

МОРФОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ТА ВІКОВА СТРУКТУРА *ELAEOAGNUS ANGUSTIFOLIA* L. НА ПІВНІЧНІЙ ТА ЗАХІДНІЙ МЕЖІ ПОШИРЕННЯ

¹К. М. НОРЕНКО, ²Я. П. ДІДУХ

¹ Національний університет «Києво-Могилянська академія»,
e-mail: katelyna.norenko@gmail.com

² Інститут ботаніки ім. М. Г. Холодного НАН України,
e-mail: ya.didukh@gmail.com

Узагальнено результати польових досліджень із вивчення вікової структури та морфометрії популяцій *Elaeagnus angustifolia* L. на північній та західній межі ареалу в Україні. Виявлено залежності між морфометричними параметрами, які характеризують розвиток популяцій виду в цілому.

Ключові слова: *Elaeagnus angustifolia*, морфометричні параметри, інвазійні види, популяція, вікова структура, ареал.

Вступ. Згідно зі звітами міжнародної робочої програми «Оцінка екосистем на порозі тисячоліття» до деградованих належать уже понад 60 % основних екосистем світу, які втрачають свою структуру та біотичну складову. Одним із основних факторів зниження біотичного різноманіття та зміни екосистем визнано інвазії адвентивних видів (Millenium Ecosystem..., 2005). Поява таких видів викликає раптові зміни структури екосистем, створює додатковий стрес та загрозу для стабільності природних процесів. Глобальне поширення інвазійних видів, які стають доміантними трансформерами, є причиною збіднення біорізноманіття, витіснення місцевих видів. Це призводить до розбалансованості, порушення стійкості екосистем, зниження резистентності до несприятливих умов. Розуміння змін структури рослинних від змін абіотичних умов та інвазії сторонніх видів є важливе завдання для науковців (Simberloff, 2005). Історія знає багато випадків, коли природні рослинні угруповання були суттєво змінені щодо вихідних умов до абсолютно іншого типу.

Україна – країна з досить високим рівнем адвентизації флори (14 % від загального числа видів рослин), серед яких багато потужних трансформерів. Один із таких адвентивних видів *E. angustifolia* здатний поширюватися в антропогенно трансформованих та напівприродних місцях, завойовувати позиції, змінювати умови зростання, пригнічувати поновлення аборигенних видів (Протопопова та ін., 2009). Цей вид був інтродукований на території України ще у XVIII ст. до дендраріїв,

дендрологічних та ландшафтних парків (Кохно, 2007). В Україну він завезений цілеспрямовано для посадок у лісосмугах, оскільки витримував складні посушливі та високотемпературні умови південного клімату. Після швидкої та ефективної натуралізації, маслинка із лісосмуг поширилася на природні території України (Studnik-Wójcikowska et al., 2009) і розширює свій європейський ареал. *E. angustifolia* є один із найрозповсюдженіших інвазійних видів не тільки України, а і Західної Європи (González-Muñoz, 2012) та Північної Америки (Katz and Shafroth, 2003; Lesica and Miles, 2001; Reynolds and Cooper, 2010), що потребує дослідження, тому що вид продовжує своє поширення в інших регіонах.

Мета даної роботи – дослідити біо- та морфометричну структуру північних та західних популяцій *E. angustifolia* на межі ареалу Правобережжя України, що визначає потенційні можливості та масштаби загрози природного поширення.

Об'єкти та методи дослідження.

Загальні особливості виду та його місцезростань

E. angustifolia L. – листопадне дерево або кущ, який живиться підземними водами. Цей реофіт, один із найбільш розповсюджених інвазійних фанерофітів у аридній зоні Європи, який швидко здобуває нові позиції, змінює умови зростання під кронами для інших видів, що спричинює трансформацію первинних ценозів. Потужна коренева система сягає до 12 м углиб, що допомагає йому ефективно переносити нестачу вологи. Ізотопний аналіз кисню показав, що вид може існувати до 15 років, живлячись

грунтовими водами, допоки його коренева система не досягне підземних водних горизонтів (Reynolds and Cooper, 2010). *E. angustifolia* створює зарості, які змінюють режим освітлення трав'яного покриву, що позначається на видовому складі та структурі рослинних угруповань (Протопопова та ін., 2009). Водночас, корені маслинок існують у симбіотичній асоціації з азотфіксуючими актиноміцетами, і у такий спосіб вона викликає евтрофікацію ґрунту, забезпечує себе поживними речовинами, формує сприятливі умови для розвитку супутних видів, більшість яких відомі як нітрофіти (Field Guide..., 2004). Окрім цього, маслинка толерантна і до сильних вітрів, повеней, високих температур, світла, засолення чи залуження ґрунтів.

