

УДК 502.51(282):582.261.27(477.411)

**М.С. ПРОКОПУК**, к. б. н., наук. співроб.,  
ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,  
вул. акад. Лебедева, 37, Київ, 03143, Україна  
e-mail: maryanaprokopuk406@gmail.com  
ORCID 0000-0001-7739-0068

**Л.М. ЗУБ**, к. б. н., ст. наук. співроб., зав. лабораторії,  
ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,  
вул. акад. Лебедева, 37, Київ, 03143, Україна  
e-mail: lesyazub2@gmail.com  
ORCID 0000-0003-4539-080X

**Ю.Г. БЕРЕЗНІЧЕНКО**, пров. інж.,  
ДУ «Інститут еволюційної екології НАН України»,  
вул. акад. Лебедева, 37, Київ, 03143, Україна  
e-mail: yu\_bereza@yahoo.com  
ORCID 0000-0002-8546-1986

**ТРОПІЧНІ ВСЕЛЕНЦІ *EGERIA Densa* PLANCH.,  
*PISTIA STRATIOTES* L. ТА *EICHHORNIA CRASSIPES*  
(MART.) SOLMS У ВОДНИХ ЕКОСИСТЕМАХ  
М. КИЄВА<sup>1</sup>**

Наведено результати досліджень південних тропічних макрофітів (*Egeria densa*, *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes*) у водних об'єктах в умовах помірно континентального клімату у м. Київ. Вивчено різні аспекти шляхів вселення даних чужорідних видів, їхню екологію: історію появи у водних об'єктах України, особливості фітоценотичної структури угруповань за їхньою участю, продукційні та морфометричні параметри у локальних популяціях, інвазійну поведінку. Види здатні продукувати значну фітомасу: до 0,5 кг/м<sup>2</sup> — *Eg. densa*; 6 кг/м<sup>2</sup> — *P. stratiotes* та 13 кг/м<sup>2</sup> — *E. crassipes*. Вираженість варіацій продукційних параметрів у середині локальних популяцій свідчить про пластичність в умовах регіону досліджень та здатність пристосовуватись до умов вторинного ареалу.

**Ключові слова:** чужорідні види, міські водні екосистеми, Київ, Україна.

В Європейській стратегії щодо інвазійних чужорідних видів, розробленій Бернською конвенцією, підкреслюється, що сучасна активність видів поза їхнім природним ареалом різко зростає через доступність товарів

<sup>1</sup> Робота підтримана грантом Національної академії наук для молодих вчених у пріоритетних напрямках науки і техніки (№ державної реєстрації 0121U110322).

Ц и т у в а н н я: Прокопук М.С., Зуб Л.М., Березніченко Ю.Г. Тропічні вселенці *Egeria densa* Planch., *Pistia stratiotes* L., *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms у водних екосистемах м. Києва. *Гідробіол. журн.* 2022. Т. 58. № 5. С. 45—61.

як результату глобалізації [14]. Це забезпечує вектори та шляхи вселення живих організмів (рослин, тварин), перетину біогеографічних бар'єрів, які зазвичай блокували їхній рух та поширення [32]. Особливу роль тут відіграють мегаполіси, де зосереджується велика кількість пантропічних чужорідних видів як в руках професіоналів, так і аматорів. Основними шляхами вселення цих видів є втеча з аквакультури (акваріуми чи декоративні водойми) або умисний випуск в природні водойми.

Важливим фактором сучасного прискорення вселення чужорідних видів також є істотні зміни основних кліматичних характеристик. Вони є причиною численних непрямих змін у водних екосистемах. Комбіновані стреси, які їх супроводжують, сильно впливають на аборигенні види гідробіонтів загалом і макрофітів зокрема [29].

На фоні змін клімату трансформація аборигенних угруповань макрофітів посилюється через антропогенну трансформацію водних оселищ та антропогенну евтрофікацію вод. Як результат — звільняється низка екологічних ніш, придатних до вселення нових емігрантів. Так, за останні 15—20 років кількість чужорідних видів макрофітів в Україні зросла у декілька разів [35]. І якщо донедавна більшу частину із них в регіоні склали північноамериканські види (*Elodea canadensis* Michx., *Elodea nuttallii* H.St.John, *Azolla caroliniana* Willd.), на сучасному етапі спостерігається проникнення видів більш південного походження (*Egeria densa* Planch., *Pistia stratiotes* L., *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms). Ці види позитивно реагують на поступове підвищення середньорічних температур води, яке спостерігається сьогодні у країнах з помірним кліматом через глобальну зміну клімату.

Вказаним видам, як і більшості чужорідних макрофітів, притаманний швидкий ріст, висока продуктивність, широка екологічна пластичність і властивість мігрувати на значні відстані. Всі ці риси визначають їхню спроможність до активних інвазій. Вони формують густі підводні (егерія густолиста) чи плаваючі (пістія тілорізовидна, ейхорнія гіацинтова) зарості килимового типу, які за короткий час можуть захоплювати цілі водойми. Це робить їх потенційно небезпечними чужорідними видами. *Egeria densa* включено до списку Європейської та Середземноморської організації захисту рослин в 2005 р., як рослина, що має високий потенціал поширення та є загрозою навколишньому середовищу та біорізноманіттю; *Eichhornia crassipes* включено до списку A2 у 2008 р., де рекомендовано вид для регулювання як карантинного шкідника, а *Pistia stratiotes* додано до цього ж списку у 2017 р.

Водні шляхи є чудовими коридорами як проникнення, так і подальшого поширення чужорідних видів. Експансії гідромережами, зазвичай, мають стрімкий характер: найбільш яскравими прикладами ботанічних «водних» вторгнень є світова інвазія водяного гіацинта *Eichhornia crassipes* — виду, родом із Бразилії, який протягом минулого століття поширився у тропічних меліоративних, іригаційних, навігаційних та інших водних об'єктах по всьому світу — Африці, Австралії, США, Індонезії тощо. В Європі *E. crassipes* поширилась басейнами річок Франції, Італії, Порту-

галії та Іспанії, вид зафіксований як випадковий у кількох європейських країнах з помірним кліматом — Бельгії, Румунії, Нідерландах, Великобританії та Чехії [19, 23]. Цей вид сьогодні у 52 країнах світу вважають серйозним бур'яном, який завдає значних збитків і має колосальний вплив на водні екосистеми та якість води [2, 18].

