

KRZYSZTOF MICHAŁEC, RADOŚLAW WĄSIK, ANNA BARSZCZ

Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna świerkowego (*Picea abies* (L.) Karst.) z regla dolnego i górnego*

Variability of selected macrostructural features and density of *Picea abies* (L.) Karst. wood from lower and upper subalpine forest zones

ABSTRACT

Michalec K., Wąsik R., Barszcz A. 2016. Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna świerkowego (*Picea abies* (L.) Karst.) z regla dolnego i górnego. Sylwan 160 (10): 855-860.

The paper compares the properties of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) wood from stands growing in the lower and upper subalpine forest zone in terms of the tree-ring width, the share of latewood and the wood density. The investigation concerned material originating from plots established within the boundaries of the south-western incidence of spruce in Poland. Plots were located in the Sudety Mts. and in the Carpathians (tab. 1). On each plot fifteen Norway spruces were chosen and increment cores were sampled using the Pressler borer. The surface of the cores was smoothed and the tree-ring width was measured. The latewood zones were determined and the share of latewood was calculated. Then, the cores were divided into 2 cm sections, for which the relative wood density was determined. Tree-rings were wider in trees growing in the lower when compared with those from the upper subalpine forest zone (tab. 2). Weak negative correlation was revealed between the elevation and the tree-ring width ($r=-0.308$). The latewood share was slightly higher in trees from the upper than those from the lower subalpine forest zone (tab. 2). However, no statistically significant correlation between the latewood share and elevation was recorded. The wood density was slightly lower in trees from the lower than those from the upper subalpine forest zone (tab. 2), but the difference was not statistically significant. The correlation between the wood density and the elevation turned out to be insignificant.

KEY WORDS

tree-ring width, latewood share, height above mean sea level

ADDRESSES

Krzysztof Michalec – e-mail: k.michalec@ur.krakow.pl

Radosław Wąsik – e-mail: rlwasik@cyf-kr.edu.pl

Anna Barszcz – e-mail: rlbarszc@cyf-kr.edu.pl

Zakład Użytkowania Lasu i Drewna, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie; al. 29 Listopada 46, 31-425 Kraków

Wstęp

Świerk zajmuje 6,3% powierzchni naszych lasów [Leśnictwo 2015]. Występuje on w Polsce w dwóch zasięgach: północnym i południowo-zachodnim [Jaworski 2011]. W zasięgu południowo-zachodnim porasta przede wszystkim góry. W reglu dolnym występuje razem z bukiem i jodłą,

*Badania sfinansowane z dotacji MNiSW na działalność statutową.

choć często można spotkać również lite świerczyny. Główną jednak ostoją świerka w górach są bory górnoreglowe. Można je spotkać w Tatrach (1200-1650 m n.p.m.), na Babiej Górze (1150-1390 m n.p.m.) oraz w Beskidach, gdzie świerk zajmuje grzbiety i szczyty górskie (m.in. Barania Góra, Skrzyczne, Pilsko, Polica, Gorce i Radziejowa). W Sudetach piętro górnoreglowe rozciąga się w pasie wysokości od 1000 do 1250 m n.p.m. Mimo że świerk zasadniczo występuje w reglu górnym, to jednak w warunkach regła dolnego drzewostany świerkowe często produkują lepszy jakościowo surowiec [Barszcz, Rutkowska 1997; Danielewicz, Pawlaczyk 1998; Barszcz, Michalec 2003; Barszcz 2004]. Grabczyński [1998] oraz Ochał [2000] stwierdzili, że wraz ze wzrostem wysokości nad poziomem morza zmniejsza się szerokość przyrostów rocznych. Za tym idzie również zmiana gęstości drewna, gdyż u gatunków iglastych zwiększa się ona przy węższych przyrostach rocznych [Krzysik 1974; Petty i in. 1990; Wąsik 2007; Jyske i in. 2008; Tomczak i in. 2009]. W niektórych rejonach górskich odnotowano jednak tendencje odwrotne [Modrzyński 1988] – w wyższych położeniach górskich obserwuje się szersze przyrosty niż na terenach niżej położonych.

W niniejszej pracy porównano szerokość słoików rocznych, udział drewna późnego oraz gęstość drewna pochodzącego z terenów regła dolnego i górnego.

