOCENOLOGY, GEOBOTANY AND PHYTOCENOLOGY



www.uenj.cv.ua

H. M. Holyk 

I. V. Goncharenko

Cand. Sci. (Biol.), Assoc. Prof.

UDK 581.9

*Institute for Evolutionary Ecology of the National academy
of sciences of Ukraine, Lebedeva, 37, Kyiv, Ukraine, 03143*

SYNTAXONOMY, SYNPHYTOINDICATION ANALYSIS AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF FOREST VEGETATION IN KYIV CITY


Abstract. The aim of this work was to determine the floristic composition, phytocoenotic diversity of woody vegetation, degree of anthropogenic transformation and ecological analysis using the synphytoindication method. The objects of our study were forest communities, forest-parks and green area of Kyiv.

In 2015–2015, we fulfilled 323 relevés that were made by the standard procedure. All plant species were recorded. For each relevés geographic coordinates are indicated. The floristic analysis of the woody vegetation of Kyiv was conducted using the Braun-Blanquet approach and the phytosociological table was constructed with non-hierarchical clustering algorithm for vegetation classification so called DRSA («distance-ranked sorting assembling»).

Phytoindication method was used for environmental analysis. We assessed amplitudes of syntaxa by phytoindication method for moisture (Hd), acidity (Rc), soil nitrogen content (Nt), total salt regime (Tr), light in community (Lc) and we calculated hemeroby index. Synecological amplitudes are characterized by the values of the minimum, maximum and average values ecofactors of the aggregate description of each community. Systematic, biomorphological, geographical structures were analyzed as well.

We used hierarchical agglomeration cluster analysis of syntaxons to estimate the similarity of the species composition of the cenoflor. We identified that woody vegetation is divided into two classes *Quercus-Fagetea* and *Robinietaea* which include 11 communities types of rank association-variant. A total number consist of 169 species 133 genera 59 families. Species of alien origin constituted 20-40% of the cenofloras, which indicate increasing anthropogenic impact. Recreational load is a leading factor in anthropogenic impact. Biomorphological analysis indicates the predominance of herbal perennial plants – hemicryptophytes in the species composition of plants. And we determined that the nitrogen content in soil, acidity and moisture are the environmental factors leading to differentiation of vegetation.

For assessment of anthropogenic transformation we used hemeroby index. Main purpose of the hemeroby index is to determine the degree and dynamics of human impact on plant communities. Hemeroby index is ecologically well founded, plausible and easy to interpret. The lowest level is represented in phytocoenoses order *Fagetalia*, followed by the communities of order *Quercetalia* and

 Tel.: +38044-526-20-51. E-mail: kaloplaka@gmail.com

DOI: 10.15421/031705

ISSN 1726-1112. *Ecology and noospherology*. 2017. Vol. 28, no. 1–2

49

Chelidonio-Robinietales from class *Robinietales*. *Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum* communities were most disordered.

To determine the degree of anthropogenic transformation of vegetation under the influence of recreational activity we used eco-cenological spectrum changing analysis. It was found that increasing homogenization of the vegetation and the occurrence of ruderal communities dominated by alien invasive species are symptomatic of the synanthropization process. The proportion of terophytes, the ratio of the proportion of adventitious species to aboriginal, and apophytes to the natural species in disturbed and homogenized forests are increasing.

Keywords: forest vegetation, phytoindication, ecologic factors, recreational digression.

УДК 581.9

Г. Н. Голик

И. В. Гончаренко

канд. биол. наук, доц.

*Институт эволюционной экологии НАН Украины,
ул. акад. Лебедева, 37, г. Киев, Украина, 03143,
тел.: +38044-526-20-51, e-mail: kaloplaka@gmail.com*

СИНТАКСОМИЯ ДРЕВЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ г. КИЕВА, ЕЕ СИНФИТОИНДИКАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ

Аннотация. В статье представлена классификация древесной растительности на основе эколого-флористического подхода Браун-Бланке. Методом синфитоиндикации исследованы ведущие экологические факторы синтаксономической дифференциации ценоотического разнообразия. Проведена оценка степени антропогенной трансформации древесной растительности г. Киева с использованием шкалы гемеробности видов и по количеству синантропных видов в составе ценофлор синтаксонов.

Ключевые слова: древесная растительность, фитоиндикация, экологические факторы, рекреационная дегрессия.

УДК 581.9

Г. М. Голик

И. В. Гончаренко

канд. биол. наук, доц.

*Институт еволюційної екології НАН України,
вул. акад. Лебедева, 37, м. Київ, Україна, 03143,
тел.: +38044-526-20-51, e-mail: kaloplaka@gmail.com*

СИНТАКСОМІЯ ДЕРЕВНОЇ РОСЛИННОСТІ м. КИЄВА, ЇЇ СИНФІТОІНДИКАЦІЙНИЙ АНАЛІЗ ТА АНТРОПОГЕННА ТРАНСФОРМАЦІЯ

Анотація. У статті подано класифікацію деревної рослинності м. Києва згідно з еколого-флористичним підходом Браун-Бланке. Досліджено методом синфитоіндикації провідні екологічні фактори синтаксономічної диференціації ценоотичного різноманіття. Проведено оцінку ступеня антропогенної трансформації деревної рослинності м. Києва з використанням шкали гемеробності видів та за кількістю синантропних видів у складі ценофлор синтаксонов.

Ключові слова: деревна рослинність, фитоіндикація, екологічні фактори, рекреаційна дегресія.

ВСТУП

Рослинний покрив є невід'ємною частиною урбоєкосистеми міста і виконує важливу роль у підтриманні балансу навколишнього середовища. Зелена зона Києва включає в себе фрагменти лісу, заплавні комплекси, лісопарки, сквери та ін. Ці території перебувають під постійним антропогенним тиском, що поступово призводить до порушення стійкості, цілісності та функціонування цих систем з подальшою їх необоротною деградацією. Ступінь антропогенної трансформації рослинного покриву можна оцінити, досліджуючи зміни його видового складу та ценоотичної структури.

Метою наших досліджень є встановлення флористичного складу, фітоценотичного різноманіття лісопаркової рослинності, ступеня її антропогенної трансформації та проведення екологічного аналізу з використанням методики синфітоіндикації (Didukh, Plyuta, 1994). Модельними об'єктами для дослідження були обрані лісові угруповання, лісопарки та парки м. Києва. Частина з них – об'єкти природно-заповідного фонду України (РЛП «Голосіївський» і т.п.).

Літературні дані по лісовій рослинності м. Києва та околиць (Shelyag-Sosonko et al., 1984; Parnikoza, Inozemtseva 2005; Lubchenko, 1983) потребують перевірки та сучасних досліджень. Значна частина робіт, де розглядаються питання класифікації рослинності, виконана на основі домінантного (фізіономічного) підходу, популярного в колишньому СРСР, і не може бути порівняна з результатами, одержаними з використанням еколого-флористичного підходу.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Протягом польових сезонів 2014–2015 рр. було виконано 323 геоботанічних описи на території парків та лісопарків м. Києва. Описи виконувались у природних межах фітоценозів, використовувалась шкала рясності Б. М. Міркіна. Латинські назви видів подано за чеклистом флори України (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999).

