

## Cechy diagnostyczne jesionu wyniosłego (*Fraxinus excelsior* L.) z falistością włókien rosnącego na Ukrainie

Diagnostic features of *Fraxinus excelsior* L. with wavy-grained wood growing in Ukraine

Ivan Sopushynskyy<sup>1</sup>✉, Alfred Teischinger<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ukrainian National Forestry University, Department of Botany, Wood Science and Non-Wood Forest Products, Tchuprynkstr., 103, 79057 Lviv, Ukraine;

<sup>2</sup>University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Institute of Wood Science and Technology Konrad-Lorenz-Straße 24, 3430 Tulln an der Donau, Austria

✉Tel. +380 97 4592870, fax +380 32 2378905, e-mail: sopushynskyy@yahoo.com

**Abstract.** The paper presents analysis of biometric features of ash with wavy-grained wood, which has decorative appeal. The research results shows that fresh broadleaves ash forest stands growing in the Vinnytsya and Sokyryany Regions of Ukraine have high potential for growing curly ash. The differences between straight-grained and wavy-grained wood density and macrostructure were analysed and estimated. Statistical evaluation of the aesthetic macrostructure of wood characteristics indicated that the length of wave varied from 3.25 to 10.83 mm and its amplitude varied from 0.37 to 1.74 mm. The average width and mean height of anomalies in wood formation were equal to 15.89 mm and 5.00 mm, and their mean occurrence was 30 times m<sup>2</sup>. Average annual growth ring width of wavy-grained ash wood was clearly greater (by 25 %) than that of straight-grained wood. The density of wavy-grained wood was 82 kg·m<sup>-3</sup> higher than straight-grained wood after oven-drying and 70 kg·m<sup>-3</sup> higher prior to oven-drying.

**Key words:** common ash, wavy-grained wood, biometry, decorative wood, anomaly wood, forest stands

### 1. Wstęp

Jesion wyniosły jest jednym z ważnych gatunków drzew liściastych na Ukrainie i w całej Europie. W wieku 100 lat drzewa osiągają wysokość 30 m i pierśnicę 60–70 cm. Dzięki swojej strukturze drewno jesionu jest dekoracyjne (Gottwald 1989; Schmidt 2002; Hemery et al. 2008; Sopushynskyy 2011). Jedną z cech jesionu, różniącą go od innych gatunków drzew, są swoiste anomalie drewna, jak np. falisty układ włókien (ryc. 1).

Drewno jesionu wyniosłego o falistym układzie włókien jest cenne pod względem dekoracyjnym. Taki rysunek drewna jest określany jako nietypowy lub nieprawidłowy, zwiększający wartość estetyczną produktów z litego drewna (Beals et al. 1977; Bauch 1980; Harris 1989; Bucur 2006; Sopushynskyy et al. 2006).

Falistość włókien nadaje wyrobom z drewna jesionu drobnoziarnistą teksturę o wysokiej wartości ozdobnej (Chovanec 1986; Gottwald 1989; Wobst 1994; Sopushynskyy 2011).

Jakość drewna dekoracyjnego może być odzwierciedlona przez jego użyteczność i dlatego jest określana przez konsumentów. Kryteria jakościowe drewna mogą znajdować zastosowanie jedynie w konkretnych celach, dla jakich wykorzystywany jest surowiec drzewny (Harris 1989; Grzeskiewicz 2007; Hemery et al. 2008). Główne cechy określające klasy jakości drewna jesionowego zgodnie z obecnymi normami europejskimi, np. niemieckimi (Normen über Holz 2009), obejmują przeciętną średnicę, występowanie sęków, przyrosty drewna, kolor, krzywiznę kłody itp., ale nie uwzględniają jego właściwości dekoracyjnych: szerokości i wyso-



**Rycina 1. Drewno o falistym układzie włókien** jesionu wyniosłego rosnącego na Ukrainie  
 Figure 1. The wavy-grained wood of common ash growing in Ukraine

kości anomalii w budowie drewna, ich liczby itp., chociaż wartość ozdobna drewna jesionowego ma znaczenie w kontekście klasyfikacji opartej na cechach ilościowych i jakościowych (Yatsenko-Khmelewskyy 1954; Rioux et al. 2003; Vintoniv et al. 2007; Sopushynskyy 2006, 2012).