Завдяки складній європейській мережі внутрішніх водних шляхів поширився ще один тропічний вид з високим інвазійним потенціалом — *Egeria densa* [16]. Природним місцем існування виду є водойми Південної Америки в межах Бразилії, Аргентини і Уругваю [17]. Вперше в США рослину знайдено у 1893 р. (Мілл-нек, Лонг-Айленд) та виставлено на продаж як хороший оксигенатор. Перша європейська знахідка цього виду була в каналі в м. Лейпцигу (Німеччина) у 1910 р. Також цей вид знайдений у Бельгії, Франції, Угорщині, Італії, Нідерландах, Іспанії, Швейцарії, Англії. У шести країнах має статус інвазійного виду [16].

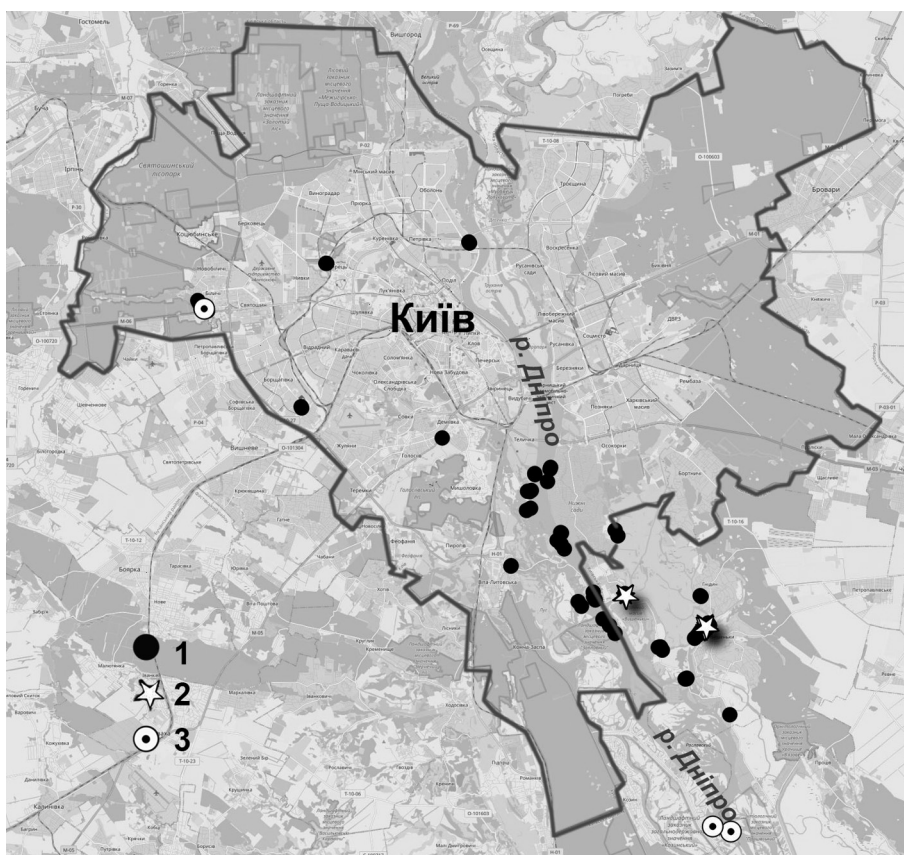
Ще один небезпечний вид — *Pistia stratiotes* — походить з тропічних та субтропічних районів Африки, Азії і Південної Америки. Відомі факти його знахідок в Європі у другій половині ХХ ст. у Нідерландах, Данії, Німеччині, Франції, Іспанії, Італії — відмічені одноразові знахідки [20], на початку ХХІ ст. — у водах Словенії, України [7, 31].

Розвиток великого міста супроводжується кардинальною трансформацією екосистеми [26]. В умовах міста температурний режим більш м'який, менш екстремальний. Це сприяє вселенню і поширенню тут чужорідних видів тропічного походження. Як наслідок, міські екосистеми містять велику кількість чужорідних видів, присутність яких є результатом діяльності людини [25, 30]. А маловидові фітоценози, якими, переважно, є угруповання макрофітів в умовах міських гідроекосистем, є зручною ареною для поширення агресора. Це, в свою чергу, може призвести до повної трансформації природної структури рослинного покриву. Кінцевим результатом такого вселення є формування нових життєздатних популяцій з необхідним рівнем продуктивності та їхнє «виселення» за межі урболандшафту і натуралізація в аборигенних екосистемах. А сучасна посилена антропогенна трансформація природних водних біотопів (евтрофікація водойм, зниження видового різноманіття і зміна структури гідробіоценозів) та значна кількість новостворених техногенних водойм сприяє активізації процесів вселення чужорідних видів до них.

Метою даної роботи було вивчення фітоценотичних особливостей, продукційних показників, екології та інвазійних особливостей південних чужорідних рослин у водоймах, розташованих у міських ландшафтах, в умовах помірного клімату.

### Матеріал і методика досліджень

Об'єктами досліджень стали локальні популяції чужорідних видів макрофітів, які зустрічаються у водних екосистемах м. Києва та його околиць (рис. 1). Київ розташований в середній течії р. Дніпро, який перетинає Україну з півночі на південь протяжністю 1100 км і є складовою Центрального європейського інвазійного коридору [13]. В районі м. Київ існує



**Рис. 1.** Карта-схема знахідок тропічних вселенців у водоймах м. Київ та його околиць (1 — *Pistia stratiotes*, 2 — *Egeria densa*, 3 — *Eichhornia crassipes*)

добре розвинута заплавна гідромережа, що значно трансформована розбудовою міста. Саме тут час від часу формувались фітоценози з наявністю *Egeria densa*, *Pistia stratiotes* та *Eichhornia crassipes*.

