

Radial growth variation of *Quercus petraea* and *Quercus robur* in plantations of the Northern steppe Dnieper region

L. M. Karas ORCID ID: 0009-0001-3975-0410

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

Article info

Received: 20.04.2026
Revised: 08.05.2026
Accepted: 12.05.2026
Published: 18.05.2026

Oles Honchar Dnipro National
University, Nauky Ave., 72,
Dnipro, 49010, Ukraine.
E-mail:
lyudmylkaras76@gmail.com

Karas, L. M. (2026). Radial growth variation of *Quercus petraea* and *Quercus robur* in plantations of the Northern steppe Dnieper region. *Ecology and Noospherology*, 37(1), 49–55. doi:10.15421/032606

Natural, semi-natural forests and artificially created forest plantations with the participation of representatives of the genus *Quercus* are considered ecologically, socially, and economically significant agents of providing numerous ecosystem services and are one of the main foci of biodiversity. However, global climate change leads to the vulnerability of forest ecosystems to biotic and abiotic stress factors, and an increase in the climatic sensitivity of oak forests in arid regions is predicted. This necessitates the optimization of the species composition of forest plantations and the search for promising sustainable species for afforestation, including during the post-war restoration of forest ecosystems in Ukraine. Our study aimed to assess the radial growth of *Quercus petraea* and *Quercus robur* as an indicator of their condition, growth intensity, and productivity in artificial forest plantations in the conditions of the Northern Steppe Dnieper Region. The plantations were localized in the upper third of the slope of the southwestern exposure of the steep right bank of the Samara River. Core selection and processing were performed according to generally accepted methods in dendrochronology. The total ring width (RW), earlywood (EW), and latewood (LW) were measured and cross-dated in the CooRecorder/CDendro program. Statistical processing was performed in the R 4.6.0 R software environment of the “dplR” package. It was determined that in artificial stands of the Northern Steppe Dnieper region, dendrochronological indicators of radial growth of *Quercus petraea* and *Quercus robur* are close, but *Quercus petraea* had a significantly larger width of earlywood, which may indicate favorable conditions for the initial stage of its seasonal growth. The radial growth of *Quercus petraea* has greater inertia and a stronger aftereffect of the conditions of the previous year. Common points of years of negative growth were established, which may reflect a similar reaction of both species to extreme growth conditions. The obtained data preliminarily indicate the potential for wider use of *Quercus petraea* for the creation and restoration of artificial forest plantations in the conditions of the Northern steppe Dnieper region, in particular within the slope habitats of river valleys. However, the final determination of the prospects of this species in arid regions under the influence of climate change requires further studies of its climate sensitivity, resistance to drought, and other climatic anomalies in different types of habitats of the steppe zone. Dendrochronological studies of radial growth of forest-forming species are a promising method for planning the species composition of artificial forest plantations and are of great importance for sustainable forest management in the conditions of future climate change.

Keywords: mean radial growth; tree-rings; pointer years of radial growths; *Quercus robur*; *Quercus petraea*; artificial forest plantations.



The article and any related published material are licensed under the Creative Commons Attribution License (CC BY 4.0).

Варіація радіального приросту *Quercus petraea* та *Quercus robur* у штучних лісонасадженнях Північного степового Придніпров'я

Л. М. Карась ORCID ID: 0009-0001-3975-0410

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро, Україна

Природні, напівприродні ліси та штучно створені лісонасадження за участю представників роду *Quercus* вважаються екологічно, соціально та економічно значущими агентами надання численних екосистемних послуг та є одними з основних осередків біорізноманіття. Але глобальні кліматичні зміни призводять до вразливості лісових екосистем до біотичних та абіотичних стрес-факторів та прогнозується посилення кліматичної чутливості дібров у посушливих регіонах. Це зумовлює необхідність оптимізації видового складу лісонасаджень та пошук перспективних стійких видів для лісорозведення, у тому числі при повосенному відновленні лісових екосистем в Україні. Метою нашого дослідження було оцінювання річних приростів *Quercus petraea* та *Quercus robur* як індикатора їхнього стану, інтенсивності росту та продуктивності у штучних лісонасадженнях в умовах Північного степового Придніпров'я. Насадження були локалізовані у верхній третині схилу південно-західної експозиції крутого правого берега р. Самара. Відбір кернів та їх обробка були виконані за загальноприйнятими у дендрохронології методами. Ширину річного кільця, ранню та пізню деревину виміряно та перехресно датовано в програмі CooRecorder/CDendro. Статистичну обробку здійснено у програмному середовищі R 4.6.0 пакета «dplR». Визначено, що в штучних насадженнях Північного степового Придніпров'я дендрохронологічні показники радіального приросту *Quercus petraea* та *Quercus robur* є близькими, але *Quercus petraea* мав значущо більшу ширину ранньої деревини, що може вказувати на сприятливі умови для початкового етапу його сезонного приросту. Радіальний приріст *Quercus petraea* має більшу інертність та сильніший ефект післядії умов попереднього року. Встановлено спільні роки негативних характеристичних приростів, що може відображати подібну реакцію обох видів на екстремальні умови зростання. Отримані дані попередньо свідчать про потенційну можливість більш широкого використання *Quercus petraea* для створення та відновлення штучних лісонасаджень в умовах Північного степового Придніпров'я, зокрема в межах схилів місцезростань річкових долин. Але остаточне визначення перспективності даного виду в посушливих регіонах за дії кліматичних змін потребує подальших досліджень його кліматичної чутливості, стійкості до посухи та інших кліматичних аномалій у різних типах місцезростань степової зони. Дендрохронологічні дослідження радіальних приростів лісоутворюючих порід є перспективним методом для планування породного складу штучних лісонасаджень та мають велике значення для сталого лісокористування в умовах майбутніх змін клімату.