На сьогодні в Україні є два шляхи розселення *E. angustifolia*. Перший – зі штучних популяцій, де її висаджували у захисних смугах автошляхів, залізничних колій як протидію ерозійним процесам, другий – розселення здичавілих популяцій. При цьому у степовій зоні зарості *E. angustifolia* займають великі площі, в лісостепу є звичайними, а на північній межі лісостепу відомі окремі локалітети, що трапляються і у лісовій зоні.

Найхарактерніші місцезростання *E. angustifolia* в Україні – це схили пагорбів, ярів, балок, урвищ, стрімкі антропогенні утворення. На територіях, де раніше були водні канали, активно розростаються молоді популяції маслинок. Очевидно, це свідчить про дві особливості. По-перше, вид надає перевагу наявності дренажу, сезонній зміні водного режиму, а по-друге, має великий потенціал протидіяти ерозії ґрунтів. Маслинка з'являється

у ценозах паралельно з іншими ендозоохорними видами дерев і кущів. Помічено, що типовими компонентами ценозів виступають *Pyrus communis* L., *Thelecrania sanguinea* L., *Armeniacavulgaris* Lam., *Sambucus nigra* L., *Malus sylvestris* Mill., *Crataegus monogyna* Jacq., *Prunus spinosa* L., *Rosacandina* L. Окрім того, вид уникає сусідства із іншими інвазійними видами, такими як *Acer negundo* L., *Robinia pseudoacacia* L., імовірно, через меншу агресивність та нижчу здатність до конкуренції (Норенко, 2016). *E. angustifolia* не формує густі зарості, а має вигляд певних рідколісь або росте поодинокими деревами чи кущами.

Опис дослідних ділянок

Для досліджень обрано 5 популяцій на крайній північній та західній межах поширення в Україні. Перша популяція розташована поблизу с. Трахтемирів Канівського району Київської області. Популяція порівняно молода, налічує 26 особин, всі з якої аналізувалися. Розташована на схилах невеликої крутизни – 5-8°, східної експозиції. Координати 49° 58.282' пн. Ш., 31° 19.731' сх. д, 150 м н.р.м. Трав'яний покрив представлений степовою рослинністю.

Друга популяція (рис. 1) близько 150 особин розміщена поблизу с. Дударі Миронівського району Київської області 49° 52.481' пн ш., 31° 16.189' сх д. на південних та південно-західних схилах балки, вкритих степовими угрупованнями *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R. Tx. ex Br.-Bl. 1949, *Fragarioviridis-Trifolion montani* Korotchenko et Didukh 1997, *Thymomarschalliani-Carietum praecocis* Korotchenko et Didukh 1997. Крутизна схилів 25-28°, висота – 180 м н.р.м. Для дослідження взято вибірку з 93 особин.



Рис. 1. Супутниковий знімок популяції *E. angustifolia* біля с. Дударі

Fig. 1. Satellite snapshot of the *E. angustifolia* population near the village of Dudari

Третя популяція – поблизу с. Калачківці (48° 33.250'пн ш., 26° 53.878'сх д., 140 м н.р.м.) Кам'янець-Подільського району Хмельницької області на лівому березі Дністра. Популяція займає схили 10–15°, вкритих угрупованнями *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R. Tx. ex Br.-Bl. 1949, *Festucion valesiacaе* Klika 1931, північної та північно-західної експозиції. Для дослідження було описано вибірку з 109 особин.

Четверта популяція розташована поблизу с. Стальнівці 48° 17.076'пн ш., 26° 32.078'сх д., Новоселицького району Чернівецької області (рис. 2). Територія розташована на лівому березі річки Прут, схили крутизни 10–15°, висота 150 м н.р.м. У середині ХХ ст. маслинка тут штучно насаджена для стримування ерозії ґрунту та захисту сільськогосподарських угідь від несприятливих процесів. Штучні насадження стали джерелом природної експансії цього виду на нові території, і сьогодні природна популяція налічує понад 1000 особин. Вона тут зростає ослабленими угрупованнями *Festuco-Brometea* Br.-Bl. et R. Tx. ex Br.-Bl. 1949, *Festucion valesiacaе* Klika 1931. Західна експозиція. Для дослідження описано 269 особин.

