

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ГІДРОБІОЛОГІЇ**

Клепець Олена Вікторівна

УДК 581.526.32:574.57(043.3)

**СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИЩОЇ ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ
РІЗНОТИПНИХ ВОДОЙМ УРБАНІЗОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ**

03.00.17 – гідробіологія

АВТОРЕФЕРАТ

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата біологічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Інституті гідробіології НАН України, м. Київ

Науковий керівник: кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник
Карпова Галина Олексіївна

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор
Дубина Дмитро Васильович,
Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного НАН України,
головний науковий співробітник
відділу геоботаніки та екології

кандидат біологічних наук,
старший науковий співробітник
Зуб Леся Миколаївна,
ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,
завідувач лабораторії охорони та відтворення біорізноманіття

Захист дисертації відбудеться «7» травня 2021 р. об 11⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.213.01 Інституту гідробіології НАН України за адресою: 04210, м. Київ, пр. Героїв Сталінграда, 12.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Інституту гідробіології НАН України (04210, м. Київ, пр. Героїв Сталінграда, 12).

Автореферат розіслано «6» квітня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
доктор біологічних наук



О.М. Волкова

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Стрімкі процеси урбанізації в усьому світі та в Україні зокрема зумовлюють значне посилення антропогенного пресингу на природні комплекси урбанізованих територій (Гардащук, 2008; Городская среда, 2013; Гукалова, 2008; Сохранение природной экосистемы, 1984; Экология города, 2000; Grimm et al., 2000; Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Service, 2013; World Urbanization .., 2018).

Вразливим компонентами урболандшафту є різнотипні водні об'єкти – водойми і водотоки, які внаслідок комплексного антропогенного впливу зазнають погіршення екологічного стану та стають непридатними для безпечного використання міськими жителями (Балашов, Зуб, Савицкий, 2000; Екологічний стан, 2010; Київ як екологічна система, 2001; Куприянов, 1977; Семенюк, 2009; Сохранение природной экосистемы, 1984; Ткачев, Булатов, 2002; Хімко, Мережко, Бабко, 2003; Экология урбанизированных территорий, 1987; Bio-physical Impacts of Urbanization, 2007; Paul & Meyer, 2001; Postel & Carpenter, 1997; Vermonden, 2010).

Порушення екологічної рівноваги водних екосистем засвідчують реакції автотрофного їх компонента, зокрема – угруповань вищої водної рослинності (ВВР), що є чутливими індикаторами стану середовища та відбивають не випадкові, а стійкі його зміни (Дьяченко, 2007; Макрофиты-индикаторы, 1993; Мальцев, Карпова, Зуб, 2011; Распопов, 2000, 2006; Szoszkiewicz et al., 2014).

Зважаючи на пріоритетність біоти у сучасних процедурах оцінки якості поверхневих вод (Зуб, 2016; Романенко и соавт., 2010; EU Water Framework Directive 2000/60/EC; Jekatierynczuk-Rudczyk et al., 2016; Szoszkiewicz et al., 2014) та поступове зростання ролі фітоіндикаційних і фітомоніторингових досліджень водних об'єктів на урботериторіях (Данилик, Скробала, 1999; Зуб, Прокопук, 2016; Ольхович и др., 2004; Погорелова, 2015; Соловьева, Саксонов, 2007), вивчення й аналіз структурних показників ВВР міських водойм і водотоків може сприяти формуванню сучасних даних про фіторізноманіття регіонів, слугувати для з'ясування відгуку водних екосистем на комплексний вплив урбанізації, визначення ступеня їх антропогенної трансформації та розробки заходів попередження негативних змін. Оптимізація структурних показників ВВР може сприяти відновленню екологічної рівноваги в екосистемах міських водойм та водотоків і утриманню їх у прийнятному санітарно-біологічному й естетичному стані.

Зв'язок роботи із науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота виконувалась у відділі санітарної гідробіології Інституту гідробіології НАН України у межах бюджетної науково-дослідної теми Інституту гідробіології НАН України №111 «Санітарно-гідробіологічний стан водних об'єктів урбанізованих територій» (№ держреєстрації 0111U000075). Результати роботи також були враховані при розробці науково-дослідної теми кафедри ботаніки, екології та методики навчання біології Полтавського національного педагогічного університету імені В.Г. Короленка «Структурно-функціональні особливості природних та штучних фітоценозів Лівобережного Лісостепу України» (державний реєстраційний №0116U002582).

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – встановити особливості структурної організації ВВР різнотипних водних об'єктів урбанізованих територій та з'ясувати основні закономірності її трансформації в умовах комплексного антропогенного впливу.

Для реалізації означеної мети були поставлені такі **завдання**:

- встановити флористичну й ценотичну структуру ВВР у різнотипних водних об'єктах урбанізованих територій;
- дослідити особливості просторового розподілу угруповань ВВР по акваторії;
- вивчити продукційні показники ВВР та оцінити запаси фітомаси;
- виявити основні закономірності трансформації ВВР водних об'єктів урбанізованих територій у порівнянні з непорушеними природними водоймами;
- розробити рекомендації щодо поліпшення стану урбогідроекосистем на підставі отриманих структурних показників ВВР.

Об'єкт дослідження – ВВР у водоймах і водотоках урбанізованих територій.

Предмет дослідження – структурні показники ВВР (флористичні, ценотичні, продукційні, особливості просторового розподілу угруповань по акваторії) у різнотипних водних об'єктах урбанізованих територій та тенденції трансформації цих показників в умовах урболандшафту.

Методи дослідження, застосовані при виконанні роботи, є традиційними у гідроботаніці (Гидрботаника, 2003; Катанская, 1982) та гідробіології (Методи гідроекологічних досліджень, 2006) – польові (детальномаршрутний та стаціонарний із відбором гербарних зразків та складанням геоботанічних описів); геоботанічне картування із обчисленням площі заростей; продукційні (відбір та обробка укосів надземної фітомаси); методи математичної статистики.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше проведено аналіз структурної організації ВВР різнотипних водних об'єктів урботериторії, досліджено склад флори та угруповань, показники заростання акваторій і продукції водних фітоценозів. Визначено основні тенденції трансформації ВВР в умовах комплексного впливу урбанізації. Виявлено найбільш суттєві чинники впливу урбанізації на розвиток угруповань ВВР.

Розроблено шкалу оцінки ступеню урбанізації ландшафту за проявами антропогенного впливу на ділянку середньої річки. Виділено індикаторний комплекс макрофітів середньої річки для ділянок із різним ступенем урбанізації ландшафту. Проведено типізацію водних об'єктів урботериторії за показниками заростання акваторії макрофітами. За структурними показниками угруповань макрофітів (площі заростей, питомий запас фітомаси, річна продукція) виділено водні екосистеми, що зазнали найсильнішої антропогенної трансформації в умовах урболандшафту.

Уперше наводяться дані про знахідки нових видів макрофітів, а також особливості їх поширення в умовах урболандшафту району досліджень: *Riccia fluitans* L. emend. Lorbeer – для Полтавської області; *Utricularia australis* R. Br. – для Лівобережного Лісостепу; *Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile – для материкової частини України; *Echinochloa tzvelevii* Mosyakin ex Mavrodiev et H.Scholz – для України у ранзі виду.

Практичне значення одержаних результатів. За результатами дисертаційної роботи сформульовано практичні рекомендації для комунальних та водогосподарських служб щодо поліпшення екологічного стану водних об'єктів у містах. Започатковано основу для проведення подальших фітомоніторингових досліджень урбанізованих водних об'єктів м. Полтави. Результати дисертаційного дослідження можуть бути враховані при складанні водогосподарських і гідроекологічних паспортів досліджених водних об'єктів, використані для контролю ефективності роботи очисних споруд, а також для розрахунку оптимального режиму функціонування гідротехнічних споруд, зокрема шлюзів-регуляторів на р. Ворскла.

Теоретичні положення та практичні результати роботи використано при розробці навчально-методичного забезпечення викладання дисциплін «Методи екологічних досліджень», «Біоіндикація», «Моніторинг довкілля» і польових екологічних практик для студентів спеціальності «Екологія» на базі ПНПУ імені В.Г. Короленка, а також польових практикумів для позашкільної екологічної освіти на базі Полтавського обласного еколого-натуралістичного центру учнівської молоді.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є оригінальним дослідженням автора, проведеним у період із 2011 по 2017 рр. на урбанізованій території Полтави. Дисертантом було самостійно проведено критичний аналіз вітчизняної та іноземної літератури за темою досліджень, прокладено експедиційні маршрути, зібрано та оброблено польовий матеріал (132 гербарних аркуші, 432 геоботанічних описи, 287 укосів надземної фітомаси). Формулювання мети, завдань і висновків, узагальнення експериментальних даних виконано сумісно з науковим керівником.

Апробація результатів дисертації. Основні результати дисертаційної роботи були представлені на наукових конференціях та семінарах: V, VI, VII та VIII Всеукраїнському науково-практичному семінарі «Навколишнє середовище і здоров'я людини» (Полтава, 2011–2014 рр.); II Всеукраїнській науковій конференції «Синантропізація рослинного покриву України» (Переяслав-Хмельницький, 2012 р.); третій міжнародній науково-практичній конференції «Рослини та урбанізація» (Дніпропетровськ, 2013 р.); VIII Міжнародній науково-практичній конференції молодих вчених з проблем водних екосистем «Pontus Euxinus–2013» (Севастополь, 2013 р.); науково-практичній конференції «Актуальні проблеми сучасної гідроекології», присвяченій 95-річчю заснування Національної академії наук України (Київ, 2013 р.); VII з'їзді Гідроекологічного товариства України «Гідроекосистеми: фундаментальні та прикладні проблеми сьогодення» (Київ, 2015 р.); VIII Всероссийской конференции с международным участием по водным макрофитам «Гидробиотаника 2015» (Борок, Россия, 2015 г.); міжнародних конференціях молодих учених «Актуальні проблеми ботаніки та екології» (Полтава, 2015 р.; Луцьк, 2017 р.); IX Международной научной конференции по водным макрофитам «Гидробиотаника 2020» (Борок, Россия, 2020 г.), а також засіданнях відділу санітарної гідробіології Інституту гідробіології НАН України (2011–2013 рр.), засіданнях круглого столу на базі Полтавського обласного управління водних ресурсів (2011–2018 рр.).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 24 наукових праці, серед яких 9 статей у наукових фахових виданнях (у т.ч. 2 – у виданні, що індексується у міжнародній наукометричній базі даних Scopus), 3 статті в інших виданнях, 12 тез доповідей та матеріалів наукових семінарів і конференцій.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається із вступу, 6 розділів, висновків та списку використаних джерел. Загальний об'єм роботи – 250 сторінок, з яких основного тексту – 167 сторінок. Список використаних джерел містить 295 найменувань (у т.ч. 63 – латиницею). Роботу ілюструють 21 таблиця, 21 рисунок і 5 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

ЗМІНИ СТРУКТУРНИХ ПОКАЗНИКІВ ВОДНИХ МАКРОФІТІВ В УМОВАХ УРБОЛАНДШАФТУ (літературний огляд)