Територія досліджень охоплює такі об'єкти м. Києва: урочище Лиса гора (137,1 га), парк Партизанської слави (115,0 га); парк «Нивки» (46,1 + 16,5 га), парк «Бабин яр» (58,6 га), Кирилівський гай (51,8 га), Сирецький гай (186,9 га); Сирецький парк (30,0 га) та урочище Теремки (93,28 га) (Pro zatverdzhennia ..., 2005).

Для еколого-флористичної класифікації фітоценотичних даних відповідно до методики Браун-Бланке нами використано оригінальний алгоритм сортуючої кластеризації DRSA, що є різновидом непараметричного кластерного аналізу (Goncharenko, 2015a, 2015b). Синоптичні та характеризуючі таблиці проаналізованих у статті синтаксонів наведені в раніше опублікованих роботах (Goncharenko, Hulyk, 2014, 2015). У цій статті ми зосередимося на екологічному аналізі ценофлор синтаксонів міських лісів та аналізі процесів їх антропогенної трансформації.

Для екологічного аналізу виділених синтаксонів використовували метод синфітоіндикації (Didukh, Plyuta, 1994). Оцінку місцезростань проводили за едафічними (Hd – вологість, Rc – кислотність, Tr – сольовий режим, Nt – вміст мінерального азоту в ґрунті,) факторами та світловим режимом (Lc), використовуючи фітоіндикаційні шкали Я. П. Дідуха (Didukh, 2011), адаптовані для української флори. Для оцінки антропогенної трансформації використали шкалу гемеробності видів (Hm) (Frank, Klotz, 1990). Синекологічні амплітуди охарактеризовано значеннями мінімального, максимального та середнього екофакторів сукупності описів кожного синтаксону.

Аналіз систематичної структури здійснювали з використанням традиційних для флористики підходів (Tolmachev, 1986). Спектри біоморфологічної структури ценофлор визначали згідно з класифікаціями життєвих форм за К. Раункієром (Raunkiaer, 1934) та І. Г. Серебряковим (Serebrjakov, 1962). Структуру синантропної фракції ценофлор досліджували, ґрунтуючись на класифікації синантропних видів (Protoporova, 1991). При виділенні географічних елементів за основу взято систему А. Л. Тахтаджяна (Takhtajan, 1978). Дані про поширення окремих видів одержано з різних Флор (Flora ...), електронних ресурсів (Global.; Ahroekolohycheskyi.; Baza...).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Деревна рослинність досліджених об'єктів та урочищ м. Києва належить до 2 класів, 3 порядків, 3 союзів. Через брак порівняльного фактичного матеріалу частині синтаксонів ми не надали рангу асоціації та використовуємо термін угруповання «community». При класифікації синантропної рослинності базальні та дериватні угруповання виділяли К. Копечки та С. Гейни (Korecky, Nejny, 1974). Це

пов'язано з тим, що через континуальність та динамічність класифікація синантропної рослинності має свої особливості. Зокрема, не завжди можна виділити синтаксони всіх 4 рангів ієрархії (клас, порядок, союз, асоціація), як у традиційній системі Браун-Бланке та рекомендовано Кодексом фітосоціологічної номенклатури (Weber et al., 2000).

Класифікаційна схема деревної рослинності лісопарків м. Києва

Cl. *Querc-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937

Ord. *Quercetalia roboris* Tx. 1931

All. *Convallario majalis-Quercion roboris* Shevchyk et al. 1996

com. 1. *Pinus sylvestris* + *Festuca ovina*

com. 2. *Quercus robur* + *Melica nutans*

Ord. *Fagetalia sylvaticae* Pawl. 1928

All. *Carpinion betuli* Issler 1931

com. 3. *Fraxinus excelsior* + *Crataegus monogyna*

com. 4. *Tilia cordata* + *Carex pilosa*

com. 5. *Ulmus glabra* + *Galium odoratum*

com. 6. *Quercus robur* + *Impatiens parviflora*

ass. *Galeobdolon lutei-Carpinetum* Shevchyk et al. 1996

subass. *Impatientosum parviflorae* Goncharenko et al. 2013

var. 7. *Galeobdolon luteum*

var. 8. *Rubus caesius*

var. 9. *Paris quadrifolia*

Cl. *Robinietaea* Jurko ex Hadač & Sofron 1980

Ord. *Chelidonio-Robinietaea* Jurko ex. Hadač & Sofron 1980

All. *Balloto nigrae-Robinion pseudoacaciae* Hadač et Sofron 1980

com. 10. *Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum*

com. 11. *Acer negundo* + *Festuca gigantea*

Фітоценотична характеристика синтаксонів

1. com. *Pinus sylvestris* + *Festuca ovina* – угруповання на піщаних та супіщаних дерново-підзолистих ґрунтах, поширені спорадично, переважно в лісопарках лівобережної частини м. Києва, приурочені в основному до найбільш освітлених і сухих місцезростань. Діагностичні види: *Pinus sylvestris* L., *Poa angustifolia* L., *Festuca ovina* L., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Veronica officinalis* L.

2. com. *Quercus robur* + *Melica nutans* – угруповання на легких супіщаних чи суглинистих дернових та сірих лісових ґрунтах, приурочені до свіжих місцезростань на вирівняних ділянках або у верхній частині схилів. Діагностичні види: *Quercus robur* L., *Melica nutans* L., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn, *Fragaria vesca* L., *Poa nemoralis* L., *Convallaria majalis* L.

3. com. *Fraxinus excelsior* + *Crataegus monogyna* – лісові угруповання на сірих лісових ґрунтах, приурочені до верхньої частини схилів та міжбалкових вододілів, трапляються переважно в лісопарках правобережної частини м. Києва, зокрема в урочищі Лиса гора. Діагностичні види: *Quercus robur*, *Carpinus betulus* L., *Polygonum multiflorum* Thunb., *Stellaria holostea* L., *Fraxinus excelsior* L.

4. com. *Tilia cordata* + *Carex pilosa* – широко поширені угруповання на сірих лісових добреаерованих ґрунтах, переважно на стрімких та середньої крутості схилах, які фізіономічно, флористично та екологічно відповідають діброві волосистоосоковій домінантної класифікації. Діагностичні види: *Quercus robur*, *Tilia cordata* Mill., *Lamium galeobdolon* (L.) L., *Asarum europaeum* L., *Carex pilosa* Scop., *Pulmonaria obscura* Dumort., *Viola odorata* L.

5. com. *Ulmus glabra* + *Galium odoratum* – як і попередні, приурочені до сірих лісових суглинистих ґрунтів, переважно в нижній та середній частині схилів тінистих

лісових балок лісопарків здебільшого правобережної частини м. Києва, трапляються нечасто, невеликими площами, переважно в місцевостях з почленованим рельєфом. Діагностичні види: *Quercus robur*, *Carpinus betulus*, *Acer platanoides* L., *Galium odoratum* L., *Ulmus glabra* Huds., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.