Детально обстежено дві локації поширення *Eg. densa* (місцезнаходження і дати опису: 1—3 — дренажний канал станції Бортничі — Вишеньки (1-й шлюз) (м. Київ, 10.09.15); 4—10 — заплавна стариця Золоче (Київська обл., Бориспільський р-н, с. Вишеньки, 23.09.16) (табл. 1); шість — *P. stratiotes* (місцезнаходження і дати опису: 11—12 — Святошинський став № 15 (м. Київ, 23.09.2016); 13 — дренажний канал станції Бортничі — Вишеньки (1-й шлюз), 20.08.20; 14 — дренажний канал станції Бортничі — Вишеньки (2-й шлюз), 20.08.20; 15 — дренажний канал станції Бортничі — Вишеньки (2-й шлюз), 20.08.20; 16 — дренажний канал станції Бортничі — Вишеньки (3-й шлюз), 20.08.20; 17 — дренажний канал станції Бортничі — Вишеньки (3-й шлюз), 21.09.21; 18 — затока Золоче, 13.10.20; 19 — дренажний канал станції Бортничі — Вишеньки (2-й шлюз), 21.09.21; 20 — затока Золоче, 21.09.21) (табл. 2); дві — *E. crassipes*

(місцезнаходження і дати опису: 21—28 — р. Дніпро, 06.10.21; 29—30 — дренажний канал станції Бортничі — Вишеньки (4-й шлюз), 25.10.21) (табл. 3).

Дослідження проводили протягом вегетаційних сезонів 2013—2021 рр. за загальними гідроботанічними методиками [21, 34]. Наукові назви видів використовуються відповідно до Міжнародного індексу назв рослин [24]. Описи рослинності проводили на ділянках з однорідними умовами. Для кожної ділянки вказували географічне положення, тип водойми, глибину, наявність і швидкість течії, характер наносів (п — пісок, зп — замулений пісок), температуру води. Визначали трофічний стан водойми.

Рясність видів було оцінено за допомогою проективного покриття (ПП) у відсотках на кожній локації, де здійснювали опис. ПП кожного виду у фітоценозі при складанні фітоценотичних таблиць переводили в бали за шкалою Браун — Бланке (ступінь покриття в ценозі: r — дуже рідкісний, + — трапляється зрідка, покриття мале; 1 — дуже низька (> 5 %), 2 — низька (5—20 %), 3 — середня (21—40 %), 4 — висока (41—60 %), виступає співдомінантом; 5 — дуже висока (61—100 %), домінант).

Зразки фітомаси відбирали в період максимального розвитку рослин, коли популяції досягали максимальної щільності та фітомаси (вересень

Таблиця 1

Характеристика угруповань за участю *Egeria densa*

Показники	Номери описів									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПП, %	100	90	20	100	20	50	100	60	100	70
Глибина, м	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,2	0,5	0,4	0,3	0,2
Тип ґрунту	зп	зп	зп	п	п	п	п	п	п	п
Кількість видів	3	3	3	5	2	4	3	4	4	3
<i>Egeria densa</i> Planch.	5	4	1	2	1	2	3	2	r	r
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	2		+	4	1	3	3	3	5	r
<i>Najas marina</i> L.				r					1	
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden		1								
<i>Lemna minor</i> L.	r	1		r			r	r	r	
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.				1				r		
<i>Typha angustifolia</i> L.			1							
<i>Butomus umbellatus</i> L.						r				

Примітка. Тут і в табл. 2, 3: п — пісок, зп — замулений пісок; ступінь покриття в ценозі: r — дуже рідкісний, + — трапляється зрідка, покриття мале; 1 — дуже низька (> 5 %), 2 — низька (5—20 %), 3 — середня (21—40 %), 4 — висока (41—60 %), виступає співдомінантом; 5 — дуже висока (61—100 %), домінант.

— жовтень). Зразки фітомаси відбирали у 3—4 повторюваностях в однорідних угрупованнях за допомогою гідроботанічної рамки (0,3×0,3 м), з подальшим зважуванням та висушуванням.

### Короткий літературний огляд інвазій видів в Україні

Усі види потрапили у водойми і водотоки України саме завдяки умисному вивільненню (intentional release): їх навмисне вселили у декоративні водойми міста (переважно, на приватних об'єктах, де не було відповідного контролю їхнього поширення). Щодо *Egeria densa* — вона, найпевніше, потрапила із акваріумної культури. Інвазії сприяла середньорічна температура повітря, яка в Україні протягом останніх 100 років зростає більше як на 2,5 °С (за даними Офіційного порталу Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України [8]).

Таблиця 2

Характеристика угруповань за участю *Pistia stratiotes*

Показники	Номери описів									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ПП, %	90	100		100	100	100	70	100	60	40
Глибина, м	0,4	0,5	0,2	0,4	0,2	0,4	0,5	0,4	0,3	0,3
Тип ґрунту	зп	зп	п	зп	зп	зп	зп	п	п	п
Кількість видів	6	2	3	1	1	6	2	6	2	4
<i>Pistia stratiotes</i> L.	4	5	4	5	5	5	4	5	4	3
<i>Egeria densa</i> Planch.			r					r	r	r
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	r	1								
<i>Elodea canadensis</i> Michx.										r
<i>Elodea nuttallii</i> Planch.						r				
<i>Najas marina</i> L.	r							r		r
<i>Nuphar lutea</i> (L.) S.M.						r	2			
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schlegel	1									
<i>Lemna minor</i> L.	r					r				
<i>Potamogeton crispus</i> L.	r									
<i>Typha angustifolia</i> L.								1		
<i>Sparganium erectum</i> L.			1			r				
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.						1		1		
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.								1		

Перша знахідка в середній течії Дніпра (лівий берег Дніпра, південна околиця м. Києва) була зафіксована у 2004 р.; протягом 2005—2006 рр. вид був відмічений у верхів'ї Канівського водосховища [1]. Через десять років цей вид зафіксовано вже на 600 км нижче за течією Дніпра — у Сульській затоці Кременчуцького водосховища [10]. Стрімко поширившись більш ніж на 100 км вгору за течією по Сулі, її притоках (відмічений для малих річок Сулиця, Сліпород, Оржиця, Локня, Бишкинь, Олава) і меліоративним каналам, *Eg. densa* проявила високу ценотичну активність, зазвичай виступаючи домінантом угруповань макрофітів. Поширення виду у верхів'ї р. Сули нашими дослідженнями 2016 р. підтвердити не вдалося.

