

УДК 630*812
DOI:10.37128/2707-5826-
2026-1-8

**ОСОБЛИВОСТІ
ФОРМУВАННЯ
ФІЗИЧНОЇ ЯКОСТІ
ДЕРЕВИНИ QUERCUS
ROBUR L. В
УКРАЇНСЬКИХ
КАРПАТАХ**

І.М. СОПУШИНСЬКИЙ, доктор с.-г. наук,
професор Черкаського державного
технологічного університету

Р.Т. МАКСИМЧУК, доктор філософії, доцент
Черкаського державного технологічного
університету

Я.М. КОПОЛОВЕЦЬ, доктор філософії, доцент
Ужгородського національного університету

Л.І. БІЛИК, доктор педагогічних наук, професор
Черкаського державного технологічного
університету

У статті наведено результати деревинознавчого дослідження фізичних властивостей деревини дуба звичайного (*Quercus robur* L.) насінневого та вегетативного походження, що зростає у свіжій грабовій судіброві Українських Карпат. Актуальність роботи зумовлена зростаючим світовим попитом на деревинну сировину, підвищенням вимог до її якості та сучасними вимогами до ефективного використання лісових ресурсів у контексті формування біоекономіки й переходу до низьковуглецевих технологій. Особливу увагу приділено дубу звичайному як одній із найбільш цінних листяних порід, деревина якої широко використовується в деревообробній і меблевій промисловості.

Об'єктом дослідження були дубові деревостани насінневого та вегетативного походження, розташовані на висоті 500–550 м над рівнем моря. Для дослідження відібрано 12 модельних дерев, з яких виготовлено 360 зразків деревини стандартних розмірів. Визначено показники абсолютно сухої, базисної та свіжозрубаної щільності, абсолютної вологості, абсолютної й базисної пористості, а також лінійного та об'ємного всихання деревини в різних анатомічних напрямках. Статистичну обробку результатів виконано із застосуванням програмних засобів SPSS та Microsoft Excel.

Встановлено, що об'ємна маса деревини дуба насінневого походження є значно більшою в абсолютно сухому та базисному (відносному) станах, характеризується меншою пористістю та вищою фізичною якістю порівняно з аналогічними показниками деревини вегетативного походження. Процеси всихання деревини мають виражений анізотропний характер, при цьому найбільші значення зафіксовано в тангентальному напрямку. Показано наявність тісного лінійного зв'язку між показниками базисної щільності деревини та анізотропією всихання в тангентальному напрямку й за об'ємом, тоді як радіальне всихання виявляє слабку залежність від щільності деревини. Обернена лінійна залежність між базисною об'ємною масою та пористістю в абсолютно сухому стані є характерною для деревини дуба як насінневого, так і вегетативного походження. Деревина насінневого походження є більш придатною для використання у відповідальних конструкційних і меблевих виробках, тоді як деревина вегетативного походження може ефективніше застосовуватися в технологіях просочування та модифікування. Результати дослідження мають практичне значення для оптимізації використання дубової деревини, удосконалення технологій її перероблення та підвищення економічної ефективності лісокористування з урахуванням морфогенетичних особливостей насаджень.

Ключові слова: дуб звичайний, фізичні властивості деревини, об'ємна маса, пористість, усихання, анізотропія, дерева насінневого та вегетативного походження.

Табл. 2., Рис. 2., Літ. 9.



Постановка проблеми. Деревина є однією з ключових стратегічних сировин, що забезпечує сталий економічний розвиток і формування біоекономіки, зокрема в умовах переходу до низьковуглецевих технологій [4].

За прогнозами ООН [2], попит на деревину на міжнародних ринках до 2050 року зросте на 40 %, що зумовлює підвищені вимоги до ефективності управління лісовими ресурсами та їх цільового призначення, зокрема використання стовбурної деревини. В умовах глобальної зміни клімату одним із ключових викликів сталого ведення лісового господарства є збалансоване й екологічно обґрунтоване використання лісових ресурсів, орієнтоване на збереження біорізноманіття та стабільності лісових екосистем, а також на забезпечення деревообробної промисловості високоякісною деревиною [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед листяних порід дуб звичайний (*Quercus robur* L.) посідає провідне місце за економічною цінністю та широким спектром використання, насамперед завдяки високим фізико-механічним властивостям і довговічності його стовбурної деревини [5].

Зростаючий попит на дубову деревину зумовлює необхідність вирощування дерев із заданими властивостями деревини та підвищення її експлуатаційних характеристик, зокрема шляхом застосування процесів модифікації, які забезпечують зростання біостійкості й довговічності матеріалу та створюють сприятливі економічні передумови для ефективного використання цінної сировини [7].

Водночас у наукових працях значну увагу приділено визначенню біологічної продуктивності дубових насаджень. Так, у роботах [9] охарактеризовано надземну фітомасу полезахисних лісових смуг за участю дуба звичайного, встановлено залежності між компонентами фітомаси та основними таксаційними й меліоративними показниками, а також розроблено розрахункові моделі та нормативи визначення депонованого вуглецю. Ці дослідження підтверджують важливу роль дуба у виконанні екосистемних функцій, однак не охоплюють детального аналізу властивостей деревини залежно від походження насаджень.

Окремі сучасні дослідження свідчать, що дуб звичайний, вирощений на землях після сільськогосподарського використання, за більшістю фізико-механічних показників не поступається деревині з лісових угідь, попри наявність певних анатомічних відмінностей. Це відкриває перспективи залучення таких територій до виробництва промислово цінної деревини [8].