П'ята популяція – на околиці м. Здолбунів Рівненської області 50° 32.819'пн ш., 26° 15.168'сх д., поблизу цементно-шиферного комбінату. У 20–40-х роках ХХ ст. на території

Волині, яка тоді належала до складу Польщі, Й. Панек наводить 70 неаборигенних видів, в тому числі згадує і *E. angustifolia* (Стасюк та Лико, 2004). Популяція розташована на висоті біля 200 м н.р.м. на пологих схилах 3-5°, південно-західної експозиції. Дослідженням охоплено 107 особин.

Методи

Оскільки деревостан (окрім Калачківців) характеризувався невисокою густиною, то метод закладки пробних площ для дослідження не годився. Для аналізу відбирали особини на маршруті, у кількості, яка забезпечувала статистично достовірну вибірку. Аналіз першої популяції включав усю сукупність. Популяція біля с. Калачківці була чисельною, налічувала понад 1000 особин, при цьому з відносно високою густиною та зімкнутістю крон, тому для аналізу обрано ділянку з одноманітними умовами рельєфу. На цьому місці закладено тимчасову пробну площу 50 м x 70 м, де описано всі особини, які потрапили до вибірки.

Під час опису оцінювалися такі параметри маслинок: висота особини, діаметр стовбура, діаметр крони, ступінь галузнення та вікова стадія. Вікова структура популяції визначена біохронологічним методом, тобто шляхом розпізнавання набору біоморфних ознак рослин під час періоду цвітіння.

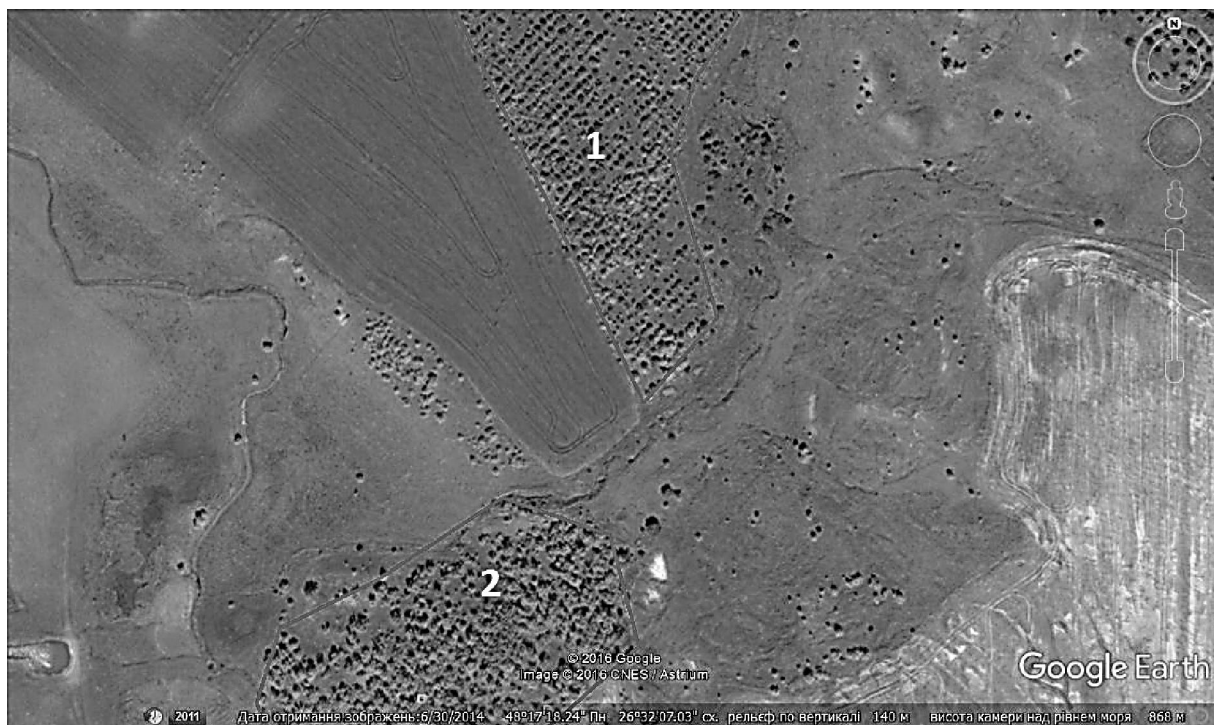


Рис. 2. Супутниковий знімок популяції *E. angustifolia* біля с. Стальнівці
1 – штучна посадка; 2 – природна експансія

