

СТАН ІНВАЗІЙНОСТІ *ULMUS PUMILA* L. В УРБООКОСИСТЕМІ ЗА КЛІМАТИЧНИХ ЗМІН

Ю. В. Лихолат, Н. О. Хромих, А. А. Алексєєва

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара,
м. Дніпро, Україна

Анотація. Кліматичні зміни здатні впливати на межі поширення природних і адвентивних видів рослин. Коливання температури повітря, відносної вологості та інших факторів можуть стати стимулом для ініціації та/або інтенсифікації інвазійної природи деяких адвентивних видів рослин, особливо в регіонах з високим ступенем антропогенної трансформації. У статті наведено результати аналізу сучасного стану та прогнозу інвазійності адвентивного виду *Ulmus pumila* L. (в'яз низького) у Північному Степу в умовах кліматичних змін. Локальну популяцію *U. pumila*, що складалася з молодих дерев різного віку, було виявлено під час маршрутного обстеження на території великого промислового міста Дніпро. Встановлено насінне походження популяції, визначено чисельність та щільність підросту, досліджено віковий і життєвий стан популяції. Обґрунтовано надання статусу інвазійної виявленій локальній популяції *U. pumila*. Розроблено математичні моделі розвитку популяцій насінневого походження в'язу низького в антропогенно трансформованому екоотопі (покинута будівельний майданчик) міста Дніпро. Зроблено прогноз про збереження тенденції росту інвазійності в'язу низького за умов подальших змін клімату у регіоні.

Ключові слова: в'яз низький, локальна популяція, інвазійність, кліматичні зміни, моделювання.

Вступ. Процеси проникнення рослинних організмів на нові території давно набули глобального характеру і нерідко провокують важкі наслідки для природних екосистем, загрожуючи збереженню біорізноманіття на всіх рівнях організації [7–9].

Ідентифікація інвазійних видів, шляхів їх інтродукції та поширення, здійснення заходів щодо їх регулювання або викорінення на сьогодні є одними з актуальних пріоритетних завдань, зазначених у низці міжнародних документів. Конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (м. Берн, 1979), ратифікована Україною в 1999 р., і Конвенція ООН про біорізноманіття (1992 р.), ратифікована Україною в 1994 р. вимагають залобігання інвазіям, контролю або знищення тих чужорідних видів, які загрожують корінним екосистемам, місцям існування, угрупованням і видам [6, 29].

Значна швидкість деградації фітоценозів, зумовлена постійними інвазіями чужорідних видів у природні угруповання, привернула увагу багатьох дослідників [19, 20, 24, 25]. Наслідки появи у фітоценозах інвазійних видів рослин численні і носять екологічний, економічний і соціальний характер [1, 15, 22]. Інвазійні види завдають шкоди сільському і лісовому господарству [5, 16], трансформують функціонування міських екосистем у більшості випадків не в кращу сторону [10] і негативно впливають на здоров'я людей [12], стаючи джерелом алергій та інших захворювань.

У Україні процес поширення чужорідних рослинних видів найбільш активно проходить у регіонах, що мають давню історію антропогенного перетворення. У Степовому Придніпров'ї, включаючи Дніпропетровську область, тривалий і масштабний антропогенний тиск призвів до зміни природних ландшафтів внаслідок надмірного випасання худоби, видобування копалин кар'єрним способом та дії забруднюючих речовин. Як відомо, за таких умов автохтонна флора зазнає глибокого руйнування, швидкої деградації та втрати типових компонентів, які замінюються синантропними, у тому числі адвентивними рослинними видами [3, 4, 21, 23].

У попередніх дослідженнях ми встановили, що у степовій зоні України автохтонні [13] та адвентивні [14] деревні рослини характеризуються надзвичайно високою чутливістю метаболічних процесів до мінливості мікроклімату та освітленості навіть у незначному діапазоні коливань. Враховуючи континентальний характер регіонального клімату, можна очікувати, що його зміни в напрямку посилення рис аридності стануть важливим чинником впливу на межі розповсюдження рослинних видів. Ми припустили, що деякі адвентивні рослинні види могли отримати переваги для виживання та розселення на території Степового Придніпров'я за умов кліматичних змін останніх десятиліть. Для перевірки гіпотези проведено порівняльні дослідження сучасних меж розповсюдження деяких адвентивних рослин, які кількома десятиліттями раніше були асоційовані лише з локальними місцезростаннями.