Водночас у доступній науковій літературі недостатньо висвітлено питання впливу способу відновлення дубових насаджень - насінневого чи вегетативного - на формування анатомічної будови та фізико-механічних властивостей деревини. Аналіз літературних джерел показує, що за умов зростання попиту на деревину та підвищення технічних вимог до розмірно-якісних показників актуальним є поглиблене вивчення властивостей деревини дуба звичайного.

Незважаючи на наявні дослідження продуктивності, фітомаси та загальних фізико-механічних характеристик дубових насаджень, питання впливу насінневого й вегетативного походження дерев на якість деревини залишається малодослідженим. Наведений аналіз наукових результатів зумовлює необхідність проведення комплексних досліджень фізичних властивостей деревини дуба різного походження з метою підвищення економічної ефективності використання дубової деревини.

Метою дослідження особливостей формування фізичної якості деревини *Quercus robur* L. в Українських Карпатах було розкрити відмінності фізичних властивостей стовбурної деревини дуба насінневого та вегетативного походження в Українських Карпатах та обґрунтування шляхів її раціонального й економічно ефективного використання.

Об'єкт та методи дослідження. Для дослідження відібрано дубові деревостани вегетативного та насінневого походження, що зростають у свіжій грабовій судіброві Українських Карпат на висоті 500–550 м над рівнем моря (географічні координати: 48°40'21" пн. ш., 22°26'33" сх. д.). Частина дуба у складі деревостанів становила 70 %.

На двох пробних ділянках відібрано по шість модельних дерев для кожної категорії походження - насінневого та вегетативного. Діаметр модельних дерев становив 40–60 см, висота - 21–27 м. Для визначення фізичних властивостей деревини було виготовлено 360 зразків розмірами 20 × 20 × 30 мм³. Зразки відбирали з кожного модельного дерева на висоті 1,3 м (на висоті грудей), на рівні двох третин довжини стовбура та на відстані 1 м від початку крони відповідно до загальновизнаних вітчизняних і міжнародних методик та загальноприйнятих стандартів [1, 6].

Оброблення результатів дослідження проведено за допомогою програмного забезпечення SPSS 17.0 та Excel. Для визначення відмінностей фізичних властивостей деревини між досліджуваною стовбурною деревиною різного походження використано показники описової статистики за радіусом та висотою стовбура.

Результати дослідження. Фізична якість деревини дуба заслуговує на особливу увагу в контексті раціонального використання високоякісної стовбурної деревини для виробництва столярних і меблевих виробів. Розмірно-якісні характеристики стовбурної деревини суттєво визначають ринкову вартість дубової деревини на міжнародних ринках [4]. До основних показників фізичної якості деревини дуба доцільно віднести різні види щільності (об'ємної маси) деревини, а також показники її лінійного й об'ємного всихання. Статистично достовірні відмінності розмірно-якісних характеристик стовбурної деревини дуба насінневого та вегетативного походження зумовлюють доцільність її цільового використання залежно від походження деревини [7].

Статистичні показники, отримані за результатами дослідження якісних характеристик деревини дуба насінневого походження, наведено в (Табл. 1).

Отримані результати дослідження показників фізичної якості деревини дуба насіннєвого походження свідчать, що абсолютно суха щільність деревини (ρ_0) змінюється в межах 570–743 кг·м⁻³ і в середньому становить 661^{±3,18} кг·м⁻³ за коефіцієнта варіації 4,9 %.

Таблиця 1

Фізичні властивості деревини дуба насіннєвого походження

Показники	Мінімальне значення	Середнє арифметичне значення та його помилка	Максимальне значення	Коефіцієнт варіації [%]	Показник точності, [%]
ρ_0 , кг·м ⁻³	570	661 ^{±3,18}	743	4,9	0,5
$\rho_б$, кг·м ⁻³	499	577 ^{±2,78}	649	4,9	0,5
$\rho_{с.з.}$, кг·м ⁻³	909	958 ^{±2,91}	1042	3,1	0,3
W , %	51	66 ^{±0,75}	89	11,5	1,1
Π_0 , %	50	56 ^{±0,21}	61	3,8	0,4
$\Pi_б$, %	57	62 ^{±0,19}	67	3,1	0,3
β_t , %	8,6	9,1 ^{±0,02}	9,6	2,3	0,2
β_r , %	4,1	4,6 ^{±0,02}	4,9	4,1	0,4
β_l , %	0,1	0,5 ^{±0,02}	0,8	41,2	4,0
β_v , %	12,8	14,1 ^{±0,04}	14,8	2,6	0,3
k_{β_l/β_r}	1,84	1,99 ^{±0,01}	2,18	3,4	0,3

Примітка: ρ_0 – щільність деревини в абсолютно-сухому стані; $\rho_б$ – базисна щільність деревини; $\rho_{с.з.}$ – щільність свіжозрубаної деревини; $W_{абс.}$ – абсолютна вологість свіжозрубаної деревини. Π_0 – абсолютна пористість деревини; $\Pi_б$ – базисна пористість деревини; β_t – всихання деревини в тангентальному напрямку; β_r – всихання я деревини в радіальному напрямку; β_l – всихання деревини повздож волокон; β_v – об'ємне всихання деревини, k_{β_l/β_r} – коефіцієнт неоднорідності.

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Отримані значення відповідають характерним показникам для деревини дуба та підтверджують її високу фізичну якість [1].