Fig. 2. Satellite snapshot of the *E. angustifolia* population near the village of Stalnivtsi
1 – artificial landing; 2 – natural expansion

Це допомогло визначити передрепродуктивну, репродуктивну та пострепродуктивну стадії залежно від галузнення та готовності до цвітіння. Після цього всі особини передрепродуктивної стадії було поділено на ювенільні, іматурні та віргінільні. Репродуктивну поділено також на три – g_1 , g_2 , g_3 , а пострепродуктивну – на дві підстадії: субсенільну та сенільну. Для проведення статистичного аналізу вербальним символам вікових стадій було присвоєно умовні позначення натуральних чисел від 1 до 8 в порядку старіння. Статистичний аналіз здійснено за допомогою пакету Microsoft Excel.

Результати та їх обговорення.

Вікова структура популяцій

Вікова структура – одна із суттєвих ознак популяції, що відображає життєвий стан виду, а також такі важливі процеси, як інтенсивність відтворення, рівень смертності, швидкість зміни поколінь. Тобто здатність популяційної системи до самопідтримання та ступінь її стійкості до впливу негативних факторів середовища.

Аналіз вікових спектрів (рис. 3) показав, що найстарішою та регресивною є популяція біля с. Калачківці, оскільки її більшу частину становлять особини постгенеративних стадій: субсенільної (43 %) та сенільної (2 %), молодих особин зовсім незначна кількість: 3 % іматурних та 1 % віргінільних, а ювенільні повністю відсутні. Хоча генеративні особини в цілому становлять більш, як половину популяції – 52 %, але більшу частину репрезентують третю стадію

(g_3), яка наближається до постгенеративного розвитку та продовжить старіння популяції. Імовірно, ця популяція була однією із найбільш ранніх, яка з'явилася так далеко на півночі ареалу, вже пройшла свій пік розвитку, і зараз поступово втрачає здатність до самопідтримання.

Популяція Стальнівців, навпаки, є дуже молодою та прогресивною, оскільки більш ніж 75 % від загальної кількості особин молоді, тобто представляють ювенільну (49 %), іматурну (25 %) та віргінільну стадії (3 %). Тут сосередіється інтенсивне природне поновлення, що свідчить про потужний потенціал, а також про сприятливі екологічні умови для існування. Така вікова структура популяції відображає її інвазійний характер.

Популяції Трахтемирова та Здолбунова найбільш подібні між собою, і розподіл за віковими показниками близький до нормального, що забезпечує стабільний рівень чисельності. Віковий спектр популяції Дударів представлений більш-менш рівномірною кількістю особин, що відповідає найстабільнішому стану, оскільки різноманітні стадії життєвого циклу представлені більш рівномірно.

Як видно з рис. 5, максимально зафіксований діаметр стовбура – 55 см. За повідомленням М. В. Нецветова, щорічний приріст маслинки становить у середньому $4,0 \pm 3,4$ мм. Отже, за діаметром стовбура певної стадії можна розрахувати вік дерев (табл. 2).