Różnorodność wymagań konsumentów odnośnie do swoistych cech estetycznych drewna sprawia, że surowiec drzewny jest przecierany lub skrawany w taki sposób, by produkty z drewna miały powierzchnię jednorodną lub o teksturze dekoracyjnej (Mayevskyy et al. 2008). Niedostateczna wiedza na temat gatunków drzew liściastych o drewnie wysoce ozdobnym (w przypadku jesionu – dzięki falistości włókien) sprawia, że uprawa tych gatunków nie cieszy się popularnością, a podaż drewna wartościowego ze względu na walory dekoracyjne jest nieregularna. Z drugiej strony wykazano, że końcowi odbiorcy są gotowi zapłacić wyższą cenę za dostosowane do oczekiwań i potrzeb klienta produkty, np. meble, dekoracje wnętrz, ozdobne podłogi (Furnier Magazin 2008, 2009; Surface Magazin 2008, 2009, 2010; Laminat Magazin 2008, 2009).

Celem przedstawionych badań jest ocena cech biometrycznych i makrostruktury drewna jesionowego o falistym układzie włókien oraz określenie różnic w gęstości drewna prostowłóknistego i falistowłóknistego. Artykuł wyznacza również ramy przyszłych badań w zakresie opracowania diagnostycznego modelu jesionu z falistością włókien. Ponadto zawiera on informacje mogące służyć ochronie jesionu o wysoce ozdobnym drewnie.

## 2. Obiekt i metody badań

Badania prowadzono w drzewostanach jesionowych na siedlisku lasu świeżego w obwodzie winnickim i czerniowieckim (rejon sokiriański) na Ukrainie. Dane hodowlane i dendrometryczne drzewostanów zostały

zebrane na trzech powierzchniach obserwacyjnych (PO) w trakcie badań terenowych, skoncentrowanych na identyfikacji i szczegółowym zbadaniu okazów jesionu z drewnem o falistym układzie włókien, jak również poznaniu potencjału hodowlanego takich drzew (tab. 1).

Ogółem przebadano pod względem cech biometrycznych i morfologicznych oraz gęstości drewna po 11 przeciętnych drzew jesionu z drewnem falistowłóknistym oraz prostowłóknistym. Cechy biometryczne określono po ścięciu drzew. W celu usystematyzowania wiedzy o poszczególnych cechach morfologicznych jesionu z falistym układem włókien wykorzystano cechy biometryczne przedstawione na rycinie 2.

Morfologiczne cechy powierzchni drewna i szerokość przyrostu rocznego zostały zmierzone na podstawie zdjęć cyfrowych przy użyciu programu AutoCAD 8.0. Gęstość drewna określono na wysokości pierśnicy. Dyski zostały pocięte na trzy segmenty: drewno juvenile, gdzie może być inicjowane formowanie twardej (od 5 do 20 pierścienia przyrostu rocznego od rdzenia drzewa), drewno przejściowe (w przybliżeniu 10–40 kolejnych pierścieni) oraz drewno bielaste (20–60 pierścieni przyrostu rocznego licząc od kory). Objętość segmentów została oznaczona metodą wypornościową w wodzie. Wykorzystując metodę suszarkową, oznaczono suchą masę po 24 h w temperaturze  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ . Początkowe ważenie każdej próbki wykonano z dokładnością do 0,001 g na wadze niezwłocznie po zebraniu próbek. Błędy pomiaru, wynikające z wpływu czasu między pobraniem próbek a ich zważeniem, zminimalizowano przez umieszczenie wycinków w torebkach polietylenowych niezwłocznie po ich pobraniu. Gęstość względna drewna została obliczona jako stosunek masy suchego drewna do objętości drewna świeżego; gęstość drewna suchego obliczono jako stosunek masy do objętości drewna suchego (Vintoniv et al. 2007).

