



**Р. Т. Максимчук, І. М. Сопушинський**

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

## МАКРОСКОПІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ХВИЛЯСТО-ЗАВИЛЬКУВАТОЇ ДЕРЕВИНИ ЯЛИЦІ БІЛОЇ

Досліджено показники макроструктури прямоволокнистої та хвилясто-завилькуватої стовбурової деревини ялиці білої в лісорослинних умовах Буковинських Карпат. Визначено відмінність середніх, мінімальних та максимальних значень ширини річного кільця, ширини ранньої та пізньої зон деревини ялиці білої із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнистою структурою деревини. Встановлено, що збільшення середньої ширини річних кілець ялиці білої із хвилясто-завилькуватою деревиною становить 14,7–31,4 %, середньої ширини пізньої деревини – 17,7–24,9 % та середньої ширини ранньої деревини – 13,2–34,0 %, порівняно з прямоволокнистою структурою деревини. Найбільші значення пізньої деревини в річному кільці характерні для особин із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнистою текстурою деревини у середньовіковому діапазоні 40–60 років. Виявлено залежності між показниками макроструктури та віковим діапазоном 1–80 років в напрямі від кори до серцевини, які описуються рівняннями другого порядку. Встановлено, що річні прирости в напрямі від серцевини до кори зменшуються поступово для прямоволокнистої деревини, а для хвилясто-завилькуватої деревини змінюються неоднаково і є ознакою аномальності у діяльності камбію.

**Ключові слова:** річне кільце; пізня деревина, будова деревини; аномальна деревина; Українські Карпати.

**Вступ.** Важливим завданням сталого лісоуправління є збереження формового різноманіття деревних рослин у природних умовах зростання. У цьому зв'язку селективний відбір деревних видів за якісними характеристиками деревини має за мету вирощування дерев із заданими властивостями деревини (Sopushynskyy, 2014). Своєрідний розвиток деревних видів пов'язували із зміною форми рослини в процесі еволюції (Slyarin, 1975). Стовбурні утвори деревини досліджували також у філогенетичному та морфогенетичному аспектах (Harris, 1989). Біологічні та лісівничі методи у вивченні структурних утворів стовбурів листяних деревних порід використано для класифікації структурних змін деревини (Korovin, Novitskaja & Kumosov, 2003). Системний підхід в анатомічних дослідженнях аномалій деревини полягав у виявленні морфологічних змін стовбурової деревини та кори (Vintoniv, 2003). Мінливість структури деревини клена-явора форми "хвилясто-завилькуватий" підвищує акустичні властивості деревини (Vucur, 2006; Sopushynskyy, 2014). Розвиток завилькуватості волокон у деревині покращує текстуру її поверхні, тобто збільшує її декоративність та вартість (Kohl, 2009). Дослідження аномалій вторинної ксилеми тропічних деревних порід було спрямовано на особливості будови деревини та їх відхилення від норми, що визначають якісні властивості стовбурової деревини у дерев, які ростуть (Carlquist, 1978; White, Adams & Neale, 2007). Аномальні відхилення від типової структури деревини дослідники тлумачать як прояв корелятивних онтогенетичних

реверсій – сполучення паразитів та біологічного виду для листяної кільцесудинної та розсіяносудинної деревини лісових деревних порід. Макроструктурні відмінності прямоволокнистої та стовбурової деревини, утворів хвойних деревних видів, зокрема ялиці білої із хвилясто-завилькуватою деревиною, практично не досліджено, тому вивчення цього питання є актуальним.

**Мета дослідження** – вивчити відмінності у макроскопічній структурі прямоволокнистої та хвилясто-завилькуватої деревини *Abies alba* Mill. у лісорослинних умовах Буковинських Карпат.

**Матеріали та методи дослідження.** Дослідження макроструктурних особливостей стовбурової хвилясто-завилькуватої деревини *Abies alba* Mill. проведено в ялиново-ялицево-букових та ялиново-буково-ялицевих лісах природно-географічного району Буковинські Карпати підобласті "Покутсько-Буковинські Карпати" області "Зовнішньофлішеві Карпати" (Hiletskyy, 2012). Ареал ялиці білої в районі дослідження наведено на рис. 1 (Holubets, 1978).

