



Р. Т. Максимчук, І. М. Сопушинський, І. Я. Тимочко

Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ РІЧНОГО КІЛЬЦЯ ТА БАЗИСНОЇ ЩІЛЬНОСТІ ПРЯМОВОЛОКНИСТОЇ ТА ХВИЛЯСТО-ЗАВИЛЬКУВАТОЇ ДЕРЕВИНИ *ABIES ALBA* MILL.

Розглянуто питання відмінності кількості річних кілець в 1 см та базисної щільності прямоволокнутої та хвилясто-завилькуватої деревини ялиці білої в лісорослинних умовах Буковинських Карпат. Визначено діапазон зміни показника макроструктури та об'ємної маси деревини, а також проведено статистичний аналіз отриманих результатів дослідження ($P < 5\%$). Встановлено, що найбільші значення кількості річних кілець в 1 см характерні для дерев із прямоволокнутою деревиною і в межах радіуса стовбура збільшуються в напрямку від серцевини до кори. Базисна щільність деревини ялиці білої із хвилясто-завилькуватою деревиною знаходиться в діапазоні від 292 до 478 $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$, а із прямоволокнутою – 256-408 $\text{кг}\cdot\text{м}^{-3}$. Базисна щільність у межах радіуса та висоти стовбура ялиці білої із хвилясто-завилькуватою деревиною різко збільшується за останні 30-40 років. Встановлено, що зі зменшенням кількості річних кілець в 1 см у дерев із хвилясто-завилькуватою деревиною її базисна щільність деревини збільшується порівняно із прямоволокнутою структурою. Різниця об'ємної маси прямоволокнутої деревини є на 33,0 % меншою, ніж у хвилясто-завилькуватої деревини ялиці білої на висоті 1,3 м. Залежність між кількістю річних кілець в 1 см та базисною щільністю описується рівнянням першого порядку ($R=0,62-0,65$).

Ключові слова: об'ємна маса деревини; аномальна деревина; річне кільце; ялиця біла; Українські Карпати.

Вступ. Дослідження розмірно-якісних характеристик деревини свідчать, що структура та властивості деревини є відбитком родючості ґрунтів (Kobal et al., 2015). Так, хвойні породи з більшими середніми значеннями щільності деревини ростуть на бідніших ґрунтах, а з меншими значеннями – на багатих ґрунтах (Szaban et al., 2014; Wasik et al., 2015). На величину об'ємної маси деревини *Picea abies* (L.) Karst. істотно впливає локальний мікроклімат з низькою температурою повітря та високим рівнем ґрунтових вод (Van der Maaten-Theunissen et al., 2013). У межах внутрішньовидової диференціації відмінності об'ємної маси деревини в радіальному зрізі здебільшого пов'язані з процесом росту тропічних деревних видів і є мінімальними (Osazuwa-Peters et al., 2014). Високу щільність деревини у дерев пов'язують також з низькими лісогосподарськими затратами на проведення рубок догляду та зменшенням площі живлення, що корелює з підтриманням процесу газообміну (Larjavaara & Muller-Landau, 2010). Для лісорослинних умов Українських Карпат встановлено, що між показниками об'ємної маси деревини, показниками макроструктури та абсолютною висотою існують прямолінійні та регресійні залежності для *Picea abies* (L.) Karst. (Sopushynskyy et al., 2017). Відмінність у параметричних характеристиках якості деревини в межах

стовбура дерева пов'язують із структурним упорядкуванням анатомічних елементів (Longuetaud et al., 2016). На окрему увагу заслуговують відмінності у структурі деревини ялиці білої (*Abies alba* Mill.) у лісорослинних умовах Буковинських Карпатах. Вона є однією із головних лісотвірних деревних порід, природний ареал якої окреслений кліматичними та ґрунтовими умовами в межах абсолютних висот від 300 до 1200 м н.р.м. Лісорослинні умови 500-900 м н.р.м. є оптимальними для росту ялицевих деревостанів з найвищою продуктивністю. За матеріалами лісовпорядкування, загальна площа ялицевих типів лісу у Чернівецькій обл. становить 49,14 тис. га (20,1 %). Важливим індикатором потенціалу гірських лісів Буковинських Карпатах є природні деревостани, інтегральним показником яких є об'ємна маса стовбурової деревини.