Мета — оцінити сучасний стан і спрогнозувати динаміку зростання чисельності рослин у популяції адвентивного деревного виду *Ulmus pumila* L. в умовах кліматичних змін.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проведені в 2017 р. на території великого промислового міста Дніпро (47°27'58" N, 35°01'31" E), розташованого в межах Степового Придніпров'я. Згідно загальноприйнятих підходів адвентивними вважали такі види, які внаслідок діяльності людини розселялись у регіонах, де раніше були

відсутні. Визначення інвазійності адвентивних рослин проводили за критерієм [18], який передбачає класифікацію видів у відповідності до їхньої стадії уздовж континууму інтродукція-натуралізація-інвазія. За таким критерієм інвазійними вважались натуралізовані у регіоні види, які виявили спроможність до розселення на далекі відстані від материнських рослин.

Беручи до уваги той факт, що переважна більшість досліджень кліматичних змін зорієнтована на наслідки підвищення температури [2, 26], нами було проведено порівняльний аналіз температурного режиму протягом вегетації рослин у регіоні. Кліматична норма визначена як усереднене значення параметра (температури, кількості опадів і посушливих днів) за даними Гідрометеослужби у Дніпропетровській області за останні 50 років. Флуктуації температури протягом останніх років реєстрували у відношенні до усереднених значень багаторічних досліджень (рис. 1).

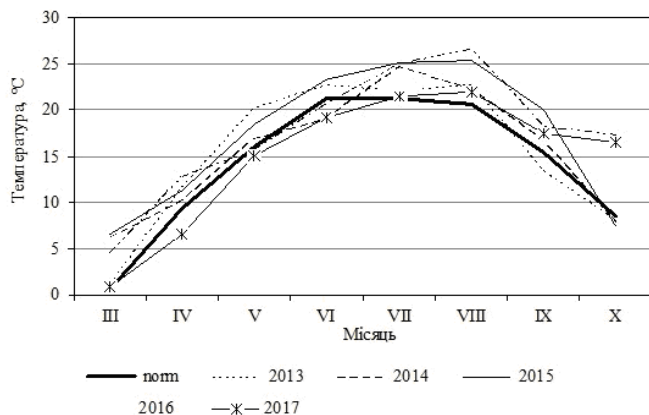


Рис. 1. Флуктуації температури повітря (порівняно із температурною нормою)

Примітка. norm — температурна норма

Аналогічний аналіз було проведено для виявлення напрямів та діапазону коливань місячної кількості опадів (рис. 2) та кількості посушливих днів (коли рівень відносної вологості був нижче 30%) упродовж періоду вегетації за останні роки (рис. 3).

Об'єктом дослідження була локальна популяція рослин *Ulmus pumila* L. в'яза приземкуватого (синоніми: низький, туркестанський, сибірський, кагарац). Цей вид, поширений на південному сході та центральній частині України, є одним з найбільш проблемних південно-

європейських інвазійних видів азійського походження.

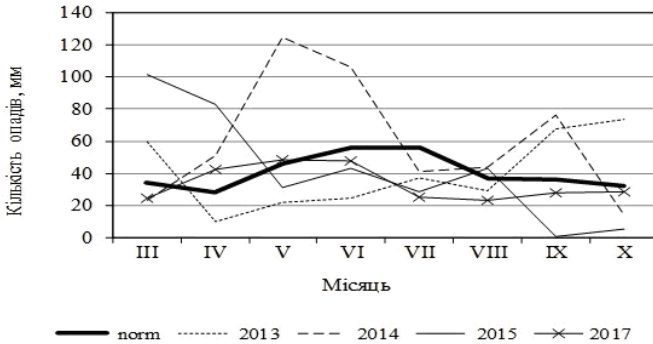


Рис. 2. Динаміка кількості опадів (порівняно з нормою)