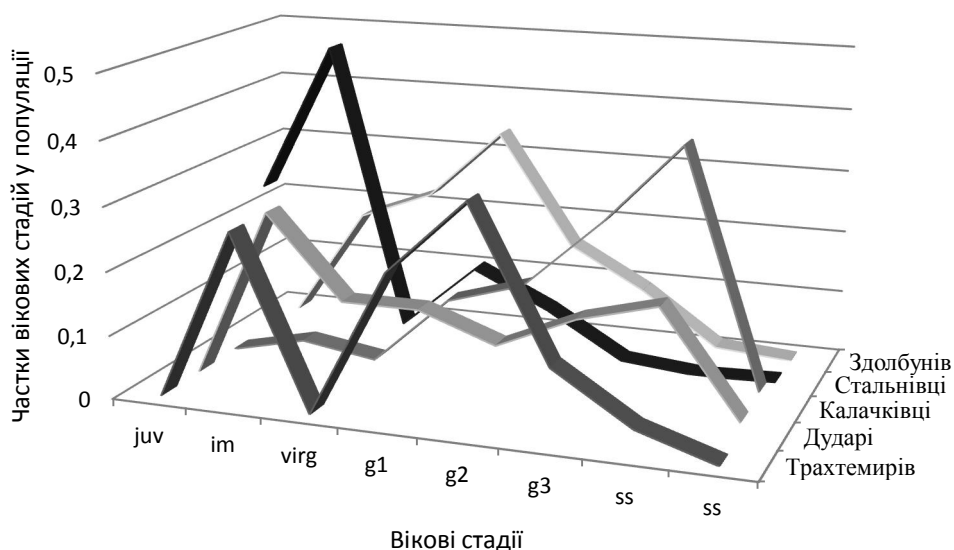


Рис. 3. Співвідношення особин у популяції за віком

Fig. 3. Ratio of individuals in a population by age

Таблиця 2
Відповідність вікових стадій до віку *E. angustifolia*

Table 2
Correspondence of age stages to the age of *E. angustifolia*

Вікова стадія	Ювенільна	Іматурна	Віргінільна	Генеративна (g1)	Генеративна (g2)	Генеративна (g3)	Субсенільна	Сенільна
Вік, роки	до 1	1–3	3–10	11–19	20–32	33–40	40–52	після 52

Отримані вікові оцінки популяцій досить важливі для прогнозування подальших змін популяційної структури *E. angustifolia*. За своєю структурою всі вони різні. Популяція Стальнівців – молода, прогресивна, Трахтемирова і Здолбунова – стабільна, Дударів і Стальнівців – старіюча. У більшості немає ювенільних стадій.

Морфометричні особливості

У результаті статистичного аналізу виявлено високу кореляційну залежність між провідними морфометричними параметрами популяцій (рис. 4, 5).

Встановлено, що між висотою дерев і діаметром їх крон є прямолінійний зв'язок (рис. 4а). При цьому максимальна висота дерев – 15 м, а середня генеративної стадії – 6 м. Крона у маслинок змінюється з віком. У

догенеративному періоді вона конусоподібна, а у генеративному – округла, що характерно для типу дерев, які не зникаються кронами, і має діаметр від 6 до 16 м (в середньому 7 м).

Лінійна залежність між віковою стадією та галузненням крон (рис. 4б) може бути пояснена тим, що параметри представлені лише натуральними числами та не мають великого варіювання. Як видно із графіка, розгалуження розпочинається на іматурній стадії і в основному представлено 2–3 кратним, а на віргінільній стадії – 2–4 кратним, на генеративній першій – 3–6, на генеративній другій – 4–6, та третій – 4–8 кратним. На субсенільній стадії воно залишається таким же, а на сенільній, коли гілки відмирають, зменшується. Отже, дорослі дерева в репродуктивній стадії мають в середньому 5–кратне розгалуження.

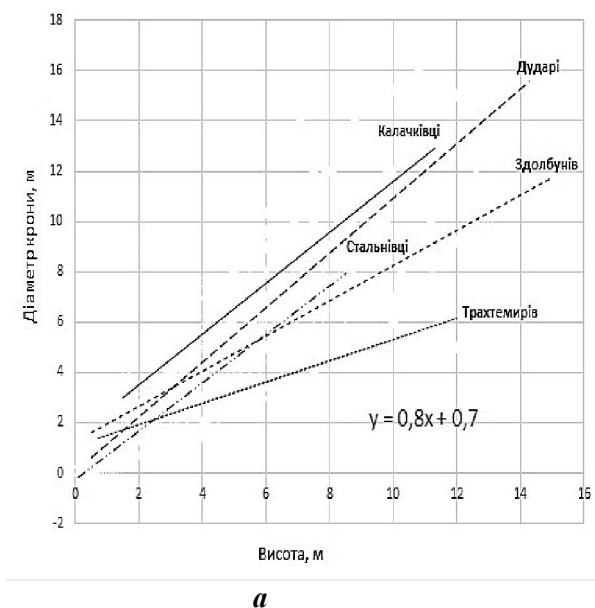


Рис. 4. Залежність між висотою та діаметром крони (а), віковою стадією та галузненням (б)