Ключові слова: середній радіальний приріст; річні кільця; характеристичні роки радіальних приростів; *Quercus robur*; *Quercus petraea*; штучні лісонасадження.

Вступ

Одними з найпоширеніших деревних угруповань у світі є природні, напівприродні ліси та штучно створені лісонасадження за участю представників роду *Quercus*, які розглядаються як екологічно, соціально та економічно вагомі агенти надання численних екосистемних послуг (Johnson et al., 2009; Eaton et al., 2016; Stavi et al., 2022). На переважній частині території Європи широко розповсюдженими є автохтонні дуб звичайний (*Quercus robur* L.) та дуб скельний (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), які входять до складу природних мішаних та листяних лісів. Вони є дуже важливими породами для економіки та лісгосподарської сфери. Оскільки ці види довгоживучі, широкопоширені в Європі і їх річні кільця чітко розрізняються, то їх найчастіше використовують у дендрохронологічних та дедрокліматичних дослідженнях (Cufar et al., 2014).

В Україні до масштабних воєнних дій, які призводять до катастрофічного знищення лісових насаджень, площа лісів з дубу звичайного оцінювалась у понад 1,7 млн. га та частка дуба серед лісоутворюючих порід становила близько 28 % (Rumiantsev et al., 2018; Tkach et al., 2019a). У степовій зоні площа лісів з *Q. robur* різного походження становила близько 230 тис. га, серед яких вагому частину складали штучні насадження – 45 % (Tkach et al., 2019b). Дуб звичайний у Степу є едифікатором більшості заплавлених та байрачних природних лісів (Belgard, 1950) та вважається

пріоритетним видом у лісовідновленні та лісорозведенні завдяки, насамперед, значному позитивному середовищеперетворюючому впливу насаджень за його участю (Gritsan, 2000; Gorban et al., 2020; Yakovenko et al., 2025). Але в цьому посушливому регіоні дуб знаходиться на межі природного ареалу (EUFORGEN, 2026a), а природні та штучні діброви – у географічній та часто екологічній невідповідності умовам місцезростань (Belgard, 1971). Це потенційно може спричиняти їх більшу чутливість до негативних наслідків глобальних кліматичних змін, які по всьому світу призводять до підсилення вразливості лісових екосистем до біотичних та абіотичних стрес факторів та їх смертності (Allen et al., 2015). Вважається, що тенденції до збільшення смертності лісів від екстремальних посух в Європі найбільш характерні для посушливих зон (Steinkamp, Hickler, 2015). Для території України також прогнозується зміщення сприятливих умов для зростання лісів на північ та північний захід і найбільша вразливість саме лісів ксеричного поясу (Shvidenko et al., 2017).

Згідно з однією з моделей розповсюдження деревних видів за кліматичних змін прогнозується скорочення південно-східної частини природного ареалу *Q. robur* (Dyderski et al., 2024), до якої належить територія Степу України та, зокрема, Північного степового Придніпров'я. За даними дендроекологічних досліджень дуб звичайний у зоні прогнозованого скорочення ареалу більш чутливий до поточних кліматичних змінних вегетаційного

періоду і його радіальний приріст переважно обмежений нестачею вологи, особливо у позазаплавних місцезростаннях (Netsvetov et al., 2021; Pora et al., 2025). Наукові дані свідчать, що у степовій зоні популяції *Q. robur* тривалий період існують у достатньо стабільних кліматичних стресових умовах і даний вид виявляє достатню стійкість до кліматичних змін, що ставить під сумнів сценарії скорочення його ареалу в цьому регіоні (Pora et al., 2025).