Примітка. norm — норма кількості опадів

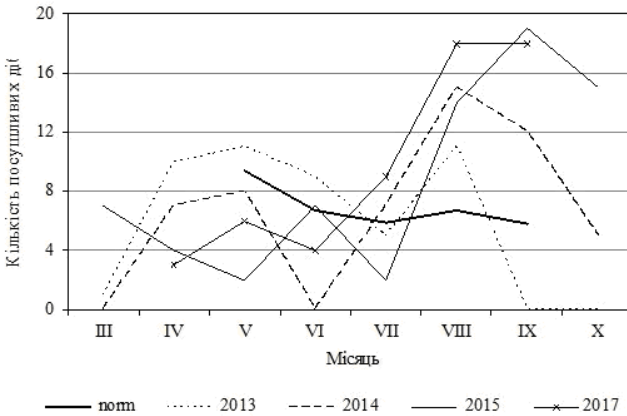


Рис. 3. Кількість посушливих діб (порівняно з нормою)

Примітка. norm — норма кількості посушливих діб

Вид *U. pumila* вважається інвазійним на території 41 штату США [27]. На території республіки Башкортостан цей вид віднесено до потенційно інвазійних видів, здатних до відновлення в місцях вторгнення [1]. В лісостепових регіонах Росії йому надано статус найвищої інвазійності [12]. Досить агресивно в'яз приземкуватий виявив себе і на території інших країн (Китай, Італія) [20].

Результати та їх обговорення. Локальна популяція *U. pumila*

була виявлена під час дослідження території покинутого будівельного майданчика на перехресті вулиць Калинової та Янтарної (місто Дніпро, лівий берег), на якому було закладено будівельні плити, забиті палі (рис. 4).



Рис. 4. Локальна популяція *U. pumila* на покинутому будівельному майданчику

Це відкрита ділянка прямокутної форми площею 80 м×90 м з розвинутим трав'яним покривом із рудерально-степових та рудерально-лучних видів. Уздовж двох сторін будівельного майданчика проходить теплотраса (дві труби опалення діаметром більше 1 м), з одного боку є крутий схил.

Встановлено, що штучно висаджені дорослі рослини в'язу низького знаходяться поза межами будівельного майданчика на відстані понад 50 м. Отже, виявлена локальна популяція молодих рослин *U. pumila* має насіннєве походження. Молоді рослини локальної популяції *U. pumila* (понад 100 різновікових рослин) були розосереджені по всій території будівельного майданчика.

Під час проведення маршрутного дослідження встановлено, що молоді рослини *U. pumila* виросли у безпосередній близькості від бетонних плит, закладених на будівельному майданчику. Локальна популяція *U. pumila* на лівобережному будівельному майданчику була представлена особинами різного вікового стану (табл. 1). Найбільшу частку складала рослини у віковому інтервалі від 5 до 9 років.

Показники висоти, діаметру прикореневої шийки та діаметру стовбуру у рослин *U. pumila* з локальної популяції на будівельному майданчику варіювали у значному діапазоні (табл. 2).

Таблиця 1. Віковий склад локальної популяції *U. rumila* на будівельному майданчику

Вік рослин, роки	4	5	6	7	8	9	10	11	18
Частка від суми, %	3,75	13,75	22,50	10,00	15,00	20,00	2,50	11,25	1,25

Таблиця 2. Морфометричні параметри рослин локальної популяції *U. rumila* на будівельному майданчику

Вік рослин, роки	Кількість рослин, шт.	Висота рослин, м	Діаметр кореневої шишки, см	Діаметр стовбура (на висоті 1,3 м), см
4	3	0,6–1,5	0,6–2,5	0,2–0,9
5	11	0,8–3,0	1,3–5,5	0,4–1,4
6	18	1,4–3,4	1,4–4,0	0,9–1,9
7	8	1,4–4,1	1,2–4,5	0,4–2,5
8	13	1,4–3,5	2,5–6,0	0,6–2,5
9	16	1,5–3,5	2,5–10,0	0,6–4,6
10	2	1,8–2,0	3,5–5,5	1,0–2,0
11	9	3,1–8,0	5,0–14,5	1,8–9,0
18	1	18,0	30,0	12,6