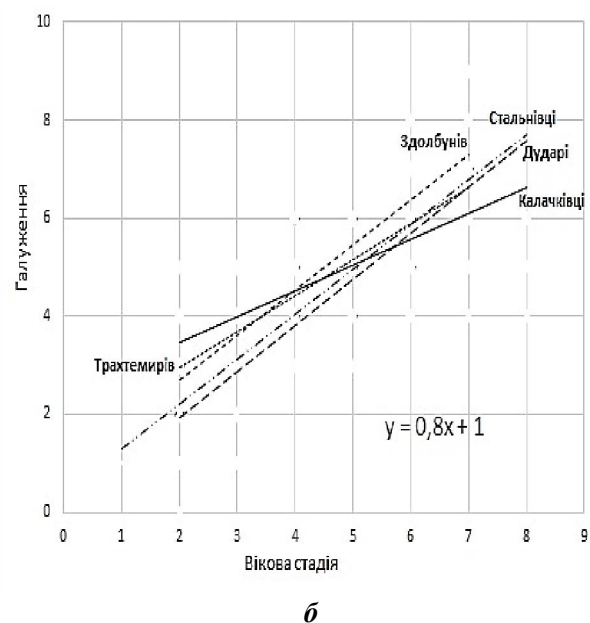


Fig. 4. Dependence between height and diameter of crown (а), age and stage and branching (б)