Середнє значення базисної щільності ($\rho_б$) становить 577^{± 2,78} кг·м⁻³, а щільності свіжозрубаної деревини ($\rho_{с.з.}$) – 958^{± 2,91} кг·м⁻³. Низькі значення коефіцієнтів варіації (4,9 % і 3,1 % відповідно) свідчать про статистичну достовірність отриманих результатів дослідження. Абсолютна вологість свіжозрубаної деревини в середньому становила 66^{± 0,75} %, при цьому коефіцієнт варіації дорівнював 11,5 %, що зумовлено природною мінливістю цього показника. Пористість деревини в абсолютно сухому стані (Π_0) коливається в межах 50–61 % і в середньому становить 56^{± 0,21} %, тоді як базисна пористість ($\Pi_б$) – 62^{± 0,19} %. Низька мінливість цих показників (3,1–3,8 %) свідчить про рівномірну структуру деревини, що позитивно впливає на її фізичну якість. Всихання деревини має виражений анізотропний характер. Найбільші значення зафіксовано в тангентальному напрямку ($\beta_t = 9,1^{± 0,02}$ %), тоді як радіальне всихання (β_r) у середньому становить 4,6^{± 0,02} %. Всихання вздовж волокон (β_l) є незначним (0,5^{± 0,02} %), однак характеризується високим коефіцієнтом варіації (41,2 %), що зумовлено малою абсолютною величиною цього показника. Об'ємне всихання деревини (β_v) у середньому дорівнює 14,1^{± 0,04} %.

Коефіцієнт неоднорідності всихання (k_{β_t/β_r}) становить $1,99 \pm 0,01$, що підтверджує суттєву різницю між тангентальним і радіальним напрямками та необхідність урахування анізотропії під час сушіння й технологічної обробки деревини дуба.

Узагальнюючи, доцільно зазначити, що фізична якість деревини дуба насінневого походження характеризується високими технічними показниками та є придатною для використання у виробництві конструкційних і оздоблювальних виробів.

Показники фізичної якості деревини дуба вегетативного походження у деревостанах Українських Карпат подано у (Табл. 2).

Таблиця 2

Фізичні властивості деревини дуба вегетативного походження

Показники	Мінімальне значення	Середнє арифметичне значення та його помилка	Максимальне значення	Коефіцієнт варіації [%]	Показник точності, [%]
ρ_0 , кг·м ⁻³	536	$595^{\pm 1,75}$	623	3,0	0,3
ρ_6 , кг·м ⁻³	473	$525^{\pm 1,53}$	550	3,0	0,3
$\rho_{с.з.}$, кг·м ⁻³	842	$936^{\pm 3,71}$	999	4,1	0,4
W, %	57	$78^{\pm 0,84}$	99	11,1	1,1
П ₀ , %	58	$60^{\pm 0,12}$	64	2,0	0,2
П ₆ , %	63	$65^{\pm 0,10}$	68	1,6	0,2
β_t , %	7,8	$8,5^{\pm 0,03}$	8,9	3,2	0,3
β_r , %	3,7	$4,1^{\pm 0,02}$	4,5	3,7	0,4
β_l , %	0,1	$0,5^{\pm 0,02}$	0,8	45,4	4,4
β_v , %	11,8	$13,1^{\pm 0,04}$	13,9	3,2	0,3
k_{β_t/β_r}	1,81	$2,05^{\pm 0,01}$	2,29	3,5	0,3

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Як видно з табл. 2, що об'ємна маса деревини в абсолютно сухому стані (ρ_0) дуба вегетативного походження змінюється в межах 536–623 кг·м⁻³ і в середньому становить $595^{\pm 1,75}$ кг·м⁻³. Середнє значення базисної об'ємної маси деревини (ρ_6) становить $525^{\pm 1,53}$ кг·м⁻³, а у свіжозрубаному стані ($\rho_{с.з.}$) - $936^{\pm 3,71}$ кг·м⁻³. Низькі значення коефіцієнтів варіації (3,0–4,1 %) вказують, що отримані результати дослідження є статистично достовірними та характеризуються незначною мінливістю у межах вибірки.

Абсолютна вологість деревини у свіжозрубаному стані ($W_{абс.}$) у середньому становить $78^{\pm 0,84}$ %, при мінімальному значенні 57 % та максимальному — 99 %. Підвищена мінливість цього показника обумовлена біологічними особливостями дерев та умовами їх росту.

Пористість деревини в абсолютно сухому стані (Π_0) коливається в межах 58–64 % і в середньому становить $60^{\pm 0,12}$ %, тоді як базисна пористість (Π_6) — $65^{\pm 0,10}$ %. Низькі значення коефіцієнтів варіації (2,0 % і 1,6 % відповідно) свідчать про рівномірність структури деревини.

Процеси всихання деревини дуба вегетативного походження мають виражений анізотропний характер. Найбільші значення зафіксовано в тангенціальному напрямку ($\beta_t = 8,5^{\pm 0,03}$ %), тоді як радіальне всихання (β_r) становить $4,1^{\pm 0,02}$ %. Всихання повздовж волокон (β_l) є незначним ($0,5^{\pm 0,02}$ %), проте характеризується високим коефіцієнтом варіації (45,4 %).

Об'ємне всихання деревини (β_v) у середньому становить $13,1^{\pm 0,04}$ %, що є характерним для твердолистяних порід. Коефіцієнт неоднорідності всихання (k_{β_t/β_r}) дорівнює $2,05^{\pm 0,01}$, що стверджує про істотну різницю між тангентальним і радіальним напрямками та потребує врахування анізотропії під час технологічної обробки деревини.