Отже, досліджена локальна популяція *U. rumila* була сформована упродовж останніх 12–15 років, мала насінневе походження, розташована на значній відстані від потенційних материнських рослин, що свідчить про її інвазійний характер. Отримані результати були застосовані для створення математичної моделі процесу інвазії виду *U. rumila* за мінливих кліматичних умов Степового Придніпров'я. Для кількісної характеристики локальної популяції *U. rumila* серед лісотаксаційних показників нами були обрані вік, висота та діаметр (стовбура та прикореневої шишки). Загалом, у складі насінневої порослі

в'язи низького переважали дерева віком від 4 до 11 років.

Статистично опрацьовані таксаційні показники (табл. 3) свідчать, що починаючи вже з шестирічного віку висота рослин дослідженої локальної популяції в'язи низького перевищує два метри.

Таблиця 3. Таксаційні показники локальної популяції *U. pumila* на території будівельного майданчику

Вік, роки	Показник	Середнє значення	Мінімальне значення	Максимальне значення	Модальне значення
1	2	3	4	5	6
4	Висота дерева, см	106,7	60,0	150,0	–
	Діаметр прикореневої шийки, см	1,23	0,60	2,50	0,60
	Діаметр стовбура, см	0,47	0,20	0,90	–
5	Висота дерева, см	197,7	80,0	300,0	210,0
	Діаметр прикореневої шийки, см	3,98	1,30	5,50	4,60
	Діаметр стовбура, см	1,11	0,40	1,40	–
6	Висота дерева, см	261,9	140,0	340,0	340,0
	Діаметр прикореневої шийки, см	3,23	1,40	4,00	3,60
	Діаметр стовбура, см	1,36	0,90	1,90	–
7	Висота дерева, см	216,2	140,0	410,0	–
	Діаметр прикореневої шийки, см	3,01	1,20	4,50	–
	Діаметр стовбура, см	1,23	0,40	2,50	–

Продовження табл. 3

1	2	3	4	5	6
8	Висота дерева, см	235	140	350	350
	Діаметр прикореневої шийки, см	4,13	2,50	6,00	–
	Діаметр стовбура, см	1,54	0,60	2,50	–
9	Висота дерева, см	268,4	150,0	350,0	290,0
	Діаметр прикореневої шийки, см	5,81	2,50	10,00	6,50
	Діаметр стовбура, см	3,44	0,60	4,60	–
10	Висота дерева, см	190	180	200	180
	Діаметр прикореневої шийки, см	4,5	3,5	5,5	3,5
	Діаметр стовбура, см	1,5	1,0	2,0	1,0
11	Висота дерева, см	760	310	1800	800
	Діаметр прикореневої шийки, см	12,2	4,0	30,0	13,0
	Діаметр стовбура, см	5,41	1,80	12,60	5,00

На основі одержаних таксаційних даних локальної популяції насінневого походження *U. pumila* нами встановлено залежність між висотою рослин та діаметром прикореневої шийки, яку можна представити графічно і навести у вигляді рівняння регресії (рис. 5). Коефіцієнт парної кореляції між цими показниками складає 0,92 (рівень значущості менше 0,0001).

Окремим і найважливішим етапом дослідження було прогнозування темпів інвазійних процесів, які виявляє локальна популяція насінневої порослі *U. pumila* на території будівельного майданчику. Для цього ми

застосували метод поліноміальної регресії, процедури якого дозволяють з'ясувати аналітичний вираз зв'язку двох змінних у вигляді степеневого поліному. Інші види регресії (лінійна, експоненціальна, логарифмічна тощо) мають дуже низький ступінь апроксимації даних.