6. com. *Quercus robur* + *Impatiens parviflora* – більша частина лісових угруповань на вирівняному рельєфі і сірих лісових ґрунтах належить саме до цього синтаксону. Зазнають значного антропогенного навантаження, переважно за рахунок рекреації, мають значно синантропізовану ценофлору з численними лісовими бур'янами та однорічниками. Діагностичні види: *Sambucus nigra* L., *Geum urbanum* L., *Urtica dioica* L., *Impatiens parviflora* DC.

7–9. ass. *Galeobdolon lutei-Carpinetum* – приурочені до сірих лісових ґрунтів на вирівняному або слабкохвилястому рельєфі, на схилах різноманітної, але частіше північної експозиції та незначної (5–15 град.) крутості, за видовим складом і значним ступенем синантропізації дуже подібна до попередньої, угруповання поширені в ліво- та правобережній частині м. Києва. Діагностичні види: *Lamium galeobdolon*, *Tilia cordata*, *Euonymus verrucosa* Scop., *Actaea spicata* L., *Paris quadrifolia* L., *Aegopodium podagraria* L.

10. com. *Robinia pseudoacacia* + *Chaerophyllum temulum* – угруповання переважно лісопарків і штучних насаджень, мають високий рівень синантропізації, на вирівняних ділянках рельєфу, рідше на схилах незначної (5 град.) крутості. Діагностичні види: *Robinia pseudoacacia* L., *Acer negundo* L., *Chelidonium majus* L., *Alliaria petiolata* (M.Bieb.) Cavara & Grande, *Humulus lupulus* L., *Chaerophyllum temulum* L., *Acer saccharinum* L.

11. com. *Acer negundo* + *Festuca gigantea* – як і попередні, у всіх лісопарках м. Києва, основні негативні фактори – рекреаційне навантаження, побутове засмічення, рубки. Діагностичні види: *Populus alba* L., *Acer negundo*, *Festuca gigantea* (L.) Vill., *Robinia pseudoacacia*, *Geum urbanum*.

Для оцінки подібності видового складу ценофлор, дослідження синтаксономічної диференціації та з метою верифікації наведеної вище класифікаційної схеми рослинності ми здійснили ієрархічний агломеративний кластерний аналіз синтаксонів.

На рис. 1 наведено дендрограму об'єднання ценофлор 11 синтаксонів за ступенем подібності їх видового складу з використанням методу групування Варда (Ward's method). Відстань розраховувалась як $D = 1 - k_s$, де k_s – коефіцієнт флористичної подібності Соренсена, розрахований для об'єднаних списків видів синтаксонів.

Як бачимо з рис. 1, хід об'єднання синтаксонів на дендрограмі узгоджується з синтаксономічною схемою класифікації рослинності, що наведена вище. Наприклад, синтаксони 1–2 формують на дендрограмі окремий чіткий кластер (і їх було віднесено до окремого порядку *Quercetalia roboris*). Синтаксони, позначені на дендрограмі і в синтаксономічній схемі номерами 3–9, теж утворюють окремий кластер і належать до окремого порядку *Fagetalia sylvaticae* і союзу *Carpinion betuli* (мезофільні широколистяні ліси). Синтаксони 10–11, що сильно відрізняються фізіономічно, флористично, за походженням і структурою, формують окремий кластер і належать до іншого класу – *Robinietaea*.

Аналіз структури ценофлор. Об'єднаний флористичний список видового складу виділених нами синтаксонів нараховує загалом 169 видів вищих судинних рослин, що належать до 133 родів, 59 родин. У табл. 1 наведено спектр провідних родин видового складу дослідженої деревної рослинності.

Перші десять родин налічують 85 видів, що складає 50,3 % від загальної кількості видів. На перші три родини припадає 25,4 % (43 види) від загальної кількості. У порівнянні з флорою України в цілому (Zaverukha, 1985) до п'яти провідних родин не увійшли та відсутні такі родини, як *Fabaceae* та *Brassicaceae*. Родина *Rosaceae* представлена найбільшою кількістю видів і посідає перше місце у

спектрі систематичної структури. Такий факт для неморальних ценофлор уже був відмічений раніше (Didukh, Plyuta, 1994; Goncharenko, 2001).

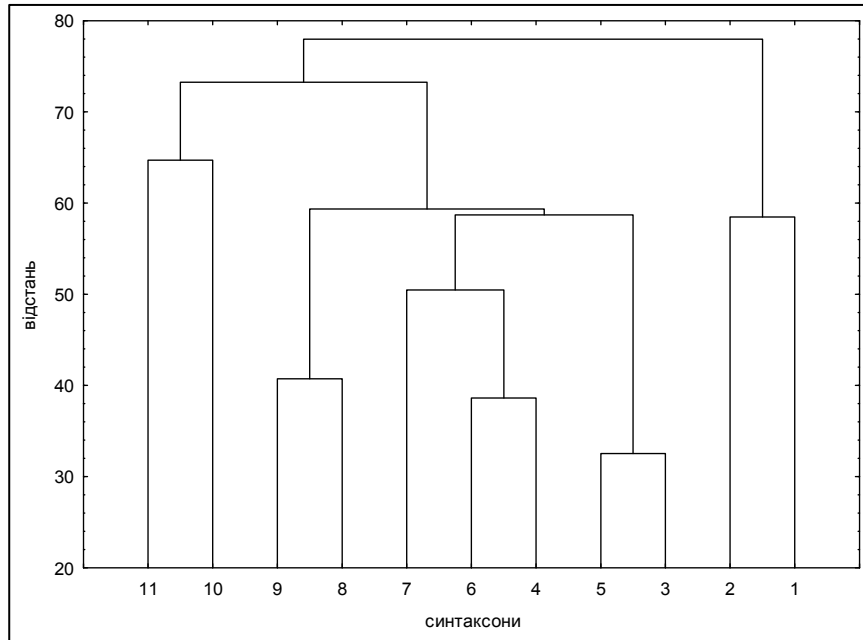


Рис. 1. Хід об'єднання синтаксонів деревної рослинності за ступенем подібності видового складу

Таблиця 1

Спектр провідних родин ценофлор деревної рослинності м. Києва

Місце (ранг)	Родини	Частка (%) у спектрі
1	<i>Rosaceae</i>	9,5
2–3	<i>Asteraceae, Poaceae</i>	7,7
4	<i>Lamiaceae</i>	6,5
5–6	<i>Aceraceae, Apiaceae</i>	3,6
7–10	<i>Caryophyllaceae, Cyperaceae, Fabaceae, Rubiaceae</i>	3,0

Флористичні пропорції, наведені в табл. 2, характеризують розподіл між відділами судинних рослин.