Materiał i metody

Wstępnego typowania drzewostanów do badań dokonano na podstawie opisów zawartych w operatach urzędzeniowych poszczególnych nadleśnictw. Brano po uwagę drzewostany, w których świerk osiągnął wiek rębności, a przynajmniej takie, gdzie zakończono już wszystkie zabiegi pielęgnacyjne (trzebieże późne), w wieku 70 lat lub starsze. Wybierano lite drzewostany świerkowe lub takie, w których udział świerka przeważał nad udziałem innych gatunków. W granicach zasięgu południowo-zachodniego założono 7 powierzchni na terenie Sudetów i 9 powierzchni na terenie Karpat (tab. 1). W reglu dolnym założono 10 powierzchni, a w reglu górnym 6. Powierzchnie lokalizowano w miejscach najbardziej reprezentatywnych dla warunków panujących w drzewostanie pod względem wskaźnika zadrzewienia, zwarcia i jakości świerkowego surowca drzewnego. W przypadku drzewostanów o składzie gatunkowym innym niż 100% udziału świerka powierzchnię badawczą lokalizowano tak, aby w jej granicach występował świerk. Powierzchnie miały wielkość 1 hektara i kształt kwadratu (100×100 m). Na każdej powierzchni próbnej wykonano pomiar pierśnicy każdego drzewa o grubości 7 cm i więcej oraz pobrano wywierty świdrem Presslera z 15 wycypowanych świerków. Typowania drzew próbnych dokonywano według metody Draudta [Grochowski 1973], polegającej na przydzielaniu liczby drzew próbnych proporcjonalnie do liczebności drzew w stopniach pierśnic. Na terenach górskich (pochyłych), z przyczyn hodowlanych, wywierty pobierano od dołu stoku. Wywiert wykonywano do rdzenia, na wysokości około 30 cm od powierzchni gruntu, do maksymalnej głębokości 40 cm.

Na wygładzonych powierzchniach odwiertów ustalano szerokość przyrostów rocznych, stref drewna późnego i udział drewna późnego. Pomiary z dokładnością do 0,01 mm wykonano z użyciem specjalistycznego oprogramowania Przyrost WP na obrazie elektronicznym, po zeskanowaniu wywiertów. Następnie próbki dzielono na sekcje o długości 2 cm i ustalano dla nich względną gęstość drewna (γ_w) według wzoru:

$$\gamma_w = \frac{m_0}{V_{max}}$$

gdzie:

m_0 – masa drewna absolutnie suchego,

V_{max} – objętość drewna w stanie maksymalnego spęcznienia.

Tabela 1.

Położenie (RDLP, nadleśnictwo, leśnictwo, oddział), siedliskowy typ lasu (TSL), skład gatunkowy (skład), wiek (W [lata]), zadrzewienie (Zad) oraz wysokość n.p.m. (Regiel) powierzchni badawczych

Location (położenie: RDSF, forest district, forest range, compartment), habitat type (TSL), species composition (Skład), age (W [years]), stocking (Zad) and altitude a.s.l. (Regiel) of the analysed stands