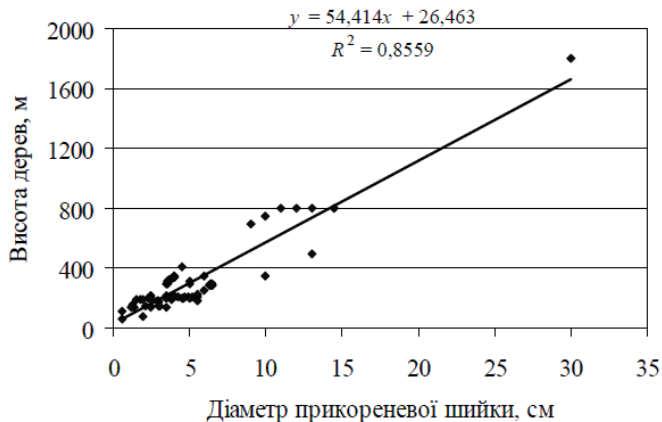


Рис. 5. Графічна модель залежності таксаційних показників, розрахована для рослин локальної популяції насінневого походження *U. rumila* на території будівельного майданчику Примітка. У математичній моделі — висота дерев, см; — діаметр шийки, см

Аналітичну залежність кількості рослин *U. rumila*, які виростили за певний час на будівельному майданчику урбоєкосистеми на лівому березі м. Дніпро, можна описати рівнянням:

$$y = 0,1063x^6 - 1281,8x^5 + 6 \cdot 10^6 x^4 - 2 \cdot 10^{10} x^3 + 3 \cdot 10^{13} x^2 - 2 \cdot 10^{16} x + 7 \cdot 10^{18} \\ (R_2 = 98,3\%),$$

де y — кількість рослин, екземпляри; x — рік дослідження.

Графічне зображення запропонованої поліноміальної моделі залежності кількості рослин, які виростили за певний час на будівельному майданчику, має синусоїдний вигляд (рис. 6).

Аналіз цієї графічної моделі зроблено на основі припущення, що упродовж двох років, що передували року проведення дослідження (тобто, у 2015 та 2016 роках) спостерігалось збільшення чисельності рослин в'яза низького, тобто тенденція інвазії цього виду збереглася.

На основі співставлення графічної моделі процесу інвазії в'яза низького на будівельному майданчику лівобережної урбосистеми з наведеними вище метеорологічними даними (див. рис. 1, 2 і 3) можна заключити, що зростання або зменшення чисельності популяції насінневої порослі *U. pumila* збігається, відповідно, зі збільшенням або зменшенням кількості опадів упродовж періоду проведення дослідження. Крім того, під час побудови графічної моделі необхідно було враховувати зростання середньої температури повітря у рік проведення дослідження та у попередні роки порівняно з температурною нормою.

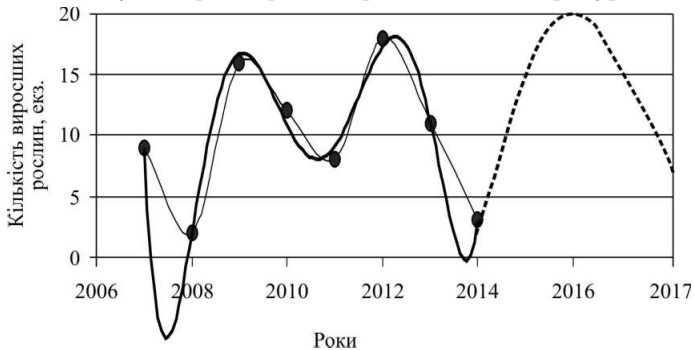


Рис. 6. Емпіричний та теоретичний розподіл кількості рослин *U. pumila* по роках в урбоекосистемі

Примітка. Лінія зі звичайним суцільним нарисом — емпіричні дані, лінія з суцільним жирним нарисом — теоретична крива, лінія з переривчастим жирним нарисом — прогнозна крива.

Особливого значення набуває підвищення температури у ранній весняний період, коли починається вегетація рослин. Вочевидь, більш сприятливі умови навесні обумовлюють більшу тривалість вегетаційного періоду, коли особини в'яза низького активно ростуть і ефективно готуються до зимового сезону.

Зроблені припущення мають певний сенс, оскільки є наукові дані щодо оцінки впливу на ліси як кількості опадів, так і температурного чинника, з'ясування сили їх впливу [17]. Зокрема, результати експериментальних досліджень [11] свідчать, що більш високі температури повітря, які прогнозуються на наступні десятиріччя, мають істотні потенційні наслідки для фенології росту чагарників. Тому в ході моделювання необхідно враховувати й можливі впливи зміни фенологічних ритмів на перебіг процесу інвазії рослинних видів.