На території України рослини виду *Pistia stratiotes* були відмічені ще у 80-х роках минулого сторіччя, але особливої загрози, у зв'язку з вимерзанням у зимовий період, не являли [4]. Розвиток локальних популяцій виду час від часу спостерігали у декоративних міських водоймах (Одеса — 2005 р., Київ — 2009 р. [7]), вони успішно перезимували та поширилися наступного року. Проте згодом на цих водоймах зникли, але фіксувались на інших ставках та декоративних водоймах міста [28]. В 2011р. *P. stratiotes* описана у каналі теплоелектростанції, що на р. Сіверській Донець біля смт. Есхар (південний схід України, Харківська обл.) [6]. У 2013 р. зарості виду відмічають на кар'єрних водоймах Криворіжжя, які утворились у за-

Таблиця 3

Характеристика угруповань за участю *Eichhornia crassipes*

Показники	Номери описів									
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ПП, %	100	100	100	100	100	100	100	100	90	100
Глибина, м	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,5	0,1	0,4	0,4	0,5
Тип ґрунту	п	п	п	п	п	п	п	п	зп	зп
Кількість видів	7	2	6	4	4	1	1	1	2	3
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms.	4	3	+	5	4	5	5	4	3	1
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	г	2								
<i>Lemna minor</i> L.	3		4	3	2					
<i>Stratiotes aloides</i> L.	г		г	+	1					г
<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	г		3	г	1					4
<i>Sparganium erectum</i> L.			г							
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.	+									
<i>Zizania latifolia</i> L.	1								1	
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.			г							

падинах відпрацьованих кар'єрів озера [22], спалахи розвитку рослини у 2020 р. зафіксовано й іншими авторами [3].

У літературі не зазначено знахідок *Eichhornia crassipes* в Україні. У 2020 р. нами вперше було відмічено одиничний екземпляр у Святошинському ставі № 15.

### Результати досліджень

Сформовані угруповання *Egeria densa* на водоймах міста нами були виявлені наприкінці літа 2013 та 2015 рр., тільки у двох локаціях (рис. 1): у заплавної стариці Золоче (південна межа м. Київ, с. Вишеньки), та у 2015 р. під берегом 1-го шлюзу дренажного каналу на південній межі міста (канал Бортничі — Вишеньки). Зазначимо, що популяція виду не вийшла за межі локалітетів, зазначених у джерелах для перших знахідок в регіоні у 2004 р. Окремі екземпляри виду також зустрічались у прибережних наносах макрофітів. Це дає підстави стверджувати про поширення *Eg. densa* на інших мілководних ділянках каналу та мілководдях р. Дніпро, з яким канал з'єднано. В умовах регіону досліджень вегетація виду розпочиналась досить пізно. Масовий розвиток заростей спостерігався наприкінці серпня — на початку вересня, коли вода прогрівалась вище 20 °С.

*Eg. densa* утворювала фрагментарні плямисті, зазвичай монодомінантні зарості килимового типу, з проективним покриттям (ПП) до 80—90 %, на піщаних прибережних мілководдях глибиною 0,3—1,0 м (див. табл. 1). Надавала перевагу ділянкам із хорошим водообміном (оселищам з наявною слабкою течією). Формувала щільні зарості, які місцями суцільно вкривали дно мілководь. У фітоценозі може виступати як монодомінантом (ПП 80—90 %), так і субдомінантом (ПП 20—30 %) з домінуванням *Ceratophyllum demersum* L. У складі фітоценозів із постійною присутністю поодинокі відмічені *Lemna minor* та *Spirodela polyrrhiza*. *Eg. densa* в умовах досліджених локалітетів формувала ценопопуляції з показниками фітомаси 0,225—0,450 кг/м<sup>2</sup> (сира фітомаса).

Спостереження 2020—2021 рр. у даних місцезнаходженнях показали лише поодинокі знахідки *Eg. densa*, яка не формувала окремих фітоценозів, в той час як масового розвитку в ці роки у даних локалітетах досяг інший вид — *Pistia stratiotes*.

*P. stratiotes* до 2020 р. зрідка траплялась на різних декоративних водоймах міста. Це були слабко проточні евтрофні ставки з трохи замуленими піщаними донними відкладами. *P. stratiotes* зазвичай формувала невеликі плямисті зарості, які зникали наступного року. І лише на час осінніх досліджень 2016 р. угруповання *P. stratiotes* на великому русловому ставку досягали значного розвитку, формуючи окремий пояс вільноплаваючих макрофітів вздовж заростей гелофітів. Розвиток фітоценозів за участю виду у даному локалітеті відбувався при незвично низькій температурі води ставка, що на цей період складала +9 °С. Цікавою особливістю було і те, що на період розвитку сформованих ценозів даного виду флористичний склад макрофітів водойми був дещо збідненим — зустрічалось вісім





а

б

**Рис. 2.** Розвиток ценозів з домінуванням *Pistia stratiotes* у водоймах околиць м. Києва (а — 2020 р., б — 2021 р.)

видів (для порівняння — влітку 2015 р. ми реєстрували для водойми 15 видів).

За умов падіння рівня води та обсихання прибережних мілководь спостерігалось формування амфібійної екоморфи *P. stratiotes*, коли рослина утворювала щільні шкірясті розетки на прибережному мулі.

У 2020 р. *P. stratiotes* наприкінці літа дала масовий спалах розвитку: більшість міських каналів та заплавних водойм лівого берега р. Дніпро на південно-східній межі м. Києва були зарослі сформованими ценозами виду. Зарості займали усе плесо водних об'єктів (рис. 2).