Położenie	TSL	Skład	W	Zad	Regiel
Wrocław, Śnieżka, Karpacz, 292f	BWG	10 Św	128	0,8	880-1160 RG
Wrocław, Śnieżka, Karpacz, 282f	BG	10 Św	138	0,7	750-920 RD
Wrocław, Szklarska Poręba, Szronowiec, 310b	LMG	9 Św 1 Brz	94 94	0,8	650-730 RD
Wrocław, Kamienna Góra, Jarkowice, 249h	BMG	10 Św	114	1,0	560-600 RD
Wrocław, Zdroje, Piekietko, 318d	LG	9 Św 1 Md	148 148	0,9	410-510 RD
Wrocław, Lądek Zdrój, Kamienica, 240b	BMG	10 Św	106	0,9	820-1000 RD
Wrocław, Lądek Zdrój, Kamienica, 278a	BMG	10 Św	101	1,1	1000-1090 RG
Kraków, Krościenko, Czarna Woda, 10a	LMG	7 Św	105	0,7	920-1130 RD
		1 Jd	105		
		2 Bk	105		
		5 Św	92		
Kraków, Gorlice, Małastów, 298b	LG	4 Jd	92	0,3	520-620 RD
		1 So	92		
		10 Św	125		
Tatrzański Park Narodowy, Morskie Oko, 47a	BWG	7 Św	110	1,2	1230-1700 RG
Tatrzański Park Narodowy, Łysa Polana, 84b	LG	2 Św	85	0,8	1030-1170 RD
		1 Św	130		
		7 Św	90		
Katowice, Wisła, Przysłop, 123a	BWG	3 Św	70	0,9	1180 RG
		10 Św	140		
Katowice, Węgierska Górka, Przysłop, 126c	LMG	6 Św	70	0,9	1080 RG
		3 Jd	60		
		1 Bk	40		
Katowice, Jeleśnia, Ś lemień, 129c	LG	5 Św	60	0,8	620 RD
		4 Jd	60		
		1 Bk	30		
Katowice, Węgierska Górka, Skrzyczne, 20c	LMG	6 Św	111	0,8	690 RD
		3 Św	91		
		1 Bk	61		
Katowice, Bielsko, Biła, 106a	BMG	3 Św 1 Bk	91 61	1,3	1050 RG

RG – regiel górny; RD – regiel dolny

BWG – high-mountain coniferous forest, BG – montane coniferous forest, BMG – montane mixed coniferous forest, LMG – montane mixed broadleaved forest, LG – montane broadleaved forest; Św – Norway spruce, Brz – birch, Md – larch, Jd – fir, Bk – beech, So – pine; RG – upper subalpine forest zone, RD – lower subalpine forest zone

Pomiaru objętości dokonano metodą hydrostatyczną (wypierania wody) [Olesen 1971]. Po zmierzeniu objętości próbki suszono, a następnie określano masę w stanie absolutnie suchym. Następnie gęstości z poszczególnych sekcji przeliczano proporcjonalnie na cały wywierć według wzoru:

$$\gamma_w = \frac{\sum_{i=1}^n \gamma_{si} \rho_i}{100}$$

gdzie:

γ_w – względna gęstość drewna,

γ_{si} – względna gęstość drewna sekcji wywierci,

p_j – procentowy udział sekcji w powierzchni przekroju poprzecznego pnia,
 n – liczba sekcji [Niedzielska 1995].

Ze względu na to, że dane nie wykazały rozkładu normalnego, do testowania istotności różnic wykorzystano test U Manna-Whitneya, a do badania korelacji – współczynnik Pearsona.

Wyniki

Szerokość przyrostów rocznych była większa u drzew pochodzących z regla dolnego w porównaniu z drzewami regla górnego, przy współczynniku zmienności równym odpowiednio 43,5 i 41,0% (tab. 2). Również wartości minimalne i maksymalne szerokości przyrostów były istotnie większe w reglu dolnym ($p=0,0000$). Badając zależność między wysokością a szerokością przyrostów rocznych, stwierdzono istotną korelację ujemną słabą ($r=-0,3078$, $p=0,0000$). Z kolei udział drewna późnego był nieznacznie większy u drzew pochodzących z regla górnego niż u drzew z regla dolnego (tab. 2), przy czym zmienność tej cechy była większa u drzew z regla dolnego ($W=27,4\%$). W tym przypadku test istotności różnic również wykazał różnice statystycznie istotne w udziale drewna późnego u obu badanych grup drzewostanów ($p=0,0074$), natomiast cecha ta nie wykazała istotnej korelacji z wysokością nad poziomem morza ($r=0,0649$, $p=0,8436$). Gęstość drewna okazała się nieznacznie niższa u drzew pochodzących z regla dolnego ($0,349 \text{ g/cm}^3$) w porównaniu z drewnem z regla górnego ($0,358 \text{ g/cm}^3$), natomiast zmienność była podobna (odpowiednio $W=11,3\%$ i $W=12,48\%$) (tab. 2). Jednak cecha ta nie wykazała istotnej różnicy między obiema grupami drzewostanów ($p=0,1484$), również korelacja między gęstością drewna a wysokością nad poziomem morza okazała się nieistotna ($r=0,1087$, $p=0,9559$).