У розділі здійснено аналіз літературних джерел щодо специфіки флористичних, ценотичних, продукційних показників макрофітів, особливостей їх просторового розподілу у різнотипних водних об'єктах урбанізованих територій. Відзначено міста України та суміжних територій, де проводилося вивчення структурних показників ВВР у водних об'єктах. Виділено основні антропогенні фактори, що визначають розвиток макрофітів у водних екосистемах урболандшафту (трансформація природної гідрографічної мережі, зміна геоморфологічних параметрів водойм і водотоків, їх гідрологічного та гідрохімічного режимів, рекреація). Акцентовано необхідність методологічного доопрацювання проблеми кількісної оцінки ступеню урбанізації ландшафту та градації відповідного йому антропогенного впливу на екосистеми міських водойм і водотоків та їх рослинний покрив, а також питання уніфікації підходів до вивчення ВВР різнотипних водних об'єктів у містах (обсяг водної флори, тип і ступінь заростання акваторій, показники продукції тощо) для можливості адекватного співставлення отриманих даних.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

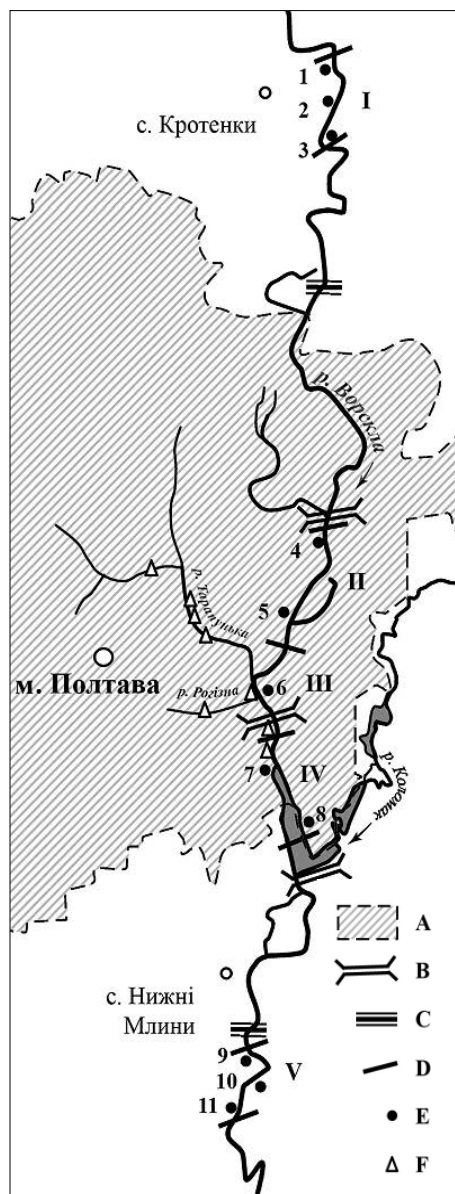
Дослідження проведене у період 2011–2017 рр. на водних об'єктах різного типу урбанізованої території Полтави.

При виборі водних об'єктів нами були враховані критерії, виділені С.О. Афанасьєвим (1996) для модельних водойм м. Києва: достатні розміри, відвідуваність міськими жителями, естетична значимість у міському пейзажі. Крім того, ми керувалися критеріями достатньої представленості у водоймі ВВР, а також загальної доступності для гідробіологічних досліджень (вільний доступ до акваторії).

Водними об'єктами із уповільненим водообміном виступили 20 міських водойм, що різнилися за походженням, морфометричними характеристиками, рівнем антропогенного навантаження: 14 ставків руслового типу, ставок-загата та 2 копанки, 2 заповнені водою кар'єри, а також стариця р. Ворскла.

Водним об'єктом проточного типу став 25-кілометровий відрізок середньої річки Ворскли, уздовж якого було розміщено 11 станцій дослідження у межах 5 ділянок, що різнилися за ступенем впливу урболандшафту (вище міста, верхньоміська, середньоміська, нижньоміська та ділянка нижче міста) (рис. 1).

Рис. 1. Карта-схема району досліджень на р. Ворскла:



- А – урбанізована територія;
 В – мости;
 С – шлюзи-регулятори річкового стоку;
 D – межі ділянок;
 Е – станції;
 F – випуски зливової каналізації;
 I–V – номери ділянок;
 1–11 – номери станцій.

При виконанні досліджень нами було розроблено та застосовано методику оцінки інтенсивності урбанізації ландшафту за антропогенним впливом на водні об'єкти (Клеpets, 2017).

За комплексом показників антропогенного впливу на русло та прибережну зону (у межах груп рекреації, трансформації берегів, трансформації русла, гідротехнічних споруд, впливу водного транспорту, забруднення води та прибережної зони, а також фітоінвазій) було проведено бальну оцінку ступеню урбанізації досліджених річкових ділянок, за яких ділянка вище міста (I, еталонна) отримала 11 балів (низький рівень урбанізації), верхньоміська ділянка (II) – 17 балів (помірний рівень), середньоміська (III) – 22 бали (високий рівень), нижньоміська (IV) – 24 бали (високий) та ділянка нижче міста (V) – 10 балів (дуже низький) (таблиця 1).

Таблиця 1

Оцінка інтенсивності урбанізації на досліджених ділянках р. Ворскла за кількістю факторів антропогенного впливу на русло та прибережну зону

Група факторів антропогенного впливу	Кількість проявів на ділянці				
	I	II	III	IV	V
Рекреація	4	6	6	6	5
Трансформація берегів	2	3	5	4	2
Трансформація русла	1	2	3	4	0
Гідротехнічні споруди	1	1	1	2	0
Водний транспорт	1	2	2	2	1
Забруднення води та прибережної зони	0	2	4	4	1
Фітоінвазії	2	1	1	2	1
Кількість балів	11	17	22	24	10
Ступінь інтенсивності урбанізації	низький	помірний	високий		дуже низький

Відбір гідробіологічних матеріалів вівся детально-маршрутним та напівстаціонарним методами згідно класичних підходів В.М. Катанської (1981), Т.М. Дьяченко (Методи ..., 2006), відповідно до рекомендацій «Гидрботаника 2003» (2003), а також з урахуванням європейських методик дослідження водної рослинності (Guidance...; Szmeja, 2006; Water bodies in Europe...).

Систематика і таксономія наведена за номенклатурним списком судинних рослин України (Mosyakin, Fedoronchuk, 1999), мохоподібних – згідно Чекліста моходібних України (Бойко, 2010), макроводоростей – за довідником «Водоросли ...» (1978). Екологічну диференціацію флори здійснювали за В.Г. Папченковим (2003) та О.Г. Лапіровим (2003), синантропний статус видів визначали згідно списку В.В. Протопопової (1991). Географічну структуру флори встановлено за хорологічними спектрами видів відповідно до їх зонального і регіонального положення та океанічно-континентальної приуроченості (Meusel et al., 1965; Дубина, Шеляг-Сосонко, 1984). Кількісні співвідношення видів у фітоценозах (проективне покриття (ПП), частота трапляння) вивчалися за класичними методиками у викладі В.М. Понятовської (1964). Порівняння флористичного складу фітоценозів проводили із використанням коефіцієнтів Жаккара та Серенсена (Биологический контроль ..., 2007; Шитиков и др., 2003). Індикаторне значення видів подане згідно монографії «Макрофиты-индикаторы ...» (1993), індивідуальні індекси сапробності видів – за відповідними списками (Барінова и др., 2006; Husak et al., 1989).

Синтаксони водної рослинності виділяли за еколого-флористичним методом на основі зведення Д.В. Дубини (2006) із урахуванням підходів деяких інших авторів (Зуб, Савицький, 1998; Чорна, 2013; Tomaszewicz, 1979). Яруси водної рослинності описували за схемою А.А. Корчагіна (1976). Картування водної рослинності вели за методиками С.А. Грибової та Т.І. Ісаченко (1972). Обчислення площ угруповань проводили із застосуванням комп'ютерної програми Digitizer до аерофотознімків водних об'єктів, отриманих за допомогою онлайн-сервісу Google Earth та дешифрованих у польових умовах (Клепець, 2012).

Вивчення продукційних характеристик проводили на основі методу укосів надземної фітомаси ВВР у період максимального її розвитку (липень-серпень) на ботанічних майданчиках за допомогою розкладних дерев'яних рамок площею 0,5 м² та 1 м² (Дьяченко, 2006; Катанская, 1981). Запаси надземної фітомаси та продукційні показники подавалися у перерахунку на повітряно-суху речовину (ПСР) водних рослин. Абсолютно суха речовина (АСР) розрахована як: $АСР = ПСР \times 0,93$ (Корелякова, 1977). Чиста річна продукція обчислена за перевідним Р/В-коефіцієнтом зі значенням 1,2 (Распопов, 1973, 2003; Катанская, 1981; Кокин, 1982). Для виразу продукції в органічній речовині (ОР) значення АСР множили на коефіцієнт: 0,92 (повітряно-водна рослинність), 0,90 (рослинність із плаваючими листками), 0,85 (занурена) (Корелякова, 1977). Частка карбону у складі ОР прийнята за 46,4% (Распопов, 1973). Переведення в енергетичні одиниці здійснене з розрахунку: 1 г карбону еквівалентний 10 ккал, або 41,9 кДж (Lieth, 1965).

Фактори впливу урбанізації на екосистеми досліджених водних об'єктів виділені із урахуванням праць (Куприянов, 1977; Щербак, Семенюк, 2003, 2005; Water bodies in Europe ...).

Статистичну обробку даних проведено за рекомендаціями В.І. Василевича (1969) із використанням комп'ютерної програми Microsoft Excel 2013.

ФЛОРИСТИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИЩОЇ ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ УРБАНІЗОВАНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Загальна характеристика флори досліджених водних об'єктів. Для з'ясування флористичних показників ВВР як компоненту гідробіоценозу міських водойм і водотоків нами безпосередньо вивчалася водна флора макрофітів як сукупність видів справжніх водних (гідрофітів) і прибережно-водних рослин (гелофітів та гірогелофітів), що є найбільш залежними від стану водного середовища та можуть відображати екологічний стан водних екосистем і ті процеси, що у них відбуваються (Папченков, 2003).

Систематичну структуру вищої водної флори водних об'єктів м. Полтави представляють 55 видів, що належать до 36 родів, 25 родин, 19 порядків, 5 класів, 4 відділів – *Briophyta*, *Equisetophyta*, *Polypodiophyta* (по 1 виду) та *Magnoliophyta* (52 види, або 94,5%), серед яких 15 видів (27,3%) дводольних та 37 видів (67,3%) однодольних. Судинні рослини представляють 54 види, що складає 72,9% від виділеної нами водної компоненти флори м. Полтави та околиць (74 види) (Іллічевський, 1927), а також 49,5% від гідрофільної флори водойм Лівобережного Лісостепу (109 видів) (Олійник, 2005). У шести провідних родин міститься 29 видів, або 52,7% всієї водної флори: *Cyperaceae* (8 видів), *Potamogetonaceae* (7), *Poaceae* (5), *Lemnaceae*, *Lentibulariaceae*, *Typhaceae* (по 3 види). У спектрі родів провідними є 4, котрі представляють 18 видів, або 32,7% всієї водної флори: *Potamogeton* (7 видів), *Carex* (5), *Utricularia*, *Typha* (по 3 види); 5 родів є двовидовими; більшість родів (27) є моновидовими і містять 49,1% водної флори.

