FOLIA FORESTALIA POLONICA
Seria B, zeszyt 21, 1990

WYMIARY I ROZSTAW PROMIENI DRZEWNYCH W DREWNIE DĘBU (*Quercus petraea* Liebl.) W ZALEŻNOŚCI OD KLASY BIOSOCJALNEJ DRZEW*

Lidia Helińska-Raczkowska

Katedra Nauki o Drewnie Akademii Rolniczej w Poznaniu

Badano zmienność wymiarów i rozstaw wąskich oraz szerokich promieni drzewnych dębu w zależności od promienia i wysokości drzew należących do różnych klas biosocjalnych. Zmienność wysokości zarówno wąskich, jak i szerokich promieni jest duża. Znacznie mniejsza jest zmienność szerokości promieni drzewnych. Między wysokością wąskich promieni i liczbą tworzących je komórek istnieje ścisła prostoliniowa zależność. Liczebność wąskich promieni obniża się wraz z odległością od rdzenia według funkcji potęgowej. Liczebność zaś szerokich promieni drzewnych wzdłuż promienia praktycznie nie zmienia się. Wraz z pogarszaniem się klasy biosocjalnej drzew występuje skłonność m.in. do zmniejszania się wysokości wąskich promieni i ich liczebności oraz do wzrostu wysokości szerokich promieni.

WPROWADZENIE

W pracach dotyczących ekologicznej nauki o drewnie podkreśla się, że badania nad zmiennością struktury i właściwości drewna gatunków liściastych w obrębie różnych drzew tego samego gatunku oraz w obrębie jednego drzewa danego gatunku są na razie znacznie mniej zaawansowane aniżeli takie same badania w zakresie gatunków iglastych [1, 3, 5, 13]. Problematyka ta jednak zyskuje w ostatnich latach coraz bardziej na znaczeniu zwłaszcza w aspekcie dążenia do poznania struktury i właściwości drewna gatunków liściastych, pochodzących z drzew młodych. Jako przykład prac dotyczących tej problematyki wymienić należy przede wszystkim imponujące dzieło Kocha [11], liczące ponad 3600 stron druku, o budowie, właściwościach i użytkowaniu drewna gatunków liściastych rosnących na obszarze południowych stanów USA. Zmienności budowy drewna dotyczą także prace Furukawy i in. [6, 7], obejmujące ponad 70 gatunków młodych drzew liściastych rosnących w Japonii.

W tym stanie rzeczy uznać można za uzasadnione dążenie do bliższego poznania parametrów budowy i właściwości drewna pochodzącego z młodych drzew krajowych gatunków liściastych [15]. Na początek celowe wydaje się zajęcie się wybranymi cechami budowy drewna dębu w aspekcie ich zmienności w obrębie danego drzewa i w zależności od klasy biosocjalnej drzew, a więc w zależności od stopnia rozwoju drzew w drzewostanie. Spośród prac poświęconych w ostatnich latach zmienności

* Badania wykonano przy finansowej pomocy Komitetu Technologii Drewna PAN.

niektórych elementów anatomicznych drewna dębu wymienić można prace Petriča i Šćukaneča [14] nad drewnem *Quercus robur* L. oraz pracę Kawamury [10] nad drewnem *Q. glauca* Thunb. i *Q. crispula* Fish. Prace te nie uwzględniły jednakże zmienności badanych elementów anatomicznych w zależności od stopnia rozwoju drzewa w drzewostanie. Poznanie zaś prawidłowości rządzących zmianami cech strukturalnych drewna, w zależności od warunków mikrośrodowiska drzewostanu, jest praktycznie ważne dla optymalizacji procesów hodowlanych. Tylko bowiem ilościowe określenie wpływu czynników środowiska na tworzenie się drewna umożliwić może hodowlę drzew ukierunkowaną na uzyskanie drewna o pożądanej jakości [16, 18]. Celem przeto prezentowanej pracy jest przedstawienie ważniejszych wyników badań dotyczących kwantyfikacji zmienności wymiarów i rozstawu promieni drzewnych w drewnie drzew dębu w zależności od ich stanowiska w drzewostanie, a więc w zależności od aktywności ksylogenetycznej drzew.

METODYKA BADAŃ

SPOSÓB DOBORU MATERIAŁU DOŚWIADCZALNEGO

Powierzchnię próbną założono w jednowiekowym 70-letnim drzewostanie dębowym (dąb bezszypułkowy — *Q. petraea* Liebl.), bonitacji I, o zwarciu umiarkowanym, rosnącym na terenie Leśnictwa Boduszewo (Lasy Doświadczalne AR w Poznaniu). Do badań wybrano po jednym drzewie należącym do klasy drzew dominujących, do klasy drzew średnich i do klasy drzew opanowanych. Charakterystykę drzew doświadczalnych przedstawiono w tabeli 1. Drzewa doświadczalne wykazywały znaczne różnice w dynamice wzrostu, zróżnicowanie bowiem pierśnic w korze

Tabela 1

Charakterystyka drzew doświadczalnych dębu
Characteristic of the investigated oak trees