Dyskusja

Badania wykazały, że drewno świerkowe pochodzące z drzewostanów regla dolnego i górnego pod względem szerokości przyrostów rocznych i udziału drewna późnego wykazuje istotne różnice, natomiast pod względem gęstości drewna takiej różnicy nie stwierdzono. W wyniku przeprowadzonych analiz odnotowano, że jedynie szerokość przyrostów rocznych jest skorelowana z wysokością drzewostanów nad poziomem morza, lecz korelacja ta była słaba. Inne badane cechy takiej zależności nie wykazały. Zależność zmniejszania się szerokości przyrostów rocznych wraz z wysokością nad poziomem morza zaobserwowali już wcześniej Puchalski [1966] i Ochał [2000], przy czym pierwszy z nich stwierdził również większy udział drewna późnego u drzew rosnących w wyższych położeniach górskich. Natomiast zjawisko trudne do wyjaśnienia odno-

Tabela 2.

Minimalna (Min), maksymalna (Max), średnia (M), odchylenie standardowe (SD) i współczynnik zmienności (CV [%]) szerokości słoja przyrostu rocznego (TRW [mm]), udziału drewna późnego (LW [%]) oraz gęstości drewna (γ_w [g/cm^3]) badanych drzew z regla dolnego (Dolny) i górnego (Górny)

Minimum (Min), maximum (Max), mean (M), standard deviation (SD) and coefficient of variability (CV [%]) of tree-ring width (TRW [mm]), latewood share (LW [%]) and wood density (γ_w [g/cm^3]) of analysed trees from lower (Dolny) and upper (Górny) subalpine forest zone

	Dolny			Górny		
	TRW	LW	γ_w	TRW	LW	γ_w
Min	0,7	8,7	0,269	0,4	18,1	0,274
Max	6,2	45,9	0,488	5,1	45,3	0,545
M	2,5	25,0	0,349	1,9	26,9	0,358
SD	1,1	6,8	0,040	0,8	4,9	0,045
CV	43,5	27,4	11,3	41,0	18,3	12,5

towali Barzdajn [1996] i Matras [2002], badając gęstość drewna świerkowego pochodzącego z różnych rejonów Polski. Stwierdzili oni, że populacje z zasięgu północno-wschodniego charakteryzowały się większym ciężarem właściwym, natomiast drewno o najniższym ciężarze właściwym posiadały populacje górskie, szczególnie z wyższych położeń nad poziomem morza (korelacja ujemna), mimo że populacje te cechowały się słabym przyrostem. Podobną zależność zaobserwowali Szaban i in. [2014], badając gęstość drewna świerkowego pochodzącego z różnych proveniencji. Stwierdzili oni również, że drewno świerkowe pochodzące z terenów nizinnych ma większą gęstość niż drewno z terenów górskich. Modrzyński [1988], badając drzewostany świerkowe w Karkonoskim Parku Narodowym, stwierdził, że wraz z wysokością nad poziomem morza zwiększa się szerokość słoju rocznych, a zmniejsza udział drewna późnego. Wytlumaczenia tego zjawiska autor doszukuje się w historii. Podaje on, że na przełomie XIX i XX wieku drzewostany regla dolnego powstawały tam najczęściej z bardzo gęstego siewu. Po raz pierwszy do drzewostanów tych wkraczano z cięciami pielęgnacyjnymi w wieku około 40 lat, przy czym były to zabiegi o słabym nasileniu. Silniejsze zabiegi stosowano dopiero w wieku około 100 lat. Drzewostany górnoreglowe odnawiały się z reguły samosiewnie i były z natury przeredzone, co mogło, mimo ostrzejszych warunków klimatycznych, powodować u nich powstawanie szerszych przyrostów rocznych.

Wnioski

- ✦ Szerokość słoju rocznych była istotnie większa u drzew pochodzących z regla dolnego w porównaniu z drzewami z regla górnego. Cecha ta wykazała słabą ujemną korelację z wysokością nad poziomem morza.
- ✦ Wykazano istotną różnicę w udziale drewna późnego między obiema grupami drzew, natomiast cecha ta nie wykazała istotnej korelacji z wysokością nad poziomem morza.
- ✦ Pod względem gęstości drewna obie badane grupy drzew nie wykazały istotnej różnicy. Nie stwierdzono także istotnej korelacji z wysokością nad poziomem morza.