Загалом деревина дуба вегетативного походження характеризується нижчими показниками фізичної якості стовбурної деревини, що доцільно враховувати під час технологічних процесів оброблення деревини.

Окремої уваги заслуговує визначення показників лінійної анізотропії всихання деревини, які зумовлюють виникнення внутрішніх напружень у деревині під час сушіння та тривалої експлуатації високоякісних виробів. За результатами дослідження анізотропії всихання деревини дуба доцільно відзначити наявність прямолінійної залежності між базисною щільністю деревини та величиною всихання в тангентальному напрямку (рис. 1).

Як показано на (Рис. 1) залежність між базисною щільністю деревини (ρ_6) та показниками всихання в радіальному (β_r), тангентальному (β_t) напрямках, а також об'ємного всихання (β_v) для деревини дуба насінневого (А) та вегетативного (Б) походження описується лінійними регресійними моделями. Найтісніший кореляційний зв'язок спостерігається для тангентального всихання, що описується рівнянням:

$$\beta_t = 0,01\rho_6 + 5,47 \quad (R^2 = 0,75).$$

Залежність об'ємного всихання від базисної щільності має помірну силу зв'язку і характеризується рівнянням:

$$\beta_v = 0,01\rho_6 + 8,98 \quad (R^2 = 0,48).$$

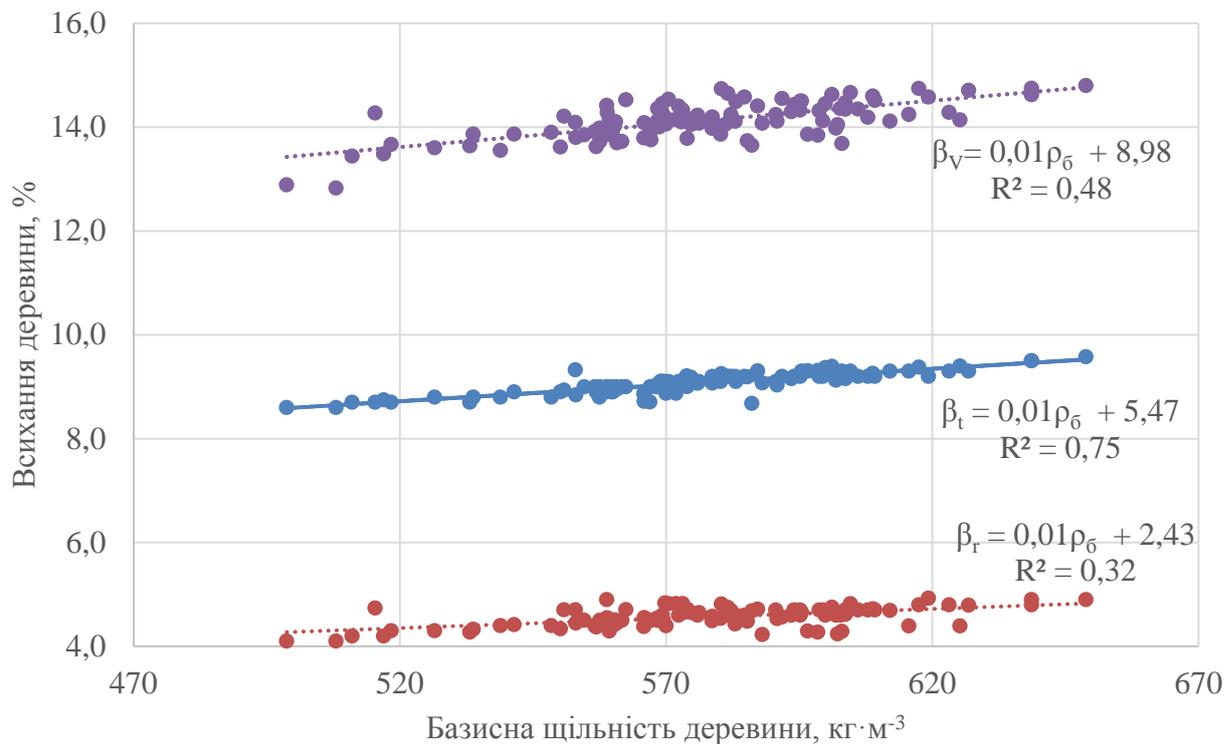
Для радіального всихання зв'язок є слабшим, що підтверджується нижчим коефіцієнтом детермінації:

$$\beta_r = 0,01\rho_6 + 2,43 \quad (R^2 = 0,32).$$

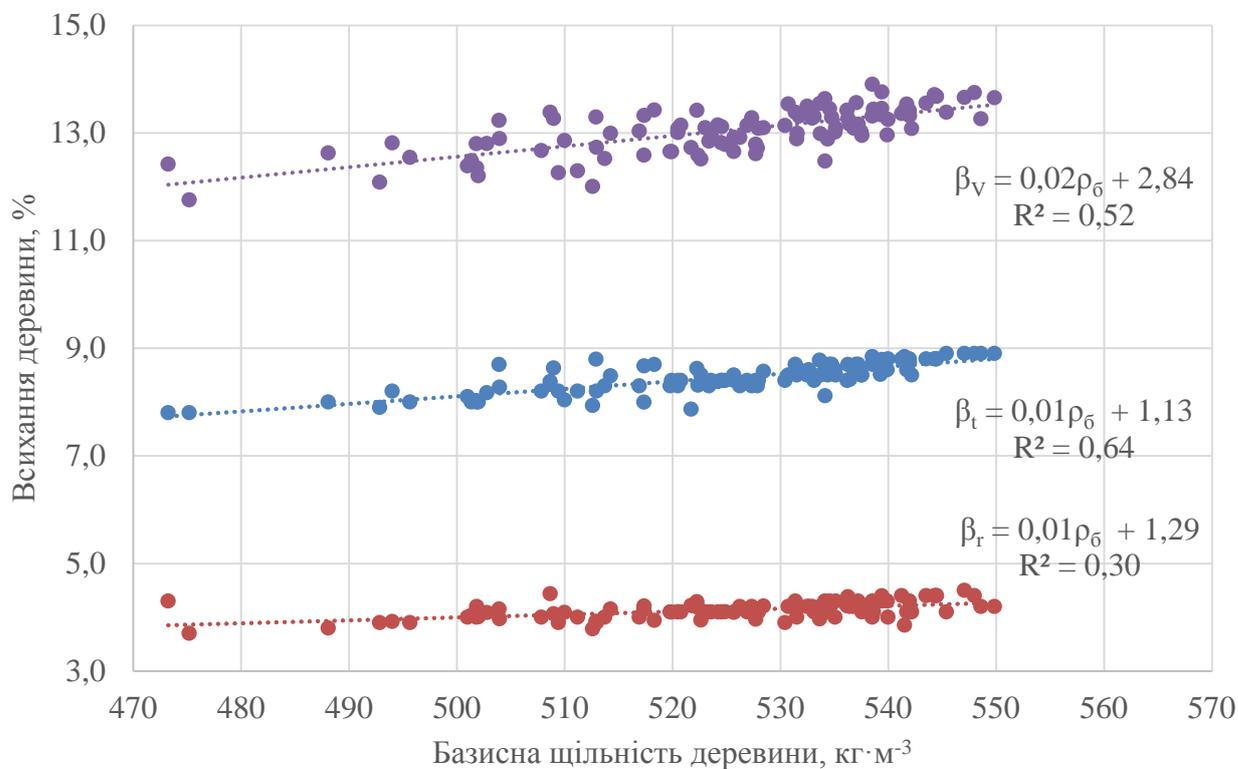
Отримані значення коефіцієнтів детермінації свідчать, що варіація тангентального всихання значною мірою зумовлена зміною базисної щільності, тоді як радіальне всихання менш залежить від цього чинника.

Для деревини вегетативного походження також зафіксовано прямі лінійні залежності між базисною щільністю та показниками всихання, однак характер зв'язку відрізняється за силою.

Об'ємне всихання описується рівнянням:



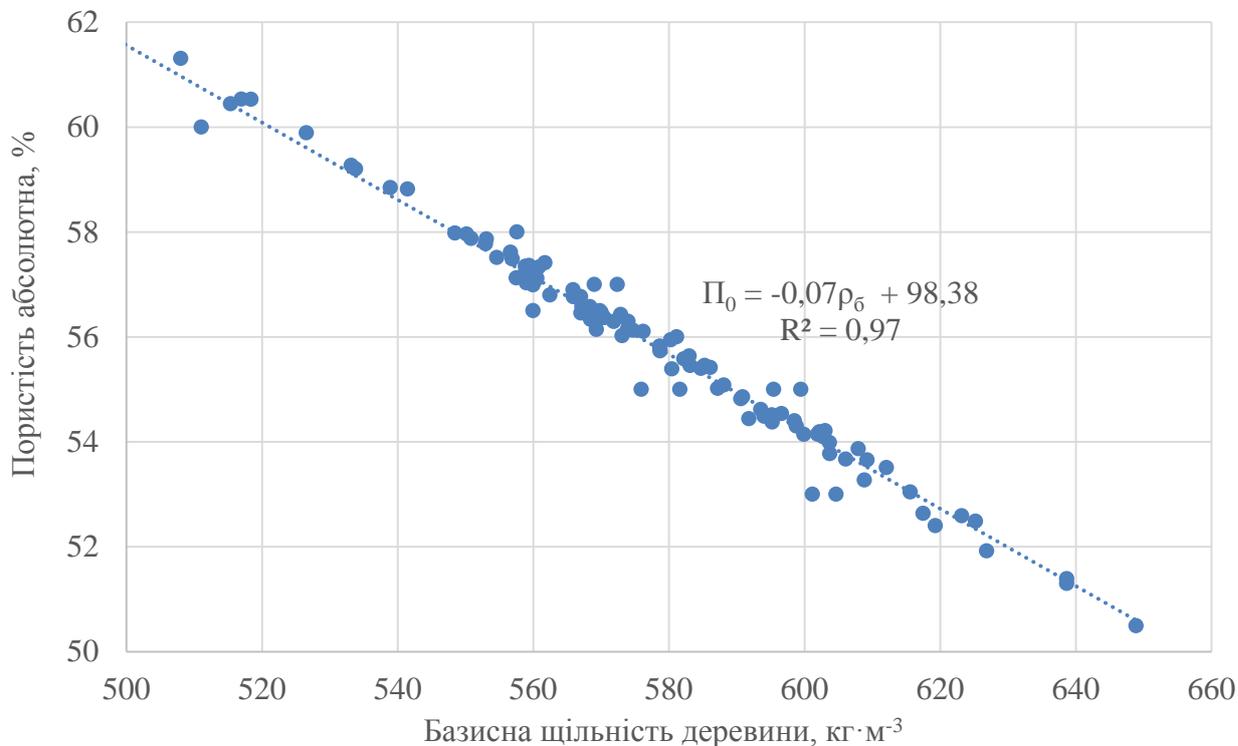
А)