Мета дослідження – вивчення кількості річних кілець в 1 см та об'ємної маси в межах радіуса та висоти стовбура *Abies alba* Mill. із прямоволокнутою та хвилясто-завилькуватою деревиною в лісорослинних умовах Буковинських Карпат.

Матеріали та методи дослідження. Дослідженнями охоплено стиглий ялицевий деревостан віком 105 років зі складом деревостану 6Яцб3Бкл1Яле у типі лісу волога смереково-букова суяличина (С₃-см-бкЯц) в

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

Тимочко Ігор Ярославович, канд. с.-г. наук, наук. співробітник. Email: i.tymochko@gmail.com

Цитування за ДСТУ: Максимчук Р. Т., Сопушинський І. М., Тимочко І. Я. Особливості формування річного кільця та базисної щільності прямоволокнутої та хвилясто-завилькуватої деревини *Abies Alba* Mill. Науковий вісник НЛТУ України. 2017. Вип. 27(9). С. 30–33.

Citation APA: Maksymchuk, R. T., Sopushynskyy, I. M., & Tymochko, I. Ya. (2017). Some Features of Formation of Annual Ring and Straight – and Wave-Grained Basic Density Wood of *Abies Alba* Mill. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(9), 30–33.

<https://doi.org/10.15421/40270906>

Лопушнянському лісництві ДП "Берегометське лісо-мисливське господарство" (48°06'02.34" Пн.ш. 25°13'02.46" Сх.д., 985 м н.р.м.). Для вивчення відмінностей макроструктури та об'ємної маси деревини на пробній ділянці площею 0,5 га відібрали шість модельних дерев із хвилясто-завилькуватою та шість модельних дерев із прямоволокнутою деревиною. З кожного модельного дерева випилювали краї завдовжки 0,6 м на висотах 1,3 та 7 м. Взірці деревини стандартних розмірів 20×20×30 мм³ (±1 мм) виготовляли в напрямку від кори до серцевини. Кількість річних кілець в 1 см ($N_{\text{рiчн.кiл.}}$, шт.·см⁻¹) визначали з точністю 0,5 річного кільця. Для вивчення базисної щільності деревини (ρ_b , кг·м⁻³) взірці деревини вимірювали з точністю 0,01 мм та зважували масу до 0,001 г (Vintoniv et al., 2007).

Результати дослідження та їх обговорення. Зміна властивостей деревини за радіусом та висотою стовбура пов'язана із структурним упорядкуванням деревних волокон у ростучому дереві. У цьому контексті важливим є дослідження відмінностей показників макрос-

структури деревини у дерев із прямоволокнутою та хвилясто-завилькуватою деревиною (рис. 1).

Як видно з рис. 1, кількість річних кілець в 1 см за радіусом та висотою стовбура ялиці білої змінюється неоднаково для прямоволокнутої та хвилясто-завилькуватої структури деревини. Показник макроструктури збільшується рівномірно в напрямку від серцевини до кори для прямоволокнутої деревини. Максимальні значення кількості річних кілець в 1 см характерні для стиглої прямоволокнутої деревини ялиці білої для останніх 30-40-річних приростів. З висотою стовбура ця тенденція до збільшення показника макроструктури зберігається. Кількість річних кілець у стовбурах із хвилясто-завилькуватою деревиною, навпаки, зменшується за діаметром, що свідчить про збільшення річного приросту для останніх 20-30-річних приростів. Очевидно, що важливим є також вивчення мінливості фітомаси стовбурної деревини в межах радіуса та висоти стовбура для прямоволокнутої та хвилясто-завилькуватої структури (рис. 2).