*P. stratiotes* формувала маловидові монодомінантні ценози (див. табл. 2), в яких лише зрідка траплялися ряски (переважно *Spirodela polyrhiza*). Популяція виду успішно перезимувала, і влітку 2021 р. фрагментарні зарості мозаїчного типу знову траплялись у минулорічних локаціях. Проте такого масового розвитку, як у 2020 р., ми не спостерігали (див. рис. 2). Дослідження продукційних показників *P. stratiotes* у кінці вегетаційного періоду протягом двох останніх років показали, що у 2021 р. в одних і тих самих локалітетах формувалось у 6 разів менше сирої фітомаси, ніж у той же період 2020 р. (рис. 3). Спостерігалась яскраво виражена варіація величин фітомаси окремих укосів *P. stratiotes* у межах одного локалітету (рис. 4).

Перші поодинокі знахідки *Eichhornia crassipes* були зафіксовані у 2020 р. в одному з паркових ставків Києва (Святошинський став № 15). Рослина не досягла стадії квітування та не перезимувала.

У 2021 р. спостерігався масовий спалах розвитку *E. crassipes* у дренажних каналах дачного масиву міста Осокорки та протоках Дніпра під

Києвом. Тут повсюдно формувався фрагментарний пояс заростей за участю виду під поясом гелофітів. *E. crassipes* утворювала субдомінантні ценози з синузією вільноплаваючих рослин (*Lemna minor*, *Salvinia natans*, *Stratiotes aloides*) або монодомінантні зарості, які подекуди займали акваторії, не зарослі гелофітами (табл. 3).

Рослини *E. crassipes* квітували та утворювали запаси фітомаси у сирій вазі 2,67— 13,11 кг/м<sup>2</sup>. Як і у *Pistia stratiotes*, спостерігали варіацію величин фітомаси окремих укосів у межах локальної популяції (рис. 4).

### Обговорення результатів досліджень

Дослідження регіональних особливостей розвитку чужорідних видів тропічного походження в умовах міських водних об'єктів показали його ефемерний характер: масовий і стрімкий розвиток угруповань, зазвичай, змінюється затиханням розвитку, подекуди до повної елімінації. Цей процес супроводжується зміною фітоценотичного складу мілководних оселищ (табл. 4): зі спалахом розвитку чужинців аборигенні види (насамперед, гідрофіти) так само стрімко випадають із рослинних угруповань. Наприклад, масовий розвиток *Pistia stratiotes* у дренажному каналі у 2020 р. призвів до зникнення із мілководь 12 аборигенних видів (*Stuckenia pectinata*, *Potamogeton perfoliatus*, *Spirodela polyrhiza* та ін. — табл. 4). Розвиток ценозів *Egeria densa* у заплавної водоймі Золоче супроводжувався зникненням мезотрофних видів, таких як *Nuphar lutea* (L.) S.M., *Trapa natans* L. та *Caulinia minor* Coss. & Germ., поширених тут у 2014 р. (див. табл. 4). За даними Г. Казаріної [5], внаслідок розвитку популяцій *Pistia stratiotes* у долині р. Сіверський Донець у 2014 р., коли близько 70 % площ водойм були вкриті суцільним шаром особин виду, відбулися зміни ступеня трофності води з мезоевтрофного на евтрофний. У непроточних

гідроекосистемах — на гіперевтрофний. Перехід фітомаси *Pistia stratiotes* у детрит на декілька років затримав відновлення природної трофності.

Розвинута система заплавної водойми та дренажних каналів у межах міста, їхній прямий зв'язок з Дніпром робить логічним вихід даних видів за межі урболандшафту в дніпровську гідромережу (підтвердженням цього є спалах розвитку *Eichhornia crassipes* саме в рукавах Дніпра нижче дачних масивів міста). Коли С.О. Афанасьєв [11] вперше у 2005 р. відмітив знахідки *Pistia stratiotes* для р. Дніпро (верхні ділянки Ка-

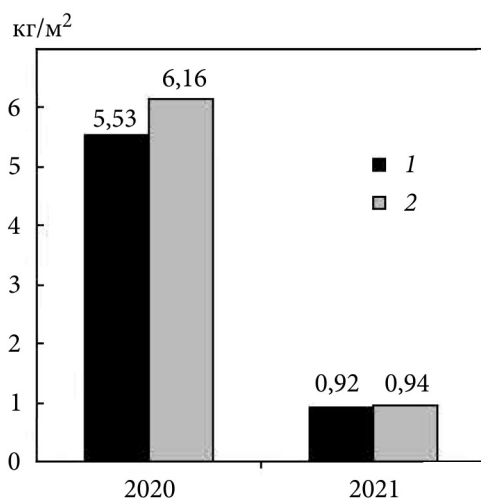
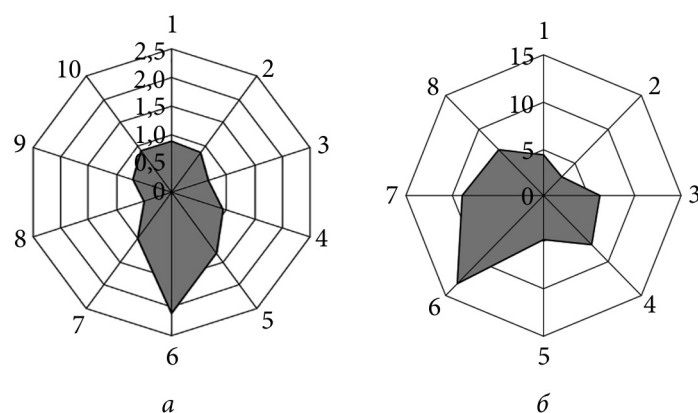


Рис. 3. Динаміка фітомаси *Pistia stratiotes* у досліджених локалітетах (1 — заплавна стариця, 2 — дренажний канал)



**Рис. 4.** Варіація величини фітомаси (сиря фітомаса, кг/м<sup>2</sup>) у локальній популяції (*a* — *Pistia stratiotes*, *б* — *Eichhornia crassipes*). На радіусі відкладено шкалу значень, по колу — порядковий номер укосів

нівського водосховища), рослини масово сплавлялися течією, ширина смуги складала 30—50 м. За даними автора, вид дав спалах розвитку, проте не перезимував. В 2008, 2010 і 2011 рр. відмічаються поодинокі особини *P. stratiotes*, викинуті на піщані пляжі р. Дніпро нижче м. Києва.