Неузгодженістю деяких прогнозних моделей з даними дендроіндикаційних досліджень дубів у степовій зоні, які враховують локальні місцеві умови, зумовлюють невизначеність подальшої кліматичної стійкості *Q. robur* та перспективність його використання для лісорозведення в посушливих регіонах у майбутньому. Це зумовлює необхідність оптимізації видового складу насаджень та пошук альтернативних перспективних стійких порід для лісорозведення, у тому числі при повоєнному відновленні лісових екосистем. Водночас штучні лісонасадження можливо розглядати не тільки як дієві агенти оптимізації навколишнього середовища, але й як потенційні резервати збереження генофонду цінних деревних порід.

Дуб скельний на території України має природне розповсюдження переважно у гірських районах Карпат, Криму та у вигляді острівних локалітетів у межах Східноєвропейської рівнини (Подільська височина та Поліська низовина) з тенденцією відповідності до більш теплих схилів південної експозиції (Eaton et al., 2016; Melnyk, 2025; EUFORGEN, 2026b). Безпосередньо у степовій зоні України *Q. petraea* знаходиться поза межами свого природного ареалу, є інтродукованим видом та дуже зрідка використовується при лісорозведенні. Зокрема, для Дніпропетровської та Запорізької областей *Q. petraea* наводиться лише для штучних лісонасаджень лісівництва Отрадне Самарівського району (колишнього Новомосковського) (Tarasov, 2012), де і були проведені дослідження.

Дуб скельний вважається близьким за біологічними та екологічними властивостями до дуба звичайного, але вирізняється значнішою його посухостійкістю та відповідністю у природних ареалах до гірських регіонів та схилих місцезростань (Arend et al., 2011; Eaton et al., 2016; Melnyk, 2025; EUFORGEN, 2026b). Це дає підставу розглядати *Q. petraea* як перспективний вид для лісовідновлення та лісорозведення у степовій зоні України, особливо на схилих місцезростаннях, що потребує комплексних досліджень даного виду у цьому регіоні. Наразі наукова інформація щодо стану його життєвості, продуктивності та специфіки радіальних приростів в умовах Степу відсутня.

Дендрохронологічними методами ми досліджували особливості радіального приросту *Q. petraea* поза межами природного ареалу, *Q. robur* на південно-східній його межі у складі штучного масивного лісонасадження, яке локалізоване у достатньо складних для зростання деревної рослинності лісорослинних умовах – верхній третині схилу південно-західної експозиції крутого правого берега р. Самара. Ці біотопи належать до пристінних (байрачних) місцезростань та природно тут можуть

формуватися низькобонітетні берестово-ясеневі діброви, чорнокленові та берестово-чорнокленові дубняки сухуватих типів (Belgard, 1950). За своїми вихідними ґрунтово-гідрологічними умовами верхні третини схилів близькі до плакорних місцезростань і часто використовуються для створення штучних насаджень у степовій зоні.

Метою нашого дослідження було оцінювання річних приростів дерев *Q. petraea* та *Q. robur* як індикатора їхнього стану, інтенсивності росту та продуктивності в штучних лісонасадженнях в умовах Північного степового Придніпров'я.

Об'єкти та методи досліджень

Дослідження були проведені в штучному лісонасадженні, яке розташоване в 2 км на південний схід від села Андріївка Самарівського району Дніпропетровської області (рис. 1). Ця територія зарезервована під створення національного парку «Самарський бір». Район дослідження належить до регіону Північного степового Придніпров'я північної підзони степової зони України, яка характеризується помірно-континентальним кліматом з посушливим літом та відносно прохолодною, вологою зимою.

Досліджувана штучна діброва локалізована в межах положистої ділянки (ухил 3–5°) верхньої третини схилу південно-західної експозиції правобережжя р. Самара (рис. 1). Відстань до річки – 700 м. Висота над рівнем моря 110 м. Рівень залягання ґрунтових вод понад 25 м (Gritsan, 2000). Ґрунти не мають ознак змиву і згідно з класифікацією WRB (IUSS Working Group WRB, 2022) представлені Calcic chernozem. Масивне насадження складається із дуба звичайного з локальними ділянками (по 3–5 рядів) дуба скельного. Середній вік насадження – 50 років. Тип посадки – рядовий. Відстань між деревами в рядах коливається від 0,9 до 2 м, між рядами – від 2 до 2,5 м. Середня висота досліджених дерев дуба звичайного становила 16,8±0,86 м; діаметр стовбура на висоті 1,3 м, над рівнем ґрунту 30,9±4,09 см; для дерев дуба скельного – 16,6±2,33 м та 33,4±2,84 см відповідно. Останні десятиріччя лісгосподарські заходи у насадженні не проводились. До складу деревостану поодинокі додаються ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.), груша звичайна (*Pyrus communis* L.), клен гостролистий (*Acer platanoides* L.), абрикос (*Prunus armeniaca* L.). Зімкнутість пологів – 0,8–0,9. У природно сформованому підліску дерен кривавочервоний (*Cornus sanguinea* L.), бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare* L.), скуппія звичайна (*Cotinus coggygria* Scop.) та фрагментарний підріст бересту (*Ulmus minor* Mill.), клену польового (*Acer campestre* L.) та гостролистого, робінії псевдоакації (*Robinia pseudoacacia* L.), ясеня звичайного, сіянці дубів. Зареєстровані окремі екземпляри підросту дуба скельного віком до 10 років природного насінневого походження. Трав'яний покрив мозаїчний та внаслідок процесів сільватизації та натуралізації насадження складений переважно лісовими та рудерально-лісовими видами: куцоніжка лісова (*Brachypodium sylvaticum* (Huds.) P.Beauv.) (домінує), розхідник звичайний (*Glechoma hederacea* L.),

