

## ЯКІСНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕРЕВИНИ PICEA ABIES KARST. В УМОВАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

*І. І. ХАРИТОН, здобувач\**

*І. М. СОПУШИНСЬКИЙ, доктор сільськогосподарських наук,  
доцент*

*Національний лісотехнічний університет України*

*Якісні характеристики ялини звичайної вивчено в умовах гори Довшка ДП "Вигодське лісове господарство". Парна залежність між щільністю та показниками макроструктури деревини характеризується високим коефіцієнтом лінійної кореляції Пірсона ( $R=0,71-0,90$ ). Встановлено, що величини річного приросту корелює з величиною радіального та поздовжнього усихання. Залежність між об'ємною масою та абсолютною вологістю деревини описано рівнянням першого порядку  $\rho_w=401+2,08W$  абс. Коефіцієнт неоднорідності усихання деревини ялини звичайної знаходиться у межах від 1,4 до 3,1.*

***Ялина звичайна, річне кільце, щільність деревини, усихання деревини, якість деревини***

Всебічні знання про властивості деревинного матеріалу набувають прикладного значення для його оптимального використання. Це найкраще розкривається на прикладі макроскопічної будови деревини у розрізі структурно впорядкованих клітинних оболонки. Для підвищення економічного потенціалу деревостанів необхідно не тільки розуміти принципи росту дерев, але й макро- та мікроскопічні особливості формування деревини, що визначають її якість [1, 5, 7].

Термін «якість» є суб'єктивним і визначається в залежності від призначення матеріалу і виробу з нього. Якість деревини залежить від характеристик, які роблять виріб цінним для кінцевого використання. Для виробництва музичних інструментів (скрипка, гітара, бандура тощо) особливо важливими якісними характеристиками є рівномірність макроскопічної структури деревини та низька щільність стиглої деревини [1, 4, 5, 8]. Будівельні дерев'яні балки повинні мати високу щільність та міцність. Декоративна текстура деревини є важливим показником для облаштування інтер'єрів приміщень. Якісні властивості деревини можуть бути притаманними для окремих деревних видів і залежать від лісорослинних умов. Більшість фахівців лісового

---

*\*Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, доцент  
І. М. Сопушинський*

господарства володіють знаннями щодо технологій вирощування деревних видів та отримання розмірно-параметричних характеристик дерева, але їм складно прогнозувати подальшу якість деревини та цілеспрямоване її використання [1, 5, 7, 8]. Знання якісних відмінностей деревини у межах деревного виду необхідне для прийняття прикладних рішень щодо ефективного використання

деревини і є імпульсом для проведення ґрунтовних досліджень властивостей деревини.

**Метою досліджень** було визначення якісних характеристик деревини ялини звичайної (*Picea abies* Karst.), яка росте в умовах Українських Карпат.

**Матеріал і методика досліджень.** Дослідженнями охоплено властивості деревини ялини звичайної у стиглих деревостанах Людвиківського лісництва ДП “Вигодське лісове господарство”. Відбір модельних дерев для визначення фізичних властивостей деревини проведено на південно-західній та північно-східній експозиції г. Довшка з відповідними абсолютними висотами для ПдЗх - 1–630, 2–820, 3–975, 4–1190 м н.р.м. та для ПнСх - 5–1000, 6–800, 7–650 м н.р.м. На кожній абсолютній висоті зрубано по три модельні дерева, з яких було випиляні по три кряжі та виготовлено по 10 взірців деревини у ювенільній та стиглій стадіях відповідно до вимог вітчизняних та міжнародних стандартів [1, 2, 6]. До досліджуваних показників фізичних властивостей деревини включено: базисну щільність ( $\rho_6$ ), щільність деревини в абсолютно сухому стані ( $\rho_0$ ), щільність деревини і кількість річних кілець в 1 см ( $N_{\text{річн.кіл.}}$ ) за абсолютної вологості  $W_{\text{абс.}}=8, 41, 68, 72, 94$  та  $125\%$  ( $\rho_{8\%}, \rho_{41\%}, \rho_{68\%}, \rho_{72\%}, \rho_{94\%}, \rho_{125\%}$ ), середню ширину річного кільця ( $S_{\text{річн.кіл.}}$ ), повне лінійне усихання в тангентальному ( $\beta_t$ ), радіальному ( $\beta_r$ ), повздовжньому ( $\beta_l$ ) напрямках і за об'ємом ( $\beta_v$ ), коефіцієнт неоднорідності деревини або анізотропії усихання ( $\gamma$ ). Останній показник визначали як відношення величини тангентального усихання до радіального ( $\beta_t/\beta_r$ ). Кількість взірців ( $N$ ) взятих для дослідження становила 179 шт. Статистичну обробку результатів дослідження фізичних властивостей деревини проведено за допомогою програмних пакетів Excel, SPSS 13.0 та Statistica 10.0.