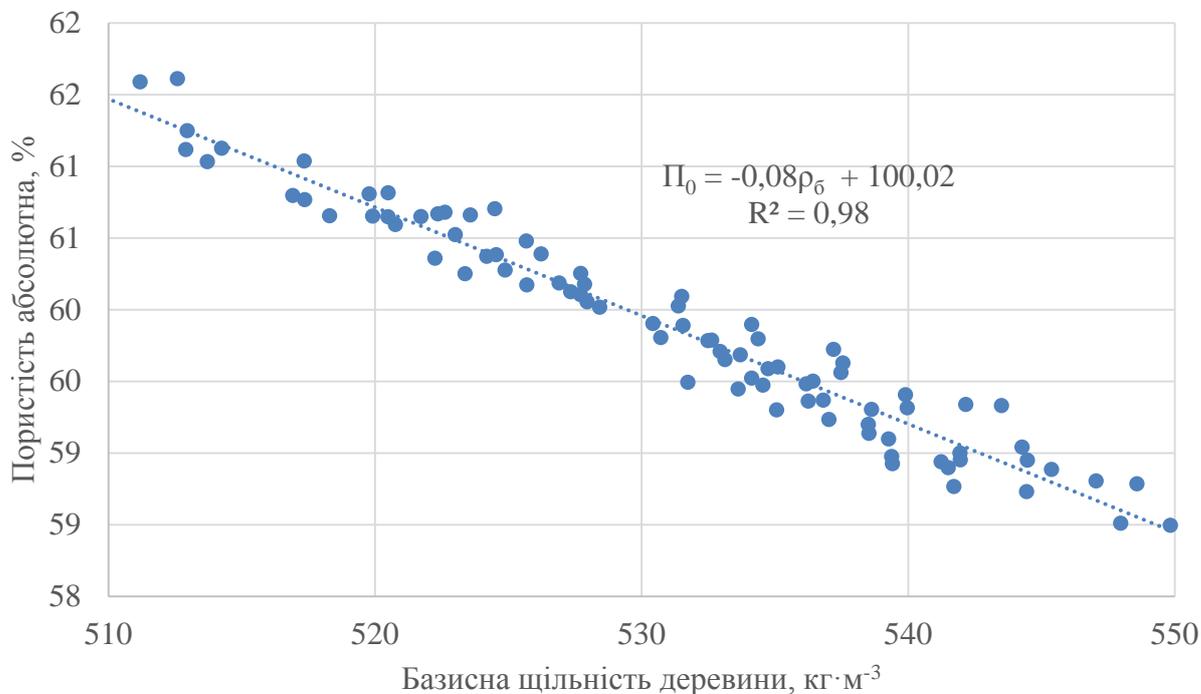
Б)

Рис. 1. Залежність між базисною щільністю та показниками всихання деревини дуба: А) насінневого та Б) вегетативного походження
Джерело: сформовано на основі власних досліджень

За аналогією з показниками анізотропії всихання виявлено лінійну залежність між базисною щільністю деревини та абсолютною пористістю, яку апроксимовано рівнянням прямої (Рис. 2).



А)



Б)

Рис. 2. Залежність базисної щільності від абсолютної пористості деревини дуба: А) насінневого та Б) вегетативного походження

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

Встановлено чітку обернену лінійну залежність між базисною щільністю та абсолютною пористістю деревини. Зі збільшенням базисної щільності від приблизно $510\text{--}650\text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ абсолютна пористість зменшується з $\approx 61\text{--}62\%$ до $\approx 50\text{--}52\%$. Отримане рівняння регресії $P_0 = -0,07\rho_6 + 98,38$ та високий коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,97$ свідчать про дуже тісний кореляційний зв'язок між досліджуваними показниками і високу надійність моделі. Розсіювання експериментальних точок відносно лінії тренду незначне, що підтверджує однорідність вибірки.

Аналогічно виявлено обернену лінійну залежність між базисною щільністю та абсолютною пористістю. У діапазоні щільностей близько $510\text{--}550\text{ кг}\cdot\text{м}^{-3}$ пористість зменшується з $\approx 62\%$ до $\approx 59\%$. Рівняння регресії має вигляд $P_0 = -0,08\rho_6 + 100,02$, а коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,98$, що вказує також на тісний зв'язок між параметрами порівняно з насіннєвим походженням. Для деревини дуба обох типів походження базисна щільність є визначальним фактором формування абсолютної пористості: зі зростанням щільності пористість закономірно зменшується.

Порівняльний аналіз фізичних властивостей деревини дуба різного походження засвідчив, що генетичне та морфогенетичне походження дерев істотно впливає на формування її фізичної якості. Виявлені відмінності між деревиною насіннєвого та вегетативного походження проявляються насамперед у показниках щільності, вологості, пористості та характері усушки, що узгоджується з сучасними уявленнями про вплив умов росту та типу відновлення деревостанів на структуру деревини.

Вищі значення абсолютно сухої та базисної щільності деревини насіннєвого походження свідчать про більш структурно упорядковану деревину. Це може бути зумовлено повільнішими темпами росту таких дерев і формуванням вузьких річних шарів із більшою часткою пізньої деревини. Натомість деревина вегетативного походження характеризується нижчою щільністю та підвищеною пористістю, що є типовим для дерев, сформованих унаслідок інтенсивнішого росту.