Згідно з екологічною класифікацією В.Г. Папченкова (2003), досліджена флора представлена трьома екотипами (таблиця 2): гідрофіти – 25 видів (45,5%), гелофіти – 13 видів (23,6%), гірогелофіти – 17 (30,9%). Провідну роль у її формуванні відіграють види-індикатори процесів евтрофування, обміління та заболочування (Макрофіти-індикатори, 1993).

Таблиця 2

Екологічна структура вищої водної флори досліджених водних об'єктів

Група екотипів	Екотип, екогрупа	Кількість видів	
		абс.	%
Справжні водні рослини	<i>Гідрофіти</i>	25	45,5
	Водні мохи	1	1,8
	Гідрофіти вільноплаваючі у товщі води	5	9,1
	Гідрофіти занурені вкорінені	11	20,0
	Гідрофіти вкорінені із плаваючими на воді листками	4	7,3
	Гідрофіти вільноплаваючі на поверхні води	4	7,3
Прибережно-водні рослини	<i>Гелофіти (повітряно-водні рослини)</i>	13	23,6
	Гелофіти низькотравні	6	10,9
	Гелофіти високотравні	7	12,7
	<i>Гірогелофіти (рослини урізу води)</i>	17	30,9
Разом по водній флорі		55	100,0

В географічній структурі флори домінують види із широкими ареалами: в зональному хорологічному спектрі – представники плуризональної групи (41%), у регіональному – циркумполярної (43,7%), у кліматичному – індіферентної (58,2%).

З метою виявлення змін водної флори на території м. Полтави у часі нами із флористичного списку С.І. Іллічевського (1927) за системою В.Г. Папченкова (2003) було виділено водну компоненту у складі 74 видів – 26 гідрофітів, 14 гелофітів та 34 гірогелофітів. При порівнянні цих даних із сучасними результатами вивчення видового складу водної флори судинних рослин у різноманітних водних об'єктах м. Полтави з'ясовано, що із ретроспективної флори вибуло 27 видів макрофітів (7 гідрофітів, 3 гелофіти, 17 гірогелофітів). Водночас з'явилося 7 нових видів (5 гідрофітів і 2 гелофіти) (таблиця 3).

Таблиця 3

Трансформація водної флори судинних рослин на території м. Полтави

Екотип	Ретроспективна флора (20-ті рр. XX ст.)	Сучасна флора (10-ті рр. XXI ст.)	Зниклі види	Нові види
Гідрофіти	26	24	7	5
Гелофіти	14	13	3	2
Гірогелофіти	34	17	17	–
Всього	74	54	27	7

У результаті проведеного аналізу деяких характеристик видів, що піддалися елімінації, і тих, що розширили свою представленість у районі досліджень (екологічні особливості екоотопів, індикаторна значимість, поширення у природному регіоні, созологічний та синантропний статус, ступінь стійкості до урбанізації та відношення до гемеробії), ми дійшли висновку, що безпосередніми причинами скорочення видового різноманіття вищої водної флори на урбанізованій території виступають руйнування природних екоотопів (трансформація гідромережі та меліорація річкових заплав), зміна гідрологічного режиму, нерегульована рекреація, вилучення ресурсно цінних рослин, конкуренція з боку заносних видів, забруднення води та високий рівень її евтрофування внаслідок докорінного порушення водозбірних ландшафтів. Деякі види рослин є особливо вразливими з природних причин (низька екологічна пластичність, перебування на межі природного ареалу тощо). Водночас змінені умови урболандшафту (створення штучних водойм, перебудова природних водних об'єктів, стабілізація гідрорежиму, потепління клімату, підвищення трофності та мінералізації вод тощо) виявилися сприятливими для появи у водній флорі деяких нових видів.

Таким чином, у водній флорі міських водойм найбільш вразливими є гірогелофіти (вибуло 17 видів, нових не зафіксовано), що, очевидно, пов'язане із масштабною меліорацією на урбанізованій території та зникненням відповідних екоотопів; найменш вразливими є гелофіти (вибуло 3 види, з'явилося 2). Проміжне положення гідрофітів (зникло 7 видів, з'явилося 5) свідчить про динамічні процеси розвитку флори під впливом змін якості водного середовища.

За результатами наших досліджень, для території в адміністративних межах міста 2 таксони вищих водних рослин є новими: *Utricularia australis* – для Лівобережного Лісостепу, *Phragmites altissimus* – для материкової частини України.

Адвентивну компоненту вивченої водної флори складають 3 види (по 1 у кожному екоотопі): 1 археофіт (*Acorus calamus*) і 2 кенофіти (*Phragmites altissimus* – євро-сибірський вид ірано-туранського походження та *Elodea canadensis* – плюризональний космополіт північноамериканського походження).

Созологічну цінність флори водних об'єктів м. Полтави мають 7 видів вищих водних рослин, що входять до списків різного рівня охорони (Європейського, національного, регіонального). Більшість рідкісних видів приурочена до екоотопів р. Ворскли, що може свідчити про вищу стійкість екосистем середньої річки до антропогенної трансформації, зумовленої впливом міського середовища.

Структура флори водних об'єктів із уповільненим водообміном.

У досліджених міських водоймах виявлено 53 види водних макрофітів, із яких 50 – судинні рослини, 1 – вищі безсудинні (мохоподібні) та 2 – макроводорості¹.

Видове багатство. Найвищим видовим багатством (19–27 видів) характеризуються штучні водойми із найбільшими розмірами акваторії і глибинами (кар'єри), а також водойма природного походження (стариця р. Ворскла), всі з яких мають постійний гідрологічний зв'язок із річками, в заплавах яких вони утворені.

Отже, провідне значення на формування різноманітності макрофітів в урбанізованих водоймах мають розміри акваторії, значення глибин, ступінь розвитку мілководної зони, а також характер гідрологічного зв'язку із річковим руслом.

В екологічній структурі флори переважає екотип гідрофітів (25 видів, або 47,2%). Екотип повітряно-водних рослин (гелофітів) включає 11 видів (20,8%), гідрогелофітів – 17 (32,0%). Таким чином, прибережно-водні рослини (сукупність екотипів гелофітів та гідрогелофітів) є більш різноманітними за справжні водні рослини.

У складі екотипу справжніх водних рослин (гідрофітів) виділено 5 екологічних груп водних макрофітів: найбільш чисельними є занурені вкорінені – 10 видів (40,0%), на групи вільноплаваючих у товщі води, вкорінені із плаваючими листками та вільноплаваючих на поверхні води припадає по 4 види (по 16,0%), найменш чисельною є група макроводоростей і мохів – 3 таксони (12,0%).

Видова подібність. Кластерний аналіз на основі індексу видової подібності Жаккара (якісне порівняння) методом незваженого попарного арифметичного середнього (рис. 2) показав виразну відмінність між кластером глибоких або великих за площею руслових ставків (№№² 42, 43, 61) та кластером невеликих мілководних здебільшого паркових водойм (ставків і копаней – №№ 1, 2, 3, 11, 13, 14), що, вочевидь, пов'язане з переважанням у їх флорі різних екотипів водних рослин – гелофітів та гідрофітів відповідно.

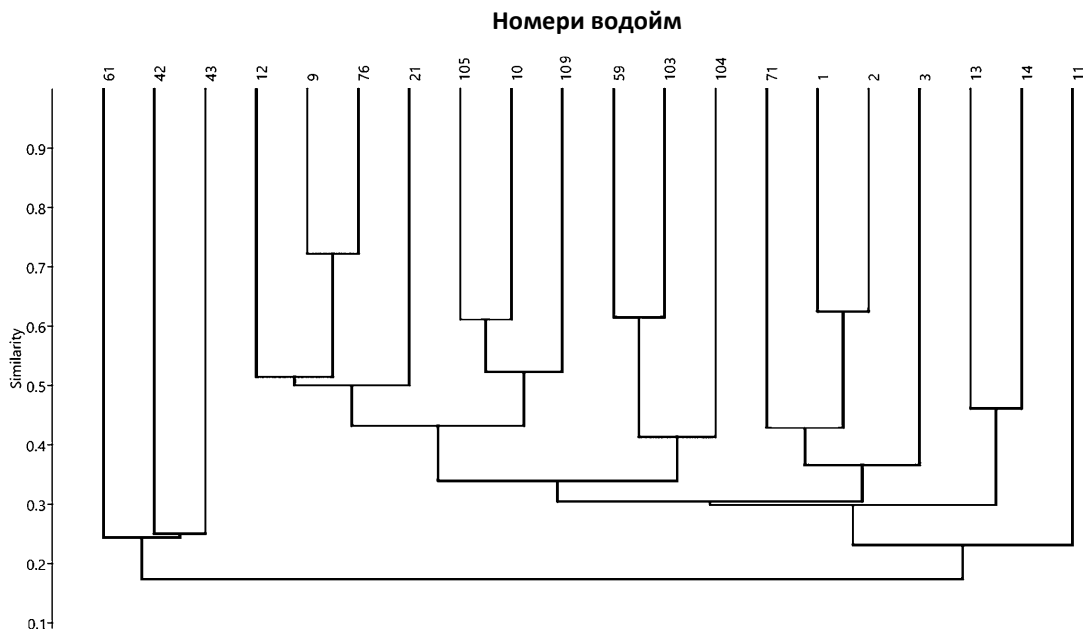


Рис. 2. Подібність видового складу макрофітів на досліджених міських водоймах (за індексом Жаккара).

¹ Макроводорості нами враховувалися, але детально не досліджувалися.

² Номери водойм вживаються згідно реєстру водних об'єктів м. Полтави (Екологія міста Полтави, 2005).

Найвища видова подібність зафіксована у групах схожих за морфометричними даними руслових ставків однієї річкової системи – водойм №№ 9 та 76 ($K_J = 0,72$), №№ 1 і 2 ($K_J = 0,63$), крім того – у групі водойм-кар'єрів №№ 59 і 103 ($K_J = 0,62$), а також малих руслових ставків із початковим положенням у каскадах – №№ 10 та 105 ($K_J = 0,61$).

Водойма №104, що має природне походження (річкова стариця) і розташована у рекреаційній зоні міста, проявляє в цілому низьку подібність видового складу макрофітів ($K_J = 13\text{--}44\%$) у порівнянні з рештою міських водойм. Найменша подібність її флористичного складу (13–14%) відстежується у порівнянні з малими русловими ставками №№ 1 і 2, що мають ознаки заболочення. Найвища подібність (39–44%) простежується по відношенню до водойм кар'єрного типу №№ 59 та 103, що характеризуються великими площами акваторій та глибинами, а також високим видовим багатством. В цілому, кластер цих водойм (№№ 59, 103, 104) виявляє подібність ($K_J = 0,32$) до руслових ставків (№№ 9, 10, 12, 21, 76, 105, 109), у рослинному покриві більшості з яких провідну роль відіграє занурена рослинність.