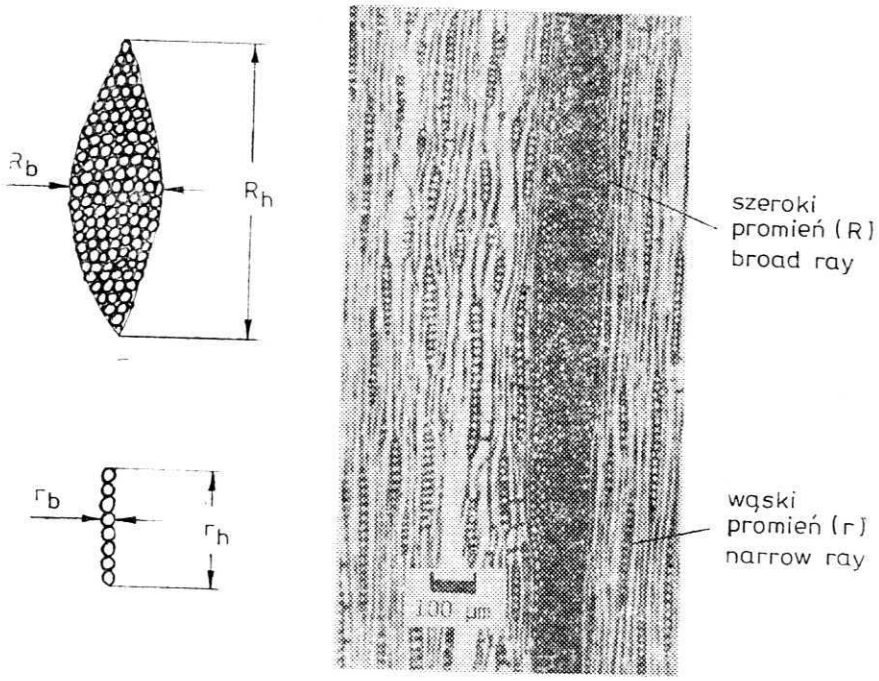
Cechy charakterystyczne drzewa Tree characteristic	Klasa biosocjalna drzew Biosociological class of the trees		
	Dominujące Dominant	Średnie Intermediate	Opanowane Suppressed
Wiek drzewa* (lat) Age of the tree years	76	74	70
Pierśnica (cm) Diametr at breast height	36	23,5	18
Wysokość drzewa (m) Tree height	23	22	16,5
Długość korony (m) Crown lenght	12	13	13
Odległość do pierwszej żywej gałęzi (m) Distance to the first living branch	11	9	3,5

* Liczba przyrostów na przekroju odziomkowym — Number of annual rings on the stump cross section

mieściło się w przedziale od 36 cm dla drzewa dominującego do 18 cm dla drzewa opanowanego. Do badań wycięto krążki z wysokości wynoszącej 25, 50, 75 i 100% wysokości drzew, mierzonej od szyi korzeniowej do wierzchołka drzewa o średnicy 2 - 3 cm. Z krążków doświadczalnych wycięto wzdłuż północnego promienia listewki o szerokości około 20 mm w kierunku stycznym i wysokości 20 mm wzdłuż włókien. Do badań wybrano przyrosty 3, 6, 9, 12, 15, 20, 25 itd. aż do obwodu. Ze wszystkich przyrostów sporządzono stałe preparaty mikroskopowe przekroju stycznego (*T*), które posłużyły do badań mikromorfometrycznych.

SPOSÓB WYKONANIA POMIARÓW

Wysokość i szerokość wąskich oraz szerokich promieni drzewnych mierzono w miejscach przedstawionych na rys. 1. Ze względu na duże zróżnicowanie wymiarów wąskich i szerokich promieni w drewnie dębu wymiary promieni wąskich mierzono na preparatach mikroskopowych, a promieni szerokich na preparatach makroskopowych. Pomiary promieni wąskich przeprowadzono przy użyciu specjalnego prototypowego układu pomiarowego, którego schemat ideowy ilustruje rys. 2*. Obraz preparatu umieszczonego na stoliku pomiarowym mikroskopu biologicznego obser-

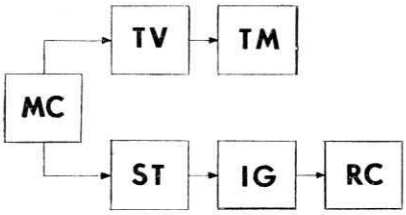


Rys. 1. Sposób pomiaru wysokości h i szerokości b wąskich (r_h i r_b) oraz szerokich (R_h i R_b) promieni drzewnych dębu

Fig. 1. The method of the height h and width b measurement of narrow (r_h and r_b) and broad (R_h and R_b) oak rays

* Układ pomiarowy zestawił inż. L. Nowaczyk.

wowano na monitorze telewizyjnym przy 320-krotnym powiększeniu. Położenie mierzonych obiektów ustalano względem naniesionego na ekran monitora układu współrzędnych. Przesunięcie położenia mierzonego obiektu w stosunku do układu współrzędnych powodowało przemieszczenie się trzpienia głowicy pomiarowej,



Rys. 2. Schemat ideowy układu do mikromorfometrii drewna

MC – mikroskop, TV – kamera telewizyjna, TM – monitor, ST – stolik pomiarowy, IG – czujnik indukcyjny „Vistronik C", RC – wyświetlacz i rejestrator cyfrowy „Visprint"

Fig. 2. Schematic diagram illustrating equipment for the micromorphometric analysis of wood