Досліджували стиглі ялицеві деревостани з кількістю дерев досліджуваної породи не менше 100 одиниць. Пробну ділянку заклали в кварталі 31 виділі 6 Лопушнянського лісництва ДП "Берегометське лісомисливське господарство" з такими лісівничо-таксаційними показниками: індекс типу лісу – С<sub>3</sub>-бк-см-Яц; висота над рівнем моря – 985 м н.р.м.; вік – 105 років; склад насадження: 6Яц3Бкз1Ялз; середня висота – 30 м; середній діаметр – 40 см; бонітет – І; відносна повнота – 0,70 та

### Інформація про авторів:

**Максимчук Руслан Тарасович**, аспірант. Email: r.maksymchuk@nltu.edu.ua

**Сопушинський Іван Миколайович**, д-р с.-г. наук, професор. Email: sopushynskyy@nltu.edu.ua

**Цитування за ДСТУ:** Максимчук Р. Т., Сопушинський І. М. Макроскопічні особливості хвилясто-завилькуватої деревини ялиці білої. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(6). С. 33–37.

**Citation APA:** Maksymchuk, R. T., & Sopushynskyy, I. M. (2017). Macroscopic Features of the Wave-Grained Wood of Silver Fir. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(6), 33–37. <https://doi.org/10.15421/40270606>

запас – 530 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. На пробній площі підібрали по 12 модельних дерев із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнутою деревиною за таксаційними показниками (рис. 2).

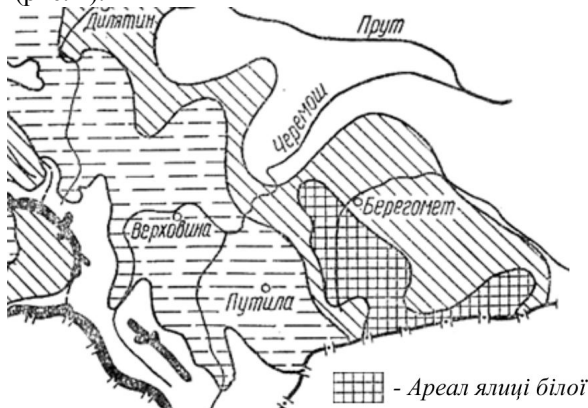


Рис. 1. Ареал ялиці білої природно-географічного району Буковинські Карпати (Veklych, 2005)



Рис. 2. Ялиця біла із хвилясто-завилькуватою (а) та прямоволокнутою (б) стовбуровою деревиною

З кожної моделі за допомогою вікового бурава Naglöf (Швеція) викрутили керни з північної та південної сторони. Всього разом відібрали по 24 керни із стовбурової прямоволокнутої та хвилясто-завилькуватої деревини. Вивчення макроструктури прямоволокнутої та хвилясто-завилькуватої деревини полягало у визначенні таких показників (Vintoniv, Sopushynskyy & Teischinger, 2007; Normen für Holz, 2007; Sopushynskyy & Vintoniv, 2012): ширина річного кільця у хвилясто-завилькуватої ( $S^x_{\text{річн.кіль.}}$ ) та прямоволокнутої деревини ( $S^n_{\text{річн.кіль.}}$ ), ширина пізньої деревини (відповідно  $\delta^x_{\text{пізн.дер.}}$  та  $\delta^n_{\text{пізн.дер.}}$ ), ширина ранньої деревини ( $\delta^x_{\text{ранн.дер.}}$  та  $\delta^n_{\text{ранн.дер.}}$ ). Для вимірювання використовували професійну цифрову лінійку Lintab 6 з використанням дендрохронологічного програмного забезпечення TSAP. Точність вимірювання становила 0,01 мм.

**Результати дослідження.** Отримані значення вимірювань ширини річного кільця у дерев із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнутою деревиною представлено в межах 10-річних діапазонів з початком від кори та закінченням до серцевини стовбура. Такий підхід дає змогу з'ясувати відмінності середніх значень показника макроструктури та отримати статистично достовірні значення для різних вікових діапазонів деревини ялиці білої (табл. 1).