Частота трапляння (ЧТ) різних екогруп гідрофітів на досліджених міських водоймах послідовно спадає в ряду: вільноплаваючі занурені у товщу води – 85%, вільноплаваючі на поверхні води – 80%, занурені вкорінені – 75%, водні мохи та макроводорості – 60%, вільноплаваючі на поверхні води – 60%, вкорінені із плаваючими на воді листками – 15% (рис. 3, а).

Виявлено тенденцію переважання вільноплаваючих екобіоморф над укоріненними як у складі групи занурених рослин, так і серед гідрофітів із плаваючими листками. Ця особливість може бути пояснена, з одного боку, підвищеним рівнем трофності води, що стимулює розвиток вільноплаваючих рослин, а з іншого, – істотним порушенням складу і механічної структури субстратів, що ускладнює зростання прикріплених рослин. Також було встановлено, що перевагу у поширенні на міських водоймах мають гідрофіти із вищою толерантністю до органічного забруднення.

Екологічний тип гелофітів включає найменшу кількість видів – 11 (21,6%), у т.ч. 5 видів гелофітів низькотравних та 6 видів гелофітів високотравних.

Аналіз розподілу ЧТ рослин із еко типу гелофітів за екологічними групами показує, що гелофіти низькотравні є менш характерними для міських водойм (виявлені у 60% об'єктів), ніж високотравні, які відзначені у 100% об'єктів (рис. 3, б).

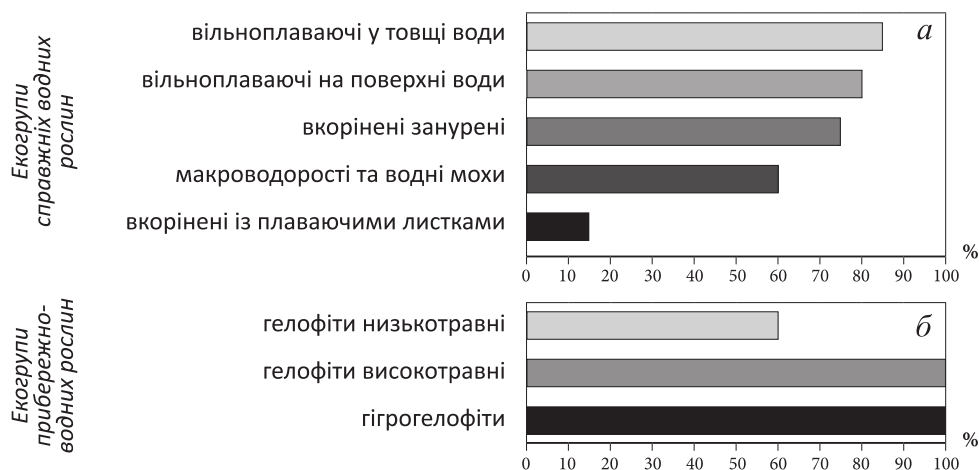


Рис. 3. Частота трапляння різних екогруп справжніх водних (а) та прибережно-водних (б) рослин у водних об'єктах із уповільненим водообміном.

Ранжування низькотравних гелофітів за їх ЧТ показало, що поширення видів цієї екогрупи у міських водоймах зростає у напрямку посилення антропогенного евтрофування, підвищення толерантності до органічного забруднення, замулення, стабілізації гідрологічного режиму водойм.

Екологічний тип гірогелофітів включає 17 видів рослин (33,3% водної флори). Відносно вище різноманіття цього екотипу вказує на широке поширення у досліджуваних водоймах сприятливих для них екотопів – перезволожених і слабо вкритих водою ґрунтів, характерних для заболочуваних ділянок берега.

Результати аналізу розподілу видів водної флори за частотою трапляння у водоймах м. Полтави дозволяють виділити найбільш типові види, характерні для урбанізованих гідроекосистем (ЧТ>70%) – гелофіти *Typha latifolia* і *Phragmites australis* та гідрофіти *Ceratophyllum demersum* і *Lemna minor*.

Структура флори урбанізованого відрізка середньої річки. На дослідженому відрізку середньої течії р. Ворскла (з урахуванням ділянок вище та нижче міста) нами зареєстровано 57 видів водних макрофітів, серед яких 49 – квіткові рослини, 1 – папороті, 1 – хвощі, 1 – печіночники, 5 – макророслини.

На кожній із досліджених станцій кількість видів макрофітів коливалася від 17 до 42 (рис. 4). На станціях вище міста (ст. 1–3) відзначалося 31–35 видів, що свідчить про однорідність умов цієї ділянки. Значні коливання видового багатства на станціях у межах міста (ст. 4–8) обумовлені високою гетерогенністю антропогенних факторів та різним ступенем їх впливу. Так, на найпершій станції у місті (4), яка ще не зазнає помітного пресу, відмічалася 32 види (аналогічно до еталонних станцій вище міста), на наступних двох станціях (5, 6) спостерігалася збільшення видового багатства до 39–42 видів (внаслідок розширення спектру екотопів), а на нижньоміських (7, 8) воно спадало до 17–25 (через синергізм різноманітних факторів урбосередовища). Нижче міста (ст. 9–11) показник видового багатства ще помітно коливався (20–30 видів), що свідчить про нестабільність умов та неповернення системи до попереднього еталонного стану навіть за 5 км після виходу річки за межі урбанізованої території.

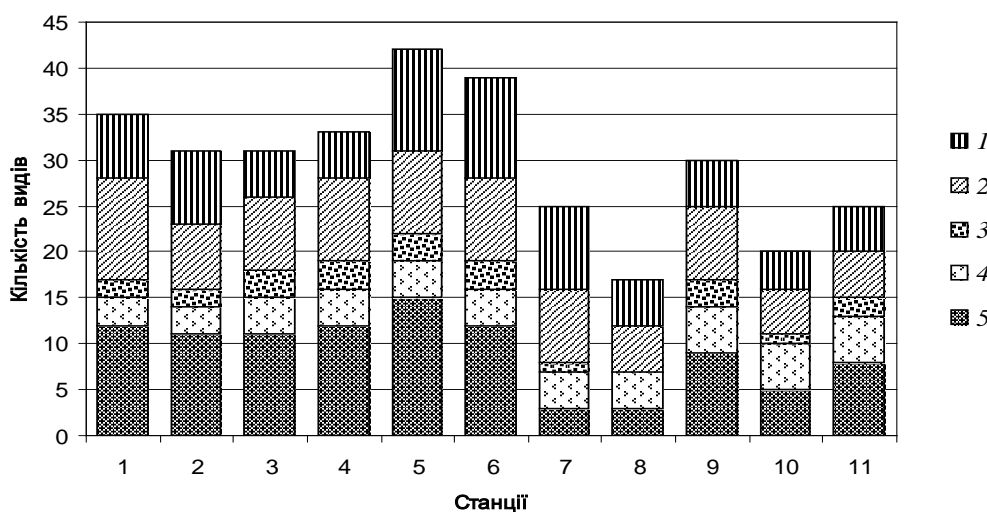


Рис. 4. Видове багатство та екологічна структура макрофітів досліджених станцій р. Ворскла: 1 – гірогелофіти, 2 – гелофіти, 3 – гідрофіти вкорінені із плаваючими листками, 4 – гідрофіти вільноплаваючі на поверхні води, 5 – гідрофіти занурені.

Таким чином, за невеликого антропогенного навантаження спостерігається збільшення кількості видів макрофітів, із його посиленням – кількість видів зменшується, що може свідчити про критичне порушення структури гідробіоценозу.

Аналіз флористичних показників макрофітів за їх ЧТ та ступенем кількісного розвитку (рясність) на ділянках з урахуванням відношення видів до трофності та сапробності водного середовища дозволив виділити індикаторні групи макрофітів за приуроченістю до ділянок р. Ворскла із різним ступенем урбанізації ландшафту.

Як видно із рис. 5, комплекс видів груп 1–2 є індикатором еталонних умов р. Ворскла та незначного антропогенного впливу на річкову систему, комплекс видів груп 3–5 є індикатором значного антропогенного впливу на екосистему річки.

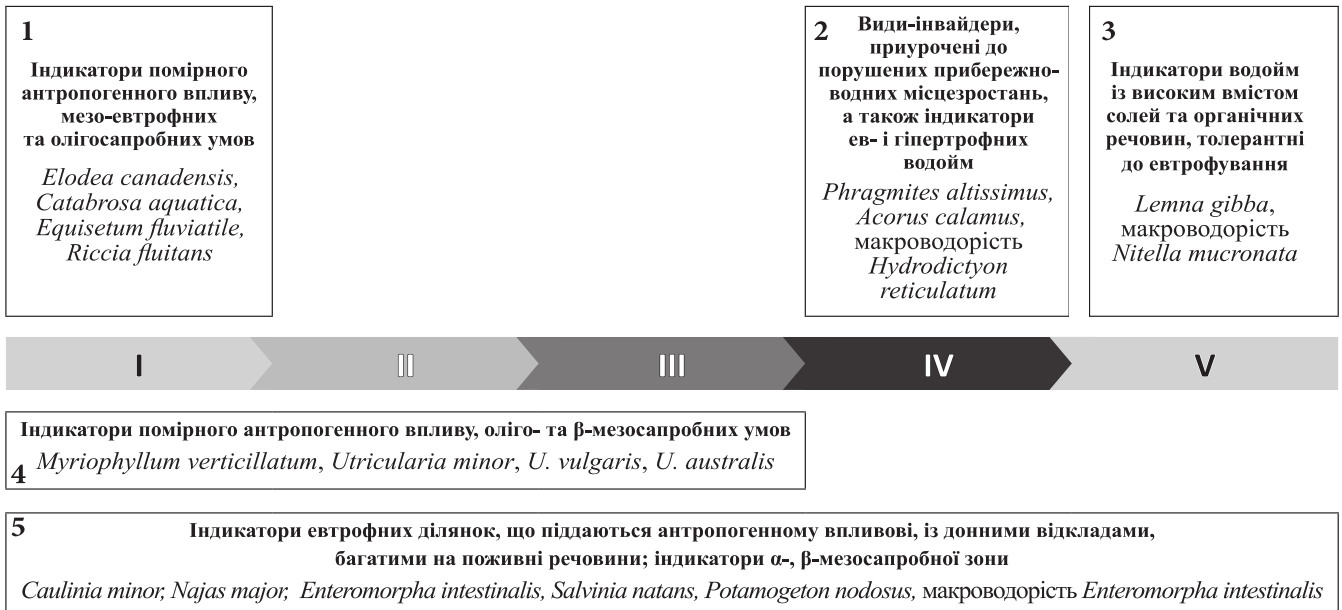


Рис. 5. Індикаторні групи макрофітів ділянок р. Ворскла із різним ступенем урбанізації ландшафту.