MC – microskope, TV – television camera, TM – monitor, ST – specimen table, IG – induction gauge „Vistronic", RC – digital display and data printer „Visprint"

zaopatrzonej w czujnik indukcyjny. Wielkość przemieszczenia wyświetlana była w postaci numerycznej oraz była utrwalana przez rejestrator cyfrowy. Pomiary wykonano z dokładnością do 1 μm. Oznaczano także liczbę komórek w wysokości wąskich promieni. Wymiary zaś szerokich promieni mierzono na makroskopowych przekrojach stycznych za pomocą mikroskopu pomiarowego z dokładnością do 10 μm. W wypadku wąskich promieni mierzono po 25 promieni z badanych przyrostów. W przypadku natomiast szerokich promieni mierzono wszystkie promienie występujące na powierzchni o wymiarach około 30 (T) × 150 (L) mm^2, których liczba wynosiła od 50 do 160 sztuk. Ponadto oznaczano rozstaw wąskich i szerokich promieni jako liczbę promieni przecinających odcinek o długości 1 cm bieżącego na przekroju stycznym (T), prostopadły do dłuższej osi promieni.

WYNIKI I ICH ANALIZA

WYMIARY PROMIENI DRZEWNYCH

– Wymiary wąskich promieni drzewnych

Wysokość i szerokość wąskich promieni drzewnych na 1/4 wysokości drzew dębu zestawiono w tabeli 2. Współczynnik zmienności wysokości wąskich promieni jest wysoki i wynosi średnio dla wszystkich zbadanych przyrostów na danej wysokości 44 (35, ..., 68)%. Współczynnik zmienności zaś szerokości wąskich promieni jest względnie niski i wynosi tylko 15 (9, ..., 20)%. Zmienność badanych parametrów wąskich promieni na pozostałych poziomach wysokości drzew (50%, 75% i 100% wysokości) jest podobna.

Z danych tabeli 2 wynika, że wysokość wąskich promieni drzewnych jest praktycznie niezależna od odległości przyrostu od rdzenia. Spostrzeżenie to odnosi się w zasadzie również do pozostałych poziomów wysokości, aczkolwiek w tym przypadku daje się zauważyć pewne obniżenie się wysokości promieni w przyrostach przyrdzeniowych, zwłaszcza na poziomie 50 i 75% wysokości drzew (rys. 3). Średnia wysokość

Tabela 2

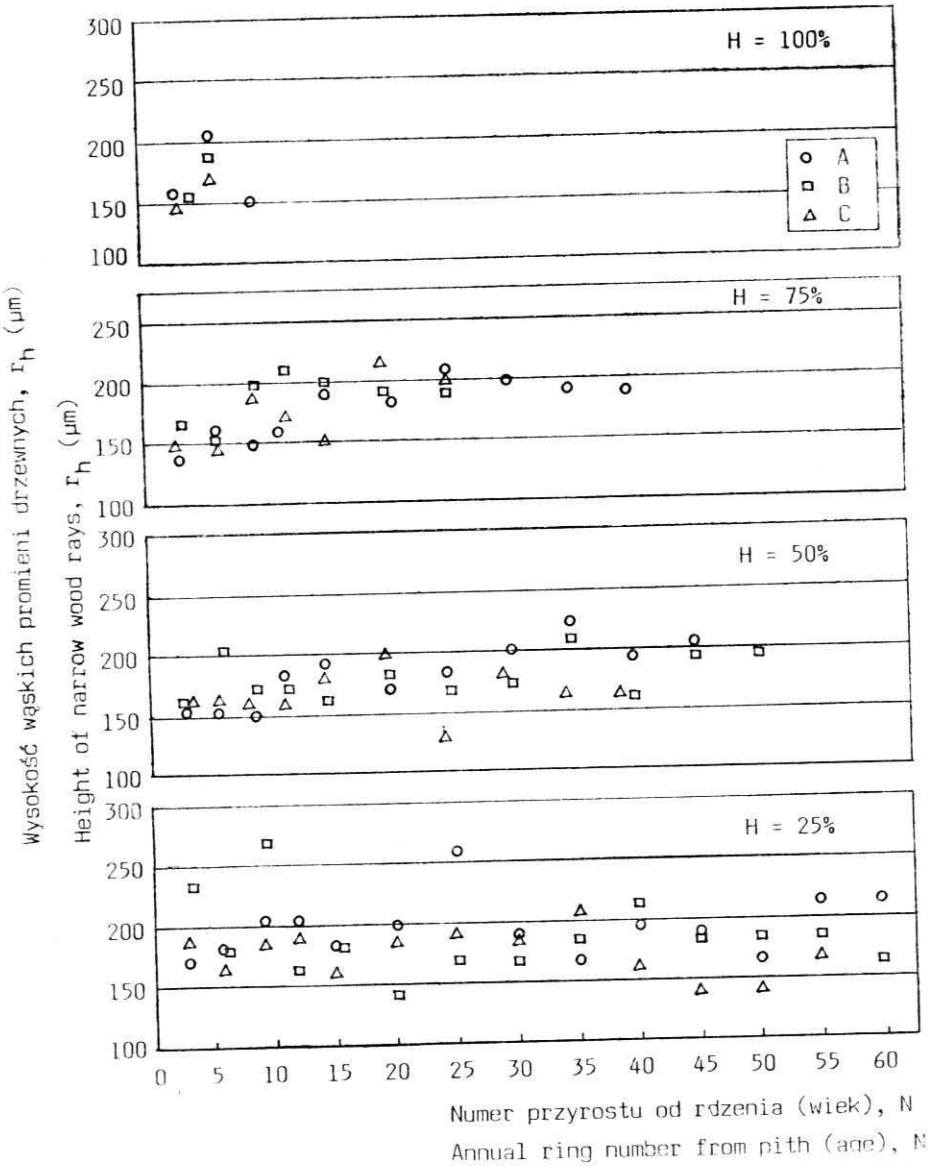
Zmienność wysokości i szerokości wąskich promieni drzewnych na 1/4 wysokości drzew dębu należących do różnych klas biosocjalnych
Variation in narrow wood rays height and width at 1/4 height level of the oak trees of different biosociological class