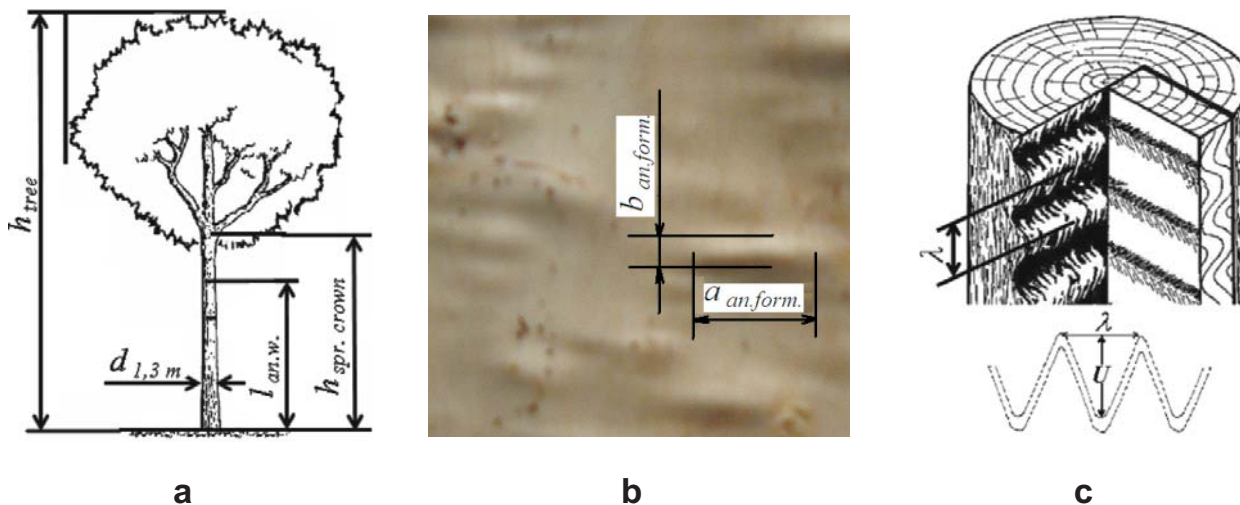
Wyniki poddano analizie wariancji (SPSS 13.0 – One-Way ANOVA). Wykonano jednoczynnikową analizę wariancji dla zmiennej zależnej ilościowej ze względu na wartości zmiennych niezależnych. W

**Tabela 1. Charakterystyka powierzchni badawczych jesionu wyniosłego**

Table 1. Forest and estimated features of observation plots of ash stands

Numer działki Observation plots	Położenie geograficzne i wysokość n.p.m. Latitude & altitude	Skład gatunkowy drzewostanu* Tree species composition composition*	Wiek [lata] Age [years]	Bonitacja / Zadrzewienie quality index / stand density index	$H$ [m]	$D$ [cm]	$M$ [m <sup>3</sup> ]
1	48°27'28"N 27°20'56"E 290 m	8Js2Dbs	90	II / 0,70	28	36	330
2	49°06'01"N 28°40'16"E 287 m	4Js5Gb11Jw+Lp+Kl	82	I / 0,70	28	36	307
3	49°06'30"N 28°39'15"E 295 m	4Js5Gb1Jw+Dbs+Lp	91	Ia / 0,90	32	46	400

\* Js – *Fraxinus excelsior* L.; Dbs – *Quercus robur* L.; Gb – *Carpinus betulus* L.; Jw – *Acer pseudoplatanus* L.; Lp – *Tilia cordata* MHL; Kl – *Acer platanoides* L.; + – <5% / defined as <5%,  $H$  – przeciętna wysokość / average tree height,  $D$  – przeciętna pierśnica / average tree diameter,  $M$  – miąższość na hektar / timber volume per hectar



Rycina 2. Cechy biometryczne jesionu wyniosłego: a) drzewo:  $l_{fm.w.}$  – długość strefy anomalii drewna [m];  $h_{tree}$  – wysokość drzewa [m];  $h_{spr.crown}$  – wysokość osadzenia korony [m];  $d_{1,3 m}$  – pierśnica [cm]; b) drewno pnia z widocznymi anomaliami:  $a_{an.form.}$  – szerokość, oraz  $b_{an.form.}$  – wysokość anomalii w budowie drewna [mm]; c) falistość włókien:  $\lambda$  – długość fali [mm];  $U$  – amplituda fali [mm]