ОСОБЛИВОСТІ ЦЕНОТИЧНОЇ ТА ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРИ ВИЩОЇ ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ УРБАНІЗОВАНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Загальна характеристика синтаксонів. В урбанізованих водних об'єктах на території м. Полтави було ідентифіковано 37 асоціацій (у т.ч. 7 субасоціацій та 2 варіанти) із 14 союзів, семи порядків та трьох класів. Із них лише три (*Ceratophylletum demersi*, *Phragmitetum communis*, *Typhetum latifoliae*) є найбільш типовими в умовах урболандшафту (зустрічаються у понад 50% досліджених місцезростань), решта ж належить до випадкових та обмежено поширених, що може свідчити про специфічність і своєрідність міських умов існування. На урбанізованих водоймах усього зареєстровано 32 угруповання рангу асоціації, в той час як на міському відрізку середньої річки – 16. Більшість виявлених асоціацій (21) приурочено виключно до міських водойм, специфічними ж для міського відрізка річки є лише 5 асоціацій. Із тих 11 асоціацій, що є спільними як для міських водойм, так і міського відрізка середньої річки, саме річкові ценози є більш різноманітними, що може свідчити про вищу стійкість річкових екосистем до впливу урболандшафту.

Найвищим ценотичним різноманіттям відрізняється клас *PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA* (16 асоціацій), найнижчим – клас *LEMNETEA* (8 асоціацій). Виявлені асоціації характеризуються досить низьким видовим багатством, їх абсолютна більшість за цим показником являє собою спрощений варіант вихідних

природних синтаксонів, описаних у літературі (Дубина, 2006; Чорна, 2013; Tomaszewicz, 1979). Особливо збідненими є деякі угруповання класу *POTAMETEA* (1–3 види в описах), відмічені на міських водоймах. Порівняно вище видове багатство асоціацій класу *PHRAGMITO-MAGNOCARICETEA* зумовлене участю видів гігро-мезофільного різнотрав'я, насамперед елементів синантропного флористичного комплексу, що пов'язане зі значним порушенням природного рослинного покриву прибережно-водних місцезростань в умовах міського середовища (внаслідок витоупування, розведення вогнищ, облаштування місць для аматорського рибальства).

Серед описаних угруповань синфітосозологічну значимість мають лише ценози із домінуванням глечиків жовтих (формація *Nuphareta luteae*) та сальвінії плаваючої (формація *Salvinieta natantis*), занесені до Зеленої книги України (2009). Всі вони приурочені тільки до міського відрізка середньої річки та пов'язаної з ним малотрансформованої стариці і не зустрічаються в інших урбанізованих водних об'єктах.

Особливості просторового поширення рослинних угруповань у водних об'єктах із уповільненим водообміном. Екологічну структуру рослинного покриву водойм репрезентують 10 асоціацій зануреної рослинності, 8 асоціацій рослинності із плаваючими листками, 9 асоціацій повітряно-водної рослинності та 5 асоціацій болотної рослинності, сформованої угрупованнями гірогелофітів. Таким чином, справжню водну рослинність представляють 18 асоціацій, а прибережно-водну – 14.

Ценотичне різноманіття для кожної водойми коливалося в інтервалі від 2 до 12 асоціацій (в середньому 4,7). Найвище ценотичне багатство ВВР зареєстровано на трьох водоймах із найбільшою глибиною та площею водного дзеркала: водоймах кар'єрного типу, а також на річковій стариці. Вище середньої кількості асоціацій (5–6) виявлено ще на чотирьох водоймах, що відрізняються порівняно великими площами акваторії та відповідно довжиною периметра берегової лінії, що сприяє урізноманітненню екологічних умов, а отже й ускладненню ценотичної структури рослинного покриву.

У найбільшій кількості досліджених водойм (7, або 35%) виявлено лише по 4 рослинних асоціації. В основному це невеликі за площею та дуже мілководні ставки з ознаками замулення, а також ставки, водне середовище яких у зв'язку з морфометричними особливостями (різкий перепад глибин або їх критично малі значення) слабкодиференційоване за градієнтом глибини, що обумовлює переважання умов для розвитку прибережно-водної рослинності. Досить чисельною (5, або 25%) є також група водойм із низьким ценорізноманіттям (3 асоціації) – невеликі мілководні руслові ставки та копані, що піддаються інтенсивному заростанню макрофітами. Найменшу кількість асоціацій (2) зареєстровано лише в одному ставку, що відрізнявся невеликими розмірами акваторії, середніми глибинами зі слабкою глибинною диференціацією улоговини та відносно коротким терміном існування (близько 20 років).

Отже, ценотичне різноманіття досліджених водойм сильно варіює, але виявляє загальну тенденцію до збіднення кількісного складу угруповань (більша частина водойм має меншу від середньої кількість рослинних асоціацій).

Типізація досліджених водойм за ступенем заростання та екологічною структурою заростей. Підрахунок площ заростей окремих асоціацій ВВР дозволив встановити екологічну структуру заростання досліджених водойм та з'ясувати ступінь заростання їх акваторій. При порівнянні цих даних із еталонним показником заростання акваторії (30–40%), за якого спостерігаються сприятливі умови для формування доброї якості води (Власов, Гигевич, 2002), та беручи до уваги участь різних екогруп ВВР у формуванні заростей, нами було виділено 4 типи міських

водойм: 1) слабо зарослі (25% об'єктів, у рослинному покриві переважає повітряно-водна рослинність); 2) помірно зарослі (15% об'єктів, переважає занурена або повітряно-водна рослинність); 3) надмірно зарослі із переважанням зануреної рослинності (40%); 4) надмірно зарослі із переважанням рослинності із плаваючими на поверхні води листками (20%) (таблиця 4).

Отже, в урболандшафті кількісно переважають водойми (85%) із показником заростання акваторії, відмінним від помірного, що може свідчити про в цілому неврівноважений стан міських гідроекосистем. Прибережно-водна рослинність відіграє панівну роль у формуванні рослинного покриву здебільшого недостатньо зарослих міських водойм, тоді як справжня водна рослинність – більшості помірно зарослих та усіх надмірно зарослих водойм. Відхилення показників заростання акваторії від помірних супроводжується зниженням рекреаційного значення міських водойм. Якісний склад та кількісне співвідношення площ угруповань рослинності різних екологічних груп визначають особливості користування водними об'єктами в урболандшафті та мають бути враховані при розробці заходів гідроекологічного менеджменту урбанізованих територій.

Таблиця 4

Типи міських водойм за особливостями заростання акваторії

Показник	Слабо зарослі	Помірно зарослі	Надмірно зарослі із переважанням	
			ЗнР	ПЛР
Кількість водойм	5 (25%)	3 (15%)	8 (40%)	4 (20%)
Ступінь заростання, %	<30,0	30,0–40,0	>40,0	
Кількість асоціацій ВВР	4–12	5–8	2–4	3–4
Домінуюча екогрупа ВВР	ПВР	ЗнР / ПВР	ЗнР	ПЛР
Походження і особливості морфометрії водойм	Переважно глибокі руслові ставки та кар'єри	Руслові ставки із помірними глибинами та річкова стариця	Руслові ставки із помірними глибинами та глибокі	Мілководні ставки, копані, загати із найменшою площею акваторії
Рекреаційна цінність	Обмежена для купання (явища «цвітіння води», непропорційність розвитку рослинних поясів)	Прийнятна для купання та аматорського рибальства (гармонійний розподіл рослинних поясів, наявність вільної від заростей акваторії)	Обмежена для купання	
			у більшості – інтенсивний розвиток і наступна деградація нитчастих водоростей	мілководні, акваторія, повністю вкрита рясками

Ценотичні показники домінуючих рослинних угруповань та особливості заростання урбанізованого відрізка середньої річки. Для відстеження змін рослинності за градієнтом урбанізації у межах кожної екогрупи ВВР обрано домінуючі угруповання константних видів, що максимально виявлені на всьому дослідженому відрітку: для зануреної рослинності – куширу зануреного (*Ceratophyllum demersum*), для рослинності із плаваючими листками – глечиків жовтих (*Nuphar lutea*), для повітряно-водної рослинності – високотравних гелофітів очерету звичайного (*Phragmites australis*), рогазів широколистого (*Typha latifolia*) та вузьколистого (*T. angustifolia*).

Найбільш виразні зміни флористичного складу і видового багатства на досліджених ділянках зафіксовані в угрупованнях *Ceratophyllum demersum*, де із посиленням урбанізації відстежується загальна тенденція до скорочення різноманіття флори і ярусності ценозів, а також проективного покриття домінантного виду. Ценотична роль занурених гідрофітів зростає із посиленням урбанізації ландшафту лише в межах підводного ярусу рослинності із плаваючими листками та деяких гелофітів (*Phragmites australis*), що є проявом погіршення водообміну та інтенсифікації процесів заболочування у водній екосистемі. Найбільш стабільним якісним і кількісним флористичним складом на досліджених ділянках відзначаються угруповання *Nuphar lutea*, які в умовах урбанізації високого рівня помітно варіюють за рахунок синузій вільноплаваючих видів (майже повна редукція на середньоміській ділянці, що піддається замуленню, та значне підвищення покриття на нижньоміській ділянці, де рівень біогенного навантаження є прогнозовано високим). В угрупованнях повітряно-водної рослинності з посиленням урбанізації ландшафту флористичне багатство має тенденцію до скорочення, хоча кількість видів кожного ярусу у ценозах різних гелофітів-едифікаторів змінюється неоднаково: у заростях очерету поступово зростає участь справжніх водних рослин, тоді як у заростях рогозів участь гідрофітів зменшується.

В цілому, перебудови структури угруповань ВВР за градієнтом урбанізації дозволяють констатувати посилення процесів заболочування і евтрофування вод річки, яке триває навіть в умовах низькоурбанізованої ділянки нижче міста.

Ступінь та екологічна структура заростання урбанізованого відрізка р. Ворскла. На дослідженому відрізку р. Ворскла граничні значення показника заростання – мінімальні (9,8%) на нижньоміській ділянці та максимальні (56,0%) на середньоміській – сконцентровані у межах міської частини водотоку на порівняно короткому (близько 4 км) відрізку, що включає найбільш трансформовані створи із високим ступенем урбанізації ландшафту.

За площами заростання акваторії урбанізованого відрізка р. Ворскла рослинність із плаваючими листками переважає на ділянках вище міста (15,8%) і нижче міста (25,2%), де умови наближені до еталонних, повітряно-водна рослинність – на верхньо-міській (10,4%) та нижньоміській (4,9%), занурена – на середньоміській ділянці (21,0%), що на тлі найвищого ступеню заростання цього створу може свідчити про надмірну евтрофікацію і початковий етап заболочування його акваторії.

ПРОДУКЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ВИЩОЇ ВОДНОЇ РОСЛИННОСТІ УРБАНІЗОВАНИХ ВОДНИХ ОБ'ЄКТІВ

Фітомаса угруповань різних екологічних груп. У складі ВВР досліджених водних об'єктів найбільш продуктивними є угруповання високотравних гелофітів, які представлені на більшості гідроекотопів. Так, у перерахунку на ПСР фітомаса угруповань очерету в середньому складає 2424 г/м², рогозу вузьколистого – 2233 г/м², рогозу широколистого – 1574 г/м². Виходячи з цього, досить високою є і чиста річна продукція таких угруповань. Так, ценози *Phragmites australis* виробляють в середньому за рік 2489 г/м² органічної речовини, що еквівалентне 1155 г/м² карбону, ценози рогозу вузьколистого – 2054 г/м² ОР, або 953 г/м² карбону, рогозу широколистого – 1738 г/м², або 806 г/м² відповідно. За класифікацією Р. Віттекера (1980), такі угруповання належать до помірно- та високопродуктивних. Їх річна продукція співставна із такою у культивованих людиною ценозів, для яких підтримується оптимальний екологічний режим (у т.ч. постійне поповнення запасу елементів мінерального живлення). Це може опосередковано свідчити на користь того, що екологічні умови міських гідроекотопів так само є особливо сприятливими для розвитку високотравних гелофітів.

Серед рослинності із плаваючими листками найвищу фітомасу продукують: на екотопах міських водойм – угруповання жабурника звичайного – 630 г/м^2 , на екотопах міського відрізу р. Ворскла – угруповання глечиків жовтих – 307 г/м^2 (в середньому за ПСР). Серед зануреної рослинності основними продуцентами фітомаси є угруповання куширу, які представлені на більшості досліджених водних об'єктів та характеризуються масою укосів на рівні 392 г/м^2 (в середньому за ПСР).

Для угруповань рослинності, що зустрічалися на водних об'єктах як проточного, так і непроточного типу, саме у річкових екотопах спостерігалось підвищення середніх значень фітомаси в усіх екологічних групах ВВР порівняно із екотопами міських водойм: в угруповань очерету звичайного – на 105%, в угруповань рогозу вузьколистого – на 57%, рогозу широколистого – на 18%, багатокорінника – на 49%, куширу зануреного – на 6% (за ПСР).

В усіх випадках фітомаса угруповань різних екологічних груп із різнотипних водних об'єктів урболандшафту помітно перевищували таку по водоймах природного регіону (Україна, Лісостеп, Середній Дніпро), що відома з літератури (Макрофіти-індикатори, 1993): в угруповань очерету звичайного – у 1,65–2,06 рази, в угруповань рогозу вузьколистого – у 2,61–3,54, рогозу широколистого – у 6,02–6,62, в угруповань жабурника звичайного – у 32,12–35,04, глечиків жовтих – у 2,83, багатокорінника – у 7,07–8,59, у куширу зануреного – в 3,22–3,47 рази (за середніми значеннями сирової маси). Як видно із наведених даних, найбільш виразну тенденцію до збільшення фітомаси в умовах урбосередовища демонструють угруповання вільноплаваючих на поверхні води гідрофітів, що можна пов'язати, з одного боку, з підвищеною здатністю цих рослин вбирати біогенні елементи із водного середовища, а з іншого, – із дуже високим рівнем антропогенного евтрофування поверхневих вод урболандшафту.

Запаси надземної фітомаси та річна продукція макрофітів досліджених водойм. Для можливості співставлення досліджених водних об'єктів за величиною продукуючої фітомаси макрофітів нами використано показник питомого запасу фітомаси, який дає уявлення про усереднене значення маси усіх водних рослин, що припадає на одиницю площі заростей, і таким чином інтегрально характеризує продукційні можливості водної екосистеми (Klepets, 2017).

Значення питомого запасу фітомаси ВВР досліджених водойм перебувало в інтервалі $0,05\text{--}2,17 \text{ кг/м}^2$ (за ПСР). Порівняння цих даних із умовно еталонною величиною, що встановлена для озер Білорусі Б.П. Власовим та Г.С. Гігевич (2002) на рівні $1,5 \text{ кг}$ макрофітів з 1 м^2 заростей як показник формування доброї якості води, при паралельному співставленні із екологічною структурою заростей, дозволило виділити групи водойм із ознаками порушення продукційних процесів та помітними диспропорціями розподілу заростей різних екологічних груп. У водоймах із ознаками гіперпродукції ВВР ($1,89\text{--}2,17 \text{ кг/м}^2$) справжня водна рослинність або не представлена, або представлена в обмеженій кількості (переважно глибокі ставки та кар'єри), та спостерігається експансія на акваторію угруповань високотравних гелофітів, що може призвести до суттєвого скорочення площі вільного дзеркала таких водойм та прискорювати їх замулення. Навпаки, критично низькі значення питомого запасу фітомаси ($0,05\text{--}0,32 \text{ кг/м}^2$) спостерігаються у водоймах, де надмірно високою є участь у заростанні угруповань вільноплаваючих на поверхні води гідрофітів (малі паркові водойми), або майже всуціль зарослих угрупованнями занурених макрофітів (руслувий ставок із різким перепадом глибин). У зв'язку із втратою можливості ефективно використовувати сонячну енергію екосистеми цих водойм поступово деградують і переходять до дистрофного стану, характерного для боліт.

Запаси надземної фітомаси та річна продукція макрофітів урбанізованого відрізка середньої річки. Аналіз змін фітомаси різних екологічних груп на прикладі розглянутих вище домінуючих угруповань (куширу зануреного, глечиків жовтих, очерету звичайного, рогазів широколистого та вузьколистого) показав, що занурена рослинність демонструє стійке зниження фітомаси за градієнтом урбанізації та має високу інертність до відновлення навіть при припиненні впливу несприятливих факторів. Посилення впливу урбанізації в цілому негативно позначається на продукційних показниках вкорінених гідрофітів із плаваючими листками та утворених ними ценозів. Вплив факторів міського середовища є найбільш сприятливим для розвитку угруповань високотравних гелофітів, що демонструють позитивну динаміку фітомаси у відповідь на посилення урбанізації ландшафту (таблиця 5).

Таблиця 5

**Фітомаса угруповань константних видів-ценозоутворювачів
на досліджених ділянках р. Ворскла (ПСР, г/м²)**

Угруповання	Ділянки				
	I	II	III	IV	V
<i>Ceratophyllum demersum</i>	652±54	604±18	386±20	246±38	376±22
<i>Nuphar lutea</i>	400±8	408±8	256±12	257±10	403±10
<i>Phragmites australis</i>	2302±200	3910±144	3033±88	5949±262	–
<i>Typha latifolia</i>	1754±86	1247±128	1454±130	3087±178	–
<i>Typha angustifolia</i>	792±32	1558±174	2342±230	3007±368	–

На досліджених ділянках р. Ворскла обсяги річної рослинної продукції, оцінені за АСР, перебувають в інтервалі 11,6–80,4 т і в середньому складають 50,2 т на ділянку. Найбільша кількість фітомаси за рік виробляється на міських ділянках (в середньому 70,1 т із максимумом на нижньоміській ділянці), найменша – на ділянці нижче міста.

При порівнянні ділянок за даними річної продукції, розрахованої на одиницю площі акваторії (рис. 6), найвищий продукційний потенціал демонструють верхньоміська та середньоміська ділянки, які при досить високих запасах рослинності, характерних для річки у межах міста, помітно поступаються нижньоміській ділянці за площею водної поверхні. Через штучне розширення та поглиблення русла остання міська ділянка навіть при найвищій абсолютній величині річної продукції має помітно нижчу ефективність асиміляції речовини та запасання енергії макрофітами на одиницю площі акваторії, ніж еталонний створ, і наближається за цими показниками до найменш продуктивної ділянки нижче міста. При віднесенні показників продукції до одиниці площі зони заростей на ділянках спостерігається протилежна тенденція: максимум речовини та енергії продукує нижньоміська ділянка, якій приблизно удвічі поступається верхньоміська, майже втричі – середньоміська та ділянка вище міста і понад у п'ять разів – ділянка нижче міста.

Таким чином, враховуючи граничні відхилення на нижньоміській ділянці значень питомих продукційних показників ВВР (від одного із найнижчих при розрахунку на одиницю площі акваторії до максимального – на одиницю площі заростей), слід констатувати, що на даному створі внаслідок найсильнішого ступеню урбанізаційної трансформації р. Ворскла характеризується найменш зрівноваженим станом своєї екосистеми.

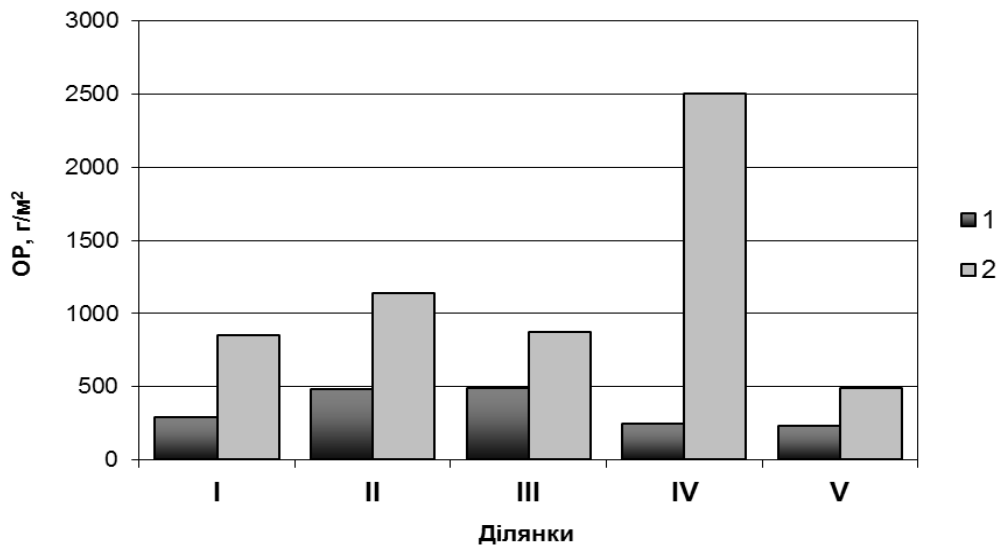


Рис. 6. Річна продукція ВВР на досліджених ділянках р. Ворскла (в розрахунку на органічну речовину): 1 – на одиницю площі акваторії, 2 – на одиницю площі зони заростей.