Numer przyrostu od rdzenia Annual ring number from pith	Klasa biosocjalna drzewa Biosociological class of the tree		
	Dominujące Dominant	Średnie Intermediate	Opanowane Suppressed
	Wysokość r_h (μm) i szerokość r_b (μm) wąskich promieni Height r_h (μm) and width r_b (μm) of the narrow wood rays		
3	173 ± 75	232 ± 157	187 ± 83
	21 ± 2,9	17 ± 2,9	17 ± 2,4
6	182 ± 74	182 ± 71	161 ± 90
	14 ± 2,1	16 ± 2,6	16 ± 3,1
9	203 ± 85	265 ± 143	178 ± 75
	18 ± 2,8	15 ± 2,8	18 ± 2,4
12	204 ± 89	164 ± 76	186 ± 79
	17 ± 4,1	19 ± 3,3	15 ± 2,8
15	179 ± 85	177 ± 78	156 ± 63
	21 ± 3,8	17 ± 2,5	19 ± 1,9
20	196 ± 86	139 ± 61	185 ± 82
	20 ± 2,7	18 ± 2,6	17 ± 2,0
25	258 ± 125	169 ± 71	188 ± 66
	22 ± 2,7	16 ± 2,0	17 ± 2,8
30	190 ± 85	169 ± 72	183 ± 64
	19 ± 2,7	17 ± 2,2	16 ± 2,3
35	172 ± 85	180 ± 74	201 ± 87
	18 ± 3,1	15 ± 2,1	18 ± 2,3
40	199 ± 71	212 ± 96	164 ± 73
	22 ± 1,9	16 ± 2,0	18 ± 2,3
45	191 ± 73	178 ± 66	139 ± 57
	21 ± 2,8	17 ± 2,5	16 ± 1,8
50	165 ± 77	182 ± 105	141 ± 52
	18 ± 3,2	15 ± 2,4	15 ± 2,2
55	209 ± 113	182 ± 70	171 ± 68
	20 ± 3,0	16 ± 3,0	15 ± 1,9
60	215 ± 94	161 ± 71	
	21 ± 2,4	15 ± 2,4	

Nad kreską wysokość r_h (μm), a pod kreską szerokość r_b (μm) wąskich promieni $\pm s$ (odchylenie standardowe).

Above the line-height of the narrow rays r_h (μm), below the line-width of the narrow rays r_b (μm) $\pm s$ (standard deviation).

promieni wszystkich przyrostów na 1/4 wysokości drzewa wynosi 194 (40, ..., 640) μm dla drzewa dominującego, 185 (40, ..., 730) μm dla drzewa średniego i 181 (50, ..., 420) μm dla drzewa opanowanego. Wynika stąd pewna nieznaczna skłonność do zmniejszania się średniej wysokości wąskich promieni wraz z pogarszaniem się klasy biosocjalnej drzew. Można by uznać to za przejaw ogólniejszej prawidłowości, według której pogorszenie warunków wzrostu powoduje zmniejszenie wysokości promieni drzewnych [2, 12]. Rozpatrując wpływ wysokości drzewa na wysokość wąskich promieni, można zauważyć (rys. 4), że ze wzrostem wysokości drzewa średnia



Rys. 3. Zmienność wysokości wąskich promieni drzewnych na różnych wysokościach (*H*) drzew dębu

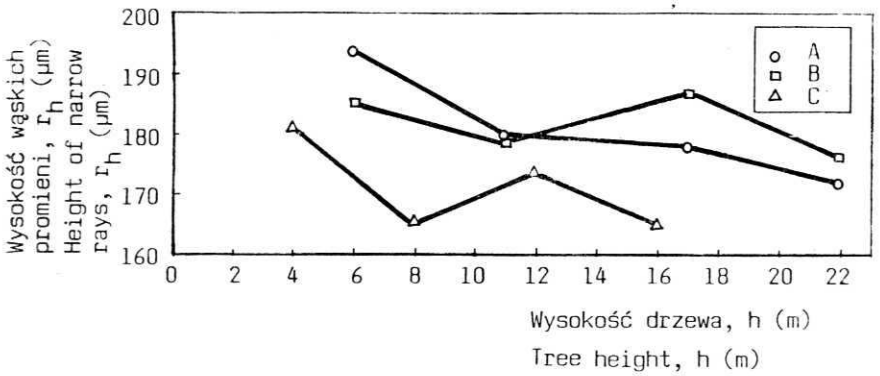
A – drzewo dominujące, *B* – drzewo średnie, *C* – drzewo opanowane

Fig. 3. Variation in narrow wood rays height at different height level (*H*) of the oak trees

A – dominant tree, *B* – intermediate tree, *C* – suppressed tree

wysokość wąskich promieni obniża się. Przy czym, drzewo opanowane odznacza się wyraźnie najniższymi promieniami na wszystkich poziomach wysokości.