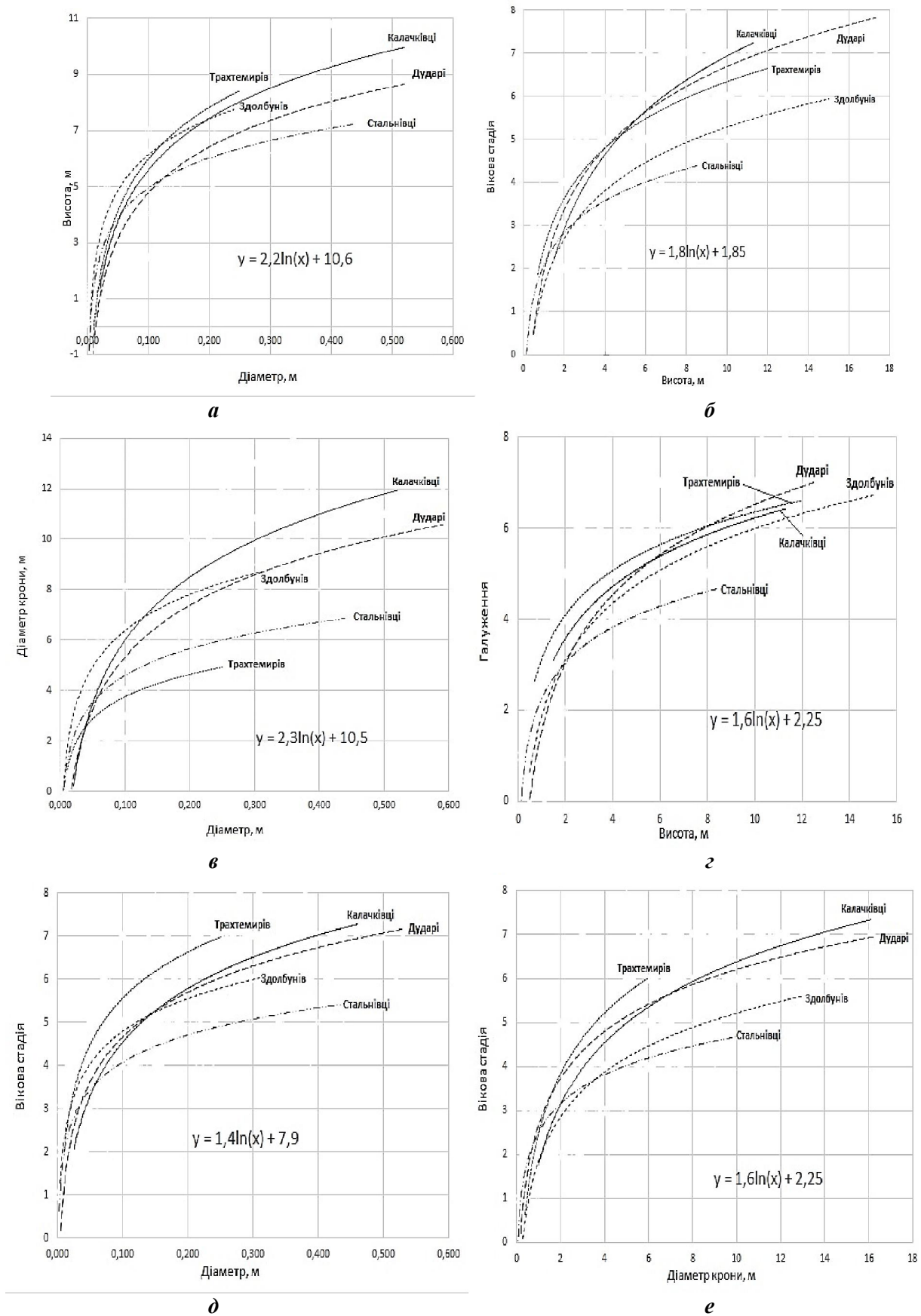


Рис. 5. Залежність між діаметром стовбура і висотою (а), висотою та віковою стадією (б), діаметром стовбура і діаметром крони (в), висотою і розгалуженням (г), діаметром стовбура і віковою стадією (д), діаметром крони і віковою стадією (е)

Fig. 5. Dependence between the diameter of the barrel and height (a), height and age stage (b), diameter of the barrel and the diameter of the crown (c), height and branching (d), diameter of the barrel and age stage (e), crown diameter and age stage (f)

Залежність між висотою та діаметром стовбура, висотою та віковою стадією має логарифмічний характер (рис. 5), що характерно і для інших дерев. У молодому віці, у віргінільній стадії, поки маслинка досягне 5 м, діаметр стовбура росте повільніше, ніж висота (співвідношення у м 1: 0,02), що відображається на вертикальній ділянці графіка. Відповідно, зі зміною вікової стадії висота спочатку інтенсивно збільшується. Ювенільні – до 1 м, іматурні – близько 2 м, віргінільні – 2,5–3 м. З переходом у генеративну фазу ріст у висоту сповільнюється (g_1 – 5 м, g_2 – g_3 – 11 м), а діаметр стовбура наростає (1 : 0,03). Насубсенільній стадії ці процесистабілізуються.

Аналогічна залежність спостерігається між зміною діаметра стовбура і віком дерев та діаметром крони з тією різницею, що в догенеративний період діаметр стовбура наростає не так швидко, а в генеративний і постгенеративний – закономірно збільшується.

Висновки. Івазійна *E. angustifolia*, яка стрімко поширилась у Степовій зоні, активно збільшує свій ареал і розміри популяцій у лісостеповій зоні, проникаючи у вигляді окремих локалітетів у лісову зону. Є два шляхи ендозоохорного розповсюдження: із культивованих насаджень та переносу із природних (зриваних) популяцій. Аналіз вікової структури популяцій відображає їх різний потенціал, але більшість із них є молоді та прогресуючі. На основі даних річного приросту та діаметру встановлено вік кожної із стадій, і у віці близько 40 років *E. angustifolia* переходить у субсенільну стадію. Встановлено характер взаємозалежності між морфологічними параметрами маслинки, який здебільшого має логарифмічний характер (крім залежності між висотою та діаметром крони і віковою стадією і розгалуженням, які мають лінійну залежність). Ці дані важливі для моделювання загального розвитку популяцій *E. angustifolia* та формування ними відповідних ценозів.

Список літератури

1. Кохно М. А. Історія інтродукції деревних рослин в Україні (короткий нарис) / За ред. проф. С. І. Кузнецова. – К.: Фітосоціоцентр, 2007. – 67 с.
2. Норенко К. М. Межі ареалу *Elaeagnusangustifolia*L. на Правобережжі України // Наукові записки НаУКМА. – 2016. – Т. 184. Біологія та екологія. – С. 57-60.
3. Протопопова В. В., Шевера М. В., Мосякін В. А., Соломаха В. А., Соломаха Т. Д., Васильєва Т. В., Петрик С. П. Види-трансформери у флорі Північного Причорномор'я // Укр. бот. журн. – 2009. – Т. 66, № 6. – С. 770-782.