Figure 2. Biometric features of common ash: a) tree ( $l_{fm.w.}$  – length of wood anomaly, m;  $h_{tree}$  – height of tree, m;  $h_{spr.crown}$  – spring of crown, m;  $d_{1,3 m}$  – diameter at the breast height, cm); b) anomaly-accentuated wood grains of trunk ( $a_{an.form.}$  – width and  $b_{an.form.}$  – height of anomaly wood formation, mm); c) curly grain ( $\lambda$  – length of wave, mm;  $U$  – amplitude of wave, mm)

analizie wariancji zastosowano test  $t$ , określający różnicę wartości średnich zmiennej ciągłej. Postawiono hipotezę zerową, że wartości średnich poszczególnych nie różnią się, oraz hipotezę alternatywną, że różnice występują, przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ ; (Janssen, Laatz 2007).

### 3. Wyniki i dyskusja

Cechy morfologiczne drzew oraz gęstość drewna stanowią najlepsze cechy diagnostyczne jakości drewna (Yatsenko-Khmelewskyy 1954; Zobel et al. 1995; Grześkiewicz 2007; Vintoniv et al. 2007; Hemery et al. 2008; Sopushynskyy 2012). Wpływ na nie mają głównie czynniki genetyczne i środowiskowe (Yatsenko-Khmelewskyy 1954; Zobel et al. 1995). Przykładem

**Tabela 2. Cechy biometryczne jesionu wyniosłego: z drewnem falistowłóknistym i prostowłóknistym (wartości w nawiasach)**

Table 2. Biometric features of ash with wavy-grained wood and with straight-grained wood (in the brackets)

Numer działki Observation plots	Drzewo Tree model	Wiek [lata] Age [years]	$h_{tree}$ [m]	$d_{1,3m}$ [cm]	$h_{spr.-crown}$ [m]	$l_{m.w.}$ [m]	$V_{an.wood}$ [m <sup>3</sup> ]
1	1	90	31,0 (28,0)	42 (38)	11 (20)	1,8	0,22
	2	92	27,0 (27,0)	42 (32)	12 (19)	0,9	0,09
	3	89	28,0 (27,0)	46 (36)	9 (18)	0,5	0,04
	4	92	28,5 (28,0)	45 (36)	8 (19)	1,0	0,12
	5	90	27,5 (27,0)	44 (36)	10 (17)	1,5	0,19
2	6	85	28,0 (28,0)	38 (32)	14 (18)	0,5	0,03
	7	80	27,0 (27,0)	44 (38)	15 (17)	1,8	0,23
	8	83	29,0 (28,0)	46 (38)	10 (16)	2,1	0,29
3	9	91	32,0 (31,0)	44 (40)	15 (19)	0,5	0,03
	10	90	30,0 (29,5)	42 (38)	14 (18)	0,9	0,09
	11	92	31,0 (30,0)	48 (44)	12 (17)	0,8	0,11

Oznaczenia jak na rycinie 2. / Symbols as in Fig. 2.

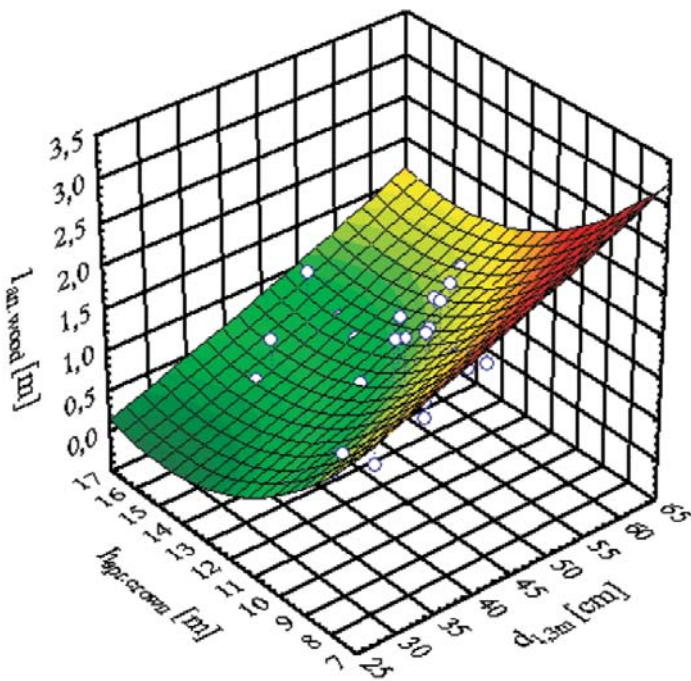
**Rycina 3. Model regresji długości strefy anomalii drewna u jesionu**