Zmierzone średnie wysokości wąskich promieni są zbliżone do wielkości podawanych dla tego samego gatunku (*Q. petraea*) przez Wagenführa i Scheibera [17], a mianowicie 160 (80, ..., 240) μm, przy zawężonym wszakże przedziale zmienności, który w niniejszych badaniach jest szerszy i wynosi 180 (30, ..., 820) μm. W drewnie innych gatunków dębów występują wąskie promienie o zbliżonej wysokości i podobnym przedziale zmienności, np. *Q. glauca* – 200 (70, ..., 510) μm i *Q. crispula* – 190 (60, ..., 640) μm.



Rys. 4. Wpływ wysokości drzew dębu na średnią wysokość wąskich promieni drzewnych

A – drzewo dominujące, *B* – drzewo średnie, *C* – drzewo opanowane

Fig. 4. Effect of oak tree height on the average narrow wood ray height

A – dominant tree, *B* – intermediate tree, *C* – suppressed tree

Zmienność liczby komórek tworzących wysokość wąskich promieni jest zbliżona do zmienności wysokości promieni. W półczynnik zmienności liczby komórek w wysokości wąskich promieni wynosi średnio dla przyrostów rocznych na poziomie 1/4 wysokości drzew 46 (36, ..., 72)%. Pomiary przeprowadzone na pozostałych poziomach wysokości nie wykraczają poza powyższe przedziały zmienności. Liczba komórek tworzących wysokość wąskich promieni drzewnych praktycznie nie zmienia się w funkcji promienia przekroju poprzecznego drzewa. Jedynie w pierwszych przyrostach wokół rdzenia liczba komórek w wysokości promienia jest nieco mniejsza. Zliczona liczba komórek tworzących wysokość wąskich promieni mieści się w przedziale od 2 do 34 komórek i jedynie sporadycznie tę maksymalną liczbę przekracza. Przedział zmienności liczby komórek w wysokości wąskich promieni jest w badanym wypadku nieco szerszy niż podaje to np. Greguss [9], a mianowicie od 2 do 25 komórek dla Q. petraea. Wagenführ i Scheiber [17] stosują w tym względzie raczej mało precyzyjne określenie „wysokość wąskich promieni tworzy około 25 komórek". Między wysokością promieni i liczbą tworzących je komórek istnieje ścisła prostoliniowa zależność o współczynniku korelacji $r=0{,}980$. Równanie regresji obliczone dla ponad 1000 promieni drzewnych na poziomie 1/4 wysokości badanych drzew

ma postać

$$\hat{r}_h = 17{,}1816L + 10{,}1339,$$

gdzie $\hat{r}_h$ oznacza wysokość wąskich promieni (μm), a L – liczbę komórek.

Średnia liczba komórek tworzących wysokość wąskich promieni jest, jak stwierdzono, praktycznie niezależna od odległości od rdzenia, od poziomu wysokości drzewa oraz od klasy biosocjalnej drzew i wynosi przeciętnie 10 komórek. Porównywalne wielkości wynoszące 10 i 14 komórek, odpowiednio dla *Q. glauca* i *Q. crispula*, przytacza Kawamura [10].

Współczynnik zmienności szerokości wąskich promieni jest, jak już wspomniano, względnie niski i niezależnie od poziomu wysokości drzew nie przekracza 20%. Jest to zapewne związane z faktem, że promienie te są jednorzędowe, a więc ich szerokość odpowiada stycznej szerokości komórek, która zmienia się stosunkowo nieznacznie. Kawamura [10] w badaniach nad szerokością wąskich promieni *Q. glauca* i *Q. crispula* podaje wyższy współczynnik zmienności szerokości wąskich promieni, który mieści się w przedziale od 29 do 50%. Zmierzona szerokość wąskich promieni mieściła się w niniejszych badaniach w przedziale od 10 do 26 μm i wynosiła średnio od 16 do 19 μm. Szerokość wąskich promieni praktycznie nie zależy od liczby przyrostów od rdzenia na danym poziomie wysokości drzewa oraz od wysokości drzewa. Klasa biosocjalna drzew również nie wpływa na szerokość wąskich promieni. Podobne spostrzeżenia wynikają z badań Kawamury [10], który stwierdził, że średnia szerokość wąskich promieni wynosi 17 (7, ..., 31) μm dla *Q. glauca* i 14 (8, ..., 29) μm dla *Q. crispula*. Dla szerokości wąskich promieni u *Q. petraea* Greguss [9] podaje zbliżone wartości wynoszące 15 (8, ..., 25) μm.

– Wymiary szerokich promieni drzewnych

Pomiary szerokich promieni drzewnych wykonano na zmniejszonej liczbie przyrostów i tylko na poziomie 1/4 wysokości drzew. Wyniki pomiarów wysokości i szerokości szerokich promieni zawiera tabela 3. Zmienność wysokości szerokich promieni jest bardzo duża, średni bowiem dla wszystkich przyrostów współczynnik zmienności wynosi aż 70 (50, ..., 96)%. Zmierzone zaś wysokości szerokich promieni mieszczą się w przedziale od 1,4 do 68,6 mm. W badaniach Kawamury [10] nad wysokością szerokich promieni średni współczynnik zmienności był nieco mniejszy i wynosił 44 i 50% odpowiednio dla *Q. glauca* i *Q. crispula*.