Таблиця 2

Основні пропорції флори

Відділ/клас	Кількість родин	Кількість родів	Кількість видів	Пропорція
<i>Equisetophyta</i>	1	1	2	1:1:2
<i>Polypodiophyta</i>	2	3	5	1:1,5:1,67
<i>Pinophyta</i>	1	1	1	1:1:1
<i>Magnoliophyta</i>	55	128	161	1:2,33:1,26
<i>Magnoliopsida</i>	49	109	135	1:2,22:1,24
<i>Liliopsida</i>	6	19	26	1:3,17:1,08
У цілому	59	133	169	1:2,25:1,37

Середня кількість родів у родині становить 25, видів у родині – 1,37. Основу складають види *Magnoliophyta* – 95,27 % (*Magnoliopsida* – 79,88 %, *Liliopsida* – 15,38 %). Судинні спорові рослини відіграють незначну роль (4,73 %). Такий розподіл є характерним для більшості флор.

Аналіз систематичної (таксономічної) структури часто використовують для дослідження процесів синантропізації флори (Protopopova, 1991; Burda, 1991). Досліджена нами міська деревна рослинність, хоча значною мірою і синантропізована (особливо угруповання 10–11 класу *Robinietae*), проте на систематичній структурі ценофлор це майже не позначилося. Зокрема, такі родини, як *Chenopodiaceae* та *Brassicaceae*, де переважають синантропні види, у систематичній структурі (табл. 1) не увійшли до десяти перших. Це свідчить про те, що процеси синантропізації лісових угруповань мають свої специфічні риси та особливості і відбуваються в цілому повільніше, ніж трав'яної рослинності, більше протистоять фітоінвазіям. Проте одним з проявів антропогенної трансформації систематичної структури ценофлор є значна концентрація видів у небагатьох родин.

Дослідження біоморфологічної структури ценофлор дають цінний аналітичний матеріал для з'ясування адаптивних процесів пристосувань рослин та рослинності до екологічних факторів, у тому числі антропогенного (табл. 3).

Таблиця 3

Біоморфологічна структура ценофлор синтаксонів лісопаркової рослинності

За К. Раункієром	Для загального списку видів, %	Для окремих синтаксонів, %	За І. Г. Серебряковим	Для загального списку видів, %	Для окремих синтаксонів, %
Гемікриптофіти	52	14–40	Дерева	18	15–32
Фанерофіти	28	13–30	Кущі	8	5–17
Терофіти	12	5–10	Трав'янисті монокарпіки	16	8–23
Криптофіти	5	1–5	Трав'янисті полікарпіки	56	33–58
Хамефіти	3	1	Ліани	2	1–3

За спектром життєвих біоморф (Raunkier, 1905) у видовому складі синтаксонів лісопаркових угруповань переважають гемікриптофіти. За життєвими формами І. Г. Серебрякова (Serebrjakov, 1962) переважають трав'янисті рослини. Значних відмінностей біоморфологічної структури ценофлор на рівні окремих синтаксонів не спостерігається.

Фітохорологічний (географічний) аналіз свідчить, що у видовому складі досліджених нами синтаксонів переважають види голарктичного геоелемента – 44 види (26 %). Крім того, європейсько-середземноморсько-азійський – 20 видів (12 %), гемікосмополітний – 17 видів (10 %) та євразійський – 14 видів (8 %), європейський – 12 та космополітний – 11 видів, що складає по 7 %, європейсько-середземноморський – 10 видів (6 %).

Оскільки диференціація синтаксонів нижчого рангу пов'язана з локальними екопопелогічними процесами і більше залежить від рельєфу та розподілу місцезростань, то відмінностей спектрів географічної структури між окремими синтаксонами не слід очікувати. Місця (ранги) геоелементів при переході від одного синтаксону дослідженої лісової рослинності до іншого залишаються такими ж, незначно змінюються лише частки. Наприклад, частка видів голарктичного елемента коливається в різних синтаксонів від 26 до 37 %, проте у всіх синтаксонів він займає перше місце у спектрі географічної структури.

Синфітоіндикаційна оцінка синтаксонів. За методикою синфітоіндикації (Didukh, Plyuta, 1994; Didukh, 2011) було розраховано середні значення основних екологічних факторів для кожного опису. Потім, використовуючи результати наведеної вище класифікації, розраховували розмах амплітуди (у чисельнику) та оптимум (у знаменнику) для кожного синтаксону. У табл. 4 наведено результати такої оцінки.

Таблиця 4

Екологічні амплітуди синтаксонів лісопаркової рослинності м. Києва за даними синфітоіндикації

Синтаксони	Фактори				
	Вологість	Кислотність	Вміст азоту	Світловий режим	Сольовий режим
1	<u>8,5–14,0</u>	<u>4,5–10,0</u>	<u>3,0–9,5</u>	<u>4,0–8,0</u>	<u>4,5–12,0</u>
	11,19	7,06	5,92	6,59	7,05
2	<u>8,5–14,5</u>	<u>4,5–5,5</u>	<u>3,0–9,5</u>	<u>3,0–8,0</u>	<u>4,5–12,0</u>
	11,52	7,66	6,15	6,12	6,85
3	<u>8,5–13,5</u>	<u>5,0–9,5</u>	<u>3,5–9,5</u>	<u>3,0–8,0</u>	<u>5,0–9,0</u>
	11,77	8,11	6,73	5,44	6,82
4	<u>8,5–14,5</u>	<u>5,0–10,0</u>	<u>3,5–9,5</u>	<u>3,0–8,5</u>	<u>5,5–12,0</u>
	11,97	7,93	6,75	5,29	6,90
5	<u>8,5–14,0</u>	<u>5,0–9,0</u>	<u>3,5–9,5</u>	<u>2,5–7,5</u>	<u>5,0–9,0</u>
	12,10	7,99	6,85	5,10	6,68
6	<u>9,5–14,5</u>	<u>4,5–10,5</u>	<u>4,0–9,5</u>	<u>3,0–8,0</u>	<u>4,5–12,0</u>
	11,97	7,75	6,69	5,56	6,87
7	<u>8,5–14,5</u>	<u>5,5–10,0</u>	<u>4,0–9,5</u>	<u>3,0–8,0</u>	<u>4,5–12,0</u>
	11,70	8,04	6,89	5,88	7,17
8	<u>9,5–14,0</u>	<u>5,0–10,0</u>	<u>4,0–9,5</u>	<u>3,0–8,0</u>	<u>5,0–8,5</u>
	11,91	8,12	6,98	5,60	6,98
9	<u>9,5–16,0</u>	<u>5,0–16,0</u>	<u>3,5–9,5</u>	<u>3,0–8,0</u>	<u>4,0–12,0</u>
	11,98	7,87	6,78	5,39	6,80
10	<u>10,5–14,5</u>	<u>5,0–9,0</u>	<u>3,5–9,5</u>	<u>3,0–8,0</u>	<u>4,5–12,0</u>
	12,16	8,0	6,95	5,15	6,63
11	<u>10,5–14,5</u>	<u>5,0–9,0</u>	<u>3,5–9,5</u>	<u>3,0–8,0</u>	<u>5,0–9,0</u>
	12,24	7,83	6,79	5,08	6,70

Примітка: у чисельнику наведено мінімальні та максимальні значення балів екологічного фактора, у знаменнику – середнє арифметичне відповідного фактора екологічної амплітуди кожного із синтаксонів. Синтаксони позначені номерами, що відповідають синтаксономічній схемі (див. вище).