Табл. 1. Середня ширина річного кільця у різних вікових діапазонах

Віковий діапазон кернів від кори до серцевини (А)	N, шт.	min, мм	$M^{\pm m}$ , мм	max, мм	V, %	P, %
<i>Хвилясто-завилькувата структура деревини (<math>S^x_{\text{річн.кіль.}}</math>)</i>						
1 (0-10)	240	0,90	$2,55^{\pm 0,07}$	6,00	41,5	2,7
2 (11-20)	240	1,10	$2,54^{\pm 0,06}$	6,00	36,4	2,3
3 (21-30)	240	1,00	$2,72^{\pm 0,05}$	4,60	29,7	1,9
4 (31-40)	240	0,50	$2,62^{\pm 0,07}$	5,12	40,0	2,6
5 (41-50)	240	0,50	$3,23^{\pm 0,10}$	6,30	47,8	3,1
6 (51-60)	212	0,50	$3,24^{\pm 0,09}$	6,80	39,9	2,7
7 (61-70)	143	0,60	$2,67^{\pm 0,06}$	4,60	27,5	2,3
8 (71-80)	47	0,23	$2,69^{\pm 0,22}$	5,10	57,3	8,4
<i>Прямоволокнута структура деревини (<math>S^n_{\text{річн.кіль.}}</math>)</i>						
1 (0-10)	240	0,90	$1,75^{\pm 0,04}$	4,00	31,1	2,0
2 (11-20)	240	1,00	$2,17^{\pm 0,04}$	5,01	31,0	2,0
3 (21-30)	240	0,50	$2,30^{\pm 0,05}$	4,00	30,4	2,0
4 (31-40)	240	0,20	$2,23^{\pm 0,06}$	4,91	40,6	2,6
5 (41-50)	240	0,50	$2,69^{\pm 0,07}$	6,30	37,5	2,4
6 (51-60)	240	1,10	$2,73^{\pm 0,06}$	6,60	34,9	2,3
7 (61-70)	179	0,90	$2,87^{\pm 0,07}$	6,70	33,6	2,5
8 (71-80)	70	1,00	$2,90^{\pm 0,14}$	5,10	39,9	4,8

Примітка: N – кількість проведених вимірювань; min – мінімальне значення;  $M^{\pm m}$  – середнє арифметичне значення та його помилка; max – максимальне значення; V – коефіцієнт варіації; P – показник точності.

Ширина річного кільця ялиці білої змінюється в діапазоні від 0,23 до 6,80 мм для хвилясто-завилькуватої структури та від 0,20 до 6,70 мм – для прямоволокнутої. Отримані середні значення 10-річних вікових діапазонів є статистично достовірними, показник точності становив  $P < 5\%$ . Модельні дерева із хвилясто-завилькуватою структурою деревини характеризуються більшими середніми значеннями ширини річного кільця, ніж модельні дерева з прямоволокнутою деревиною. Діапазон середньої ширини річного кільця хвилясто-завилькуватої деревини змінюється від 2,54 до 3,24 мм, а прямоволокнутої деревини – від 1,75 до 2,90 мм.

Середні значення ширини пізньої деревини в річному кільці залежно від вікового діапазону в напрямку від кори до серцевини наведено в табл. 2.

Табл. 2. Середня ширина пізньої деревини в різних структурах деревини

Віковий діапазон кернів від кори до серцевини (А)	N, шт.	min, мм	$M^{\pm m}$ , мм	max, мм	V, %	P, %
<i>Хвилясто-завилькувата структура деревини (<math>\delta^x_{\text{пізн.дер.}}</math>)</i>						
1 (0-10)	240	0,08	$0,81^{\pm 0,03}$	2,90	51,1	3,3
2 (11-20)	240	0,14	$0,89^{\pm 0,03}$	2,70	55,0	3,6
3 (21-30)	240	0,10	$0,87^{\pm 0,02}$	2,70	41,5	2,7
4 (31-40)	240	0,15	$0,85^{\pm 0,02}$	2,00	43,5	2,8
5 (41-50)	240	0,20	$0,98^{\pm 0,03}$	3,00	51,1	3,3
6 (51-60)	212	0,20	$1,00^{\pm 0,04}$	3,90	52,4	3,6
7 (61-70)	143	0,27	$0,89^{\pm 0,03}$	2,60	35,8	3,0
8 (71-80)	47	0,10	$0,86^{\pm 0,08}$	1,90	61,0	8,9
<i>Прямоволокнута структура деревини (<math>\delta^n_{\text{пізн.дер.}}</math>)</i>						
1 (0-10)	240	0,15	$0,60^{\pm 0,02}$	2,22	41,8	2,7
2 (11-20)	240	0,20	$0,71^{\pm 0,02}$	2,07	40,5	2,6
3 (21-30)	240	0,15	$0,67^{\pm 0,02}$	2,70	45,2	2,9
4 (31-40)	240	0,07	$0,69^{\pm 0,02}$	2,20	49,0	3,2
5 (41-50)	240	0,20	$0,82^{\pm 0,02}$	2,00	41,5	2,7
6 (51-60)	240	0,20	$0,82^{\pm 0,02}$	2,40	43,3	2,8
7 (61-70)	179	0,20	$0,78^{\pm 0,03}$	2,40	43,3	3,2
8 (71-80)	70	0,20	$0,83^{\pm 0,05}$	1,90	46,5	5,6