Можна очікувати формування стійких локальних популяцій в умовах природних водотоків та заплavnих водойм (подібне вже спостерігалось на прикладі розмноження *Egeria densa* в умовах гідромережі р. Стугна у 2013 р.) [10].

Сприяє цьому і відмічений нами факт квітнення *Pistia stratiotes* та *Eichhornia crassipes*. Можливість генеративного розмноження в умовах помірного клімату вже розглядалась для інших країн Європи [16, 28]. Але частіше *Pistia stratiotes* розмножується вегетативно — утворює невеликі колонії з дочірніми рослинами, прикріпленими до материнської рослини столонами, що розвиваються в пазухах низових листків [15]. Розповсюдження посилюється завдяки відокремленню дочірніх рослин, які утворюють нові колонії. Одним із механізмів домінування інвазійного виду у фітоценозах вважають алелопатичну взаємодію з представниками місцевої водної флори [12, 27].

Вираженість варіацій продукційних параметрів у середині локальних популяцій даних видів свідчить про їхню пластичність в умовах регіону досліджень. Це, зазвичай, притаманне видам, що знаходяться на перших етапах інвазії. Перші масштабні вторгнення чужорідних видів тропічного походження, які охопили природні біотопи України та завдали серйозних екологічних збитків, відбулись на згаданій р. Сіверський Донець у 2014 р. за рахунок масового спалаху *Pistia stratiotes* [5, 9]. Спостерігаються загальні тенденції до подальшого його інвазійного поширення території України [9].

Таблиця 4

## Динаміка видового складу макрофітів досліджених ділянок

Види	Дренажний канал			Затока Золоче			р. Дніпро	
	2015 р.	2016 р.	2020 р.	2014 р.	2016 р.	2020 р.	2015 р.	2021 р.
	Загальна кількість видів	16	6	4	9	6	8	12
<i>Egeria densa</i> Planch.	II <sup>r</sup>	IV <sup>4-5</sup>	IV <sup>r</sup>	—	V <sup>r-3</sup>	II <sup>r</sup>	—	—
<i>Pistia stratiotes</i> L.	—	—	V <sup>r-5</sup>	—	—	V <sup>4-5</sup>	—	—
<i>Eichhornia crassipes</i> (Mart.) Solms.	—	—	—	—	—	—	—	V <sup>r-5</sup>
<i>Elodea nuttallii</i> Planch.	—	IV <sup>1</sup>	—	—	—	—	II <sup>2-3</sup>	—
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	—	IV <sup>2</sup>	—	II <sup>r+</sup>	V <sup>r-4</sup>	II <sup>r</sup>	II <sup>r</sup>	II <sup>r-2</sup>
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	II <sup>r-1</sup>	II <sup>r-1</sup>	—	—	—	—	II <sup>r-1</sup>	—
<i>Najas marina</i> L.	—	—	—	—	III <sup>r</sup>	II <sup>r</sup>	III <sup>r</sup>	—
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	II <sup>r</sup>	—	—	II <sup>1</sup>	II <sup>1</sup>	—	II <sup>1</sup>	—
<i>Potamogeton crispus</i> L.	II <sup>r-1</sup>	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stuckenia pectinata</i> (L.) Borner	II <sup>r</sup>	—	—	II <sup>1</sup>	—	—	II <sup>1</sup>	—
<i>Caulinia minor</i> Coss. & Germ.	I <sup>r</sup>	—	—	I <sup>1</sup>	—	—	—	—
<i>Hydrocharis morsus-ranae</i> L.	II <sup>r+</sup>	—	—	—	—	—	II <sup>r+</sup>	—
<i>Nuphar lutea</i> (L.) S.M.	IV <sup>r-2</sup>	—	—	II <sup>r</sup>	—	II <sup>+</sup>	—	—
<i>Trapa natans</i> L.	III <sup>1-3</sup>	—	—	II <sup>r</sup>	—	—	I <sup>1-3</sup>	—
<i>Stratiotes aloides</i> L.	II <sup>r-1</sup>	II <sup>r-1</sup>	—	—	—	—	III <sup>r-1</sup>	IV <sup>r-1</sup>
<i>Spirodela polyrhiza</i> (L.) Schleiden	III <sup>1-3</sup>	—	—	II <sup>+</sup>	—	—	II <sup>+</sup>	—

Продовження табл. 4

Види	Дренажний канал			Загока Золоче			р. Дніпро	
	2015 р.	2016 р.	2020 р.	2014 р.	2016 р.	2020 р.	2015 р.	2021 р.
	<i>Salvinia natans</i> (L.) All.	II <sup>r+</sup>	III <sup>r-1</sup>			IV <sup>r</sup>	IV <sup>+</sup>	III <sup>r-4</sup>
<i>Lemna minor</i> L.						II <sup>r</sup>	II <sup>r+</sup>	III <sup>2-4</sup>
<i>Typha angustifolia</i> L.								
<i>Typha latifolia</i> L.			I <sup>1</sup>	II <sup>r-1</sup>				
<i>Butomus umbellatus</i> L.					II <sup>r</sup>			
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud.						I <sup>1</sup>		I <sup>+</sup>
<i>Zizania latifolia</i> L.								I <sup>1</sup>
<i>Glyceria maxima</i> (Hartm.) Holmb.	I <sup>1</sup>					I <sup>1</sup>		I <sup>1</sup>
<i>Eleocharis palustris</i> L.				II <sup>r</sup>				I <sup>1</sup>
<i>Sparganium erectum</i> L.							II <sup>1</sup>	II <sup>1</sup>
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	II <sup>r-1</sup>						II <sup>r-1</sup>	

Примітка. I — вид наведено менш як в 5 % описів; II — 5—25 %; III — 26—50 %; IV — 51—75 %; V — 76—100 %; ступінь покриття в ценозі: r — дуже рідкісний, + — трапляється зрідка, покриття мале; 1 — дуже низька (> 5 %), 2 — низька (5—20 %), 3 — середня (21—40 %), 4 — висока (41—60 %), виступає співдомінантом; 5 — дуже висока (61—100 %), домінант.