Отже, на фоні кліматичних флуктуацій у Степовому Придніпров'ї адвентивний *U. pumila* виявив тенденцію до насінневого відтворення локальної популяції. Збільшення чисельності насінневої порослі в'язу низького мало періодичний характер в антропогеннопорухеному ландшафті (в умовах будівельного майданчику), що свідчить про інвазійний характер дослідженої локальної популяції *U. pumila*.

Висновки. Знайдена в ході маршрутних досліджень локальна популяція насінневого походження *U. pumila* складалася з молодих віргінільних і генеративних рослин, які знаходилися на значній відстані від потенційних материнських дорослих дерев. Встановлено, що кількість молодих рослин у локальній популяції постійно зростає протягом останніх 10–15 років, що свідчить про інвазійний характер адвентивного виду *U. pumila*. Математична модель темпів поширення локальної популяції в урбоекотопах підтверджує зростання інвазійності адвентивного виду і дає можливість спрогнозувати збереження у наступні роки розвитку локальних популяцій *U. pumila* в умовах кліматичних змін на території міста Дніпро.

References

- [1] Abramova, L. M. (2012). Expansion of invasive alien plant species in the republic of Bashkortostan, the Southern Urals: Analysis of causes and ecological consequences. *Russian Journal of Ecology*, 43(5), 352–357.
- [2] Bahuguna, R. N., & Jagadish, K. S. V. (2015). Temperature regulation of plant phenological development. *Environmental and Experimental Botany*, 111, 83–90.
- [3] Baranova, O. G., & Bralgina (Zyankina), E. N. (2015). Invazionnye vidy rastenij v tryoh gorodah Udmurtskoj Respubliki [Invasive plant species in three cities of Udmurt Republic]. *Russian Journal of Biological Invasions*, 4, 14–20 (in Russian).
- [4] Baranovski, B., Khromykh, N., Karmyzova, L., Ivanko, I., & Lykholat, Y. (2016). Analysis of the alien flora of Dnipropetrovsk Province. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*, 6(3), 419–429.
- [5] Borisova, E. A. (2016). Woody plant invasions into the Upper Volga natural communities. *Russian Journal of Biological Invasions*, 1, 24–30.
- [6] Burda, R. I. (2014). Evropeyskaya politika botanicheskikh sadov po invazivnyim chuzherodnyim vidam [European policy of botanical

- gardens on invasive alien species]. *Industrial Botany*, 14, 3–14 (in Russian).
- [7] *Dumalisile, L., & Somers, M. J.* (2017). The effects of an invasive alien plant (*Chromolaena odorata*) on large African mammals. *Nature Conservation Research*, 2(4), 102–108.
- [8] *Fateryga, V. V., & Bagrikova, N. A.* (2017). Invasion of *Opuntia humifusa* and *O. phaeacantha* (*Cactaceae*) into plant communities of the Karadag Nature Reserve. *Nature Conservation Research*, 2(4), 26–39.
- [9] *Foxcroft, L. C., Pyšek, P., Richardson, D. M., Genovesi, P., & MacFadyen, S.* (2017). Plant invasion science in protected areas: Progress and priorities. *Biological Invasions*, 19(5), 1353–1378.
- [10] *Guzzetti, L., Galimberti, A., Bruni, I., Magoni, C., Ferri, M., Tassoni, A., Sangiovanni, E., Agli, M. D., & Labra, M.* (2017). Bioprospecting on invasive plant species to prevent seed dispersal. *Scientific Reports*, 7, 13799, 1–11, DOI: 10.1038/s41598-017-14183-5.
- [11] *Lindner, M., Fitzgerald, J. B., Zimmermann, N. E., Reyer, C., Delzon, S., van der Maaten, E., Schelhaas, M.-J., Lasch, P., Eggers, J., der Maaten-Theunissen, M., Suckow, F., Psomas, A., Poulter, B., & Hanewinkel, M.* (2014). Climate change and European forests: What do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management? *Journal of Environmental Management*, 146, 69–83.
- [12] *Lockwood, J. L., Hoopes, M. F., & Marchetti, M. P.* (2007). *Invasion Ecology*. Blackwell Publishing, Malden (Massachusetts).
- [13] *Lykholat, O., Ovchynnykova, Y. & Lykholat, T.* (2018). Alimentary estrogens affect on cholinergic regulation in different age rats. 2ND International Conference «Smart Bio» (03–05 May 2018). Kaunas, Lithuania, 300.
- [14] *Lykholat, Yu. V., Khromykh, N., Ivanko, I., Kovalenko, I., Shupranova, L., & Kharytonov, M.* (2016a). Metabolic responses of steppe forest trees to altitude-as-associated local environmental changes. *Agriculture and Forestry*, 62(2), 163–171.
- [15] *Lykholat, Yu., Alekseyeva, A., Khromykh, N., Ivanko, I., Kharytonov, M., & Kovalenko, I.* (2016b). Assessment and prediction of viability and metabolic activity of *Tilia platyphyllos* in arid steppe climate of Ukraine. *Agriculture and Forestry*, 62(3), 55–64.