Середня ширина пізньої деревини в дерев ялиці білої із хвилясто-завилькуватою деревиною знаходиться в межах від 0,08 до 3,90 мм і є більшою, ніж у дерев із прямоволокнутою структурою деревини, зокрема за максимальним значенням на 30,8 %. Отримані значення варіації ширини пізньої деревини характеризуються високими значеннями коефіцієнтів варіації і змінюються від 35,8 до 61,0 %, проте показник точності проведеного дослідження для більшості вікових діапазонів до 70 років є допустимим  $P < 5\%$ . Середні значення ширини ранньої деревини дерев ялиці білої із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнутою деревиною подано в табл. 3.

**Табл. 3. Відмінність середньої ширини ранньої деревини в різних вікових діапазонах**

Віковий діапазон кернів від кори до серцевини (A)	N, шт.	min, мм	$M^{\pm m}$ , мм	max, мм	V, %	P, %
<i>Хвилясто-завилькувата структура деревини (<math>\delta^x_{\text{ранн.дер}}</math>)</i>						
1 (0-10)	240	0,30	$1,74^{\pm 0,06}$	5,10	51,0	3,3
2 (11-20)	240	0,25	$1,66^{\pm 0,05}$	4,10	44,6	2,9
3 (21-30)	240	0,13	$1,86^{\pm 0,05}$	3,80	39,0	2,5
4 (31-40)	240	0,20	$1,77^{\pm 0,05}$	3,90	47,7	3,1
5 (41-50)	240	0,20	$2,25^{\pm 0,08}$	5,25	56,4	3,6
6 (51-60)	212	0,06	$2,27^{\pm 0,08}$	5,80	50,6	3,5
7 (61-70)	143	0,70	$1,79^{\pm 0,05}$	3,60	35,8	3,0
8 (71-80)	47	0,12	$1,82^{\pm 0,16}$	3,90	60,1	8,8
<i>Прямоволокнувата структура деревини (<math>\delta^p_{\text{ранн.дер}}</math>)</i>						
1 (0-10)	240	0,25	$1,14^{\pm 0,03}$	3,10	39,9	2,6
2 (11-20)	240	0,13	$1,45^{\pm 0,03}$	3,10	35,7	2,3
3 (21-30)	240	0,20	$1,63^{\pm 0,04}$	3,00	37,2	2,4
4 (31-40)	240	0,05	$1,53^{\pm 0,05}$	3,50	47,4	3,1
5 (41-50)	240	0,06	$1,86^{\pm 0,05}$	5,25	44,4	2,9
6 (51-60)	240	0,20	$1,91^{\pm 0,05}$	5,30	42,6	2,8
7 (61-70)	179	0,40	$2,09^{\pm 0,06}$	5,50	40,8	3,1
8 (71-80)	70	0,70	$2,07^{\pm 0,11}$	4,00	45,4	5,4

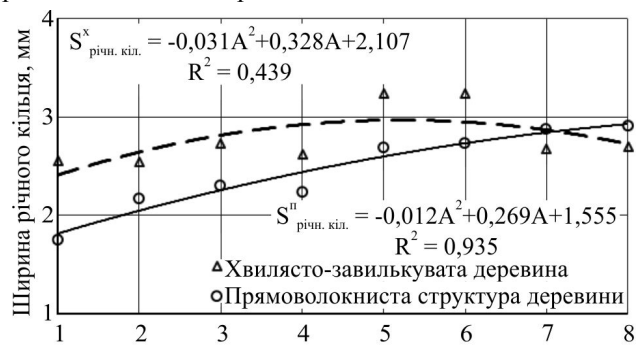
Середні значення ширини ранньої деревини в річному кільці дерев із хвилясто-завилькуватою деревиною знаходяться в діапазоні від 1,66 до 2,27 мм. Дерев ялиці білої із прямоволокнутою структурою деревини характеризуються меншою амплітудою середніх значень ширини ранньої деревини, яка змінюється від 1,14 до 2,09 мм. Показник точності дослідження для вікового діапазону 71-80 років є більшим за допустиме значення, що можна пояснити структурними відмінностями стиглої та ювенільної деревини.

