

УДК 630*[161+811.2]

Здобувач І.І. Харитон¹;

доц. І.М. Сопушинський, д-р с.-г. наук – НЛТУ України, м. Львів

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ОБ'ЄМНОЇ МАСИ ТА МАКРОСТРУКТУРИ ДЕРЕВИНИ ЯЛИНИ ЗВИЧАЙНОЇ В УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТАХ

Досліджено показники об'ємної маси та макроструктури деревини ялини звичайної на абсолютних висотах 630-1190 м н.р.м. Українських Карпат. Визначено діапазон зміни кількості річних кілець в 1 см у ювенільній деревині від 1 до 2 шт.·см⁻¹. Проаналізовано зміну об'ємної маси деревини зі збільшенням висотного градієнта від 630 м до 1190 м н.р.м. Встановлено, що найбільші середні значення щільності ($\rho_0 \text{ \%} = 413 \cdot \text{м}^{-3}$ та $\rho_{10} \text{ \%} = 446 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$) характерні для вологої високогірної сушередини на абсолютній висоті 1190 м н.р.м., а найменша кількість річних кілець в 1 см – для висоти 630-650 м н.р.м. у межах від 5 до 14 шт.·см⁻¹.

Ключові слова: ялина звичайна, об'ємна маса деревини, ширина річного кільця, кількість річних кілець в 1 см, абсолютна висота.

Вступ. До важливих промислових порід Українських Карпат належить ялина звичайна (*Picea abies* Karst.), яка займає площу близько 426,2 тис. га (станом на 01.01.13 р.). Нижня межа чистих ялинників проходить на висоті орієнтовно 700 м н.р.м., а верхня – 1670 м н.р.м. [1, 2, 5]. У висотному поясі 700-1200 м н.р.м. деревостани ялини звичайної поширені здебільшого у вологих ялицево-буково-смерекових типах лісу і відрізняються високою продуктивністю. Ялинники поширені вище 1200 м н.р.м., характеризується уповільненим ростом і нижчою продуктивністю [1-3]. Природний ареал ялини звичайної охоплює 31° широти від Балканського півострова (41°27' пн. ш.) до річки Хантага, Сибіру (72°15' пн. ш.). Поздовжній діапазон змінюється від 5°27' сх. д. у французьких Альпах до 154° сх. д. в Охотському морі у Східному Сибіру (рис. 1). Поза природним поширенням виду, широко створюють плантації ялини звичайної в Центральній Європі і в Скандинавії [10].

Основною метою плантаційного вирощування ялини звичайної є зменшення кількості сучків, відсотка пізньої деревини та збіжистості стовбура, що підвищує відсоток виходу високоякісної деревини.

Інтегральним показником якості деревини є її об'ємна маса, яка залежить від багатьох чинників, групування яких має прикладне лісівниче значення [5-8, 10, 11].

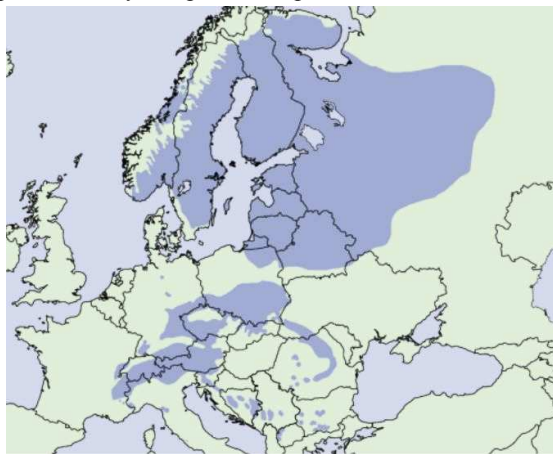


Рис. 1. Ареал ялини звичайної

До першої групи доцільно віднести залежність фізичних і механічних властивостей деревини від показників макроструктури. Друга група охоплює лісівничі особливості вирощування дерев – способи ведення лісового господарства, лісорослинні умови, генотип тощо, що визначають властивості деревини. До останньої відносять різноманітні вимоги до класів якості лісоматеріалів круглих та пилопродукції [6, 7, 9]. Так, відбір високоякісних стовбурів проводять за зовнішніми ознаками дерева, прикладом яких є прямизна, збіжистість, протяжність безсучкової зони, висота та діаметр стовбура [10, 11]. Однак особливості формування фізичних властивостей деревини ялини звичайної в розрізі зміни абсолютної висоти Українських Карпат є малодосліджені.

Мета дослідження – вивчення особливостей формування об'ємної маси та показників макроструктури стовбурної деревини ялини звичайної в Українських Карпатах.