W przypadku drzewa dominującego i średniego można zauważyć tendencję do pewnego wzrostu wysokości szerokich promieni, poczynając od 25 - 30 przyrostu. Wysokość szerokich promieni jest w zewnętrznej części przekroju poprzecznego drzewa wyższa od 10 do 70% aniżeli w drewnie przyrdzeniowym. W drzewie dominującym średnia wysokość szerokich promieni wynosi 11,1 (2,2, ..., 60,4) mm i jest nieco niższa niż w drzewie średnim 15,2 (1,6, ..., 68,6) mm oraz opanowanym 15,0 (1,4, ..., 68,3) mm. Wysokość szerokich promieni jest u *Q. petraea* według Wagenführa i Scheibera [17] znacznie wyższa i wynosi 38 (6, ..., 80) nm. Odpowiednie dane dla *Q. glauca* wynoszą 2,8 (0,1, ..., 8,6) mm, a dla *Q. crispula* – 3,1 (0,1, ..., 10,9) mm [10]. Dane te są nieoczekiwanie niskie z bliżej nie znanych

Tabela 3

Zmienność wysokości i szerokości szerokich promieni drzewnych na 1/4 wysokości drzew dębu należących do różnych klas biosocjalnych
Variation in broad wood rays height and width at 1/4 height level of the oak trees of different biosociological class

Numer przyrostu od rdzenia Annual ring number from pith	Klasa biosocjalna drzewa Biosociological class of the tree		
	Dominujące Dominant	Średnie Intermediate	Opanowane Suppressed
	Wysokość R_h (mm) i szerokość R_b (μm) promieni szerokich Height R_h (mm) and width R_b (μm) of the broad wood rays		
6	9,13 ± 6,5 / 300 ± 94	10,09 ± 7,4 / 180 ± 71	20,04 ± 13,9 / 270 ± 95
12	7,96 ± 7,6 / 270 ± 81	10,13 ± 7,6 / 180 ± 50	17,85 ± 13,3 / 250 ± 71
20	9,59 ± 8,5 / 250 ± 87	12,93 ± 8,8 / 190 ± 61	17,37 ± 11,8 / 290 ± 77
30	9,93 ± 6,5 / 240 ± 70	15,58 ± 9,6 / 190 ± 54	14,58 ± 10,7 / 330 ± 91
40	10,39 ± 8,3 / 210 ± 73	17,74 ± 8,8 / 200 ± 57	16,40 ± 10,8 / 330 ± 113
50	12,82 ± 6,8 / 210 ± 69	19,59 ± 9,7 / 200 ± 47	17,26 ± 10,2 / 290 ± 83
60	17,71 ± 11,1 / 280 ± 87	20,31 ± 12,7 / 200 ± 56	19,24 ± 13,8 / 380 ± 92

Nad kreską wysokość R_h (mm), a pod kreską szerokość R_b (μm) szerokich promieni ± S (odchylenie standardowe).

Above the line-height of the broad rays R_h (mm), below the line-width of the broad rays R_b (μm) ± S (standard deviation).

powodów. Zmierzone w niniejszych badaniach wysokości szerokich promieni dla *Q. petraea* są zbliżone do średnich wielkości dla dębów należących do podrodzaju *Leucobalanus*, dla których średnie wysokości szerokich promieni wynoszą 6, ..., 13 mm i rzadko są wyższe od 38 mm [13]. W odróżnieniu od dębów należących do podrodzaju *Erythrobalanus*, dla których średnie wysokości szerokich promieni wynoszą 13, ..., 32 mm i często przekraczają 38 mm. Powyższe zróżnicowanie wysokości szerokich promieni jest, zdaniem autorów wspomnianej pracy, jedną z cech diagnostycznych, pomocnych przy identyfikacji dębów należących do grupy tzw. dębów białych (*Leucobalanus*) i czerwonych (*Erythrobalanus*).

Zmienność szerokości promieni szerokich jest nieco mniejsza niż zmienność ich wysokości. Średni dla wszystkich przyrostów współczynnik zmienności wynosi 32 (24, ..., 71)%. Zmierzone szerokości promieni szerokich mieszczą się w granicach od 80 do 660 μm. Szerokość promieni szerokich praktycznie nie zależy od odległości od rdzenia. Badania zaś Kawamury [10] zdają się wskazywać na fakt, że szerokość promieni szerokich w drewnie *Q. glauca* i *Q. crispula* jest najmniejsza w pobliżu rdzenia i wykazuje dość wyraźną skłonność do wzrostu w miarę oddalania się od rdzenia. Rozważając natomiast wpływ klasy biosocjalnej drzew, można zauważyć, że najszersze promienie zaobserwowano w drzewie opanowanym – 300 (100, ..., ..., 660) μm, najwęższe zaś w drzewie średnim – 190 (80, ..., 560) μm. Promienie

o pośredniej szerokości wystąpiły w drzewie dominującym – 250 (80, ..., 630) μm. Szerokość promieni szerokich *Q. petraea* zawiera się według Wagenführa i Scheibera [17] w przedziale od 100 do 1000 μm. Szerokość zaś promieni szerokich *Q. rubra* wynosi średnio 180, ..., 250 μm [8] i 230 μm [4]. Dla dębów amerykańskich podaje się zwykle szerokość szerokich promieni drzewnych w przedziale 150, ..., 400 μm i więcej [13].