Наведені результати дослідження свідчать про макроструктурні відмінності дерев ялиці білої із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнутою деревиною. Важливо зазначити про потребу дослідити мікроскопічну будову анатомічних елементів у перехідній зоні між ранньою та пізньою деревиною в річному кільці для вивчення особливостей структури ранніх та пізніх трахеїд.

**Обговорення отриманих результатів.** Результати дослідження свідчать про відмінності в ширині річних кілець за останні 55 років росту та розвитку ялиці білої із прямоволокнутою та хвилясто-завилькуватою структурою деревиною в лісорослиних умовах Буковинських Карпат на висоті 950 м н.р.м. (рис. 3).

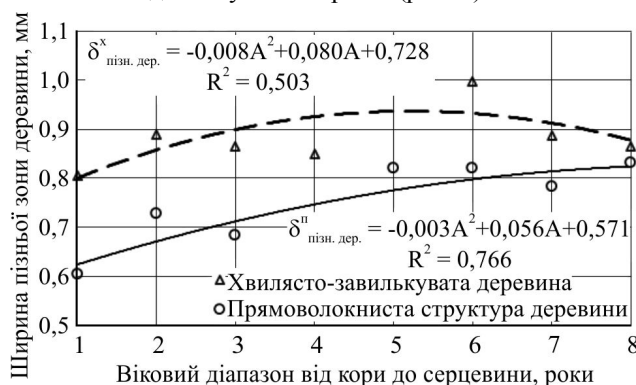
Різниця середніх значень ширини річного кільця особин ялиці білої із хвилясто-завилькуватою деревиною та прямоволокнутою текстурою знаходиться в діапазоні від 15 до 31 %. Зменшення величини річного приросту в дерев з прямоволокнутою та хвилясто-

завилькуватою структурою деревини описується рівняннями другого порядку:  $S^x_{\text{річн.кіл.}} = -0,031A^2 + 0,328A + 2,107$  ( $R^2 = 0,439$ ) та  $S^p_{\text{річн.кіл.}} = -0,012A^2 + 0,269A + 1,555$  ( $R^2 = 0,935$ ). Збільшення фітомаси стовбурової деревини в особин форми "хвилясто-завилькуватої" заслуговує на увагу з метою їх селективного відбору для підвищення об'ємної продуктивності та плантаційного вирощування. Важливо зазначити, що хвилясто-завилькувата деревина ялиці білої вирізняється унікальною декоративною текстурою, що утворена неправильним розміщенням річних кілець та відповідно чергуванням ранньої та пізньої деревини.



**Рис. 3.** Відмінності ширини річного кільця хвилясто-завилькуватої та прямоволокнутої структури деревини ялиці білої

Для особин із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнутою текстурою деревини ширина пізньої деревини в річному кільці ялиці білої характеризується максимальними значеннями у віковому діапазоні 40-50 років. Найменші середні значення ширини пізньої деревини встановлено для віку 95-105 років (рис. 4).



**Рис. 4.** Ширина пізньої хвилясто-завилькуватої та прямоволокнутої деревини в річному кільці вікового діапазону 80 років

Величина пізньої деревини в річному кільці особин із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнутою текстурою деревини є найбільшою у середньовіковому діапазоні 40-60 років. Різниця між шириною пізньої деревини в особин із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнутою текстурою деревини є однаковою і становить приблизно 20 %. Залежність між віковим діапазоном та шириною пізньої зони деревини в річному кільці описується рівняннями другого порядку для хвилясто-завилькуватої структури деревини ялиці білої –  $\delta^x_{\text{пізн.дер.}} = -0,008A^2 + 0,080A + 0,728$  ( $R^2 = 0,503$ ) та прямоволокнутої –  $\delta^p_{\text{пізн.дер.}} = -0,003A^2 + 0,056A + 0,571$  ( $R^2 = 0,766$ ). Важливо зазначити про істотні відмінності ширини пізньої та ранньої деревини в особин із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнутою текстурою деревини (рис. 5).