Об'єкти та методичні особливості. Об'ємну масу стовбурної деревини ялини звичайної досліджено в стиглих деревостанах Людвиківського лісництва ДП "Вигодське лісове господарство". Пробні ділянки площею 0,5 га закладено на південно-західній та північно-східній експозиції г. Довшка, які охопили абсолютні висоти 630-1190 м н.р.м. (рис. 2). Для визначення фізичних властивостей деревини відібрано по три модельні дерева на пробній площі (ПП) із трьох класів товщини з найбільшою кількістю дерев, а всього зрубано і опрацьовано 21 модель [4, 9]. Лісівничо-таксаційну характеристику досліджуваних деревостанів ялини звичайної подано в табл. 1.

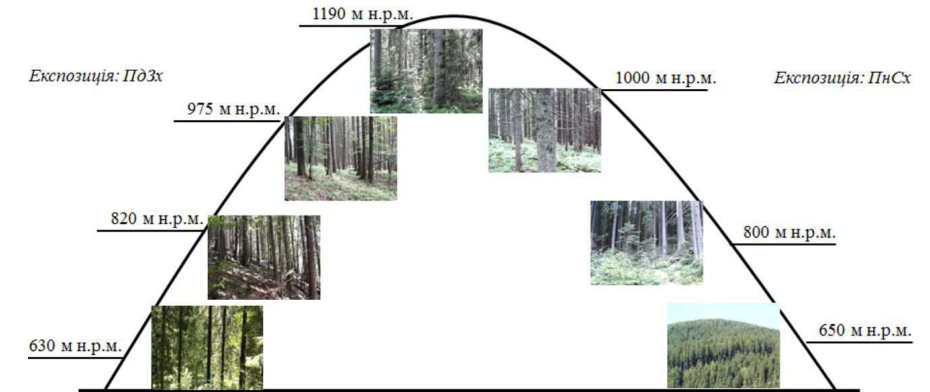


Рис. 2. Висотний градієнт розміщення ялинових деревостанів

Табл. 1. Лісівничо-таксаційна характеристика деревостанів ялини звичайної

ПП	Кв. / вид.	Склад насадження	Індекс типу лісу	Висота н.р.м., м	Вік, років	Клас бонітету	Відносна повнота	Середні		Запас, м ³ ·га ⁻¹
								H, м	D, см	
1	16/27	10Ял	D ₃ бк-яцСм	630	103	I	0,70	30	34	380
2	16/29	7Ял3Яц	D ₃ бк-яцСм	820	100	I	0,73	30	34	290
3	16/24	9Ял1Яц	C ₃ бк-яцСм	975	110	I	0,70	31	34	270
4	16/2	10Ял	C ₃ яцСм	1190	95	I	0,75	26	28	340
5	13/19	10Ял	C ₃ См	1000	116	I	0,80	28	32	300
6	13/14	8Ял2Яц	D ₃ бк-яцСм	800	120	I	0,60	30	36	270
7	13/13	6Ял4Яц	D ₃ бк-яцСм	650	100	I	0,80	30	34	310

Примітка: H – висота; D – діаметр.

¹ Наук. керівник: доц. І.М. Сопушинський, д-р с.-г. наук

З модельного дерева випиляли серцевинну дошку товщиною 25 мм. Взірці деревини для вивчення фізичних властивостей виготовляли із стиглої деревини відповідно до схеми відбору, яку наведено на рис. 3. Треба зазначити, що дослідженнями охоплено стиглу деревину. Ювенільну деревину ялини звичайної визначено показником кількість річних кілець в 1 см в межах від 1 до 2 шт.·см⁻¹ (див. рис. 3).

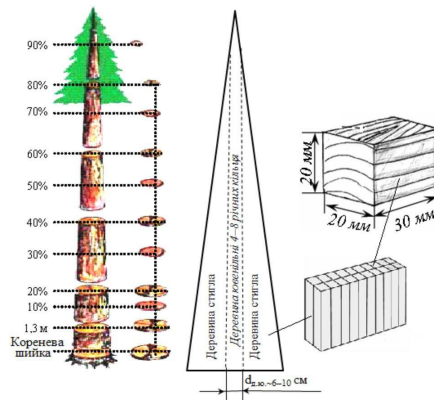


Рис. 3. Відбір взірців деревини

Дослідницькі взірці виготовлено відповідно до вимог вітчизняних та міжнародних стандартів [4, 6, 9]. Результати дослідження опрацьовано за допомогою програмних пакетів Excel, SPSS 13.0 та Statistica 10.0.