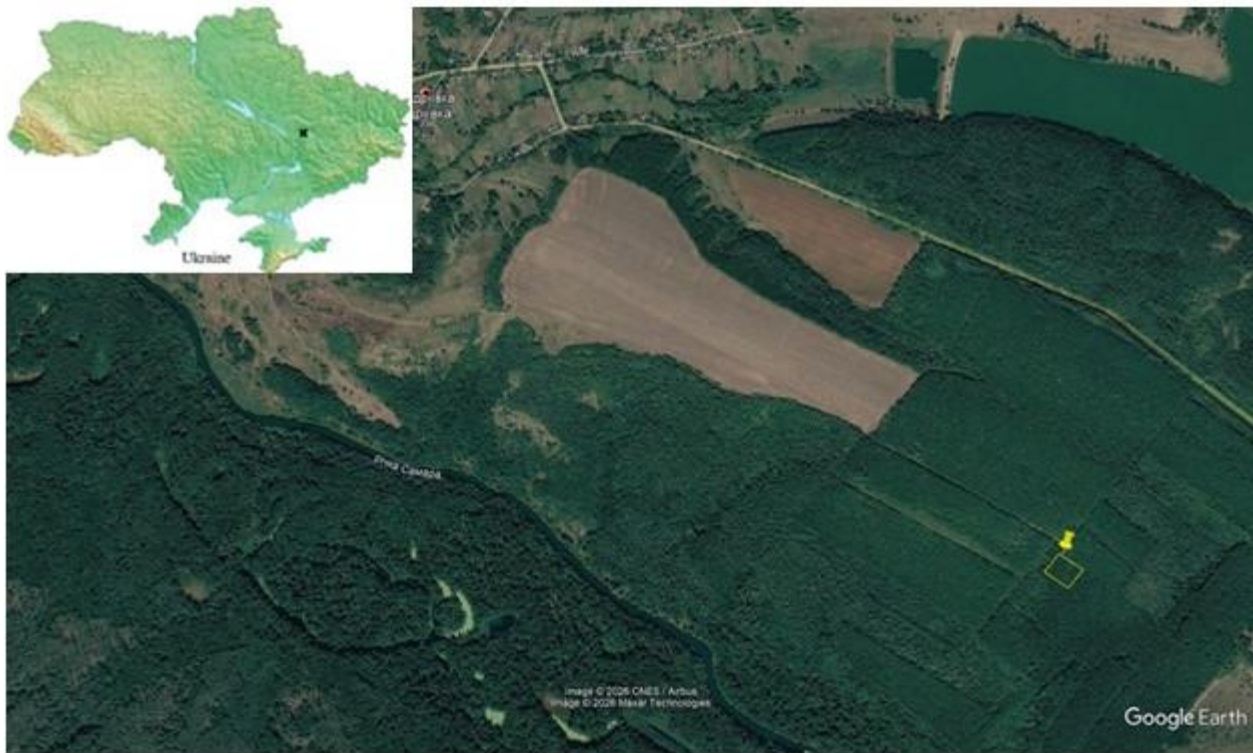


Рис. 1. Локація досліджуваної штучної діброви (Самарівський район, Дніпропетровська область, Україна).
 Географічні координати: N 48°45'16.19'' E 35°28'53.08''

кінський часник звичайний (*Alliaria petiolata* (M.Bieb.) Cavara & Grande), фіалка приємна (*Viola suavis* M.Bieb.), мерингія трижилкова (*Moehringia trinervia* (L.) Clairv.) та ін.

В межах насадження протягом 2024–2025 років було відібрано 10 та 11 відповідно зрілих домінуючих й кодомінуючих дерев *Q. petraea* та *Q. robur* без виражених дефектів, які б могли перешкоджати перехресному датуванню (I категорія санітарного стану). Висоту дерев вимірювали висотоміром Suunto PM-5/1520, діаметр стовбурів на висоті 1,3 м – вимірювальною вилкою Mantax Precision Blue 650 мм Haglof. Санітарний стан дерев визначався візуально за морфологічними ознаками згідно із затвердженими «Санітарними правилами в лісах України» (Sanitarni pravyla ..., 1995). Номенклатура таксонів рослин наведена за сучасною базою даних POWO (<https://powo.science.kew.org/>).