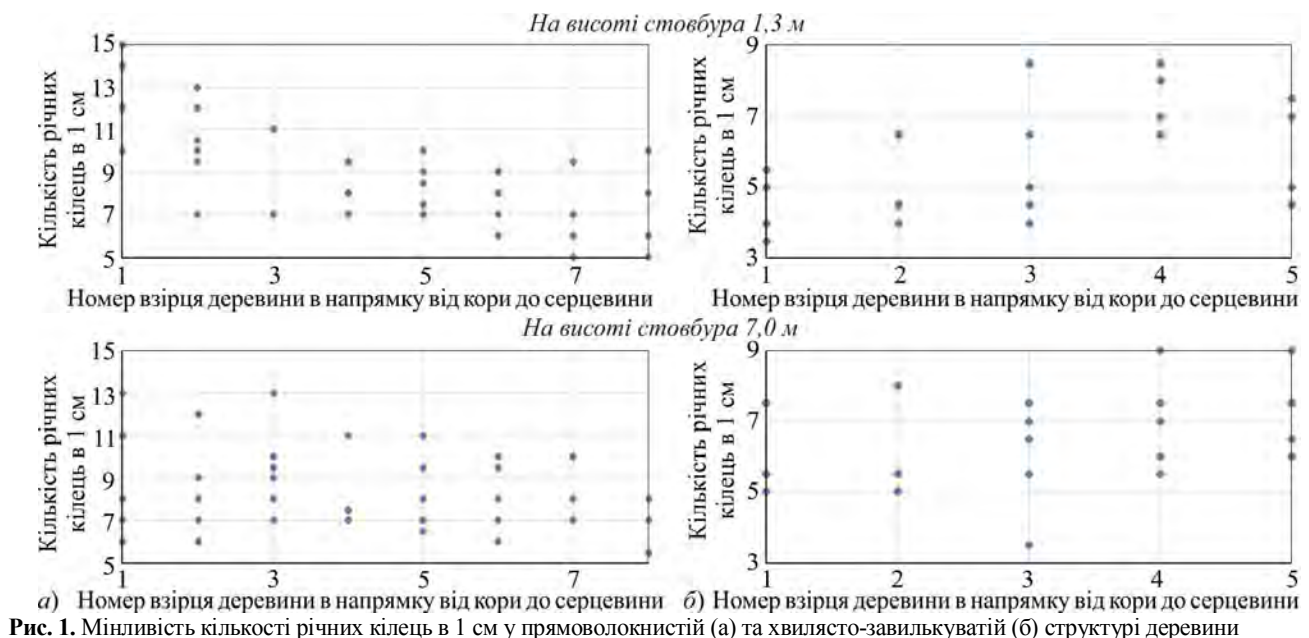


Рис. 1. Мінливість кількості річних кілець в 1 см у прямоволокнутій (а) та хвилясто-завилькуватій (б) структурі деревини