Виклад основного матеріалу. Особливості формування об'ємної маси (ρ при $W_{абс.}=0\%$ та $W_{абс.}=10\%$) деревини ялини звичайної залежно від абсолютної висоти та типу лісорослинних умов наведено в табл. 2.

Табл. 2. Лісівничі особливості формування об'ємної маси деревини (ρ , кг·м⁻³)

SL	Індекс типу лісу	Показник	N	min	M ^ж	max	V	P
Південно-західна експозиція								
630	D ₃ бк-яцСм	ρ ₀ %	171	308	359 ^{±1,95}	412	7,1	0,5
		ρ ₁₀ %	180	336	398 ^{±1,81}	447	6,1	0,5
820	D ₃ бк-яцСм	ρ ₀ %	255	320	380 ^{±1,67}	431	7,0	0,4
		ρ ₁₀ %	255	353	416 ^{±1,57}	464	6,0	0,4
975	C ₃ бк-яцСм	ρ ₀ %	250	327	386 ^{±2,41}	473	9,9	0,6
		ρ ₁₀ %	250	350	419 ^{±2,48}	512	9,3	0,6
1190	C ₃ яцСм	ρ ₀ %	183	337	413 ^{±2,66}	478	8,7	0,6
		ρ ₁₀ %	183	360	446 ^{±2,81}	515	8,5	0,6
Північно-східна експозиція								
650	D ₃ бк-яцСм	ρ ₀ %	337	287	356 ^{±1,66}	422	8,6	0,5
		ρ ₁₀ %	337	330	395 ^{±1,51}	457	7,0	0,4
800	D ₃ бк-яцСм	ρ ₀ %	260	322	375 ^{±1,98}	442	8,5	0,5
		ρ ₁₀ %	260	345	406 ^{±2,07}	467	8,2	0,5
1000	C ₃ См	ρ ₀ %	177	328	389 ^{±2,39}	475	8,2	0,6
		ρ ₁₀ %	177	341	421 ^{±2,61}	499	8,2	0,6
Узагальнене		ρ ₀ %	1633	287	378 ^{±0,90}	478	9,6	0,2
		ρ ₁₀ %	1642	330	413 ^{±0,87}	515	8,6	0,2

Примітка: SL – абсолютна висота, м н. р. м; min – мінімальне значення; M^ж – середнє арифметичне значення та його помилка; max – максимальне значення; V – коефіцієнт варіації, %; P – показник точності, %.

Цифрові дані табл. 2 свідчать про зміну об'ємної маси деревини ялини в абсолютно сухому стані та за абсолютної вологості 10 % залежно від абсолютної висоти. Збільшення щільності деревини пов'язане зі зміною висотного гра-

дієнта від 630 до 1190 м н.р.м. і типів лісорослинних умов від вологих грудів до вологих сугрудів. Найбільші середні значення щільності ($\rho_0\%=413$ кг·м⁻³ та $\rho_{10}\%=446$ кг·м⁻³) характерні для вологої високогірної сушмеречини. Різниця між середніми значеннями щільності деревини ялини звичайної між максимальними та мінімальними значеннями абсолютних висот становить 10-12 %. При цьому істотна різниця об'ємних мас деревини ялини звичайної залежить від показників макроструктури – кількості річних кілець в 1 см ($N_{рчн. кїл.}$) та середньої ширини річного кільця ($S_{рчн. кїл.}$). Останні визначають клас якості лісоматеріалів круглих "А" та "В" згідно з EN 1927-1:2008 [6, 9]. Статистичну характеристику показників макроструктури деревини залежно від висотних поясів і типів лісорослинних умов наведено в табл. 3.