Буравом Преслера (Haglof) на висоті від 0,5 до 1,3 м було відібрано не менше двох кернів із кожного дерева. Відбір зразків та їх камеральну обробку проводили згідно із загальноприйнятими в дендрохронології методами (Cook and Kairiukstis, 1990). Керни після відбору були марковані із зазначенням виду, місця збору та дати, висушені, відшліфовані та скановані з високою роздільною здатністю (2400 dpi). Ширину річних кілець (RW), а також приріст ранньої (EW) та пізньої деревини (LW) було виміряно та перехресно датовано в програмі CooRecorder/CDendro (Cybis Elektronik & Data AB, Version: 9.8.4 May 22 2024). В цій програмі також здійснено оцінку відстані до серцевини та пропущених кілець, визначено камбіальний вік дерев шляхом підрахунку річних кілець для кернів, які мали серцевину, для інших – графічним методом (Rozas, 2013).

Основну статистичну обробку отриманих даних проводили у програмному середовищі R 4.6.0 (R Core Team, 2026) пакета «dplR» (Bunn, 2010). Після перехресного датування серії радіальних приростів річних кілець (RW), ранньої (EW) та пізньої деревини (LW) було усереднено до одного ряду на рівні дерева, видалено віковий тренд за допомогою сплайн-функції та індексовано (Cook, Kairiukstis, 1990). Визначено середній приріст для кожного дерева, авторегресію та стандартні відхилення для статистичних показників. Визначено дати характеристичних років радіального приросту (pointer years; Neuwirth et al., 2007) з шириною вікна 11 років та граничним значенням для визначення референсного року 0,75 стандартного відхилення.

Результати та їх обговорення

Для 10 дерев *Q. petraea* датовано 22 серії річних кілець (RW), ранньої (EW) та пізньої деревини (LW), що загалом становило 1045 річних кілець. Найдовша хронологічна серія становила 66 років (1959–2024 pp.). Для 11 дерев *Q. robur* також датовано 22 керни, що становило 1040 річних кілець. Найдовша хронологічна серія – 58 років (1967–2024 pp.) (табл. 1).

Усі показники радіального приросту *Q. petraea* були вищі, ніж у *Q. robur*, але значущо відрізнялася ($p < 0.05$) лише ширина ранньої деревини (EW): 0.90 ± 0.235 та 0.78 ± 0.195 відповідно. Середній річний радіальний приріст річного кільця (RW) був 2.90 ± 1.574 та 2.63 ± 1.209 , а пізньої деревини (LW): 2.20 ± 1.442 та 1.85 ± 1.124 відповідно і для *Q. petraea*, і для *Q. robur* (табл.1).

Таблиця 1

Середній радіальний приріст *Q. petraea* та *Q. robur* для періоду 1979–2024 років

Види	Компонент	Кількість дерев	Середній приріст	Середня авторегресія 1 пор. (ar1)	Середнє стандартне відхилення (stdev)	Середня довжина серії
<i>Quercus petraea</i>	EW	10	0.90	0.521	0.235	44.4
<i>Quercus petraea</i>	LW	10	2.20	0.768	1.442	44.4
<i>Quercus petraea</i>	RW	10	2.90	0.780	1.574	44.4
<i>Quercus robur</i>	EW	11	0.78	0.494	0.195	45
<i>Quercus robur</i>	LW	11	1.85	0.619	1.124	45
<i>Quercus robur</i>	RW	11	2.63	0.649	1.209	45

Варіації у межах серій річних радіальних прирістів у *Q. petraea* для річного кільця (RW) коливаються у межах від 2.52 ± 1.515 до 3.51 ± 2.182 , ранньої деревини (EW) – від 0.79 ± 0.154 до 1.06 ± 0.257 та пізньої деревини (LW) – від 1.58 ± 1.232 до 2.50 ± 1.977 . Для *Q. robur* варіації у межах серій становлять від 1.98 ± 1.022 до 3.18 ± 1.067 ; від 0.52 ± 0.242 до 0.96 ± 0.160 та від 1.39 ± 0.892 до 2.50 ± 1.297 відповідно для річного кільця (RW), ранньої (EW) та пізньої деревини (LW) (рис. 2).

Як для *Q. petraea*, так і для *Q. robur* рання деревина (EW) неваріативна, варіабельність річного кільця визначає величина пізньої деревини (LW). Слід зазначити, що у *Q. robur* більше варіює середній річний приріст, а у *Q. petraea* приріст у поточному році більше залежить від умов попереднього року (більше значення коефіцієнта авторегресії) (рис. 2).