Figure 3. Regression model of the length of wavy-grain ash wood zone

zmienności uwarunkowanej genetycznie jest zmienność drewna jesionu prostowłóknistego i falistowłóknistego i biometryczna odmienność takich drzew (tab. 2).

W wieku od 80 do 92 lat drzewa z drewnem z falistością włókien mają pierśnicę większą (o 8–16%) niż drzewa z drewnem prostowłóknistym. Średnia wysokość osadzenia korony w pierwszym przypadku wynosiła 12 m, a długość strefy anomalii drewna ok. 1,1 m. Wysokość drzew nie miała na to znaczącego wpływu.

Studium dendrochronologiczne wykazało, że wytwarzanie drewna o falistym układzie włókien zaczęło się w wieku 11–20 lat. Różnica między wartościami średnimi pierśnicy i wysokości osadzenia korony była istotna statystycznie ( $p < 0,05$ ).

Analiza wieloczynnikowa obejmowała cechy biometryczne jesionu z drewnem falistowłóknistym i wykazała istotną zależność (0,05) między długością strefy anomalii, czyli drewna ozdobnego ( $Z = l_{an.wood}$ ), a wyso-



kością pierwszej żywej gałęzi ( $Y=h_{spr.crown}$ ) i pierśnicą ( $X=d_{1,3m}$ ) (ryc. 3). W wyniku analizy regresji nieliniowej badanych zmiennych otrzymano funkcję:

$$Z = 5,3 + 0,03X - 0,8Y + 1,0E - 4X^2 - 1,4E - 5XY + 0,03Y^2$$

przy  $R=0,65$ .

Ważną rolę odgrywają cechy estetyczne drewna. Dla konsumentów wykorzystanie w meblach drewna o falistym układzie włókien ma duże znaczenie. Przy określaniu atrakcyjności drewna ważne jest uwzględnienie cech makrostruktury drewna. W przypadku drewna o falistym przebiegu włókien analizie mogą być poddane tekstura i rysunek drewna (tab. 3).

Ocena statystyczna cech drewna wpływających na jego estetykę wskazuje na wysokie zróżnicowanie zmiennych makrostruktury (tab. 2) – współczynnik zmienności zawierał się w przedziale od 23 do 36%. Długość fali (por. ryc. 2) wynosiła od 3,25 do 10,83 mm, a jej amplituda – od 0,37 do 1,74 mm. Przeciętna szerokość i przeciętna wysokość anomalii drewna wynosiły

odpowiednio  $15,89 \pm 0,80$  mm i  $5,00 \pm 0,18$  mm, a przeciętna liczba anomalii na  $0,1 \text{ m}^2 - 30 \pm 1,11$ .

Gęstość drewna stanowi podstawowy cel hodowli drzew i główną cechę jakości drewna. Jakość drewna jest wynikiem długiego procesu, podczas którego predyspozycje genetyczne drzewa, wraz z warunkami środowiska, determinują tempo przyrostu drzew, co ma wpływ nie tylko na formowanie się drewna, ale również na jego właściwości fizyczne (Yatsenko-Khmelewskyy 1954; Zobel et al. 1995; Vintoniv et al. 2007; Grzeskiewicz 2007; Hemery et al. 2008). W celu zbadania wpływu kierunku przebiegu włókien na gęstość drewna jesionu pospolitego (tab. 4) pogrupowano wszystkie próbki drewna w zależności od kąta odchylenia włókien od osi drzewa: a – falistowłókniste; b –  $0-9^\circ$ ; c –  $10-25^\circ$ ; d –  $26-45^\circ$  (Sopushynskyy 2011).