Табл. 3. Лісівничі особливості формування показників макроструктури деревини

SL	Індекс типу лісу	Показник	N	min	M ^ж	max	V	P
Південно-західна експозиція								
630	D ₃ бк-яцСм	N _{рчін. кіл.}	180	5,0	7,8 ^{±0,16}	12,0	27,4	2,0
		S _{рчін. кіл.}	180	1,7	2,8 ^{±0,06}	4,2	26,7	2,0
820	D ₃ бк-яцСм	N _{рчін. кіл.}	255	6,0	12,3 ^{±0,31}	20,0	39,8	2,5
		S _{рчін. кіл.}	255	1,0	1,9 ^{±0,05}	3,5	37,8	2,4
975	C ₃ бк-яцСм	N _{рчін. кіл.}	250	6,0	14,0 ^{±0,41}	35,0	46,2	2,9
		S _{рчін. кіл.}	250	0,6	1,7 ^{±0,04}	3,4	37,6	2,4
1190	C ₃ яцСм	N _{рчін. кіл.}	183	8,0	17,1 ^{±0,52}	39,0	41,5	3,1
		S _{рчін. кіл.}	183	0,5	1,4 ^{±0,04}	2,5	38,8	2,9
Північно-східна експозиція								
650	D ₃ бк-яцСм	N _{рчін. кіл.}	337	5,0	7,7 ^{±0,10}	11,0	23,8	1,3
		S _{рчін. кіл.}	337	1,9	2,8 ^{±0,04}	4,3	24,7	1,3
800	D ₃ бк-яцСм	N _{рчін. кіл.}	260	7,0	12,1 ^{±0,33}	25,0	43,9	2,7
		S _{рчін. кіл.}	260	0,8	2,0 ^{±0,05}	3,0	36,6	2,3
1000	C ₃ См	N _{рчін. кіл.}	177	8,0	15,9 ^{±0,57}	32,0	48,0	3,6
		S _{рчін. кіл.}	177	0,6	1,6 ^{±0,06}	2,6	45,9	3,5
Узагальнене		N _{рчін. кіл.}	1642	5,0	12,0 ^{±0,15}	39,0	51,6	1,3
		S _{рчін. кіл.}	1642	0,5	2,1 ^{±0,02}	4,3	41,6	1,0

Як видно з табл. 3, середня ширина річного кільця зменшується в два рази зі збільшенням абсолютної висоти від 630 до 1190 м н.р.м. За величиною річного приросту модельні дерева на абсолютних висотах 800-1190 м н.р.м. належать до лісоматеріалів круглих класу якості "А" [6, 9]. Важливо зазначити, що найменша кількість річних кілець в 1 см характерна для висоти 630-650 м н.р.м. і знаходиться у межах від 5 до 14 шт.·см⁻¹, а ширина річного кільця змінюється від 1,7 до 4,3 мм. У розрізі діагностування високоякісних стовбурів дерев за фізичними властивостями деревини на особливу увагу заслуговує визначення кореляції між досліджуваними характеристиками абсолютної висоти, об'ємної маси та макроструктури (табл. 4).

Як видно із табл. 4, абсолютні значення коефіцієнтів кореляції Пірсона свідчать про помірний ($0,5 < R \leq 0,7$) характер зв'язку за тіснотою між показниками макроструктури та об'ємної маси деревини ялини звичайної. Помірний характер зв'язку притаманний також між показниками макроструктури та висотним градієнтом. Прямолінійний зв'язок між досліджуваними характеристиками

підтверджено істотністю рівня значущості $p=0,01$, що має лісівниче значення в розрізі вирощування дерев ялини звичайної із заданими властивостями деревини. Отримані результати дослідження дають змогу розробити діагностичні моделі відбору високоякісних лісоматеріалів круглих та спеціального призначення (резонансної деревини).

Табл. 4. Кореляційний зв'язок між досліджуваними характеристиками

Характеристика	SL	$\rho_{10}\%$	$\rho_0\%$	$N_{річн. кіл.}$	$S_{річн. кіл.}$
SL	R	1	0,47(**)	0,42(**)	-0,57(**)
	p	–	0,000	0,000	0,000
	N	1642	1633	1642	1642
$\rho_0\%$	R	0,47(**)	1	0,87(**)	0,63(**)
	p	0,000	–	0,000	0,000
	N	1633	1633	1633	1633
$\rho_{10}\%$	R	0,42(**)	0,87(**)	1	0,64(**)
	p	0,000	0,000	–	0,000
	N	1642	1633	1642	1642
$N_{річн. кіл.}$	R	0,52(**)	0,63(**)	0,64(**)	1
	p	0,000	0,000	0,000	–
	N	1642	1633	1642	1642
$S_{річн. кіл.}$	R	-0,57(**)	-0,59(**)	-0,60(**)	-0,89(**)
	p	0,000	0,000	0,000	–
	N	1642	1633	1642	1642

Примітка: R – коефіцієнт лінійної кореляції Пірсона, **Значущість кореляції при $p=0,01$.

Висновки. Кількість річних кілець в 1 см у ювенільній деревині ялини звичайної знаходиться в межах від 1 до 2 шт.·см⁻¹. Збільшення об'ємної маси деревини ялини звичайної пов'язане зі зміною висотного градієнта від 630 до 1190 м н.р.м. і типів лісорослинних умов від вологих грудів до вологих сугрудів. Найбільші середні значення щільності ($\rho_0\%=413$ кг·м⁻³ та $\rho_{10}\%=446$ кг·м⁻³) характерні для вологої високогірної сушмеречини на абсолютній висоті 1190 м н.р.м. Найменша кількість річних кілець в 1 см характерна для висоти 630-650 м н.р.м. і знаходиться в межах від 5 до 14 шт.·см⁻¹, а ширина річного кільця змінюється від 1,7 до 4,3 мм. Характер зв'язку за тіснотою між висотним градієнтом, показниками об'ємної маси та макроструктури деревини є помірний ($0,5 < R \leq 0,7$).