Literatura

- Barszcz A. 2004. Różnicowanie wartości użytkowej surowca drzewnego lasów Żywiecczyny. Sprawozdanie końcowe z badań. Projekt badawczy nr P06L 015 21. AR, Kraków.
- Barszcz P., Michalec K. 2003. Związki między wysokością nad poziomem morza i typem ugałęzienia a wybranymi cechami drzew i drewna świerka pospolitego (*Picea abies* [L.] Karst.). Acta Scientiarum Polonorum, Leśnictwo i Drzewnictwo 2 (2): 5-18.
- Barszcz A., Rutkowska L. 1997. Badania nad wpływem wybranych czynników zewnętrznych oraz cech drzew na kształtowanie się wad pierwotnych w surowcu świerkowym. Zesz. Nauk. AR. Leśnictwo 326 (26): 5-24.
- Barzdajn W. 1996. Zmienność gęstości drewna świerka pospolitego [*Picea abies* (L.) Karsten] w Polsce. PTPN. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych 82: 7-14.
- Danielewicz W., Pawlaczyk P. 1998. Ekologia. Rola świerka w strukturze i funkcjonowaniu fitocenozy. W: Boratyński A., Bugała W. [red.]. Biologia świerka pospolitego. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań. 359-426.
- Grabczyński S. 1998. Przyrost pierścieni drzew w sześćdziesięcioletnich drzewostanach świerkowych Beskidów Zachodnich. Sylwan 142 (9): 13-17.
- Grochowski J. 1973. Dendrometria. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A. 2011. Hodowla lasu. Charakterystyka hodowlana drzew i krzewów leśnych. T. 3. PWRiL, Warszawa.
- Jyske T., Mäkinen H., Saranpää P. 2008. Wood density within Norway spruce stems. Silva Fennica 42 (3): 439-455.
- Krzysik F. 1974. Nauka o drewnie. PWN, Warszawa.
- Leśnictwo. 2015. GUS, Warszawa.
- Matras J. 2002. Różnicowanie gęstości drewna populacji świerka na powierzchni doświadczalnej w Knyszynie w relacji do zróżnicowania populacji matecznych. Prace IBL A 914 (1): 21-33.
- Modrzyński J. 1988. Nieprawidłowe zależności między udziałem drewna późnego i przyrostem grubości drzewostanów świerkowych (*Picea abies* (L.) Karst.) w Karkonoskim Parku Narodowym a wzniesieniem nad poziomem morza. Roczniki AR Poznań. Leśnictwo 190 (23): 103-123.

- Niedzielska B. 1995. Zmienność gęstości oraz podstawowych cech makroskopowej struktury drewna jodły (*Abies alba* Mill.) w granicach jej naturalnego występowania w Polsce. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Rozprawy 198.
- Ochał W. 2000. Struktura i dynamika przyrostu grubości drzew w drzewostanach świerkowych masywu Skrzyczne. Sylwan 144 (1): 75-85.
- Olesen P. O. 1971. The water displacement method. The Royal Veterinary and Agricultural University of Copenhagen.
- Petty J. A., Macmillan D. C., Teward C. M. 1990. Variation of density and growth ring width in stems of Sitka and Norway spruce. Forestry 63 (1): 39-49.
- Puchalski T. 1966. Świerk rodzimy w górnym reglu Pilska. Struktura drzewostanu, przyrost grubości i udział drewna późnego u drzew. Sylwan 110 (12): 1-23.
- 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. Pr. Nauk. Donies. Komunik. 57 (191): 135-143.
- Tomczak A., Pazdrowski W., Jelonek T., Grzywiński W. 2009. Jakość drewna sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Część I. Charakterystyka wybranych cech i właściwości drewna wpływających na jego jakość. Sylwan 153 (6): 363-372.
- Wąsik R. 2007. Zmienność wybranych cech makrostruktury i gęstości drewna daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* Franco) na terenie Polski. Drewno. Pr. Nauk. Donies. Komunik. 50 (178): 57-85.