Підвищений коефіцієнт неоднорідності усушки у деревини вегетативного походження вказує на більш виражену різницю між тангентальним і радіальним напрямками, що може бути пов'язано з менш впорядкованою орієнтацією анатомічних елементів та варіабельністю структури річних шарів. Така особливість потенційно знижує розмірну стабільність матеріалу, що доцільно враховувати у процесах технологічного оброблення деревини.

З практичного погляду, результати дослідження свідчать, що деревина дуба насіннєвого походження є більш якісною для використання у відповідальних конструкційних та меблевих виробках, де визначальними є висока щільність і міцність. Деревина вегетативного походження, завдяки вищій пористості та вологомісткості, може бути доцільнішою для застосувань, що передбачають просочування або модифікування.

Таким чином, отримані результати підтверджують доцільність диференційованого підходу до використання деревини дуба залежно від її походження та підкреслюють важливість урахування морфогенетичних чинників під час оцінювання фізичної якості деревинної сировини. Отримані результати свідчать, що базисна щільність деревини дуба є інтегральним показником, який тісно пов'язаний як з параметрами всихання, так і з абсолютною пористістю, проте характер і сила цих зв'язків істотно залежать від походження деревини - насінневого чи вегетативного.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Узагальнюючи результати, можна зазначити, що: базисна щільність є ключовим чинником, який визначає як усихання, так і абсолютну пористість деревини дуба незалежно від її походження; деревина насінневого походження характеризується більш вираженою анізотропією реакції на зміну щільності, з домінуванням тангентального всихання; деревина вегетативного походження має менші показники пористості та об'ємного всихання та базисної щільності; слабкий зв'язок радіального всихання з базисною щільністю в обох випадках свідчить про визначальний вплив структури деревини на її фізичну якість.

Такі відмінності необхідно враховувати при прогнозуванні розмірно-якісних та експлуатаційних властивостей деревини дуба різного походження.

Список використаної літератури

1. Вінтонів І.С., Сопушинський І.М., Тайшінгер А. Деревинознавство : навч. посіб. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Львів : Априорі, 2007. 312 с.
2. FAO. Global Forest Resources Assessment 2020 (FRA 2020), Food and Agricultural Organization of the United Nations; FAO: Rome, Italy, 2020.
3. Gundersen V., Vistad O.I., Skjeggedal T. (2022). Forest Owners' Perspectives on Forest Protection in Norway. *Scand. J. For. Res.* 37, P. 276–286. DOI: <https://doi.org/10.1080/02827581.2022.2075448>.
4. Kupčák V., Pek R. The Level of the Wood Raw Material Base Processing in the Czech Republic, *Procedia Economics and Finance*, 2015. Vol. 34, P. 557-564. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01668-8](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01668-8).
5. Nepal P., Johnston C.M.T., Ganguly I. Effects on Global Forests and Wood Product Markets of Increased Demand for Mass Timber. *Sustainability*. 2021, 13, P. 13943. DOI: <https://doi.org/10.1080/02827581.2022.2075448>.
6. Normen für Holz: DIN-Taschenbuch 31: 8^{te} Aufl. Berlin : Beuth, 2009. 604 s.
7. Sandberg D., Kutnar A., Mantanis G. Wood Modification Technologies-a Review. *Iforest-Biogeosci. For.* 2017, 10, P. 895. DOI: <https://doi.org/10.3832/ifor2380-010>.
8. Tomczak K., Mania P., Cukor J., Vacek Z., Komorowicz M., Tomczak A. Wood Quality of Pendulate Oak on Post-Agricultural Land: A Case Study Based on Physico-Mechanical and Anatomical Properties. *Forests*. 2024, 15, P. 1394. DOI: <https://doi.org/10.3390/f15081394>.

9. Yukhnovskyi V.Y., Lobchenko G.B., Khodash A.B., Mosquera-Losada M. R., Borek R. Надземна фітомаса дуба звичайного у полезахисних лісових смугах центральної частини України. *Scientific Bulletin of UNFU*, 2017. 27(8), P. 111-117. DOI: <https://doi.org/10.15421/40270818>.

Список використаної літератури у транслітерації/Referense

1. Vintoniv I.S., Sopushynskyi I.M., Teischinger A. (2007). *Derevynoznavstvo [Wood Science]*: nauchal. pos. Vyd. 2-he, pererob. i dopov. Lviv : Apriori. [in Ukrainian].
2. FAO. Global Forest Resources Assessment 2020 (FRA 2020), Food and Agricultural Organization of the United Nations; FAO: Rome, Italy. [In English].
3. Gundersen V., Vistad O.I., Skjeggedal T. (2022). Forest Owners' Perspectives on Forest Protection in Norway. *Scand. J. For. Res.* 37, P. 276–286. DOI: <https://doi.org/10.1080/02827581.2022.2075448> [In English].
4. Kupčák V., Pek R. (2015). The Level of the Wood Raw Material Base Processing in the Czech Republic, *Procedia Economics and Finance*, Vol. 34, P. 557-564. DOI: [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)01668-8](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)01668-8) [In English].
5. Nepal P., Johnston C.M.T., Ganguly I. (2021). Effects on Global Forests and Wood Product Markets of Increased Demand for Mass Timber. *Sustainability*, 13, P. 13943. DOI: <https://doi.org/10.1080/02827581.2022.2075448> [In English].
6. Normen für Holz: (2009). DIN-Taschenbuch 31: 8^{te} Aufl. Berlin : Beuth, 604. [In English].
7. Sandberg D., Kutnar A., Mantanis G. (2017). Wood Modification Technologies-a Review. *Iforest-Biogosci. For.* 10, P. 895. DOI: <https://doi.org/10.3832/ifor2380-010>. [In English].
8. Tomczak K., Mania P., Cukor J., Vacek Z., Komorowicz M., Tomczak A. (2024). Wood Quality of Pendulate Oak on Post-Agricultural Land: A Case Study Based on Physico-Mechanical and Anatomical Properties. *Forests*. 15, P. 1394. DOI: <https://doi.org/10.3390/f15081394> [In English].
9. Yukhnovskyi V.Y., Lobchenko G.B., Khodash A.B., Mosquera-Losada M. R., Borek R. (2017). Надземна фітомаса дуба звичайного у полезахисних лісових смугах центральної частини України. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27 (8), P. 111-117. DOI: <https://doi.org/10.15421/40270818>. [In English].