Література

- Генсірук С.А. Ліси України / С.А. Генсірук. – Львів : Вид-во НТШ, УкрДЛТУ. – 2002. – 495 с.
- Герушинський З.Ю. Типологія лісів Українських Карпат : навч. посібн. [для студ. ВНЗ] / З.Ю. Герушинський. – Львів : Вид-во "Піраміда", 1996. – 208 с.
- Голубець М.А. Природа Українських Карпат / М.А. Голубець, А.Н. Гаврусевич, І.К. Загайкевич. – К. : Вид-во "Наук. думка", 1988. – 208 с.
- ГОСТ-Информ 1.6.0: Эксперт-Софт. – 80 Мп / 700 МВ. – К. : Изд-во "Эксперт-Софт", 2007.
- Гриник Г.Г. Зміни щільності деревини стовбурів та надземна фітомаса середньовікових деревостанів бука лісового та ялини європейської на території державного підприємства "Міжгірське лісове господарство" / Г.Г. Гриник, А.І. Задорожний // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.8. – С. 14-25.

- Сопушинський І.М. Деревинознавство: практикум [для студ. ВНЗ] / І.М. Сопушинський, І.С. Вінтонів. – Львів : Вид-во "Ліра-Прес", 2014. – 144 с.
- Bendtsen B.A. Properties of wood from improved and intensively managed trees / B.A. Bendtsen // For. Prod. J. – 1978. – No. 28. – Pp. 61-71.
- Macdonald E. A review of the effects of silviculture on timber quality of Sitka spruce / E. Macdonald, Ja. Hubert // Forestry. – 2002. – No. 75.2. – Pp. 107-138.
- Normen für Holz: DIN-Taschenbuch 31. – [8te Aufl.]. – Berlin : Beuth, 2009. – 604 S.
- Skrøppa T. Norway spruce (Picea abies Karst.): Technical guidelines for genetic conservation and use / T. Skråppa. – Rome : EUFORGEN, 2003. – 6 p.
- Zhang S.Y. Wood quality: its definition, impact and implications for value-added timber management and end uses / S.Y. Zhang // In Timber Management Toward Wood Quality and End-Product Value: Proceedings of the CTIA/IUFRO International Wood Quality Workshop. – Quebec City, 1997. – Part I. – Pp. 17-39.

Харытон И.И., Сопушинский И.М. Особенности формирования объемной массы и макроструктуры древесины ели обыкновенной в Украинских Карпатах

Исследованы показатели плотности и макроструктуры древесины ели обыкновенной на абсолютных высотах 630-1190 м н. у. м. Украинских Карпат. Определен диапазон изменения количества годовых колец в 1 см в ювенильной древесине от 1 до 2 шт.·см⁻¹. Проанализировано изменение объемной массы древесины с увеличением высотного градиента от 630 до 1190 м н. у. м. Установлено, что наибольшие средние значения плотности ($\rho_0\%=413$ кг·м⁻³ и $\rho_{10}\%=446$ кг·м⁻³) характерны для влажной высокогорной сушмеречины на абсолютной высоте 1190 м н. у. м., а наименьшее количество годовых колец в 1 см – для высоты 630-650 м н. у. м. в пределах от 5 до 14 шт.·см⁻¹.

Ключевые слова: ель обыкновенная, плотность древесины, ширина годичного кольца, количество годовых колец в 1 см, абсолютная высота.

Kharyton I.I., Sopushynskyy I.M. The Peculiarities of Wood Density Formation and Macrostructure of Norway Spruce in the Ukrainian Carpathians

Some features of wood density and wood macrostructure of Norway spruce at altitudes of 630-1190 m asl in the Ukrainian Carpathians are researched. The number of annual rings in 1 cm of the juvenile wood ranges from 1 to 2 pcs.·cm⁻¹. The change of wood density by increasing the altitude from 630 to 1190 m asl is analysed. The highest average values of wood density ($\rho_0\%=413$ kg·m⁻³ and $\rho_{10}\%=446$ kg·m⁻³) is characterized by wet Carpathian spruce stands at the altitude of 1190 m asl, and the lowest number of annual rings in 1 cm – at altitudes of 630-650 m asl in the range of from 5 to 14 pcs.·cm⁻¹.

Key words: Norway spruce, wood density, annual ring width, the amount of annual rings 1 cm wide, absolute altitude.