ОПТИМІЗАЦІЯ СТАНУ УРБОГІДРОЕКОСИСТЕМ ЗА СТРУКТУРНИМИ ПОКАЗНИКАМИ МАКРОФІТІВ

Виходячи із виявлених негативних тенденцій розвитку урбогідроекосистем (збіднення видового та ценотичного різноманіття, синантропізація флористичного складу водних угруповань, посилення ролі автотрофних компонентів із підвищеною потребою у біогенних сполуках, порушення поясного розподілу рослинності, інтенсифікація процесів замулення та заболочення тощо), доцільно запропонувати такі заходи впливу на їх рослинний покрив, які сприятимуть підвищенню його структурної різноманітності, наближенню до еталонних показників, а також посиленню самоочисної здатності екосистем, що в сукупності визначатиме їх стійкість до зовнішніх впливів: 1) виділення в природі і належне облаштування водоохоронних зон та прибережно-захисних смуг, контроль за дотриманням законодавчо встановлених норм щодо їх експлуатації; 2) оптимізація гідрологічного режиму водних об'єктів проточного і непроточного типу (посилення режиму проточності зарегульованої річки; контроль технічного стану водоскидних споруд у ставках; застосування циркуляційних систем для інтенсифікації водообміну та процесів самоочищення водойм через посилення аерації); 3) реконструкція улоговини водойм (розчищення замулених ставків, днопоглиблення об'єктів із глибинами менше 1 м, вилучення забрудненого шару донних відкладів для протидії вторинному забрудненню), глибинна диференціація мілководної зони та доведення площ мілководних екоотопів, придатних для заростання ВВР, до помірних (30–40% площі акваторії); 4) гідрохімічний моніторинг міських водойм та контроль джерел забруднення води, очищення зливової каналізації на очисних спорудах перед випуском у поверхневі води; фіторе mediaція забруднень, у т.ч. й шляхом створення штучних фітоценозів за принципом біоплато; 5) оптимізація якісних та кількісних показників ВВР (підвищення видового та ценотичного різноманіття, культивування водних рослин із високими декоративними та фітомеліоративними якостями, коригування площ заростей окремих угруповань); 6) фітомоніторинг міських водойм за структурою ВВР (склад флори та угруповань, площі заростання (у т.ч. і з використанням аерокосмічних даних); закладання стаціонарних майданчиків для обліку структурно-функціональних показників

макрофітів, визначення модельних водних об'єктів для відстеження змін рослинності у просторі і часі тощо); 7) паспортизація водних об'єктів урбанізованих територій, створення та оперативне оновлення інформаційної бази про стан водних об'єктів у містах із забезпеченням доступу громадськості до цих даних.

Таким чином, усі заходи, що сприятимуть оптимізації структурних показників макрофітів у міських водоймах, автоматично будуть спрямовані на відновлення екологічної рівноваги їх екосистем та утримання таких об'єктів у прийнятному естетичному, санітарно-біологічному та господарському стані.

ВИСНОВКИ

Дослідження вищої водної рослинності у різнотипних водоймах урбанізованих територій дозволило встановити основні показники структурної організації її угруповань (флористичні, ценотичні і продукційні) та закономірності трансформації цих показників в умовах комплексного антропогенного впливу:

1. Вища водна флора досліджених водних об'єктів урботериторії нараховує 55 видів, що належать до 36 родів, 25 родин, 19 порядків, 5 класів, 4 відділів. Екологічну структуру флори формують 25 видів гідрофітів, 13 видів гелофітів та 17 видів гірогелофітів. У географічній структурі домінують види із широкими ареалами: в зональному хорологічному спектрі – представники пльоризональної групи (41%), у регіональному – циркумполярної (43,7%), у кліматичному – індіферентної (58,2%). Вивчена водна флора є збідненою у порівнянні із гідрофільною флорою природного регіону (на 50,5%) та із ретроспективною водною флорою урботериторії (на 23,1%). Провідну роль у її формуванні відіграють види-індикатори процесів евтрофування, обміління та заболочування.

2. У досліджених водних об'єктах виділено 37 асоціацій із 14 союзів, 7 порядків та 3 класів (за системою Браун-Бланке). Виявлені асоціації ВВР мають досить низьке видове багатство і репрезентують здебільшого спрощені варіанти вихідних природних угруповань. Більшість асоціацій поширені обмежено або трапляються одинично, що свідчить про гетерогенність умов існування.

3. У 85% вивчених міських водойм ступінь заростання відхиляється від помірного. За ступенем заростання та екологічною структурою заростей виділено 4 типи водойм: 1) слабо зарослі (25% об'єктів, у рослинному покриві переважає повітряно-водна рослинність); 2) помірно зарослі (15% об'єктів, переважає занурена або повітряно-водна рослинність); 3) надмірно зарослі із переважанням зануреної рослинності (40%); 4) надмірно зарослі із переважанням рослинності із плаваючими листками (20%).

4. Максимальні (56,0%) та мінімальні (9,8%) значення ступеню заростання досліджених ділянок р. Ворскла сконцентровані у межах міської частини на порівняно короткому (близько 4 км) відрізку, що зазнав найбільшої трансформації під впливом урбанізації (середньо- та нижньоміська ділянки відповідно).

5. Найбільшими продуцентами біомаси у досліджених водних об'єктах виступають угруповання високотравних гелофітів, рівень чистої річної продукції яких співставний із високопродуктивними культивованими фітоценозами. Фітомаса угруповань різних екогруп із урбанізованих об'єктів суттєво перевищувала такі по природних водоймах, особливо в угруповань гідрофітів вільноплаваючих на поверхні води.

6. У водній флорі об'єктів із уповільненим водообміном вільноплаваючі екобіоморфи за частотою трапляння переважають над укоріненими – як серед занурених, так і гідрофітів із плаваючими листками, а серед гелофітів – високотравні

над низькотравними. Висока частка видів із низькою частотою трапляння вказує на екстремальність умов водного середовища у міських водоймах. Перевагу у поширенні на міських водоймах мають гідрофіти із вищою толерантністю до органічного забруднення.

7. На відрізку середньої річки за помірного впливу урбанізованого ландшафту спостерігається збільшення видового багатства, різноманітності видів та ускладнення екологічної структури макрофітів. При подальшому посиленні впливу урбанізації відбувається поступове спрощення флористичних показників макрофітів аж до критично низьких значень.

8. Екстремальні значення показника питомого запасу фітомаси міських водойм супроводжуються різкою непропорційністю екологічної структури заростей та вказують на стійке порушення екологічної рівноваги водних екосистем: ознаки гіперпродукції макрофітів (1,89 до 2,17 кг/м² ПСР) притаманні глибоким русловими ставками та кар'єрам, що мають тенденцію до замулення; мінімальні значення (0,05–0,32 кг/м²) зафіксовані у малих мілководних водоймах (загата, копані) із суцільним заростанням рослинністю із плаваючими листками, які за рівнем трофності наближені до боліт.

9. Посилення антропогенного впливу на екосистему річки зумовлює перебудову структури і коливання продукції ВВР. Із наростанням урбанізації спостерігається зниження фітомаси зануреної рослинності, її пригніченість зберігається навіть після припинення несприятливих впливів, а рослинність із плаваючими листками підвищує різноманітність за рахунок угруповань із високою потребою у біогенних сполуках (синузії вільноплаваючих на поверхні води гідрофітів). Вплив факторів міського середовища є найбільш сприятливим для ценозів високотравних гелофітів, що кількісно переважають у формуванні заростей та чистої річної продукції на більшості досліджених ділянок р. Ворскли.

10. Внаслідок комплексного впливу урболандшафту найсильнішої трансформації зазнала нижньоміська ділянка, де мають місце найбільші відхилення від еталонного стану встановлених структурних показників ВВР.

11. В умовах міського середовища екосистеми середньої річки виявляють вищу стійкість до впливу факторів урбанізації порівняно із екосистемами міських водойм, про що, зокрема, свідчать наявність соціологічно цінних видів та угруповань, вище видове багатство асоціацій, підвищені значення фітомаси для спільних ценозів.

12. Виходячи із виявлених негативних тенденцій розвитку рослинного покриву урбанізованих водних об'єктів, запропоновано комплексні заходи впливу на їх екосистеми, у т.ч. посилення режиму проточності міського відрізка р. Ворскла, розчищення найбільш мілководних ставків, оптимізація якісних та кількісних показників ВВР у міських водоймах і водотоках.

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у фахових виданнях:

1. **Клепець О.В.**, Карпова Г.О. Структура гідрофільної флори середньої течії р. Ворскла. *Чорноморський ботанічний журнал*. 2013. Т. 9. №2. С. 191–203. (Збір, обробка, аналіз даних, узагальнення матеріалів, написання статті).
2. Клепець О.В. Фіторізноманіття водойм Полтавського міського парку. *Інтродукція рослин*. 2014. №1. С. 37–46.
3. **Karpova G.A., Klepets Ye.V.** Influence of Urban Landscapes on the Structural Indices of Macrophytes in the Vorskla River. *Hydrobiological Journal*. 2014. Vol. 50, Issue 6. P. 3–16. (Збір, обробка та аналіз матеріалу, участь у написанні статті).

4. Клепець О.В. Фітомаса вищої водної рослинності р. Ворскла в умовах впливу урболандшафту. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені В. Гнатюка*. Серія: Біологія. Спеціальний випуск: Гідроекологія. 2015. № 3–4 (64). С. 302–305.
5. Klepets Ye.V. The structural analysis of the flora of water bodies of Poltava city. *Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины*. 2016. № 3 (96). С. 33–39.
6. Klepets O.V. Productivity of Higher Aquatic Plants of the Vorskla River under Conditions of Urban Landscape. *Hydrobiological Journal*. 2017. Vol. 53, Issue 2. P. 33–49.
7. Клепець О.В. Рослинність макрофітів водойм Полтавського міського парку *Біологія та екологія*. 2017. Т. 3, №1–2. С. 51–63.
8. **Клепець О.В.**, Пилипенко М.О. Фітоіндикація екологічного стану малої паркової водойми. *Біологія та екологія*. 2018. Т. 4, №1. С. 72–87. (Збір, обробка, аналіз даних, узагальнення матеріалів, написання статті).
9. Клепець О.В. Ценогічна та продукційна характеристика угруповань домінантних видів вищої водної рослинності р. Ворскла під впливом урболандшафту. *Біологія та екологія*. 2019. Т. 5, №1. С. 65–78.

Статті в інших виданнях:

10. Клепець О.В. Раритетна складова вищої водної флори території міста Полтави та його околиць. *Флорологія та фітосозологія*. Т. 3–4. Київ: Фітон, 2014. С. 99–106.
11. Klepets O.V. Features of overgrowing the urbanized segment of the Vorskla River. *Біологія та екологія*. 2015. Т. 1, №1. С. 57–64.
12. Klepets O.V. State and prospects of optimization the plant cover of hydrophilic ecotopes of the Poltava botanical garden. *Біологія та екологія*. 2016. Т. 2, №1. С. 56–67.