Поширенню теплолюбних видів у природні водойми сприяє висока концентрація в регіоні техногенних об'єктів з незамкненим водним циклом [4]. Ще однією особливістю даних видів є їхня здатність витримувати антропогенне забруднення водойм: вони можуть зростати у водоймах з низьким вмістом CO<sub>2</sub>, недостатнім освітленням, витримувати високий вміст фосфору чи азоту неорганічного [28, 33].

Завдяки високій конкурентоспроможності видів, здатності до вегетативного розмноження та поширення на значні відстані протягом короткого проміжку часу, *Egeria densa*, *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* відносяться до видів із CR-стратегією.

### Висновки

Міста за рахунок широкого і неконтрольованого використання населенням тропічних чужорідних видів є джерелами проникнення останніх спочатку в міські, а потім — у природні гідроекосистеми. В умовах міста температурний режим більш м'який, менш екстремальний. Це сприяє вселенню і поширенню тут чужорідних видів тропічного походження. Для адаптації популярних у міській аквакультурі видів — *Egeria densa*, *Pistia stratiotes*, *Eichhornia crassipes* — до умов помірно-континентального клімату м. Києва важливе значення мають такі явища:

- конкурентоспроможність та евритопність цих видів та здатність до трансформації біотопів: швидкий масовий розвиток прибульців спричиняє швидке заміщення аборигенних видів (переважно гідрофітів) із рослинних угруповань; як наслідок: формування монодомінантних фітоценозів з невеликою кількістю видів, що здатні швидко поширюватись на нові території;

- пік масового розвитку виду припадає на кінець вегетаційного сезону (серпень-вересень) — це час сприятливої температури води;

- здатність формувати значну фітомасу: до 0,5 кг/м<sup>2</sup> сирої фітомаси для *Egeria densa*; 6 кг/м<sup>2</sup> — для *Pistia stratiotes* і 13 кг/м<sup>2</sup> — для *Eichhornia crassipes*;

- пластичність, вираженість варіацій продукційних параметрів у локальних популяціях;

- здатність квітнути в помірному кліматі;

- ефемерний характер розвитку популяцій: масовий і швидкий розвиток угруповань у сприятливі роки і зменшення в несприятливі, іноді аж до повного зникнення.

*Egeria densa*, *Pistia stratiotes* і *Eichhornia crassipes* можна розглядати як види віолентно-рудеральної еколого-фітоценотичної стратегії (CR-стратегії) за умов помірно-континентального клімату. Вони здатні до подальшого інвазійного поширення по гідромережі України. У майбутньому можна очікувати формування в природних водотоках і заплавах водоймах стабільних місцевих популяцій, особливо *Pistia stratiotes*.

Список використаної літератури

1. Багацька Т.С. *Egeria densa* Planchon (Hydrocharitaceae) — новий вид для материкової частини України. *Укр. ботан. журн.* 2007. Т. 64, № 6. С. 914—916.
2. Голованов Я.М., Абрамова Л.М., Мулдашев А.А. Натуралізація інвазійного виду *Elodea canadensis* Michx. в водоемах Республіки Башкортостан. *Рос. журн. биол. инв.* 2016. № 2. С. 7—21.
3. Дворецький Т.В., Триліс В.В., Савицький О.Л. Оцінка масового розвитку *Pistia stratiotes* у водоймах лівобережної заплави Дніпра у районі Києва на основі супутникових даних. *Гідробіол. журн.* 2022. Т. 58, № 2. С. 18—31.
4. Дубина Д.В., Дзюба Т.П., Дворецький Т.В. та ін. Інвазійні водні макрофіти України. *Укр. ботан. журн.* 2017. Т. 74, № 3. С. 248—262.
5. Казарінова Г.О. Сингенетичні зміни вищої водної рослинності долини р. Сіверський Донець. *Укр. ботан. журн.* 2014. Т. 71, № 4. С. 435—441.
6. Казарінова Г.О., Гамуля Ю.Г., Громакова А.Б. Масовий розвиток *Pistia stratiotes* (Araceae) в р. Сіверський Донець (Харківська область). *Укр. ботан. журн.* 2014. Т. 71, № 1. С. 17—21.
7. Лушпа В.І. Водяний латук (*Pistia stratiotes* L.) у Голосіївському ставку м. Києва. *Наук. вісник НУБІП України.* 2009. Вип. 134, ч. 1. С. 147—152.
8. Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України (МЗДПРУ). 2019. URL: <https://mepr.gov.ua/>
9. Мосякін А.С., Казарінова Г.О. Моделювання інвазійного поширення *Pistia stratiotes* (Araceae) на основі ПС-аналізу кліматичних факторів. *Укр. ботан. журн.* 2014. Т. 71, № 5. С. 549—557.
10. Старовойтова М. Поширення та еколого-ценотична характеристика видів *Egeria densa* Planchon та *Elodea nuttallii* (Planch.) у водоймах басейну річки Сули. *Вісн. Київ. нац. ун-ту. ім. Тараса Шевченка.* 2012. Вип. 30. С. 45—48.
11. Afanasev S.A., Savitsky A.L. Finding *Pistia stratiotes* in the Kanev reservoir and assessing the risk of its naturalization. *Hydrobiol. J.* 2016. Vol. 52, N 6. P. 50—57.
12. Aliotta G., Monaco P., Pinto G. et al. Potential allelochemicals from *Pistia stratiotes* L. *J. Chem. Ecol.* 1991. Vol. 17, N 11. P. 2223—2234.
13. Bij de Vaate A., Jazdzewski K., Ketelaars H.A.M. et al. Geographical patterns in range extension of Ponto-Caspian macroinvertebrate species in Europe. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 2002. Vol. 59. P. 1159—1174.
14. Butchart S.H.M., Walpole M., Collen B. et al. Global biodiversity: indicators of recent declines. *Science.* 2010. Vol. 328, N 5892. P. 1164—1168.
15. Buzgo M. The Genus *Pistia* Benth & Hook. 2015. URL: <http://www.aroid.org/genera/pistia/buzgopistia.php>
16. Cabi. 2019. URL: <http://www.cabi.org/isc/datasheet/20491#tab1-navU>. Accessed 19 November 2019.
17. Cook C.D.K., Urmi-König K. A revision of the genus *Elodea* (Hydrocharitaceae). *Aquat. Bot.* 1985. Vol. 21. P. 111—156.
18. De Groote H., Ajuonua O., Attignona S. et al. Economic impact of biological control of water hyacinth in Southern Benin. *Ecological Economics.* 2003. Vol. 45, N 1. P. 105—117.
19. EAA. The impacts of invasive alien species in Europe. Luxembourg: Publication Office of the European Union. 2012. URL: <http://www.eea.europa.eu/publications/impacts-of-invasive-alien-species>. Accessed 12 August 2016.
20. EPPO Lists of Invasive Alien Plants. 2021. URL: [http://www.eppo.int/INVASIVE\\_PLANTS/iap\\_list/Pistia\\_stratiotes.htm](http://www.eppo.int/INVASIVE_PLANTS/iap_list/Pistia_stratiotes.htm)
21. Fasset N.C. A manual of aquatic plants. University of Wisconsin Press, Madison. 1969. 405 p.
22. Fedonenko O.V., Pozdnyy E.V. Ecological analysis of higher aquatic and shoreline aquatic vegetation of Kryvbas quarry ponds. *Problems of ecology and nature protection of the technogenic region.* 2013. Vol. 1, N 13. P. 60—65.