**Результати досліджень та їх обговорення.** До візуальних діагностичних якісних ознак деревини належать кількість річних кілець в 1 см і середня ширина річного кільця. Згадані показники макроструктури деревини є природним відбитком щорічної діяльності камбію в онтогенезі деревної рослини. Формування ксилеми стовбура (утворення ранньої та пізньої деревини ялини звичайної), як правило, триває із середини травня до середини червня і зумовлено різними природно-кліматичними факторами. Останні суттєво впливають на широкий спектр властивостей деревини. Найкращою “лабораторією” для дослідження якісних характеристик деревини є Українські Карпати,

де широка зміна абсолютних висот на невеликій площі зумовлює різку зміну кліматичних комплексів. Фізичні властивості деревини ялини звичайної в умовах г. Довшка ДП «Вигодське лісове господарство» наведено в таблиці 1.

### 1. Фізичні характеристики деревини ялини звичайної

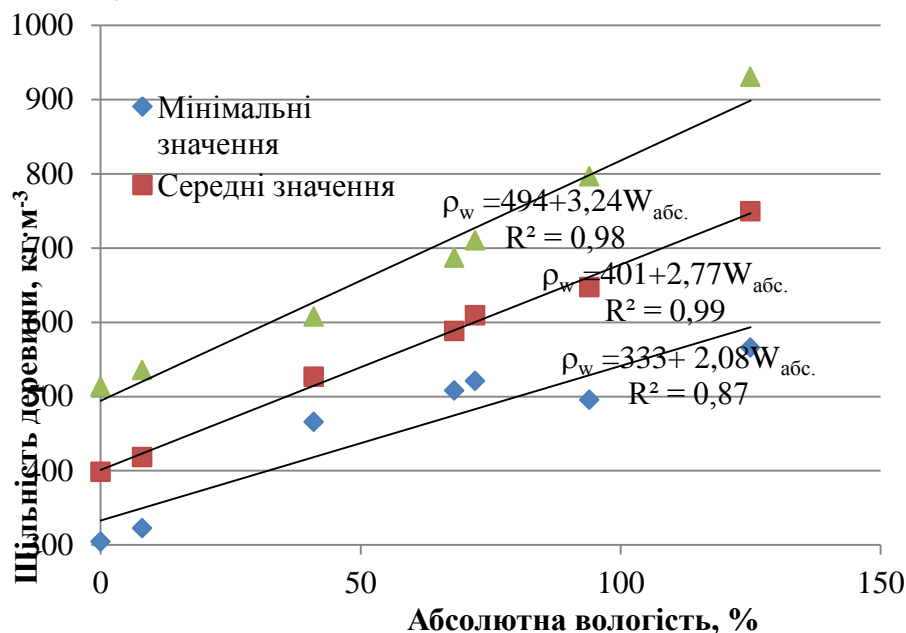
Показники	Кількість взірців, шт.	Мінімальне значення, кг·м <sup>-3</sup>	Середнє арифметичне значення та його помилка, кг·м <sup>-3</sup>	Максимальне значення, кг·м <sup>-3</sup>	Коефіцієнт варіації, %	Показник точності, %
S <sub>річн.кіл.</sub>	179	0,6	2,3 <sup>±0,11</sup>	7,0	63,8	4,8
N <sub>річн.кіл.</sub>	179	3,0	12,8 <sup>±0,56</sup>	34,0	59,0	4,4
ρ <sub>0</sub>	179	304	398 <sup>±3,37</sup>	513	11,3	0,8
ρ <sub>8%</sub>	179	322	418 <sup>±3,53</sup>	535	11,3	0,8
ρ <sub>41%</sub>	20	466	526 <sup>±10,62</sup>	608	9,0	2,0
ρ <sub>68%</sub>	51	508	588 <sup>±7,45</sup>	687	9,0	1,3
ρ <sub>72%</sub>	27	521	609 <sup>±11,01</sup>	710	9,4	1,8
ρ <sub>94%</sub>	84	495	647 <sup>±9,25</sup>	796	13,1	1,4
ρ <sub>125%</sub>	179	565	749 <sup>±5,32</sup>	931	9,5	0,7
ρ <sub>б</sub>	179	267	347 <sup>±2,80</sup>	441	10,8	0,8
β <sub>t</sub>	179	6,1	8,5 <sup>±0,06</sup>	10,1	9,9	0,7
β <sub>r</sub>	179	2,4	4,2 <sup>±0,06</sup>	5,8	18,3	1,4
β <sub>l</sub>	179	0,1	0,4 <sup>±0,02</sup>	1,1	58,8	4,4
β <sub>v</sub>	179	9,5	12,7 <sup>±0,09</sup>	15,3	9,7	0,7
γ	179	1,4	2,1 <sup>±0,03</sup>	3,1	16,3	1,2