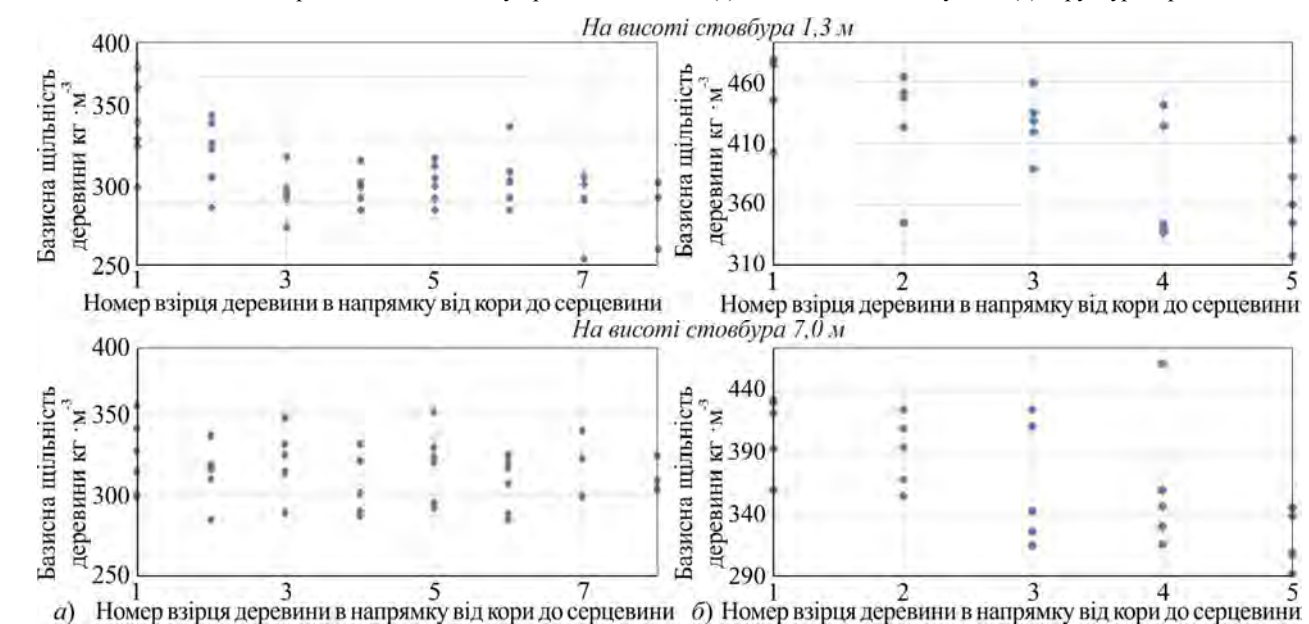


Рис. 2. Мінливість базисної щільності у прямоволокнутій (а) та хвилясто-завилькуватій (б) структурі деревини

Таблиця. Статистична характеристика показників кількості річних кілець в 1 см та базисної щільності ялиці білої

Висота зрізу стовбура	Показник	<i>N</i> , шт.	<i>min</i>	<i>M^{±m}</i>	<i>max</i>	<i>V</i> , %	<i>P</i> , %
<i>Прямолокниста деревина</i>							
1,3 м	<i>N_{річн.кіл.}</i> [шт.·см ⁻¹]	45	5,0	8,8 ^{±0,36}	15,0	27,3	4,1
	ρ_b [кг·м ⁻³]	45	256	321 ^{±4,41}	408	9,2	1,4
7,0 м	<i>N_{річн.кіл.}</i> [шт.·см ⁻¹]	44	3,5	8,1 ^{±0,31}	13,0	25,4	3,8
	ρ_b [кг·м ⁻³]	44	245	314 ^{±3,17}	355	6,7	1,0
<i>Хвилясто-завилькувата деревина</i>							
1,3 м	<i>N_{річн.кіл.}</i> [шт.·см ⁻¹]	25	3,5	5,9 ^{±0,52}	8,5	26,9	5,4
	ρ_b [кг·м ⁻³]	25	318	408 ^{±9,75}	478	12,0	2,4
7,0 м	<i>N_{річн.кіл.}</i> [шт.·см ⁻¹]	25	3,5	6,6 ^{±0,30}	10,0	23,0	4,6
	ρ_b [кг·м ⁻³]	25	292	369 ^{±9,67}	463	13,1	2,6

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

Результати дослідження базисної щільності прямо-волокнистої та хвилясто-завилькуватої деревини ялиці білої свідчать про істотні відмінності об'ємної маси за радіусом стовбура. Максимальне значення базисної щільності сягає 478 кг·м⁻³ і властиве для стиглої хвилясто-завилькуватої деревини ялиці білої і є на 17,2% більшим від ідентичного показника для прямоволокнистої деревини. Для стовбурів із прямоволокнистою деревиною характерне поступове збільшення базисної щільності за напрямком від серцевини до кори на висоті 1,3 та 7,0 м. Збільшення об'ємної маси хвилясто-завилькуватої деревини ялиці білої пов'язано зі зменшенням кількості річних кілець в 1 см. Статистична характеристика показника макроструктури та об'ємної маси деревини ялиці білої із хвилясто-завилькуватою та прямоволокнистою структурою наведено в таблиці.