Falistowłókniste drewno jesionu wyniosłego wykazuje większą szerokość przyrostów rocznych (5,1 mm). Wartość ta w przypadku przyrostów rocznych drewna prostowłóknistego jest o 25% mniejsza (tab. 4).

**Tabela 3. Charakterystyczne cechy falistowłóknistego drewna jesionu wyniosłego**

Table 3. Specific features of wavy-grain wood of common ash

Zmienne Variables	N	min	M±m	max	V, %	P, %
$\lambda$ [mm]	450	3,25	6,52±0,09	10,83	28,4	1,3
U [mm]	300	0,37	1,06±0,02	1,74	30,6	1,8
$a_{an,form}$ [mm]	52	7,36	15,89±0,80	33,19	36,1	5,0
$b_{an,form}$ [mm]	52	2,25	5,00±0,18	8,26	25,8	3,6
$N_{an,form} / 0,1 \text{ m}^2$	40	15	30±1,11	41	23,3	3,7

N – liczba próbek / number of samples; min – minimum; M±m – średnia i odchylenie standardowe / mean ± standard deviation; max – maximum; V – współczynnik zmienności / variation coefficient; P – stopień dokładności / accuracy figure

**Tabela 4. Szerokość przyrostu rocznego i gęstość drewna jesionu wyniosłego**

Table 4. Annual growth ring width and wood density of common ash

Zmienna Variables	Odchylenie włókien od osi drzewa Slope of wood grain	N	min	M±m	max	V, %	P, %
$S_{tree\ rings}$ [mm]	<b>falistowłókniste</b> / wavy-grain	49	3,5	5,1±0,17	8,2	23,2	3,3
	0–9°	36	2,8	3,8±0,11	5,1	17,9	3,0
	10–25°	14	2,9	3,9±0,10	4,3	9,2	2,5
	26–45°	21	3,0	3,8±0,11	4,8	13,2	2,9
$\rho_b$ [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	<b>falistowłókniste</b> / wavy-grain	49	555	581±5,03	635	6,1	0,9
	0–9°	71	457	511±4,29	575	7,1	0,8
	10–25°	14	477	550±7,36	583	5,0	1,3
	26–45°	21	545	567±5,20	585	4,2	0,9
$\rho_0$ [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	<b>falistowłókniste</b> / wavy-grain	49	634	675±3,18	745	3,3	0,5
	0–9°	107	525	593±3,43	671	6,0	0,6
	10–25°	28	557	640±5,68	675	4,7	0,9
	26–45°	42	635	659±1,57	681	1,5	0,2

$\rho_b$  – gęstość względna drewna (stosunek masy drewna suchego do objętości drewna świeżego)  
basic wood density (oven dry weight of wood / green volume of wood)

$\rho_0$  – gęstość drewna suchego (stosunek masy do objętości drewna suchego)  
the density of over-dry wood (oven dry weight of wood / oven dry volume of wood)

Współczynnik zmienności gęstości drewna wynosi od 0,9 do 7,1% i również wskazuje na statystyczną istotność wyników badań. Jak pokazano w tabeli 4, gęstość drewna jesionowego rośnie wraz ze wzrostem nachylenia włókien drewna. Dlatego też najmniejszą gęstość względną ( $511 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ) ma drewno o nachyleniu włókien  $0-9^\circ$ . Gęstość drewna falistowłóknistego po wysuszeniu jest większa niż drewna prostowłóknistego o  $82 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , a przed wysuszeniem o  $70 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Wyniki badań pokazują, że nachylenie włókien ma silny wpływ na gęstość drewna jesionu wyniosłego. Szerokość przyrostu rocznego i gęstość drewna o falistym układzie włókien i drewna prostowłóknistego różniły się ewidentnie i statystycznie istotnie ( $p < 0,05$ ).