ANOTATION

PECULIARITIES OF THE FORMATION OF THE PHYSICAL QUALITY OF QUERCUS ROBUR L WOOD IN THE UKRAINIAN CARPATHIANS

The article presents the results of a comprehensive study of the physical properties of pedunculate oak (*Quercus robur L.*) wood of seed and vegetative origin, growing in a fresh hornbeam stand of the Ukrainian Carpathians. The relevance of the work is due to the growing global demand for wood raw materials, increasing requirements for its quality and the need for rational use of forest resources in the context of the formation of a bioeconomy and the transition to low-carbon technologies. Particular attention is paid to pedunculate oak as one of the most valuable hardwoods, the wood of which is widely used in the woodworking and furniture industries.

The object of the study was oak stands of seed and vegetative origin, located at an altitude of 500–550 m above sea level. 12 model trees were selected for the study, from which 360 samples of wood of standard sizes were made. The indicators of absolutely dry, basic and fresh-cut wood density, absolute and basic wood porosity, as well as linear and volumetric shrinkage of wood in different anatomical directions were determined. Statistical processing of the results was performed using SPSS and Microsoft Excel software. It was established that oak wood of seed origin is characterized by higher values of absolutely dry and basic wood density, lower wood porosity and higher physical quality compared to wood of vegetative origin. The processes of wood drying have a pronounced anisotropic nature, with the largest values recorded in the tangential direction. It was shown that there is a close linear relationship between the basic wood density and the indicators of tangential and volumetric shrinkage, while radial shrinkage showed a weaker dependence on wood density. An inverse linear relationship between the basic wood density and absolute porosity of wood was also established, regardless of its origin.

The results obtained indicate that the origin of pedunculate oak significantly affects the formation of the physical quality of wood. Wood of seed origin is more suitable for use in responsible structural and furniture products, while wood of vegetative origin can be more effectively used in impregnation and modification technologies. The results of the study have practical significance for optimizing the use of oak wood, improving its processing technologies and increasing the economic efficiency of forest management, taking into account the morphogenetic characteristics of plantations.

Keywords: *pedunculate oak, physical properties of wood, wood density, wood porosity, wood shrinkage, anisotropy, trees of seed and vegetative origin.*

Table 2., Figure 2., Lit. 9.

Інформація про авторів

Сопушинський Іван Миколайович, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісового господарства та раціонального природокористування Черкаського державного технологічного університету (18006, м. Черкаси, бульвар Шевченка, 460. e-mail: i.sopushynskyi@chdtu.edu.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7392-9385>).

Максимчук Руслан Тарасович, доктор філософії з напрямку лісове господарство, доцент кафедри лісового господарства та раціонального природокористування Черкаського державного технологічного університету (18006, м. Черкаси, бульвар Шевченка, 460. e-mail: maksymchuktaras@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5297-4542>).

Кополовець Ярослав Михайлович, доктор філософії напрямку лісове господарство, доцент кафедри лісівництва Ужгородського національного університету (88000, м. Ужгород, вул. Підгірна, 46. e-mail: yaroslav.koplovets@uzhnu.edu.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4008-4052>).

Білик Людмила Іванівна, доктор педагогічних наук, професор, кафедри лісового господарства та раціонального природокористування Черкаського державного технологічного університету (18006, м. Черкаси, бульвар Шевченка, 460. e-mail: bilyk218@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3802-6145>).

Ivan Sopushynskyi, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Forestry and Sustainable Nature Management of the Cherkasy State University of Technology (18006, Cherkasy, Shevchenko Blvd., 460. e-mail: i.sopushynskyi@chdtu.edu.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-7392-9385>).

Ruslan Maksymchuk, Doctor of Philosophy in Forestry, Associate Professor of the Department of Forestry and Sustainable Nature Management of the Cherkasy State University of Technology (18006, Cherkasy, Shevchenko Boulevard, 460. e-mail: maksymchuktaras@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-5297-4542>).

Yaroslav Kopolovets, Doctor of Philosophy in Forestry, Associate Professor of the Department of Forestry of the Uzhgorod National University (88000, Uzhgorod, Pidhirna St., 46. e-mail: yaroslav.kopolovets@uzhnu.edu.ua, ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0006-4008-4052>).

Ludmyla Bilyk, Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Department of Forestry and Sustainable Nature Management, Cherkasy State University of Technology (18006, Cherkasy, Shevchenko Boulevard, 460. e-mail: bilyk218@ukr.net, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3802-6145>).

Надходження статті 22.01.26.

Прийнято 12.02.26.

Опубліковано 10.03.26.