Дані таблиці свідчать, що діапазон зміни кількості річних кілець в 1 см прямоволокнистої деревини ялиці

білої знаходиться в межах від 5,0 до 15,0 шт.·см⁻¹ із середнім значенням 8,8 шт.·см⁻¹ на висоті зрізу стовбура 1,3 м та відповідно 8,1 шт.·см⁻¹ на висоті зрізу стовбура 7,0 м. Базисна щільність хвилясто-завилькуватої деревини варіює від 292 до 478 кг·м⁻³, а прямоволокнистої – 256-408 кг·м⁻³. Варто наголосити також на тому, що значення коефіцієнтів варіації є меншими від граничних значень, а результати дослідження властивостей деревини є достовірними (*P*<5%).

Обговорення отриманих результатів. Кількість річних кілець в 1 см у дерев із хвилясто-завилькуватою деревиною на висоті 1,3 м є менша на 33,0%, ніж у дерев із прямоволокнистою деревиною. Загальний аналіз свідчить про те, що збільшення річного приросту у дерев із хвилясто-завилькуватою деревиною призводить до збільшення базисної щільності деревини (рис. 3).

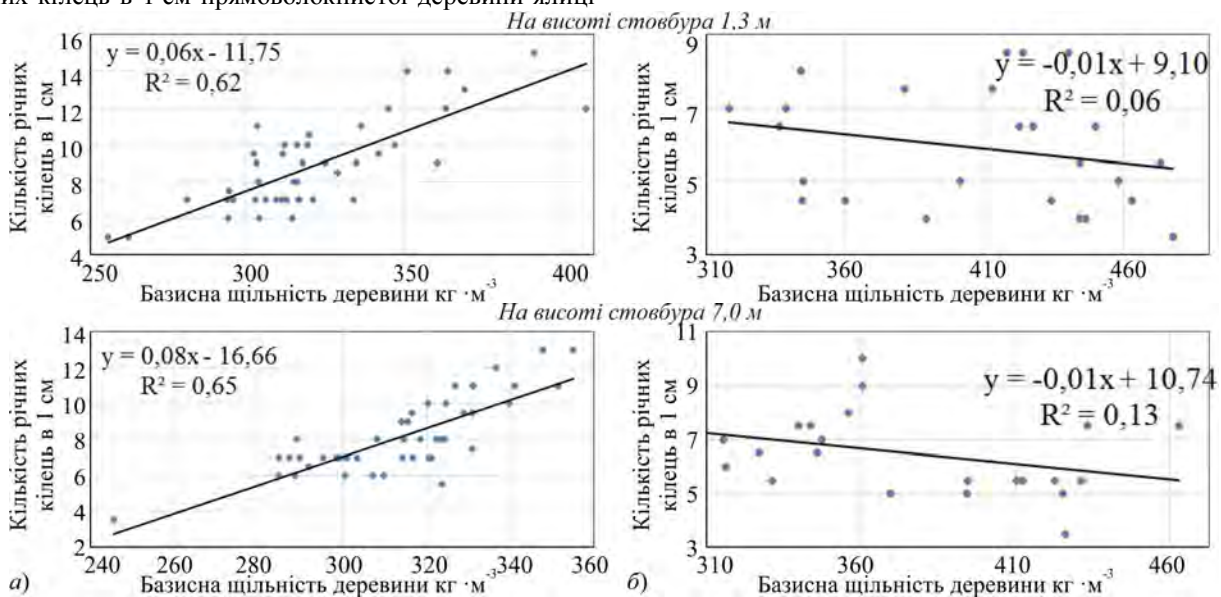


Рис. 3. Залежності між кількістю річних кілець в 1 см та базисної щільності прямоволокнистої (а) та хвилясто-завилькуватої (б) деревини

Збільшення кількості річних кілець в 1 см у дерев із прямоволокнистою деревиною зумовлює зростання базисної щільності деревини, що описується рівняннями першого порядку $y=0,06x-11,75$ (де $y=N_{річн.кіл.}$, $x=\rho_b$). Подібні результати дослідження встановлено для ялини європейської, що росте в лісорослинних умовах Українських Карпат (Sorushynskyy et al., 2017). Однак така залежність не характерна для ялиці білої із хвилясто-завилькуватою деревиною. Підсумовуючи, зазначимо, що відмінності у макроструктурі та формуванні фітомаси стовбурової деревини ялиці білої спонукають до прове-

дення подальших анатомічних та фізико-механічних досліджень деревини утворів стовбура для з'ясування природи походження аномальної деревини та її властивостей.