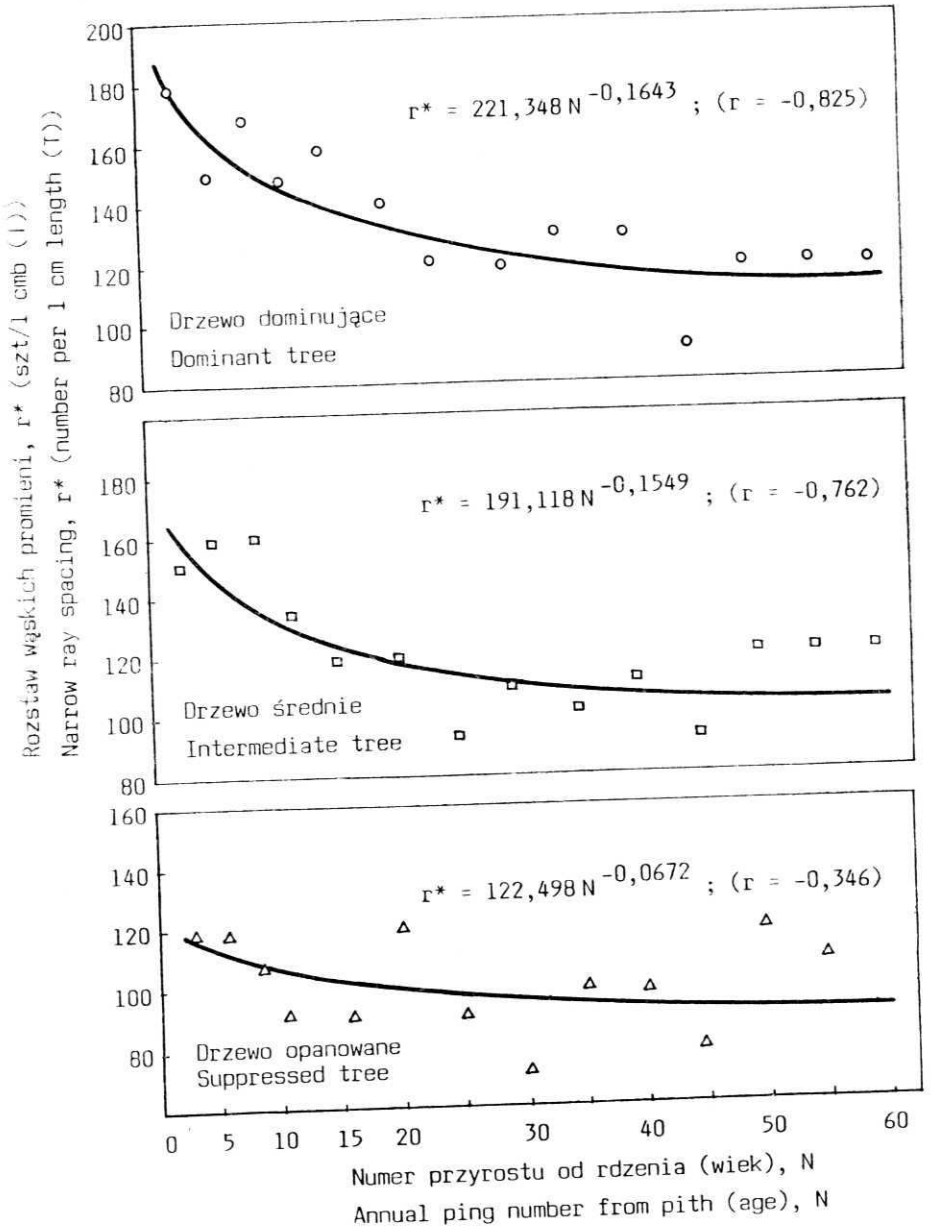
ROZSTAW PROMIENI DRZEWNYCH

– Rozstaw wąskich promieni drzewnych

Rozstaw wąskich promieni drzewnych na poziomie 1/4 wysokości drzew różnych klas biosocjalnych zobrazowano na rys. 5. Liczebność wąskich promieni jest największa w pobliżu rdzenia i obniża się do około 25 - 30 przyrostu, dalej zaś utrzymuje się w przybliżeniu na stałym poziomie. Zależność tę dostatecznie dokładnie opisuje funkcja potęgowa. Stopień zaś więzi między liczebnością wąskich promieni i odległością od rdzenia zmniejsza się wraz z pogarszaniem się klasy biosocjalnej drzew. Zmniejszanie się liczebności wąskich promieni w kierunku od rdzenia do około 25 przyrostu stwierdzili również Petrič i Šćukanec [14] dla *Q. robur*. Skłonność do zmniejszania się liczebności wąskich promieni w kierunku od rdzenia do obwodu stwierdził też Kawamura [10] dla *Q. glauca*. Dla *Q. crispula* natomiast wspomniany autor nie zaobserwował zmian w rozstawie wąskich promieni w zależności od promienia drzewa. Liczebność wąskich promieni drzewnych zmniejsza się wraz z pogarszaniem się klasy biosocjalnej drzew i wynosi średnio na poziomie 1/4 wysokości dla drzewa dominującego 140, dla drzewa średniego 130 i dla drzewa opanowanego 110 w 1 cmb (*T*). Podobne do przedstawionych wyżej zależności stwierdzono dla pozostałych poziomów wysokości drzew. Według danych zaczerpniętych z literatury rozstaw wąskich promieni dla *Q. petraea* wynosi 50, ..., 100 w 1 cmb (*T*) według Wagenführa i Scheibera [17] oraz 100, ..., 120 w 1 cmb (*T*) według Gregussa [9]. Dla *Q. glauca* natomiast rozstaw wąskich promieni wynosi 110 w 1 cmb (*T*) [10].