Матеріали та тези конференцій:

10. Клепець О.В. Екологічний стан та фіторізноманітність ставків парку «Перемога» (м. Полтава). *Навколишнє середовище і здоров'я людини: матеріали V Всеукр. наук.-практ. семінару (м. Полтава, 29–30 листопада 2011 року)*. Полтава: Скайтек, 2012. С. 44–49.
11. Клепець О.В. Синантропізація флори навколводних біотопів на території міста Полтава. *Синантропізація рослинного покриву України: тези доповідей II Всеукр. наук. конф. (м. Переяслав-Хмельницький, 27–28 вересня 2012 р.)*. Переяслав-Хмельницький, 2012. С. 36–38.
12. Клепець О.В. Фіторізноманітність ставків Пушкарівської балки (м. Полтава). *Навколишнє середовище і здоров'я людини: матеріали VI Всеукр. наук.-практ. семінару (м. Полтава, 25–26 вересня 2012 р.)*. Полтава: Астроя, 2013. С. 40–47.
13. Карпова Г.О., **Клепець О.В.** Особливості поширення очерету найвищого (*Phragmites altissimus* (Benth.) Nabile.) в умовах урболандшафту. *Рослини та урбанізація: матеріали третьої міжнар. наук.-практ. конф. (м. Дніпропетровськ, 19–20 березня 2013 р.)*. Дніпропетровськ: ТОВ ТВГ «Куніца», 2013. С. 14–16. (Відбір зразків та їх аналіз, участь у написанні тез).
14. Клепець О.В. Вища водна флора урбанізованої ділянки р. Ворскла. *Pontus Euxinus–2013: тезиси VIII Междунар. научно-практ. конф. молодых учёных по проблемам водных экосистем, посвященной 50-летию образования Института биологии южных морей Национальной академии наук Украины (г. Севастополь, 1–4 октября 2013 г.)*. Севастополь, 2013. С. 72–73.
15. Клепець О.В. Сапробіологічна оцінка якості води р. Ворскла у районі м. Полтави за макрофітами. *Актуальні проблеми сучасної гідроекології: зб. матеріалів наук.-*

- практ. конф., присвяченої 95-річчю заснування Національної академії наук України (м. Київ, 5–6 листопада 2013 р.). Київ, 2013. С. 41–42.
16. Клепець О.В. Стан рослинного покриву р. Тарапунька (м. Полтава). *Навколишнє середовище і здоров'я людини: матеріали VII Всеукр. наук.-практ. семінару* (м. Полтава, 29–30 вересня 2013 р.). Полтава: Астроя, 2014. С. 45–50.
 17. Клепець О.В. Основні напрямки антропогенного впливу на водні екосистеми м. Полтава. *Навколишнє середовище і здоров'я людини: зб. матеріалів VIII Всеукр. наук.-практ. семінару* (м. Полтава, 11 грудня 2014 р.). Полтава: Астроя, 2015. С. 69–76.
 18. Клепець О.В. Адвентивна складова флори водних об'єктів м. Полтави. *Актуальні проблеми ботаніки та екології: Матеріали Міжнар. конф. молодих учених, присвяченої 120-річчю від дня народження Д.К. Зерова* (м. Полтава, 15–20 вересня 2015 р.). Полтава, 2015. С. 51–52.
 19. Клепец Е.В. Флора водних об'єктів г. Полтави. *Гидробиотаника 2015: матеріали VIII Всероссийской конф. с междунар. участием по водным макрофитам* (п. Борок, Россия, 16–20 октября 2015 г.). Ярославль: Филигрань, 2015. С. 139–143.
 20. Клепець О.В. Вища водна рослинність малопорушеної урбанізованої водойми. *Актуальні проблеми ботаніки та екології: Матеріали міжнар. конф. молодих учених* (м. Луцьк, 5–10 вересня 2017 р.). Луцьк: Вежа-Друк, 2017. С. 47.
 21. Клепец Е.В. Оптимизация состояния урбогидроэкосистем по структурным показателям макрофитов. *Гидробиотаника 2020: Материалы IX Междунар. научной конф. по водным макрофитам* (п. Борок, Россия, 17–21 октября 2020 г.). Борок: ИБВВ РАН; Ярославль: Филигрань, 2020. С. 74–77.

ПОДЯКА

Авторка висловлює щирю вдячність науковому керівнику – к.б.н., с.н.с. Г.О. Карповій за надану допомогу на всіх етапах підготовки дисертаційної роботи, а також д.б.н., с.н.с. В.І. Юришинцю за цінні поради, консультації та організаційне сприяння, окремо – рідним та близьким за допомогу у проведенні досліджень і всебічну підтримку.

АНОТАЦІЯ

Клепець О. В. Структурні особливості вищої водної рослинності різнотипних водойм урбанізованих територій. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.17 – гідробіологія. – Інститут гідробіології НАН України, Київ, 2021.

У роботі наведені результати досліджень структурних показників вищої водної рослинності (ВВР) (флористичних, ценотичних, продукційних) у водних об'єктах урболандшафту та тенденції змін цих показників в умовах комплексного антропогенного впливу.

У складі вивченої водної флори констатовано збіднення видового складу у порівнянні з із ретроспективними даними і даними по природному регіону та переважання видів, що є індикаторами евтрофування, обміління і заболочення. Більшість виділених рослинних асоціацій за показником видового багатства є спрощеними варіантами вихідних природних синтаксонів. Досліджені водні об'єкти мають тенденцію до надмірного заростання акваторій макрофітами. Відхилення ступеню заростання акваторії від оптимальних значень супроводжується різкою непропорційністю екологічної структури заростей. Показники отриманої фітомаси

угруповань різних екогруп із водних об'єктів урболандшафту суттєво перевищували такі по водоймах природного регіону. Головними продуцентами біомаси у досліджених водних об'єктах є угруповання високотравних гелофітів.

За показниками кількісного розвитку угруповань ВВР (площі заростей, питомий запас фітомаси, річна продукція) виділено водні екосистеми, що зазнали найсильнішої антропогенної трансформації в умовах урболандшафту, та сформульовано рекомендації щодо їх оптимізації.

Ключові слова: урбанізована територія, антропогенне навантаження, водойми, середня річка, вища водна рослинність, макрофіти, структурні показники, флора, угруповання, заростання, фітомаса, продукція.

SUMMARY

Klepets O. V. Structural features of higher aquatic vegetation in different types of water bodies on urban areas. – Manuscript.

Thesis for obtaining the scientific degree of the Candidate of Sciences in Biology on a specialty 03.00.17 – hydrobiology. – Institute of Hydrobiology of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, 2021.

The research of structural indices of higher aquatic vegetation (HAV) (floristic, coenotic and productive) in the water bodies which are exposed to complex anthropogenic influence under conditions of the urban landscape are resulted in the work. Sites of the hydrobotanical samples selection were 5 sections of the middle river Vorskla and 20 reservoirs of different types within the urban area of Poltava city, which differed in origin, morphometric parameters, the degree of anthropogenic load.

The aquatic flora of all studied water bodies in urban area includes 55 species from 36 genera, 25 families, 19 orders, 5 classes, and 4 divisions. It is impoverished in comparison with retrospective data (on 23.1%) and hydrophilic flora of the natural region (on 50.5%). The leading role in its formation is played by species-indicators of the processes of eutrophication, shallowing and waterlogging.

In the aquatic flora of lentic water bodies the tendency of predominance of free-floating macrophyte ecobiomorphs over those rooted both in the group of submerged plants and among hydrophytes with floating leaves is noted, and for the ecotype of helophytes – the prevalence of high-grass over low-grass ecobiomorphs.

With a moderate impact of the urban environment on the river ecosystem, there is an increase in species richness, species abundance and complexity of the ecological structure of macrophytes. With the further strengthening of the influence of urbanization there is a gradual simplification of floristic indicators of macrophytes up to critical values.

37 associations of 14 alliances, 7 orders and 3 classes were identified in the studied urban water bodies (according to Brown-Blanquet system). The absolute majority of them represents a simplified version of the original natural associations.

Most of the studied urban reservoirs (85%) are overgrown with macrophytes at a level different from the moderate one (30–40% of the water area). According to the degree of overgrowing of water areas, taking into account the participation of ecological groups of HAV, four types of urban reservoirs have been identified: 1) slightly overgrown (25% of objects, the vegetation is dominated by air-water vegetation); 2) moderately overgrown (15% of objects, dominated by submerged or air-water vegetation); 3) excessively overgrown with a predominance of submerged vegetation (40%); 4) excessively overgrown with a predominance of vegetation with leaves floating on the water surface (20%). Deviation of overgrowth degree of water area from moderate level is followed by decrease in recreational value of urban water bodies.

Limit values of overgrowth – minimum (9.8%) in the lower urban section and maximum (56.0%) in the middle urban section – are concentrated within the urban part of the studied watercourse in a relatively short (about 4 km) segment of the Vorskla River, which has undergone the greatest transformation under the influence of the urban landscape.

The largest producers of biomass in the studied water bodies are cenoses of high-grass helophytes. The values of the obtained phytomass of the constant communities of different ecological groups from different types of water bodies on the urban area significantly exceeded those in the reservoirs of the natural region.

Extreme values of the specific phytomass reserve in urban reservoirs are accompanied by a sharp disproportion of the ecological structure of thickets and indicate a persistent violation of the ecological balance of aquatic ecosystems: reservoirs with signs of overproduction of HAV (1.89 to 2.17 kg/m² of air-dry mass) tend to reduce free water the onset of high-grass helophytes and in this regard to rapid siltation; critically low values (0.05–0.32 kg/m²) are characteristic of small shallow water bodies which are completely overgrown with communities of duckweeds and are close to swamps in terms of trophic level.

The strengthening of anthropogenic impact on the urbanized section of the middle river causes significant changes in the ecological and spatial structure of HAV communities and is accompanied by fluctuations in their production indices.

Key words: urban area, anthropogenic load, reservoirs, middle river, higher aquatic vegetation, macrophytes, structural indices, flora, communities, overgrowing, phytomass, production.

АННОТАЦИЯ

Клепец Е.В. Структурные особенности высшей водной растительности разнотипных водоемов урбанизированных территорий. – Рукопись.

Диссертация на соискание научной степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.17 – гидробиология. – Институт гидробиологии НАН Украины, Киев, 2021.

В работе изложены результаты исследований структурных показателей высшей водной растительности (ВВР) (флористических, ценологических, продукционных) в водных объектах урболандшафта и тенденций изменения этих показателей в условиях комплексного антропогенного влияния.

В составе изученной водной флоры констатировано обеднение видового состава в сравнении с ретроспективными данными и данными по природному региону, а также преобладание видов, являющихся индикаторами евтрофирования и заболачивания. Большинство выделенных растительных ассоциаций по показателю видового богатства представляют упрощенные варианты исходных природных синтаксонов. Исследованные водные объекты имеют тенденцию к чрезмерному зарастанию акваторий макрофитами. Отклонение степени зарастания акваторий от умеренных значений сопровождаются резкой непропорциональностью экологической структуры зарослей. Показатели полученной фитомассы сообществ различных экогрупп из водных объектов урболандшафта заметно превышали таковые по водоемам природного региона. Главными продуцентами биомассы в исследованных водных объектах выступают сообщества высокотравных гелофитов.

По показателям количественного развития сообществ ВВР (площади зарослей, удельный запас фитомассы, годовая продукция) выделены водные экосистемы, подвергшиеся наиболее сильной антропогенной трансформации в условиях урболандшафта, и сформулированы рекомендации по их оптимизации.

Ключевые слова: урбанизированная территория, антропогенная нагрузка, водоемы, средняя река, высшая водная растительность, макрофиты, структурные показатели, флора, сообщества, зарастание, фитомасса, продукция.