Висновки. За результатами проведених деревинознавчих досліджень встановлено істотні відмінності показника макроструктури та об'ємної маси ялиці білої із прямоволокнистою та хвилясто-завилькуватою деревиною в лісорослинних умовах Буковинських Карпат. Кількість річних кілець в 1 см у дерев із прямоволокнистою деревиною є більша на 33%, ніж у дерев із хви-

лясто-завилькуватою структурою деревини на висоті 1,3 м. Середні значення базисної щільності хвильисто-завилькуватої деревини є на 27,1 % та 17,5 % відповідно на висоті стовбура 1,3 та 7,0 м більшими від прямоволокнуватої деревини. Залежність між кількістю річних кілець в 1 см та базисною щільністю прямоволокнуватої деревини описується рівняннями прямої лінії ($R=0,62-0,65$). Істотні відмінності макроструктури та об'ємної маси прямоволокнуватої та хвильисто-завилькуватої деревини ялиці білої спонукають до проведення подальших анатомічних та фізико-механічних властивостей деревини.

Перелік використаних джерел

- Kobal, M., Grčman, H., Zupan, M., Levanič, T., Simončič P., Kadunc, A., & Hladnik, D. (2015). Influence of soil properties on silver fir (*Abies alba* Mill.) growth in the Dinaric Mountains. *Forest Ecology and Management*, 337, 77–87. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.10.017>
- Larjavaara, M., & Muller-Landau, H. C. (2010). Rethinking the value of high wood density. *Functional Ecology* 24, 701–705. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2435.2010.01698.x>
- Longuetaud, F., Mothe, F., Fournier, M., Dlouha, J., Santenoise, Ph., & Deleuze, Ch. (2016). Within-stem maps of wood density and water content for characterization of species: a case study on three

- hardwood and two softwood species. *Annals of Forest Science*, 73, 601–614. <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0555-4>
- Osazuwa-Peters, O. L., Wright, S. J., & Zanne, A. E. (2014). Radial variation in wood specific gravity of tropical tree species differing in growth – mortality strategies. *American Journal of Botany*, 101(5), 803–811. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400040>
- Sopushynskyy, I., Kharyton, I., Teischinger, A., Mayevskyy, V., & Hrynyk, H. (2016). Wood density and annual growth variability of *Picea abies* (L.) Karst. growing in the Ukrainian Carpathians. *European Journal Wood Products*, 75(3), 419–428. <https://doi.org/10.1007/s00107-016-1079-1>
- Szaban, J., Kowalkowski, W., Karaszewski, Z., & Jakubowski, M. (2014). Effect of tree provenance on basic wood density of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) grown on an experimental plot at Siemianice Forest Experimental Station. *Drewno*, 57(191), 135–144. <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.061.10>
- Van der Maaten-Theunissen, M., Boden, S., & Maaten, E. (2013). Wood density variations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) under contrasting climate conditions in southwestern Germany. *Ann. For. Res.*, 56(1), 91–103.
- Vintoniv, I. S., Sopushynskyy, I. M., & Teischinger, A. (2007). *Wood Science*. Lviv: Apriori. 360 p. [in Ukrainian].
- Wasik, R., Michalec, K., & Barszcz, A. (2015). The variability of certain macrostructural features and the density of grand fir (*Abies Grandis* Lindl.) wood from selected stands in southern Poland. *Drewno*, 58(195), 45–58. <https://doi.org/10.12841/wood.1644-3985.118.04>

Р. Т. Максимчук, И. М. Сопушинский, И. Я. Тьмочко

Національний лесотехнічний університет України, г. Львів, Україна

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ГОДИЧНОГО КОЛЬЦА И УСЛОВНОЙ ПЛОТНОСТИ ПРЯМОВОЛОКНИСТОЙ И ВОЛНИСТО-СВИЛЕВАТОЙ ДРЕВЕСИНЫ ABIES ALBA MILL.