- [16] *Olson, L. J.* (2006). The economics of terrestrial invasive species: A review of the literature. *Agricultural and Resource Economics Review*, 35(1), 178–194.
- [17] *Pratt, C. F., Constantine, K. L., & Murphy, S. T.* (2017). Economic impacts of invasive alien species on African smallholder livelihoods. *Global Food Security*, 14, 31–37.
- [18] *Prieto, P., Penuelas, J., Niinemets, Ü., Ogaya, R., Schmidt, I. K., Beier, C., Tietema, A., Sowerby, A., Emmett, B. A., Láng, E. K., Kröel-Dulay, G., Lhotsky, B., Cesaraccio, C., Pellizzaro, G., De Dato, G., Sirca, C., & Estiarte M.* (2009). Changes in the onset of spring growth in shrubland species in response to experimental warming along a north-south gradient in Europe. *Global Ecology and Biogeography*, 18(4), 473–484.
- [19] *Pyšek, P., Jarošík, V., Hulme, P. E., Pergl, J., Hejda, M., Schaffner, U., & Vilà, M.* (2012). A global assessment of invasive plant impacts on resident species, communities and ecosystems: The interaction of impact measures, invading species' traits and environment. *Global Change Biology*, 18(5), 1725–1737.
- [20] *Richardson, D. M., & Rejmánek, M.* (2011). Trees and shrubs as invasive alien species — a global review. *Diversity and Distributions*, 17(5), 788–809.
- [21] *Savosko, V. M., & Tovstolyak, N. V.* (2017). Ecological conditions of garden and park territories of former iron mines (Kryvyi Rih Basin, Ukraine). *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(4), 12–17 (in Ukrainian).
- [22] *Savosko, V., Lykholat, Yu., Domshyna, K., & Lykholat, T.* (2018). Ekolohichna ta heolohichna zumovenist poshyrennia derev i chaharnykviv na devastovanykh zemliakh Kryvorizhzhia [Ecological and geological determination of trees and shrubs' dispersal on the devastated lands at Kryvorizhzhya]. *Journal of Geology, Geography and Geoecology*, 27 (1), 116–130. DOI: 10.15421/111837 (in Ukraine).
- [23] The International Plant Names Index and World Checklist of Selected Plant Families 2018. Published on the Internet at <http://www.ipni.org> and <http://apps.kew.org/wcsp/>.
- [24] *Trentanovi, G., von der Lippe, M., Sitzia, T., Ziechmann, U., Kowarik, I., & Cierjacks, A.* (2013). Biotic homogenization at the community scale: Disentangling the roles of urbanization and plant invasion. *Diversity and Distributions*, 19(7), 738–748.