Wymienione wyżej charakterystyczne cechy diagnostyczne falistowłóknistego drewna jesionowego zajmują ważne miejsce we wczesnym rozpoznaniu oraz hodowli i pielęgnacji jesionu. Przypuszczalnie można dyskutować o genetycznym dziedziczeniu tej cechy. Drzewa jesionu z drewnem falistowłóknistym zasługują na szczególną uwagę w kontekście ich selekcji i uprawy plantacyjnej. Warunkiem wstępnym udanej uprawy i ochrony osobników z falistością włókien jest zbadanie natury jego pochodzenia oraz rozwój i monitoring rosnących drzew i lasów.

#### 4. Podsumowanie

Drzewostany jesionowe rosnące na siedlisku lasu świeżego w obwodzie winnickim i czerniowieckim (rejon sokiriański) na Ukrainie stanowią duży zasób drzew o drewnie z falistym układem włókien. Analiza dendrochronologiczna wykazała, że falistowłókniste drewno jesionu zaczyna być wytwarzane około 11–20 roku życia drzewa. Cechy biometryczne, jak pierśnica i wysokość osadzenia korony drzew z drewnem falistowłóknistym i z drewnem prostowłóknistym różnią się znacząco.

Ocena statystyczna estetycznych cech makrostruktury drewna wskazuje, że długość fali waha się od 3,25 do 10,83 mm, a jej amplituda – od 0,37 do 1,74 mm. Przeciętna szerokość anomalii drewna wynosi 15,89 mm, a wysokość – 5,00 mm, natomiast liczba anomalii na  $0,1 \text{ m}^2$  wynosi przeciętnie 30. Przeciętna szerokość słoja przyrostu rocznego drewna o falistym układzie włókien jest o 25% większa niż w przypadku drewna prostowłóknistego. Zależności między długością drewna ozdobnego ( $Z = \text{lan.wood}$ ), wysokością pierwszej żywej gałęzi ( $Y = h_{\text{spr.,crown}}$ ) i pierśnicą ( $X = d_{1,3\text{m}}$ ) opisano nieliniową funkcją regresji:

$$Z = 5,3 + 0,03X - 0,8Y + 1,0E - 4X^2 - 1,4E - 5XY + 0,03Y^2$$

przy  $R = 0,65$ .

Gęstość drewna falistowłóknistego jest większa niż drewna prostowłóknistego o  $82 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  w przypadku drewna suchego oraz o  $70 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  przed wysuszeniem. Wyniki badań pokazują, że nachylenie włókien drewna ma duży wpływ na gęstość drewna jesionu wyniosłego. Różnice w zmienności średnich wartości szerokości przyrostu rocznego i gęstości drewna pomiędzy drewnem o falistym układzie włókien i drewnem prostowłóknistym były ewidentne i istotne ( $p < 0,05$ ). Identyfikacja i produkcja wysoce dekoracyjnego drewna jest jednym z ważnych ekonomicznie i strategicznie kierunków trwałego leśnictwa i przerobu drewna. Jesion wyniosły z drewnem z falistością włókien jest wartościowym surowcem ozdobnym do produkcji okleiny.

#### Literatura

- Bauch J. 1980. Variation der Holzstruktur aufgrund sekundärer Veränderungen. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft (BFH, Hamburg), 131, S. 87-97.
- Beals H.O., Davis T.C. 1977. Figure in Wood. An Illustrated Review. Alabama Agricultural Experiment Station, Bulletin 486, pp: 79.
- Bucur V. 2006. Acoustics of Wood. Berlin – Heidelberg, Springer Verlag, pp: 393. ISBN 9783540261230.
- Chovanec D. 1986. Identifikačné znaky yesene s vlnistým lescom dreva. *Lesnický Časopis*, 32: 389–396. Chovanec D. 1986. Identifikačné znaky jaseňa s vlnitým leskom dreva. *Lesnický Časopis*, 32, 5: 389-396
- Ewald D., Schneck V., Liesebach H. 2006. Riegelhorn – Vermehrung und Anbauversuch, w: Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor: Tagungsband 26: 131–132.
- Furnier Magazin. 2008, 2009. Supplement von Holz-Zentralblatt and HK, DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co KG, Leinfelden Echterdingen.
- Gottwald H. 1989. Eschen rund um die Welt. *Holz Aktuell*, 7: 24–34.
- Grzeškiewicz M. (ed.) 2007. COST Action E53: Quality Control for Wood and Wood Products.. Warsaw University of Life Sciences, Faculty of Wood Technology, pp: 178. ISBN 978-83-7244-904-7.
- Harris J.M. 1989. Spiral Grain and Wave Phenomena in Wood Formation. Berlin, Springer-Verlag, 214 s.
- Hemery G., Spiecker H., Aldinger E., Kerr G., Collet C. and Bell S. 2007. COST E 53. Quality Control for Wood and Wood Products. The First Conference. Warsaw University of Life Sciences, Faculty of Wood Technology: 1–173 s.
- Janssen J., Laatz W. 2007. Statistische Datenanalyse mit SPSS für Windows : eine anwendungsorientierte Einführung in das Basissystem und das Modul Exakte Tests. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 817 pp.
- Jozsa L.A., Middleton G.R. 1995. A discussion of wood quality attributes and their practical implications. Special Publication No. SP-34, Vancouver, BC Forintek Canada Corp.