**Рис. 5.** Відмінності ширини ранньої деревини в особинах ялиці білої із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнистою структурою деревини

Залежності між віковим діапазоном від кори до серцевини та шириною ранньої зони деревини ялиці білої із хвилясто-завилькуватою структурою відрізняється від ідентичної залежності для пізньої деревини, що підтверджується величиною коефіцієнтів детермінації для аномальної деревини –  $R^2 = 0,405$  та прямоволокнистої –  $R^2 = 0,932$ . Істотна відмінність структурного впорядкування деревних волокон у ялиці білої із хвилясто-завилькуватою деревиною призводить до 34,0 % збільшення ширини ранньої зони деревини у віці 105 років.

**Висновки.** Показники макроструктури ялиці білої із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнистою деревиною свідчать про істотні відмінності їх середніх та граничних значень. Середні значення ширини ранньої зони деревини ялиці білої із хвилясто-завилькуватою деревиною знаходяться в межах від 1,66 до 2,27 мм, а для прямоволокнистої деревини – від 1,14 до 2,09 мм.

Величини річних приростів у віковому діапазоні 1-80 років в напрямі від серцевини до кори зменшуються поступово для прямоволокнистої деревини та описуються рівнянням другого порядку ( $R^2 = 0,935$ ), а для хвилясто-завилькуватої деревини змінюються неоднаково ( $R^2 = 0,439$ ), що є ознакою аномальності у діяльності камбію. Для дерев із хвилясто-завилькуватою деревиною властиве збільшення середніх значень: ширини річних кілець до 31,4 %, ширини пізньої деревини – 24,9 % та ширини ранньої деревини – 34,0 %, порівняно з прямоволокнистою структурою деревини. Для ґрунтового вивчення питання формування властивостей хвилясто-завилькуватої деревини ялиці білої важливим

є вивчення особливостей формування об'ємної маси та анізотропії утворів стовбурової деревини.

## Перелік використаних джерел

- Bucur, V. (2006). *Acoustics of Wood*. Berlin: Springer. 454 p.
- Carlquist, S. J. (1978). Wood anatomy of Bruniaceae: Correlations with ecology, phylogeny, and organography. *Journal of Systematic and Evolutionary Botany*, 9(2), 323–364.
- Harris, J. M. (1989). *Spiral Grain and Wave Phenomena in Wood Formation*. New York: Springer. 260 p.
- Herushynskyy, Z. Yu. (1996). *Typolohiya lisiv Ukrainskykh Karpat*. Lviv: Piramida. [in Ukrainian].
- Hiletskyy, Y. R. (2012). Protected and geographic zone Ukrainian Carpathians as the basis of optimization nature by region. *Scientific Bulletin of Chernivtsi University: Geography*, 612/613, 28–32. [in Ukrainian].
- Holubets, M. A. (1978). *Elniki Ukrainskikh Karpat*. Kyiv: Naukova dumka. [in Russian]. 320 p.
- Kohl, F. (2009). Furnier – Tradition mir Netzwerk und Perspektiven. *Furnier Magazin*, 32–49.
- Korovin, V. V., Novitskaja, L. L., & Kumosov, H. A. (2003). *Strukturnye anomalii steblii drevesnykh rastenii*. Moskva: Forest University. [in Russian].
- Kravchuk, Ya. S. (2008). *Geomorfologija Polonynskykh Karpat*. Lviv: Ivan-Franko University. [in Ukrainian].
- Normen für Holz (2009). *DIN-Taschenbuch 31*. Berlin: Beuth. 340 p.
- Slyapin, Ye. I. (1975). Problema patologichnykh novoobrazovaniy u rosteniy, jeje aspekty i ikh snachenije dlja nauki, narodnovo khosyajstva i medetsyny. *Problemy onkologij i teratologij u rastenij*, 5–16. [in Russian].
- Sopushynskyy, I. M. (2014). Intraspecific differentiation of sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.), European beech (*Fagus sylvatica* L.) and Common ash (*Fraxinus excelsior* L.) by decorative wood. Lviv: UNFU. [in Ukrainian].
- Sopushynskyy, I. M., & Vintoniv, I. S. (2012). *Praktykum z derevynoznavstva*. Lviv: Apriori. [in Ukrainian].
- Veklych, L. M. (Ed.). (2005). *Kompleksnyi atlas Ukrainy*. Kyiv: Kartohrafiia. [in Ukrainian].
- Vintoniv, I. S. (2003). Selection of sycamore with wave-grained wood at UNFU. *Kształtowanie i ochrona srodowiska lesnego*, 595–603. [in Russian].
- Vintoniv, I. S., Sopushynskyy, I. M., & Teischinger, A. (2007). *Wood Science*. Lviv: Apriori. [in Ukrainian].
- White, T. L., Adams, W. T., & Neale, D. B. (2007). *Forest Genetics*. Cambridge: CAB. 326 p.