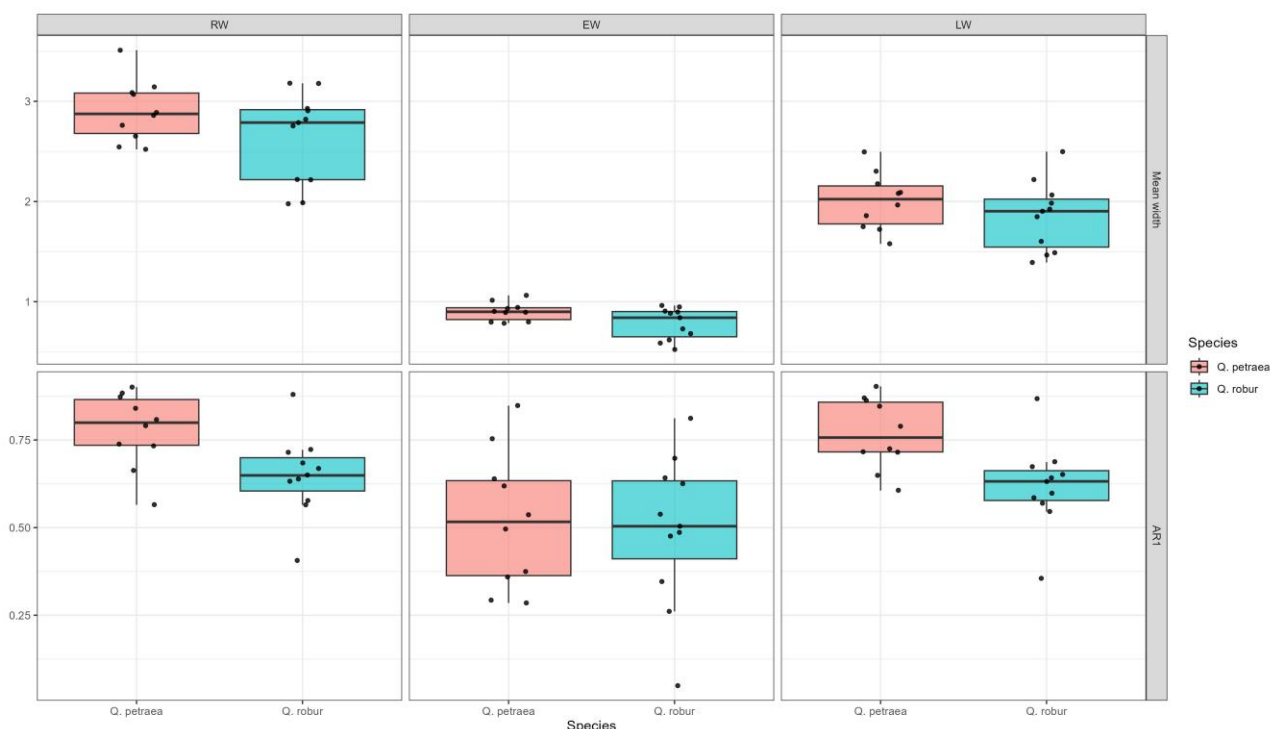


Рис. 2. Варіації параметрів ширини річного кільця та коефіцієнта авторегресії першого порядку *Q. petraea* та *Q. robur*

Для серій річних кілець визначено роки з характеристичними позитивними та негативними радіальними приростами. Так, у *Q. petraea* у 1991 та 1997 роках більше 80 % дерев позитивно відреагували на умови зростання, з них екстремально позитивно у 1991 році – 36 %, а у 1997 році – 63 %. У 1982 році більше 80 % дерев *Q. robur* показали екстремальний приріст. А 2010 рік був спільним позитивним роком для обох видів, проте у *Q. petraea* відреагувало більше 80 %, а у *Q. robur* – 100 % дерев (табл. 2).

Для обох видів екстремально негативними були 1995, 1999, 2012 та 2019 роки, які показали низький радіальний приріст у 55–100 % дерев. Для *Q. petraea* екстремальнішими були 1999, 2012 та 2019 роки, в яких більше 80 % дерев негативно відреагувало на зміни умов зростання, а для *Q. robur* – 1995, 1999 та 2012 роки. Така реакція, імовірно, пов'язана з критичністю умов зростання для деревних видів у ці роки і може бути спричинена посухами, які характерні для степової зони України. Слід зазначити, що у 2012 році і у *Q. petraea*, і у *Q. robur*