- [25] Vilà, M., Espinar, J. L., Hejda, M., Hulme, P. E., Jarošík, V., Maron, J. L., Pergl, J., Schaffner, U., Sun, Y., & Pyšek, P. (2011). Ecological impacts of invasive alien plants: A meta-analysis of their effects on species, communities and ecosystems. *Ecology Letters*, 14(7), 702–708.
- [26] Wagner, V., Chytrý, M., Jiménez-Alfaro, B., Pergl, J., Hennekens, S., Biurrun, I., Knollová, I., Berg, C., Vassilev, K., Rodwell, J. S., Škvorc, Ž., Jandt, U., Ewald, J., Jansen, F., Tsiripidis, I., Botta-Dukát, Z., Casella, L., Attorre, F., Rašomavičius, V., Čušterevska, R., Schaminée, J. H. J., Brunet, J., Lenoir, J., Svenning, J.-C., Kęcki, Z., Petrášová-Šibíková, M., Šilc, U., García-Mijangos, I., Campos, J. A., Fernández-González, F., Wohlgemuth, T., Onyshchenko, V., & Pyšek, P. (2017). Alien plant invasions in European woodlands. *Diversity and Distributions*, 23(9), 969–981.
- [27] Walther, G.-R., Roques, A., Hulme, P. E., Sykes, M. T., Pyšek, P., Kuhn, I., Zobel, M., Bacher, S., Botta-Dukát, Z., Bugmann, H., Czúcz, B., Dauber, J., Hickler, T., Jarošík, V., Kenis, M., Klotz, S., Minchin, D., Moora, M., Nentwig, W., Ott, J., Panov, V. E., Reineking, B., Robinet, C., Semchenko, V., Solarz, W., Thuiller, W., Vilà, M., Vohland, K., & Settele, J. (2009). Alien species in a warmer world: Risks and opportunities. *Trends in Ecology and Evolution*, 24(12), 686–693.
- [28] Zalapa, J. E., Brunet, J., & Guries, R. P. (2009). Patterns of hybridization and introgression between invasive *Ulmus pumila* (*Ulmaceae*) and native *U. rubra*. *American Journal of Botany*, 96(6), 1116–1128. DOI: 10.3732/ajb.0800334.
- [29] Zamin, N. T., Machado do Amaral, S., Filho, A. F., & Koehler, H. S. (2013). Effect of climate variables on monthly growth in modeling biological yield of *Araucaria angustifolia* and *Pinus taeda* in the juvenile phase. *International Journal of Forestry Research*, Article ID 646759.

CONDITION OF INVASIVENESS OF *ULMUS PUMILA* L. IN URBOECOSYSTEM BECAUSE OF CLIMATIC CHANGES**Yu. V. Lykholat, N. O. Khromykh, A. A. Alexeyeva***Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine*

Abstract. Climatic changes can affect the boundary distribution of natural and adventitious species' plants. Fluctuations in air temperature, relative humidity and other factors can be a stimulus for the initiation and/or intensification of the invasive nature of some adventitious plant species, especially in regions with a high degree of anthropogenic transformation. The article presents the results of current state analysis and the prediction of invasiveness of adventitious species of *Ulmus pumila* L. (Chinese elm) in Primary Steppe because of climatic changes. The local population of *U. pumila*, which consists of young trees of different age, was discovered during a routine survey on the territory of a large industrial city Dnipro. The origin of seedy population has been determined, the number and denseness of undergrowth vegetation have been determined, the age and living conditions of the population have been studied. The status of the invasiveness of identified local population *U. pumila* was substantiated. Mathematical models of the development of populations of Chinese elm's seed origin in anthropogenically transformed ecotope (abandoned construction site) of Dnipro have been developed.

Prediction on the preservation of tendency of growth of Chinese elm's invasiveness in conditions of further changes in climate in the region has been done.

Keywords: *Ulmus pumila*, local population, invasiveness, climate change, modeling.

Citation:

Lykholat, Yu. V., Khromykh, N. O., & Alexeyeva, A. A. (2019). Stan invaziynosti *Ulmus Pumila* L. v urboecosystemi za klimatychnykh zmin [Condition of invasiveness of *Ulmus pumila* L. in urboecosystem because of climatic changes]. *Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia* [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 4, 7–21, DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2525 (in Ukrainian).

ДСТУ
8302:2015

Лихолат Ю.В., Хромих Н.О., Алексеева А.А. Стан інвазійності *Ulmus pumila* L. в урбоecosystemі за кліматичних змін. *Екологічний Вісник Криворіжжя*. 2019. Вип. 4. С. 7–21. DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2525.