Середня ширина річних кілець знаходиться в діапазоні від 0,6 до 7,0 мм і відповідає максимально можливій кількості річних в 1 см від 3,0 до 34,0 шт·см<sup>-1</sup>. Повне тангентальне і радіальне усихання деревини становить відповідно 8,5 % та 4,2 %. Останнє характеризується вдвічі більшим коефіцієнтом варіації і суттєво визначає коефіцієнт неоднорідності усихання деревини ялини звичайної. Зокрема, він змінюється від 1,4 до 3,1. Щільність деревини в абсолютно-сухому стані змінюється в межах 304 - 513 кг·м<sup>-3</sup> і репрезентує ювенільну та стиглу деревину. Об'ємна маса деревини у мокрому стані (W<sub>абс.</sub>=125 %) ялини звичайної становить в середньому 749 кг·м<sup>-3</sup>. Вплив абсолютної вологості деревини ялини звичайної на її об'ємну масу показано на рис. 1.

Як видно з рисунку 1 залежність щільності деревини ялини звичайної від її вологості описується рівнянням першого порядку (ρ<sub>W</sub>=401+2.08W<sub>абс.</sub>). Однак слід зазначити про дуже високу детермінацію (R<sup>2</sup>=0,98) для зразків деревини з високою щільністю деревини, що

свідчить про адекватність підбраної моделі. Ювенільна деревина з низькою щільністю характеризувалась нижчим значенням коефіцієнта детермінації ( $R^2=0,87$ ).

Для кореляційного аналізу парних залежностей між показниками фізичних властивостей деревини ялини звичайної застосували відповідну матрицю з використанням коефіцієнта лінійної кореляції Пірсона (R) за значущості  $p=0,01$  (табл. 2) [3].



**Рис. 1. Вплив вологості деревини ялини звичайної на її об'ємну масу**

## 2. Кореляційна матриця між досліджуваними показниками

Показники	$\rho_{0\%}$	$\rho_{8\%}$	$\rho_{125\%}$	$\rho_b$	$N_{\text{річн.кіл.}}$	$S_{\text{річн.кіл.}}$	$\beta_t$	$\beta_r$	$\beta_l$	$\beta_v$	$\gamma$	
$\rho_{0\%}$	R	1	0,99	0,70	0,99	0,74	-0,78	0,23	0,75	-0,59	0,46	-0,71
	p		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000
$\rho_{8\%}$	R	0,99	1	0,70	0,99	0,75	-0,79	0,20	0,73	-0,59	0,44	-0,71
	p	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000
$\rho_{125\%}$	R	0,70	0,70	1	0,69	0,55	-0,62	0,24	0,49	-0,42	0,35	-0,42
	p	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
$\rho_b$	R	0,99	0,99	0,69	1	0,73	-0,77	0,12	0,68	-0,58	0,36	-0,70
	p	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,105	0,000	0,000	0,000	0,000
$N_{\text{річн.кіл.}}$	R	0,74	0,75	0,55	0,73	1	-0,83	0,17	0,72	-0,64	0,40	-0,72
	p	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,020	0,000	0,000	0,000	0,000
$S_{\text{річн.кіл.}}$	R	-0,78	-0,79	-0,62	-0,77	-0,83	1	-0,19	-0,74	0,65	-0,42	0,76
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,010	0,000	0,000	0,000	0,000
$\beta_t$	R	0,23	0,20	0,24	0,12	0,17	-0,19	1	0,54	-0,25	0,91	-0,03
	p	0,002	0,006	0,001	0,105	0,020	0,010		0,000	0,001	0,000	0,683
$\beta_r$	R	0,75	0,73	0,49	0,68	0,72	-0,73	0,54	1	-0,53	0,81	-0,85
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000	0,000	0,000

$\beta_1$	R	-0,59	-0,59	-0,42	-0,58	-0,64	0,65	-0,25	-0,53	1	-0,28	0,46
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000		0,000	0,000
$\beta_v$	R	0,46	0,44	0,35	0,36	0,40	-0,42**	0,91	0,81	-0,28	1	-0,41
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000
$\gamma$	R	-0,71	-0,71	-0,42	-0,70	-0,72	0,76	-0,03	-0,85	0,46	-0,41	1
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,683	0,000	0,000	0,000	