Вологість. Оптимум амплітуд усіх синтаксонів знаходиться в межах 11–13 балів за шкалою вологості Я. П. Дідуха (Didukh, 2011). Ці значення відповідають мезофітам, бо ці види становлять основу видового складу угруповань лісової рослинності регіону досліджень. Мінімальні значення спостерігаються у синтаксонів 1 та 2, що належать до порядку *Quercetalia roboris*. У цих угрупованнях значна частка рослин тяжіє до більш посушливих місцезростань, що й позначилося на результатах фітоіндикації. Значних відмінностей амплітуд синтаксонів на градієнті вологості не спостерігається, амплітуди значною мірою перекриваються.

Кислотність. Оптимуми амплітуд синтаксонів за кислотністю знаходяться в межах 7–8 балів (крім синтаксону 3). Таким чином, у видовому складі синтаксонів переважають субацидофіли, що мають такий же оптимум. За шкалою рН такі ґрунти належать до слабкокислих (рН 5,5–6,5) (Didukh, 2011), якими є сірі лісові ґрунти і на яких сформувалися угруповання широколистяних лісів м. Києва, а нині – їх залишків та лісопаркової рослинності.

Сольовий режим. Основу видового складу становлять види-семіевтрофи (Didukh, 2011). Як і за кислотністю та вологістю, амплітуди синтаксонів за фактором

сольового режиму (трофності) значною мірою перекриваються, а оптимуми близькі. Це пояснюється тим, що досліджені угруповання флористично та екологічно близькі (табл. 4) і здебільшого належать до одного союзу чи порядку. Слід зазначити, що розмах значень (ширина амплітуд) за сольовим режимом значний внаслідок переважання евритопних видів у видовому складі, особливо у синантропній фракції.

Вміст азоту. Оптимуми більшості синтаксонів відповідають 6–7 балам за шкалою вмісту азоту. В абсолютних одиницях це приблизно 0,2–0,3 %, або 20–30 мг сполук азоту на 100 г ґрунту (Didukh, 2011). Найменші показники у синтаксонів 1 та 2, що належать до порядку *Quercetalia roboris*. Їх угруповання трапляються в основному на території парку Партизанської слави, який закладено на місці корінного сосново-дубового лісу. Тому тут переважають бідніші дерново-підзолисті ґрунти, які містять менше органіки (органічного опаду), і вона швидше розкладається (мінералізується). З іншого боку, максимальні значення за цим фактором у синтаксонів 10 та 11, що належать до класу штучних деревних насаджень *Robinietaea*. Більшість лісових синантропних видів, що переважають у цих угрупованнях, є нітрофілами (*Urtica dioica*, *Humulus lupulus*, *Geum urbanum*, *Sambucus nigra*, *Alliaria petiolata*). Отже, рівень антропогенного навантаження і показники вмісту азоту, розраховані для угруповань за методикою синфітоіндикації, значно корелюють.

Світловий режим. Більшість видів у видовому складі виділених синтаксонів – гемісциофіти, що обумовило відповідні значення екологічних оптимумів виділених синтаксонів (5–6 балів). Оскільки кількість проникаючого світла прямо залежить від зімкнутості деревного ярусу, розраховані показники світлового режиму максимальні у синтаксону 1, де постійний *Pinus sylvestris* і такі угруповання світлі. Тому у видовому складі трав'яного ярусу мішаних дубово-соснових лісів трапляються більш вибагливі до світла лучні види і більше злаків (*Calamagrostis epigeios*, *Festuca ovina*).

Крім порівняння синтаксонів на градієнті одного екологічного фактору метою нашого дослідження було також зіставлення амплітуд синтаксонів на градієнтах різних факторів. Але порівнювати їх безпосередньо, внаслідок різного масштабу шкал у різних екофакторів, неможливо. Тому ми спочатку розрахували відносну широту амплітуд синтаксонів за кожним фактором, виражену у відсотках (частинах) від загальної довжини амплітуди кожного екологічного фактору.

Установлено, що найширші амплітуди у досліджених синтаксонів спостерігаються за фактором вмісту азоту і за світловим режимом. За цими факторами коливання значень екофакторів, розрахованих для описів одного синтаксону, становлять 54 та 55 % загального масштабу шкал цих факторів відповідно. Найбільш стабілізованим показником, що для різних описів одного синтаксону варіював найменше, виявилася вологість. Так, розмах її значень становив 23 % від загальної довжини (масштабу) шкали Hd. Це пояснюється тим, що у зрілих лісових угрупованнях зі сформованою структурою створюється своєрідний мікроклімат, і коливання вологості не лише повітря, а й в ґрунті протягом сезону менші, ніж на відкритій місцевості.

Методика фітоіндикації передбачає і ґрунтується на незалежності (ортогональності) тих факторів, які беруться в розрахунок. Проте насправді екологічні фактори корелюють, оскільки ґрунтоутворюючі процеси взаємопов'язані. Така кореляція в різних угрупованнях та на рівні різних типів рослинності і класів формацій є різною. Це теж повинно бути предметом дослідження. Оскільки розраховані показники екофакторів є кількісними, ми використали традиційний коефіцієнт кореляції Пірсона.

У табл. 5 наведено коефіцієнти кореляції між 4 едафічними факторами (Hd-Nt), а також світловим режимом та фактором гемеробності видів (антропогенності), про який піде мова далі.

Сильну кореляцію виявлено між фактором вологості та вмісту азоту в ґрунті. Дійсно, більше накопичення органіки та повільніше її розкладання, внаслідок меншої доступності кисню, спостерігається за гідрофітних умов. Зв'язок з кислотністю ґрунтів, де також кореляція є сильною, пояснити важче, але, імовірно, що така залежність буде

спостерігатися лише в холодному чи помірному кліматі і, у тому числі, у регіоні досліджень, що знаходиться на півдні лісової зони. Що стосується кореляції між вологістю і світловим режимом, то це пов'язано із лісовим мікрокліматом, адже в тінистих широколистяних лісах зростають вибагливіші до зволоження види.

Таблиця 5

Кореляція екологічних факторів місцезростань деревної рослинності						
	Hd	Rc	Tr	Nt	Lc	Hm
Hd	–					
Rc	0.71	–				
Tr	–0.04	0.33	–			
Nt	0.82	0.87	0.49	–		
Lc	–0.84	–0.59	0.41	–0.56	–	
Hm	–0.36	–0.47	–0.04	–0.34	0.39	–

Примітка: Hd – вологість, Rc – кислотність, Tr – сольовий режим, Nt – вміст азоту у ґрунті, Lc – світловий режим, Hm – гемеробність.

Антропогенна трансформація. Процеси антропогенної трансформації в лісах мають свої особливості. Провідним фактором антропогенного впливу є рекреація. Крім негативного впливу прямої дії, зокрема зривання ранньоквітучих ефемероїдів, відбувається ще ущільнення ґрунту через витоптування, що призводить до погіршення водопроникності та аерації ґрунтів. На останніх стадіях рекреаційної дигресії спостерігається площинний змив та ерозія ґрунтів.