4. Стасюк М., Лико С. Історія вивчення адвентивної фракції флори Волинської височини // Науковий вісник Східноєвропейського національного університету ім. Лесі Українки. Розділ І. Ботаніка, Т. 7, 2016, с. 73-78.
5. Field Guide for Managing Russian olive in the Southwest. – Forest Service, 2004. – 11 pp.
6. González-Muñoz N. CausesandConsequencesofExoticTreeInvasioninIberianPeninsula. – AlcaládeHenares, 2012. – 299 p.
7. Katz G. L. and Shafroth P. B. Biology, ecology and management of *Elaeagnusangustifolia* L. (Russian olive) in western North America. – Wetlands, Vol. 23. – 2003. – pp. 763-777.
8. Lesica P., Miles S. Natural history and invasions of Russian olive along eastern Montana rivers. – Western North American Naturalist, Vol. 61 (1). – 2001. – pp. 1-10.
9. Millenium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystem and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>
10. Reynolds L. V., Cooper D. J. Environmental tolerance of an invasive riparian tree and its potential for continued spread in the southwestern US. – Journal of Vegetation Science, Vol. 21. – 2010. – pp. 733-743.
11. Simberloff D. Non-native species do threaten the natural environment! J. – Agric Environ Ethics, Vol. 18 (6). – 2005. – pp. 595-607.
12. Studnik-Wójcikowska B., Moysiienko I., Slim P. A., Morachewski I. R. Impact of the invasive species *Elaeagnusangustifolia* L. on vegetation in Pontic desert steppe zone (Southern Ukraine). – Polish Journal of Ecology, Vol. 58 (2). – 2009. – pp. 327-339.

References:

1. Kokhno M. A. Istoriiia introduktsii derevnykh roslyn v Ukraini (korotkyi narys) / Za red. prof. S. I. Kuznetsova. – K.: Fitosotsiotsentr, 2007. – 67 s.
2. Norenko K. M. Mezhi arealu *Elaeagnusangustifolia*L. na Pravoberezhzhi Ukrainy // Naukovi zapysky NaUKMA. – 2016. – Т. 184. Bioloheia ta ekoloheia. – S. 57-60.
3. Protoporova V. V., Shevera M. V., Mosiakin V. A., Solomakha V. A., Solomakha T. D., Vasylieva T. V., Petryk S. P. Vydy-transformery u flori Pivnichnoho Prychornomor'ia // Ukr. bot. zhurn. – 2009. – Т. 66, № 6. – S. 770-782.
4. Stasiuk M., Lyko S. Istoriiia vyvchennia adventyvnoi fraktsii flory Volynskoi vysochyny // Naukovyi visnyk Skhidnoievropeiskoho natsionalnoho universytetu im. Lesi Ukrainky. Rozdil I. Botanika, T. 7, 2016, s. 73-78.
5. Field Guide for Managing Russian olive in the Southwest. – Forest Service, 2004. – 11 pp.
6. González-Muñoz N. CausesandConsequencesofExoticTreeInvasioninIberianPeninsula. – AlcaládeHenares, 2012. – 299 p.

7. Katz G. L. and Shafroth P. B. Biology, ecology and management of *Elaeagnus angustifolia* L. (Russian olive) in western North America. – Wetlands, Vol. 23. – 2003. – pp. 763-777.
8. Lesica P., Miles S. Natural history and invasions of Russian olive along eastern Montana rivers. – Western North American Naturalist, Vol. 61 (1). – 2001. – pp. 1-10.
9. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystem and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: - <http://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>
10. Reynolds L. V., Cooper D. J. Environmental tolerance of an invasive riparian tree and its potential for continued spread in the southwestern US. – Journal of Vegetation Science, Vol. 21. – 2010. – pp. 733-743.
11. Simberloff D. Non-native species do threaten the natural environment!. J. – Agric Environ Ethics, Vol. 18 (6). – 2005. – pp. 595-607.
12. Studnik-Wójcikowska B., Moysiienko I., Slim P. A., Morachewski I. R. Impact of the invasive species *Elaeagnus angustifolia* L. on vegetation in Pontic desert steppe zone (Southern Ukraine). – Polish Journal of Ecology, Vol. 58 (2). – 2009. – pp. 327-339.

MORPHOMETRIC PARAMETERS AND AGE STRUCTURE OF *ELAEAGNUS ANGUSTIFOLIA* L. ON THE NORTHERN AND WESTERN BOUNDARIES OF ITS AREA

K. M. Norenko, Ya. P. Didukh

*The research results of the age structure and morphometrics of *Elaeagnus angustifolia* L. populations on the northern and western boundaries of its area in Ukraine were generalized. There were discovered the relations between morphometric parameters that characterize the development of species populations in general.*

*Keywords: *Elaeagnus angustifolia*, Russian olive, morphometric parameters, invasive species, population, age structure, area.*

Отримано редколегією 24.02.2017