**Р. Т. Максџмчук, И. М. Сопушинский**

Національний лесотехнічний університет України, г. Львов, Україна

## МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЛНИСТО-СВИЛЕВАТОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПИХТЫ БЕЛОЙ

Исследованы показатели макроструктуры прямоволокнистой и волнисто-свилеватой ствольной древесины пихты белой в лесорастительных условиях Буковинских Карпат. Определено отличие средних, минимальных и максимальных значений ширины годичного кольца, ширины ранней и поздней зон древесины пихты белой с волнисто-свилеватой и прямоволокнистой структурой древесины. Установлено, что увеличение средней ширины годичных колец пихты белой с волнисто-свилеватой древесиной составляет 14,7-31,4 %, средней ширины поздней древесины – 17,7-24,9 % и средней ширины ранней древесины – 13,2-34,0 %, по сравнению с прямоволокнистой структурой древесины. Наибольшие значения поздней древесины в годичном кольце характерны для особей с волнисто-свилеватой и прямоволокнистой текстурой древесины в средневозрастном диапазоне 40-60 лет. Выявлена зависимость между показателями макроструктуры и возрастным диапазоном 1-80 лет в направлении от коры к сердцевине, которые описываются уравнениями второго порядка. Установлено, что годичные приросты в направлении от сердцевины к коре уменьшаются постепенно для прямоволокнистой древесины, а для волнисто-свилеватой древесины меняется неодинаково и является признаком аномальности в деятельности камбия.

**Ключевые слова:** годичное кольцо; поздняя древесина, строение древесины; аномальная древесина; Украинские Карпаты.

## **MACROSCOPIC FEATURES OF THE WAVE-GRAINED WOOD OF SILVER FIR**

The ultimate purpose of the article was to study the macroscopic differences in the anatomy of *Abies alba* Mill. with straight-grained and wave-grained wood growing in the biotopes of Bukovyna Carpathians. A total of 24 cores from the northern and southern tree sides of straight-grained and wave-grained wood of silver fir were taken. The database of the macroscopic features (width of annual rings, the widths of latewood and earlywood) were measured on the professional digital Lintab 6 using dendrochronological software TSAP. The research results showed that the mean value of the width of the annual rings of silver fir varied in the range 2,54-3,24 mm of wavy-grained wood and 1,75...2,90 mm of straight grained wood. The mean value of the latewood widths were in the range from 0,07 до 3,90 мм. They were statistically significant by the accuracy index  $P < 5\%$ . The trees with wave-grained wood were characterized by larger average values of the late- and earlywood width comparing to trees with the straight wood. The average values of the earlywood width in the annual ring of trees with wave-grained wood were from 1,66 to 2,27 mm. The trees with straight-grained wood were characterized by a lower amplitude of mean values of the earlywood width from 1.14 to 2.09 mm. The highest values of the macroscopic features were characterized for individuals with a wave- and straight-grained wood in the age of about 40-60 years. Dependences between the macrostructural features and the age in the range of 1-80 years in the direction from the bark to the pith were described by the second-order equations. At the age of 105 years the significant difference in the ordering of wood fibers were led to an increase of 34.0 % of the earlywood width. To deeper study the structural formation of wave-grained wood of silver fir, it is important to research the wood anisotropy and wood density.

**Keywords:** annual ring; late wood, wood structure; abnormal wood; Ukrainian Carpathian Mountains.