- Laminat Magazin. 2008, 2009. Supplement von Holz-Zentralblatt and HK, DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co KG, Leinfelden Echterdingen.
- Larson P.R. 1964. Some indirect effects of environment on wood formation, w: The formation of wood in forest trees. New York, Academic Press, : 345–365.
- Mayevskyy V., Maksymiv V., Sopushynskyy I., Teischinger A. 2008. The effect of a sawing angle on wood texture. *Folia Forestalia Polonica. Series B*, 39: 45–54.
- Normen überr Holz. 2009. DIN-Taschenbuch 31. Berlin, Beuth Verlag GmbH, 604 s. ISBN 978-3-410-17448-6.
- Pliúra A., Heuertz M. 2003. Common ash (*Fraxinus excelsior* L.): Technical guidelines for genetic conservation and use. Rome, EUFORGEN, 6 s.
- Rioux D., Yamada T., Simard M., Lessard, G., Rheault, F.J., Bluin, D. 2003. Contribution to the fine anatomy and histochemistry of birdseye sugar maple. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(5): 946–958.
- Schmidt O., Koebel 2002. Beiträge zur Esche. Freising, *Berichte aus Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft*, 94 s.
- Sopushynskyy I., Vintoniv I., Teischinger A., Mayevskyy V. 2006. Selection of maple “birdseye” (*Acer pseudoplatanus* L.) in the Ukrainian Carpathian Mountains, w: Wood Structure and Properties’06. Zvolen, Arbora Publishers: 139–142.
- Sopushynskyy I.M. 2011. Methodological aspects in the structure formation of decorative wood. *Scientific Magazine, Scientific Technical Collection* (Lviv, UNFU), 21, 10: 41–46.
- Sopushynskyy I.M. 2012. Classification and grading of decorative wood quality: sycamore (*Acer pseudoplatanus* L.), beech (*Fagus sylvatica* L.) and ash (*Fraxinus excelsior* L.). *Scientific Magazine, Scientific Technical Collection* (Lviv, UNFU), 22, 2: 106–111.
- Surface Magazin. 2008, 2009, 2010. Supplement von Holz-Zentralblatt and HK, DRW-Verlag Weinbrenner GmbH & Co KG, Leinfelden Echterdingen.
- Vintoniv I., Sopushynskyy I., Teischinger A. 2007. Derevinoznastvo [Wood Science]. Navčal’nij posibnik, Lviv, Apriori, 312 s. ISBN 966-8256-69-7.
- Wobst J., Oliver-Villanueva J.V., Doebel R. 1994. Variabilität der Faserneigung im Holz der Esche (*Fraxinus excelsior* L.) und Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franko). *Holz als Roh- und Werkstoff*, 52: 342–346.
- Yatsenko-Khmelewskyy A.A. 1954. Osnovy i metody anatomskegogo isledovanija drevesiny. Moskva, Institut lesa (Akademija nauk SSSR), 337 s.
- Zobel B. J., Jackson B.J. 1995. The Genetics of Wood Production. Springer-Verlag, 363 s. ISBN 9783540588412.