Таблиця 2

Характеристичні роки радіальних приростів *Q. petraea* та *Q. robur*

Рік	Екстремальні позитивні, %	Сильні позитивні, %	Слабкі позитивні, %	Позитивні (загалом), %	Слабкі негативні, %	Сильні негативні, %	Екстремальні негативні, %	Негативні (загалом), %	Індекс приросту Кропера (Cvalues)	Станд. відхил. Cvalues sd
<i>Q. petraea</i>										
1991	36.36	27.27	18.18	81.81	0.00	0.00	0.00	0.00	1.22	0.75
1995					18.18	36.36	0.00	54.54	-1.13	0.28
1997	63.64	18.18	0.00	81.82	0.00	0.00	0.00	0.00	1.52	0.88
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	54.55	36.36	9.09	100.00	-1.34	0.22
2010	18.18	36.36	27.27	81.81	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	0.42
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	9.09	36.36	54.55	100.00	-1.64	0.25
2019	0.00	0.00	0.00	0.00	54.55	27.27	0.00	81.81	-1.12	0.32
<i>Q. robur</i>										
1982	16.67	33.33	33.33	83.33	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23	0.56
1995	0.00	0.00	0.00	0.00	10.0	50.00	20.00	80.00	-1.42	0.34
1999	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	80.00	0.00	80.00	-1.28	0.22
2010	90.00	10.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.03	0.32
2012	0.00	0.00	0.00	0.00	10.0	60.00	30.00	100.00	-1.56	0.25
2019					44.44	11.11	0.00	55.55	-1.04	0.16

100 % дерев відреагували низьким радіальним приростом, разом з тим для *Q. petraea* у 54 % дерев він був екстремально низьким, а для *Q. robur* тільки у 30 %.

З'ясування показників стрес-реакції *Q. petraea* та *Q. robur* на критичність умов зростання потребує подальшого детального визначення у взаємозв'язку із зовнішніми факторами: регіональними, зональними та глобальними змінами природних процесів, що дасть змогу розкрити прогностичні відмінності їх в роки аномальних (посухи, суворі зими) змін степового середовища.

Висновки

В умовах штучного лісонасадження Північного степового Придніпров'я *Q. petraea* та *Q. robur* віком близько 50 років характеризуються близькими дендрохронологічними показниками радіального приросту, зокрема ширини річного кільця та пізньої деревини. Водночас *Q. petraea* мав значущо більшу ширину ранньої деревини, що може свідчити про відносно сприятливі умови для початкового етапу сезонного приросту цього виду в досліджуваному насадженні.

Вищі значення коефіцієнта авторегресії першого порядку у *Q. petraea* вказують на більшу інертність радіального приросту та сильніший ефект післядії умов попереднього року порівняно з *Q. robur*. Для обох видів встановлено спільні роки негативних характеристичних приростів, зокрема 1995, 1999, 2012 та 2019 роки, що може відображати подібну реакцію дерев на несприятливі регіональні умови зростання, імовірно пов'язані з посушливими періодами.

Загалом близькість основних показників радіального приросту *Q. petraea* до показників автохтонного *Q. robur* свідчить про потенційну можливість використання *Q. petraea* у локально сприятливих умовах степової зони. Водночас остаточна оцінка перспективності цього виду для лісорозведення потребує подальших досліджень його

кліматичної чутливості, стійкості до посухи та інших кліматичних аномалій, а також перевірки результатів у ширшій мережі місцезростань.

References

- Allen, C. D., Breshears, D. D., & McDowell, N. G. (2015). On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. *Ecosphere*, 6(8), 1–55.
- Arend, M., Kuster, T., Günthardt-Goerg, M.S., Dobbertin, M. (2011). Provenance-specific growth responses to drought and air warming in three European oak species (*Quercus robur*, *Q. petraea* and *Q. pubescens*). *Tree Physiol.* 31 (3), 287–297.
- Belgard, A. L. (1950). Lesnaja rastitelnost jugo-vostoka USSR [Forest vegetation of southeast of the Ukrainian SSR]. Izdatelstvo Kievskogo Gosudarstvennogo Universiteta, Kiev (in Russian).
- Belgard, A. L. (1971). Stepnoe lesovedenye [Steppe Forestry]. Lesnaya promyshlennost, Moskva (in Russian).
- Bunn, A.G. (2010). Statistical and visual crossdating in R using the dplR library. *Dendrochronologia*, 28 (4), 251–258.
- Cook, E. R., Kairiukstis, L. A. (1990). *Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Sciences*. International Institute for Applied Systems Analysis. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 394 p.
- Cufar K., Grabner M., Morgós A. et al. (2014). Common climatic signals affecting oak tree-ring growth in SE Central Europe. *Springer Nature*, 28, 1267–1277.
- Dyderski, M., Paż-Dyderska, S., Jagodziński, A., Puchalka, R. (2024). Shifts in native tree species distributions in Europe under climate change. *Journal of environmental management*. 373. 123504.
- EUFORGEN. (2026a). *Quercus petraea*. Published on the Internet. <https://www.euforgen.org/species/quercus-petraea>
- EUFORGEN. (2026b). *Quercus robur*. Published on the Internet. <https://www.euforgen.org/species/quercus-robur>
- Gorban V., Huslysty A., Kotovych O., Yakovenko V. (2020). Changes in physical and chemical properties of Calcic chernozem affected by Robinia pseudoacacia and Quercus robur plantings. *Ekologija (Bratislava)*, 39(1), 27–44.
- Gritsan, Yu. I. (2000). *Ekologichni osnovy peretvoriuiuchoho vplyvu lisovoi roslynosti na stepove seredovyshe: Monohrafiia* [Ecological basis of the transforming influence of forest vegetation on the steppe environment:

- Monograph]. Dnipropetrovsk University Press, Dnipropetrovsk (in Ukrainian).
- IUSS Working Group WRB (2022). World reference base for soil resources: International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. 4th ed. International Union of Soil Sciences (IUSS), Vienna, Austria.
- Johnson, P.S.; Shifley, S.R.; Rogers, R. (2009). Oak-dominated ecosystems. In *The Ecology and Silviculture of Oaks*; CABI: Wallingford, UK, pp. 8–57.
- Melnyk V. (2025). [Zakonomirnosti heohrafichnoho poshyrennia skelnodubovykh lisiv na Polissi \[Regularities in the geographical distribution of durmast oak forests in Polissia\]. NaUKMA Research Papers Biology and Ecology, 8, 81–89. \(In Ukrainian\).](#)
- Netsvetov, M., Prokopuk, Y., Ivanko, I., Kotovych, O., & Romensky, M. (2021). [Quercus robur survival at the rear edge in steppe: Dendrochronological evidence. Dendrochronologia, 67, 125843.](#)
- Neuwirth, B., Schweingruber, F. and Winiger, M. (2007). Spatial patterns of central European pointer years from 1901–1971. *Dendrochronologia*, 24, 79–89.
- Popa, A., J. Jevšenak, M. Dyderski, et al. (2025). [Spatiotemporal Variability of Dendroecological Indicators in Pedunculate Oak \(Quercus robur L.\) Tree-Rings Across Europe in Relation to Species Distribution Models. Global change biology, 31\(11\), e70567.](#)
- POWO (2026). Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <https://powo.science.kew.org>
- Rozas, V. (2003). [Tree age estimates in Fagus sylvatica and Quercus robur: testing previous and improved methods. Plant Ecology, 167, 193–212.](#)
- Rumiantsev, M., Luk'yanets, V., Musienko, S., Mostepanyuk, A., Obolonyk, I. (2018). [Main problems in natural seed regeneration of pedunculate oak \(Quercus robur L.\) stands in Ukraine. Forestry Studies, 69 \(1\), 7–23.](#)
- Sanitarni pravyla v lisakh Ukrainy (1995). [Sanitary Regulations in forests of Ukraine]. Kyiv (in Ukrainian).
- Shvidenko, A., Buksha, I., Krakovska, S., & Lakyda, P. (2017). [Vulnerability of Ukrainian forests to climate change. Sustainability, 9\(7\), 1152.](#)
- Stavi, I., Thevs, N., Welp, M. et al. (2022). [Provisioning ecosystem services related with oak \(Quercus\) systems: a review of challenges and opportunities. Agroforest Systems, 96, 293–313.](#)
- Steinkamp, J., & Hickler, T. (2015). [Is drought-induced forest dieback globally increasing? Journal of Ecology, 103, 31–43.](#)
- Tarasov, V. V. (2012). *Flora Dnipropetrovskoji ta Zaporizkoji oblasti: Monohrafiia* [Flora of Dnipropetrovsk and Zaporizhia regions: Monograph]. Lira, Dnepropetrovsk (in Ukrainian).
- Tkach, V. P., Kobets, O. V., Rumiantsev, M. H. (2019b). [Stan ta produktyvnist dubovykh nasadzen stepovoi chastyny Ukrainy \[Condition and productivity of oak stands in Ukrainian Steppe\]. Forestry and Forest Melioration, 134, 13–23. \(In Ukrainian\).](#)
- Tkach, V., Rumiantsev, M., Kobets, O., Luk'yanets, V. & Musienko, S. (2019a). [Ukrainian plain oak forests and their natural regeneration. Forestry Studies, 71\(1\) 17–29.](#)
- Yakovenko, V., Gorban, V., Kotovych, O., Didur, O., Poleva, J. (2025). [Humus forms, earthworm bioturbation and soil organic carbon storage in Chernozems of the low-intensity land use of steppe zone of Ukraine. Geoderma Regional, 42, e00988.](#)