Аналіз даних таблиці 2 свідчить, що абсолютні значення коефіцієнтів кореляції фізичних властивостей ялини звичайної мають тісний зв'язок ( $R=0,71-0,90$ ) між парними залежностями щільності в абсолютно сухому стані, за абсолютної вологості 8 %, кількості річних кілець в 1 см, середньої ширини річного кільця, показниками радіального та повздожнього усихання і коефіцієнта неоднорідності. Слабкий характер зв'язку ( $R=0,11-0,30$ ) характерний для показників усихання в тангентальному напрямку. Середній зв'язок ( $R=0,51-0,70$ ) встановлений між показниками макроструктури і радіальним та повздожнім усиханням, що свідчить про суттєвий вплив ширини річного кільця на величину усихання. Так, із збільшенням кількості річних кілець в 1 см збільшується величина радіального і повздожнього усихання та зменшується коефіцієнт неоднорідності деревини ялини звичайної, що теоретично може підвищити резонансні властивості деревини ялини звичайної.

**Висновки та перспективи подальших досліджень.** Щільність деревини ялини звичайної в умовах Українських Карпат залежить від показників макроструктури і характеризується високим коефіцієнтом лінійної кореляції Пірсона, який змінювався від 0,71 до 0,90. Збільшення ширини річного кільця призводить до збільшення величина радіального та повздожнього усихання. Зменшення коефіцієнта неоднорідності деревини зумовлено збільшенням кількості річних кілець в 1 см. Залежність між абсолютною вологістю та об'ємною масою деревини адекватно описується рівнянням першого порядку  $\rho_w=401+2,08W_{абс.}$ . Коефіцієнт неоднорідності усихання деревини ялини звичайної змінюється від 1,4 до 3,1.

### Список літератури

1. Вінтонів І. С. Деревинознавство: [навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл.] / І. С. Вінтонів, І. М. Сопушинський, А. Тайшінґер – [2-е вид.]. – Львів: Апіорі, 2007. – 312 с.
2. ГОСТ-Информ 1.6.0: [Електронний ресурс] / Эксперт-Софт. – 80 Min / 700 MB. – К.: Эксперт-Софт, 2007.
3. Горошко М. П. Біометрія: навч. посіб. [для студ. вищ. навч. закл.] / М. П. Горошко, С. І. Миклуш, П. Г. Хомюк. – Львів: Камула, 2004. – 236 с.
4. Сопушинський І. До питання методики визначення щільності деревини у зв'язку із зміною вологості / [І. Сопушинський, І. Вінтонів, А. Тайшінґер та ін.] // Наук. вісн. УкрДЛТУ. – 2003. – Вип. 13.3. – С. 14–22.

5. Сопушинський І. Зв'язок властивостей деревини та якості виробів з деревини / [І. Сопушинський, В. Маєвський, А. Тайшінгер та ін.] // Наук. вісн. НЛТУ України. – 2007. – Вип. 17.4. – С. 101–108.

6. Normen für Holz: DIN-Taschenbuch 31. – [8te Aufl.]. –Berlin: Beuth, 2009. – 604 S.

7. Zimmermann M. H. Trees: structure and function / M. H. Zimmermann, C. Brown // New York: Springer, 1971. - 336 p.

8. Zobel B. J. Wood variation, its causes and control / B. J. Zobel, J. P. van Buijtenen. - New York: Springer, 1989. - 363 p.

*Качественные характеристики ели обыкновенной изучены в условиях горы Довшка ГП "Выгодского лесное хозяйство". Парная зависимость между плотностью и показателями макроструктуры древесины характеризуется высоким коэффициентом линейной корреляции Пирсона ( $R = 0,71-0,90$ ). Установлено, что величины годового прироста коррелирует с величиной радиальной и продольной усушки. Зависимость между объемной массой и абсолютной влажностью древесины описано уравнением первого порядка  $\rho_w = 401 + 2,08W_{abs.}$ . Коэффициент неоднородности усыхания древесины ели обыкновенной находится в пределах от 1,4 до 3,1.*

***Ель обыкновенная, годовичное кольцо, плотность древесины, усушка древесины, качество древесины***

*Qualitative characteristics of Norway spruce were studied in a mountain Dovshka of SE "Vyhoda forestry." Steam relationship between wood density and wood macroscopic features characterized by a high coefficient of Pearson correlation ( $R = 0,71-0,90$ ). It was found that the value of the annual growth correlates with the radial and longitudinal shrinkage. The relationship between wood density and wood moisture content described by the equation of the first order  $\rho_w = 401 + 2,08W_{abs.}$ . Coefficient of wood heterogeneity of Norway spruce is in the range from 1.4 to 3.1.*

***Norway spruce, tree ring, wood density, wood shrinkage, wood quality***