Рассмотрены вопросы различия количества годичных колец в 1 см и условной плотности прямоволокнуватої и волнисто-свилеватої деревини пихты белой в лесорастительных условиях Буковинских Карпат. Определены диапазоны изменения показателя макроструктуры и объемной массы древесины, а также проведен статистический анализ полученных результатов исследования ($P < 5\%$). Установлено, что наибольшие значения количества годичных колец в 1 см характерны для деревьев с прямоволокнуватої деревини и в пределах радиуса ствола они увеличиваются в направлении от сердцевины к коре. Условная плотность древесины пихты белой с волнисто-свилеватої деревини находится в диапазоне от 292 до 478 кг·м⁻³, а с прямоволокнуватої – 256–408 кг·м⁻³. Объемная масса в пределах радиуса и высоты ствола пихты белой с волнисто-свилеватої деревини резко увеличивается в последних 30–40 лет. Установлено, что при уменьшении количества годичных колец в 1 см у деревьев с волнисто-свилеватої деревини ее условная плотность древесины увеличивается по сравнению с прямоволокнуватої структурой. Разница объемной массы прямоволокнуватої древесины является на 33,0 % меньше, чем у волнисто-свилеватої древесины пихты белой на высоте 1,3 м. Зависимость между количеством годичных колец в 1 см и базисной плотностью описывается уравнением первого порядка ($R = 0,62-0,65$).

Ключевые слова: объемная масса древесины; аномальная древесина; годичное кольцо; пихта белая; Украинские Карпаты.

R. T. Maksymchuk, I. M. Sopushynskyy, I. Ya. Tymochko

Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

SOME FEATURES OF FORMATION OF ANNUAL RING AND STRAIGHT – AND WAVE-GRAINED BASIC DENSITY WOOD OF ABIES ALBA MILL.

In the Bukovynski Carpathians, the natural area of silver fir is defined by climatic conditions and soil fertilize, and is ranged from 300 to 1200 m asl. Forest stands is characterized by the highest volumetric productivity in the biotopes at the altitude of 500–900 m asl. The total area of fir forest types in Chernivtsi region is 49.14 thousand hectares (20.1 %). The ultimate purpose of the work is to study the number of annual rings per 1 cm and the basic wood density within the radius and the stem height of *Abies alba* Mill. with straight- and wavy-grained wood. The research covered a mature forest stands of 105 year-old silver fir. The composition of the forest stand constituted 60 % of silver fir, 30 % of European beech and 10 % of Norway spruce that were grown in the wet conditions of the forest district Lopushna of Berehomet FE with latitude of 48°06'02.34" N, longitude of 25°13'02.46" E and altitude of 985 m asl. To study the differences in the macrostructure and basic density of wood six model trees with wave- and straight-grained structure were harvested. Wood samples of 0.6 m in length at the height of 1.3 m and 7 m were cut from each model tree (log). Research results have shown that the macrostructure index increased evenly in the direction from pith to bark. The maximum values of the number of annual rings per 1 cm characterised the mature wood of silver fir in the last 30–40 year of the growth. Within the tree height of silver fir with straight-grained wood, the tendency of the increasing the macrostructure index remained. The number of annual rings in the stem with wavy-grained wood decreased in diameter indicating an increase in the annual growth in the last 20–30 years of the growth. The number of annual rings per 1 cm of silver fir with straight-grained wood ranged from 5.0 to 15.0 pcs·cm⁻¹ with an average value of 8.8 pcs·cm⁻¹ at the breast height and 8.1 pcs·cm⁻¹ at the height of 7.0 m. The basic density of the wavy-grained wood varied from 292 to 478 kg·m⁻³, while the basic density of the straight-grained wood ranged from 256 to 408 kg·m⁻³. The revealed wood-science aspects of the formation of anomaly of silver fir wood need further anatomical and physical-mechanical research.

Keywords: wood density; anomaly wood; annual ring; silver fir; the Ukrainian Carpathians.