Процеси антропогенної трансформації проявляють себе раніше менш помітними і оборотними змінами – і це можна побачити на видовому складі та структурі угруповань. Серед них зменшення зімкненості деревостану, чагарникового ярусу, розбивання і змив лісового опаду та фрагментація нижніх, вразливіших ярусів. Змінюється і видовий склад. Це знаходить своє відображення у змінах біоморфологічної структури – зростає частка видів із коротким життєвим циклом, так званих терофітів (*Impatiens parviflora*, *Lapsana communis*, *Moehringia trinervia*, *Cardamine impatiens*) (Goncharenko, Holyk, 2014). Це одночасно і адаптивна реакція рослинності, і наслідок тривалого антропогенного впливу.

Надійним індикатором антропогенної трансформації міських лісів є поява адвентивних видів (*Partenocissus quinquefolia*, *Padus serotina*, *Lactuca serriola*, *Bidens frondosa*). Змінюється також еколого-ценотична структура угруповань. Зокрема, збільшується частка і рясність діагностичних видів синантропних класів, зокрема *Galio-Urticetea* Passarge ex Kopecky 1969 (*Urtica dioica*, *Alliaria petiolata*, *Geum urbanum*, *Lamium maculatum*), *Artemisietea vulgaris* Lohmeyer et al. ex von Rochow 1951 (*Arctium lappa*, *Ballota nigra*, *Artemisis vulgaris*), *Robinietaea* (*Juglans regia*, *Chelidonium majus*, *Robinia pseudoacacia*) (Goncharenko, Ignatjuk, Selyag-Sosonko, 2013). Внаслідок руйнації вертикальної структури лісових угруповань, розрідження щільності деревостану, збільшення кількості проникаючого світла та більшої стійкості до витоптування злаків у лісах зростає кількість лучних та доволі світлолюбних видів.

Чутливим індикатором антропогенного навантаження є частка синантропних видів у видовому складі угруповань (рис. 2).

Як бачимо, найвищий ступінь синантропізації (близько 40 %) мають синтаксони 10 та 11, що узгоджується і підтверджує правильність віднесення їх до класу штучних деревних насаджень *Robinietaea*. А найменші значення у синтаксонів 5 та 9 (близько 20 %), де крім меншої частки синантропних видів та більшої природних, з незначним траплянням наявні созологічно цінні, червонокнижні та вразливі лісові

види (*Lilium martagon* L., *Equisetum hyemale* L., *Corydalis cava* (L.) Schweigg. & Körte, *Actaea spicata* L., *Scilla bifolia* L.). Інші угруповання займають проміжне положення.

Для кількісної оцінки ступеня антропогенної трансформації ми скористалися екологічними шкалами гемеробності видів (Frank, Klotz, 1990). На рис. 3 показано середні значення гемеробності, розраховані для груп описів кожного синтаксону.

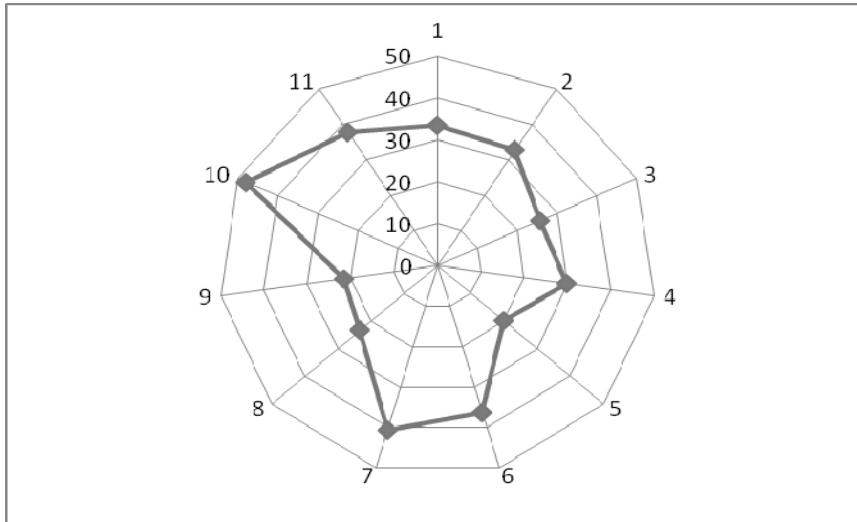


Рис. 2. Частка синантропних видів у видовому складі синтаксонів деревної рослинності м. Києва

Для більшості синтаксонів розраховані середні значення становлять 3–4 бали за шкалою гемеробності (Frank, Klotz, 1990), тобто відповідають мезо- та бета-еугемеробам. Саме такі види складають аборигенну фракцію флори міських лісів. Проте у тих синтаксонів, де кількість і рясність синантропних видів зростає, середні значення гемеробності різко збільшуються. Так, найменші вони у синтаксонів природного порядку *Fagetalia* і значно вищі у порядку штучних насаджень *Chelidonio-Robinetalia* класу *Robinietaea*.

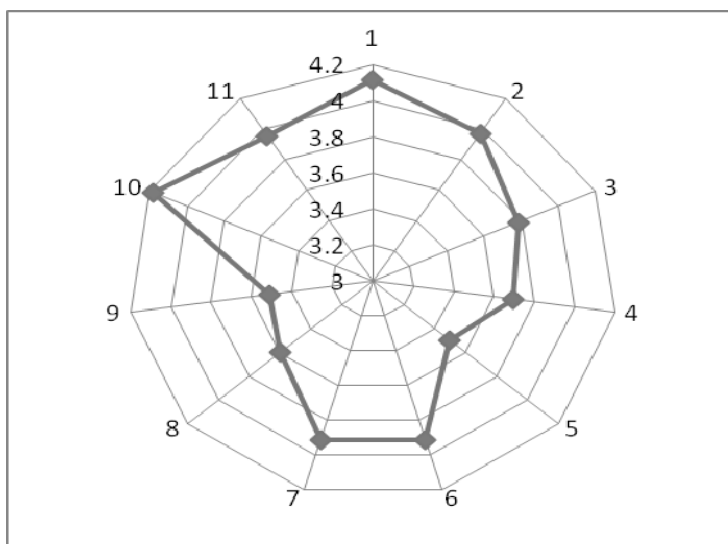


Рис. 3. Гемеробність видового складу синтаксонів деревної рослинності м. Києва

Як зазначалося раніше, під впливом антропогенного фактору в лісопаркових угруповань змінюється еколого-ценотична структура. Усі види ми класифікували на 6 категорій (еколого-ценотичних елементів):

- лісові види – аборигенні види, переважно неморальні;
- лучні види – також аборигенні види, характерні для лук, але в Лісостепу та у лісовій зоні вони часто трапляються також у лісах;
- апофіти – аборигенні синантропні види, що пристосувалися і тяжіють до порушених лісів;
- адвентивні види – види, неавмисно занесені у флору, частина їх повністю натуралізувалася у лісах і поширюється самосівом, витісняючи природні види;
- культурали (саджені) – види, поява і поширення яких у флорі повністю пов'язана з людиною;
- інші – збірна категорія, в яку увійшли переважно узлісні види та ті, які не можуть бути віднесені до жодної з перерахованих вище категорій або належать до декількох категорій одночасно.