23. Invasive alien species of Union concern. Luxembourg : Publication Office of the European Union. 2017. Vol. 1. 39 p.
24. IPNI. International plant names index. 2021. URL: <https://www.ipni.org>. Accessed 15 June 2021.
25. Lososová Z., Chytrý M., Danihelka J. et al. Biotic homogenization of urban floras by alien species: The role of species turnover and richness differences. *J. Vegetation Sci.* 2016. Vol. 27, N 3. P. 452—459. <https://doi.org/10.1111/jvs.12381>
26. Marques S.P., Manna R.L., Frauendorf C.T. et al. Urbanization can increase the invasive potential of alien species. *J. Anim Ecol.* 2020. Vol. 89, N 10. P. 2345—2355. doi: 10.1111/1365-2656.13293
27. Neuenschwander P., Julien M.H., Center T.D. et al. *Pistia stratiotes* L. (Araceae) / Ed. by Muniappan R., Reddy G. V. P., Raman A. Biological control of tropical weeds using arthropods. Cambridge University Press. 2009. P. 332—352.
28. Prokopuk M.S., Zub L.M. Urban ecosystems as locations of distribution of alien aquatic plants. *Folia Oecologica.* 2020. Vol. 47, N 2. P. 158—166.
29. Reitsema R.E., Preiner S., Meire P. et al. Implications of climate change for submerged macrophytes: effects of CO<sub>2</sub>, flow velocity and nutrient concentration on *Berula erecta*. *Aquatic Ecology.* 2020. Vol. 54. P. 775—793. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10452-020-09776-8>.
30. Richardson D.M., Pysek P., Carlton J.T. A compendium of essential concepts and terminology in invasion ecology. In: Fifty years of invasion ecology: The legacy of Charles Elton. 2011. Oxford, UK: Wiley-Blackwell. 409 p. <https://doi.org/10.1002/9781444329988>
31. Šajna N., Haler M., Škornik S., Kaligarič M. Survival and expansion of *Pistia stratiotes* L. in a thermal stream in Slovenia. *Aquatic Botany.* 2007. Vol. 87. P. 75—79.
32. T-PVS-Inf 10E. Convention on the conservation of European wildlife and natural habitats: Guidance for governments concerning invasive alien species pathways action plans. 2016. URL <https://www.coe.int/en/web/bern-convention/-/t-pvs-bureau-meeting-1>. Accessed 22 March 2016
33. Williamson M. Biological Invasions. Springer Science & Business Media. 1996. 256 p.
34. Wood R.D. Hydrobotanical methods. University Park Press, Baltimore. 1975. 173 p.
35. Zub L.M., Prokopuk M.S. The Features of Macrophyte Invasions in Aquatic Ecosystems of the Middle Dnieper Region (Ukraine). *Rus. Journ. of Biol. Invas.* 2020. Vol. 11, N 2. P. 108—117.

Надійшла 27.05.2022



M.S. Prokopuk, PhD (Biol.), Researcher,  
Institute for Evolutionary Ecology of the NAS of Ukraine,  
Lebedeva St., 37, Kyiv, 03143, Ukraine,  
e-mail: maryanaprokopuk406@gmail.com  
ORCID 0000-0001-7739-0068

L.M. Zub, PhD (Biol.), Senior Researcher, Head of the Laboratory,  
Institute for Evolutionary Ecology of the NAS of Ukraine,  
Lebedeva St., 37, Kyiv, 03143, Ukraine,  
e-mail: lesyazub2@gmail.com  
ORCID 0000-0003-4539-080X

Yu.H. Bereznichenko, Leading Engineer,  
Institute for Evolutionary Ecology of the NAS of Ukraine,  
Lebedeva St., 37, Kyiv, 03143, Ukraine,  
e-mail: yu\_bereza@yahoo.com  
ORCID 0000-0002-8546-1986

TROPICAL INVADERS — *EGERIA Densa* PLANCH., *PISTIA STRATIOTES* L.  
& *EICHORNIA CRASSIPES* (MART.) SOLMS IN THE AQUATIC  
ECOSYSTEMS OF KYIV

The results of research on southern tropical macrophytes (*Egeria densa*, *Pistia stratiotes*, and *Eichhornia crassipes*) in water bodies in the temperate continental climate of Kyiv City (Ukraine) are given in the paper. We studied various aspects of the ways of invasion of these neophytes and their ecology: the history of appearance in water bodies of Ukraine, features of phytocoenotic structure of communities with their presence, production and morphometric indicators of local populations, invasive features. Species are able to produce significant phytomass: up to 0.5 kg/m<sup>2</sup> for *Egeria densa*, 6 kg/m<sup>2</sup> for *Pistia stratiotes*, and 13 kg/m<sup>2</sup> for *Eichhornia crassipes*. The expression of variations of production parameters in local populations indicates plasticity of these species in the region of research and their ability to adapt to the conditions of the secondary distribution range.

**Keywords:** alien species, urban aquatic ecosystems, Kyiv, Ukraine.