На рис. 4 показано співвідношення зазначених вище еколого-ценотичних груп у структурі ценофлор синтаксонів лісопаркової рослинності.

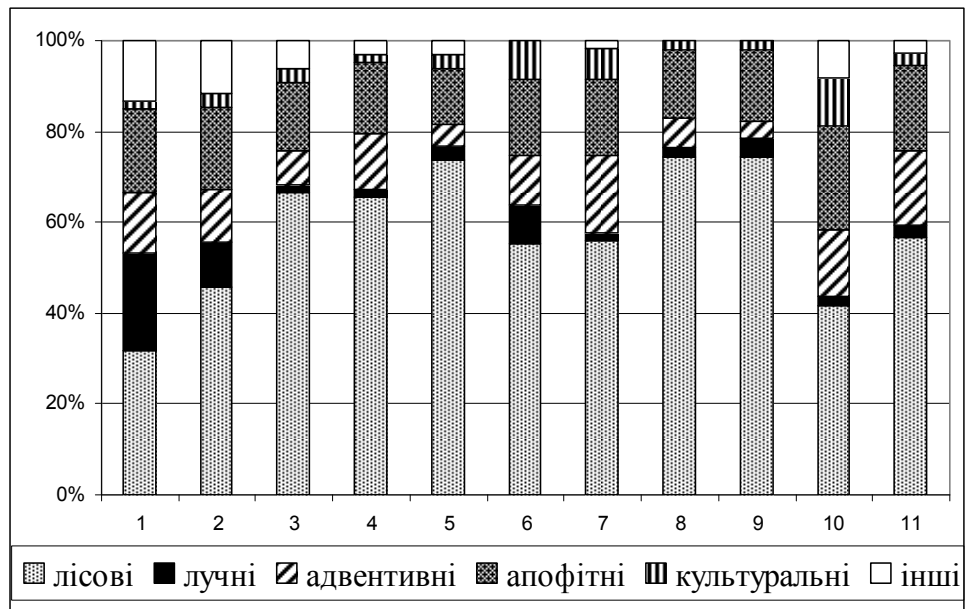


Рис. 4. Співвідношення еколого-ценотичних груп у структурі ценофлор синтаксонів деревної рослинності

Найбільша частка лісових видів (75 %) та найменша синантропних спостерігається у синтаксоні 9, до якого увійшли угруповання найбільш збережених лісів м. Києва. А також угруповання інших синтаксонів (3–5, 8), що були включені до порядку *Fagetalia*. Вони мають приблизно 70 % лісових видів. Виняток становлять синтаксони 6–7 з цього ж порядку – їх ступінь синантропізації набагато вищий, а лісових видів у видовому складі менше (50–60 %). Віднесення угруповань синтаксонів 6 та 7 до *Fagetalia* пояснюється, головним чином, подібністю їх фізіономії (домінантів трав'яного ярусу) та вертикальної структури до природних лісів. Але в їх видовому складі різко зростає яскравість і кількість лісових бур'янів (*Impatiens parviflora*, *Lapsana communis* L., *Chaerophyllum temulum* та ін.)

В угрупованнях дубово-соснових лісів (синтаксони 1–2) також менша частка лісових видів (30–45 %). Це пов'язано, головним чином, із кращим світловим

режимом у світлих соснових лісах та насадженнях. Тому тут більше узлісних видів, що становлять більшість у категорії «інші» на рис. 4. Рівень синантропізації ценофлор мішаних лісів (синтаксони 1–2) також вищий, що пов'язано із більшою відвідуваністю та доступністю для людини світлих лісів (парк Партизанської слави і т.п.) на вирівняному рельєфі у порівнянні із широколистяними лісами на почленованому рельєфі.

Що стосується синтаксонів 10–11, які нами віднесені до класу *Robinietaea*, то тут частка не лише апофітів, а й адвентивних та культуральних видів більша. Втрата підліску, фрагментація трав'яного ярусу, збільшення частки нітрофільних видів (*Urtica dioica*, *Humulus lupulus*, *Galium aparine*) – усе це корелює і свідчить про значний рівень антропогенного навантаження.

ВИСНОВКИ

Синтаксономічна різноманітність дослідженої частини деревної рослинності м. Києва відповідає обсягу двох класів – *Quercus-Fagetea* та *Robinietaea*. Угрупування лісових класів *Vaccinio-Piceetea*, *Alnetea*, *Salicetea purpureae* нами не досліджувалися. Вони поширені менше, переважно у передмісті, на околицях, або у заплаві та на боровій терасі Дніпра. Розташування регіону досліджень на межі лісової та лісостепової зон зумовлює більшу подібність мішаних лісів до *Quercus-Fagetea*, аніж до північнішого *Vaccinio-Piceetea*.

Подібність виділених синтаксонів значна, про що свідчать результати кластерного аналізу. Це є наслідком поширення в міських лісах антропоотолерантних видів, більшість яких є стійкими та мають широку екологічну валентність. Отже, антропогенний вплив призводить до зростання однорідності рослинності, втрати її синтаксономічного різноманіття, зменшення бета-різноманітності за Р. Уїттекером (Whittaker, 1980).

Аналіз ценотичної диференціації з використанням методики синфітоіндикації дозволив встановити провідні екологічні фактори. Визнання екофактору провідним чи другорядним (невпливовим) залежало від того, наскільки відрізняються оптимуми екологічних амплітуд синтаксонів за тим чи іншим фактором. Там, де відмінності значні, можна говорити про «диференціацію» оптимумів синекологічних амплітуд угруповань рослинності.

Так, провідними факторами виявилися вміст азоту в ґрунті, світловий режим та гемеробність, у той час як значення вологості та кислотності майже не змінювалися при переході від одного синтаксону до іншого. Зважаючи, що фактори корелюють між собою, можна припустити, що три зазначені провідні фактори, імовірно, відображають вплив одного – прихованого фактору, який виміряти безпосередньо неможливо. Мова йде про антропогенний вплив. Досліджені угруповання міських лісів зазнають різного антропогенного навантаження і перебувають на різних стадіях рекреаційної дегресії. У такому випадку забур'янення лісової ценофлори, головним чином вибагливими до азоту видами, позначається на показнику Nt при фітоіндикації. Руйнування деревного ярусу, теж внаслідок антропогенного впливу, відображається на світловому (Lc) режимі. А гемеробність, яка залежить від частки антропоотолерантних видів в угрупованнях, є прямим індикатором та мірою ступеня антропогенної трансформації ценофлор синтаксонів.

Такі показники, як біоморфологічна структура, частка синантропних видів, співвідношення еколого-ценотичних груп у видовому складі синтаксонів міської лісової рослинності, індикативні для кількісної оцінки синантропізації рослинності великих та малих міст. Зокрема, у біоморфологічній структурі порушених лісів значно зростає частка терофітів, відношення частки адвентивних видів до аборигенних та апофітів до природних видів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

- Ahroekolohycheskyi atlas Rossyy y sopredelnykh hosudarstv: selskokhoziaistvennye rastenyia, ykh vredytely, bolezny y somniaky [Interactive agricultural ecological atlas of Russia and neighboring countries: economic plants and their diseases, pests and weeds] URL: <http://www.agroatlas.ru/en/index.html>
- Baza danykh, 2011. efloras.org. URL: <http://www.efloras.org>.
- Burda, R. I., 1991. Antropohennaja transformacyja flory [Anthropogenic transformation of flora]. Naukova Dumka, Kyiv (in Russian).
- Didukh, Ya. P., 2011. The ecological scales of the species of Ukrainian flora and their use in synphytoindication. Phytosociocenter, Kyiv. 176 p.
- Didukh, Ya. P., Plyuta, P. G., 1994. Fitoindikatsiia ekologicheskikh faktorov [The phytoindication of ecological factors]. Naukova Dumka, Kiev (in Ukrainian).
- Flora URSS (Flora RSS Ucr.) 1936–1965. AN URSS Naukova Dumka, Kiev. Vol. 1–12 (in Ukrainian).
- Frank, D., Klotz, S., 1990. Biologisch-ökologische Daten zur Florader DDR. Wiss. Beitr. M.-Luther-Universität, Halle-Wittenberg, 1–167.
- Global biodiversity information facility. <http://www.gbif.org>
- Goncarenko, I. V., Ignatjuk, O. A., Selyag-Sosonko, Yu. R., 2013. Lisova roslynist urochyshha Feofanija ta jiji antropohenna transformacija [Forest vegetation of the Feofania tract and its anthropogenic transformation]. Ecology and Noospherology 24(3–4), 51–63 (in Ukrainian).
- Goncharenko, I. V., 2001. Florystychna ta fitosenotychna riznomanittia pivnichno-skhidnoi chastyny Lisostepu Ukrainy (Sumskyi heobotanichnyi okruh) [Floristic and phytocoenotic diversity in the northeastern part of Ukrainian Forest-Steppe (Sumy geobotanical district)]. Avtoref. dys... kand. biol. nauk: 03.00.05 [Manuscript candidate's degree by speciality 03.00.05 – botany]. M. G. Kholodny Institute of Botany of NAS of Ukraine, Kyiv, 20 (in Ukrainian).
- Goncharenko, I. V., Holyk, H. M. 2014. Ekolohichniy analiz mistsezrostan lisovoi roslynosti parkiv «Nyvky» ta «Teremky» m. Kyieva [Kyiv park «Nivki» and «Teremki» forests and ecological analysis of their habitats]. Ecology and Noospherology 25(3–4), 53–68 (in Ukrainian).
- Goncharenko, I. V., 2015a. DRSA: alhorytm neyerarkhycheskoi klasteryzatsyy s yspolzovanyem K-NN hrafa y eho pryomenenye v klasyfykatsyy rastytelnosti [DRSA: a non-hierarchical clustering algorithm using k-nn graph and its application in vegetation classification]. Vegetation of Russia 27, 125–138 (in Russian).
- Goncharenko, I. V., 2015b. Metod «sortuiuchoi» klasteryzatsii (DRSA) dlia klasyfikatsii roslynosti [A method of «sorting» clustering (DRSA) for the classification of plant communities] Dopovidi NAN Ukrainy 9, 129–136 (in Ukrainian).
- Goncharenko, I. V., Holyk, H. N., 2015. Klasyfykatsiya y fytoekolohycheskaia otsenka lesoparkovoi rastytelnosti h. Kyieva [Classification and phytoecological assessment of the Kiev forest-park vegetation]. Phytodiversity of Eastern Europe 9(4), 129–158 (in Russian).
- Kopečky, K., Hejny, S., 1974. A new approach to the classification of antropogenic plant Communities. Vegetatio 29, 17–20.
- Lubchenko, V. M., 1983. Shyrokolistyani lisy z uchastiu Carpinus betulus L. poblyzu m. Kyieva [Broad-leaved forest with the participation Carpinus betulus L. in the Kiev outskirts]. Urk. botan. zhurn. 40(1), 30–34 (in Ukrainian).
- Mosyakin, S. L., Fedoronchuk, M. M., 1999. Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kiev. 345 p.
- Parnikoza, I. Yu., Inozemtseva, D. M., 2005. Suchasnyi stan tsenopopuliatsii ridkisykh roslyn rehionalnoho landshaftnoho parku «Lysa hora» (m. Kyiv) [Today's state cenopopulations of rare plants from the landscape park «Lysa hora» (Kyiv)]. Urk. botan. zhurn. 62(5), 649–656 (in Ukrainian).
- Pro zatverdzhennia Programy rozvytku zelenoi zony g. Kyiva do 2010 roku ta kontseptsii foprmuvannia zelenykh nasadzhen v tsentralnii chastini mista, 2005 http://kmr.ligazakon.ua/SITE2/1_docki2.nsf/a1ldocWWW/F568AC23F047A944C22573C00053FA80?OpenDocument
- Protopopova, V. V., 1991. Synantropnaia flora Ukrainy y puty ee razvytyia [Synanthropic flora of Ukraine and ways of its development]. Naukova dumka, Kiev (in Ukrainian).
- Raunkiaer, C., 1905. Types biologiques pour la géographie botanique. Bulletin Académie-que, Revue Scientifique Danemark, 347–437.
- Raunkiaer, C., 1934. The life form of plants and statistical plant geography. Claredon, Oxford, 632.
- Serebrjakov, I. G., 1962. Ekolohycheskaia morfolohyia rastenyi [Ecological

- morphology of plants]. Vysshaya shkola, Moscow (in Russian).
- Shelyag-Sosonko, Yu. R., Didukh, Ya. P., Kuzmichev, A. I., Padun, I. M., 1984. Roslynnist urochyshecha Lysa hora (okolitsi m. Kyieva) [Vegetation of the Lysaya Mountain Locality (Kiev Environs)]. Urk. botan. zhurn. 41(1), 86–90 (in Ukrainian).
- Takhtajan, A. L., 1978. Florysticheskiye oblasti Zemly [Floristic Regions of the Earth]. Nauka, Leningrad (in Russian).
- Tolmachev, A. I., 1986. Metody sravnytelnoi florystyky y problemy florohezeza [Methods of comparative floristics and problems of florogenesis]. Nauka, Novosibirsk (in Russian).
- Weber, H. E., Moravec, J., Theurillat, J.-P., 2000. International Code of Phytosociological Nomenclature. 3rd edition. Journal of Vegetation Science 11, 739–768.
- Whittaker, R., 1980. Soobshchestva y ekosystemy [Communities and ecosystems]. Progress, Moscow (in Russian).
- Zaverukha, B. V., 1985. Sosudystye rastenyia [Vascular plants] Pryroda Ukraynskoï SSR. Rastytelnyi myr [Nature of the Ukrainian SSR. World of plants]. Naukova Dumka, 20–46 (in Russian).

Стаття надійшла в редакцію 06.03.2017