– Rozstaw szerokich promieni drzewnych

Rozstaw szerokich promieni drzewnych przedstawiono w tabeli 4. Rozstaw szerokich promieni jest praktycznie niezależny od odległości przyrostu od rdzenia. Uwzględniając wszakże liczbę promieni na większej powierzchni przekroju stycznego, wynoszącej np. 10 cm², można stwierdzić, że ze wzrostem liczby przyrostów od rdzenia występuje dość wyraźna tendencja, zwłaszcza w przypadku drzewa średniego, do zmniejszania się liczebności szerokich promieni drzewnych w kierunku od rdzenia do obwodu (rys. 6). Klasa biosocjalna drzew jedynie nieznacznie wpływa na rozstaw szerokich promieni. Z pogarszaniem się warunków wzrostu drzewa liczebność szerokich promieni nieco wzrasta. Według Wagenführa i Scheibera [17] liczebność szerokich promieni dla *Q. petraea* wynosi około 10 w 1 cmb (*T*), co kilkakrotnie przewyższa dane zawarte w tabeli 4. Dla *Q. rubra* stwierdzono, że rozstaw szerokich promieni wynosi 3, ..., 4, 5 w 1 cmb (*T*) [4, 8]. Dla *Q. glauca* zaś rozstaw szerokich promieni określono na 6 (4,5, ..., 7) w 1 cmb (*T*) [10].



Rys. 5. Rozstaw wąskich promieni drzewnych na 1/4 wysokości drzew dębu w zależności od klasy biosocjalnej drzew

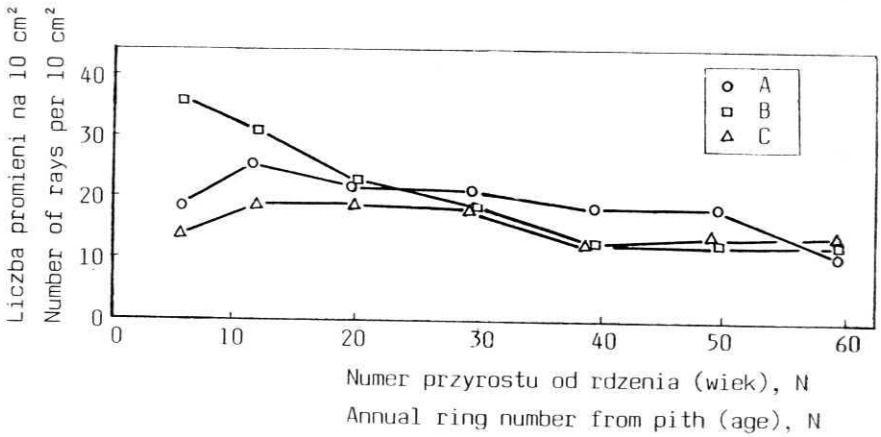
Fig. 5. Narrow wood ray spacing at 1/4 height level of the oak trees in relation to biological class of the tree

Tabela 4

Rozstaw szerokicn promieni drzewnych na 1/4 wysokości drzew dębu należących do różnych klas biosocjalnych
Broad ray spacing at 1/4 height level of the oak trees of different biosociological class

Numer przyrostu od rdzenia Annual ring number from pith	Klasa biosocjalna drzew Biosociological class of the trees		
	Dominujące Dominant	Średnie Intermediate	Opanowane Suppressed
	Liczba szerokich promieni w 1 cmb (*T*) Number of rays per 1 cm length of tangential section		
6	2,3	4,0	2,7
12	2,7	3,3	2,7
20	2,7	3,3	3,0
30	2,7	3,3	2,7
40	2,3	3,0	2,3
50	2,3	2,7	3,0
60	2,0	2,7	3,3*

* 55 przyrost – 55th annual ring.



Rys. 6. Liczba szerokich promieni na przekroju stycznym dębu o powierzchni 10 cm²
A – drzewo dominujące, *B* – drzewo średnie, *C* – drzewo opanowane

Fig. 6. Number of broad rays per 10 cm² of tangential oak wood section
A – dominant tree, *B* – intermediate tree, *C* – suppressed tree

WNIOSKI

1. Zmienność wysokości wąskich promieni drzewnych jest duża i wynosi $V=44$ (35, ..., 68)%. Średnia wysokość wąskich promieni wykazuje tendencję do zmniejszania się wraz z pogarszaniem się klasy biosocjalnej drzew. Wysokość wąskich promieni jest praktycznie niezależna od odległości przyrostów od rdzenia, przy rysującej się jednak skłonności do obniżania się wysokości promieni w przyrostach przyrdzeniowych. Wraz ze wzrostem wysokości drzewa wysokość wąskich promieni obniża się.

2. Między wysokością wąskich promieni i liczbą tworzących je komórek istnieje ścisła prostoliniowa zależność o wysokim współczynniku korelacji wynoszącym $r=0{,}980$.

3. Zmienność szerokości wąskich promieni jest względnie niska i wynosi $V=15$ (9, ..., 20)%. Szerokość wąskich promieni praktycznie nie zależy od odległości od rdzenia i od wysokości drzewa oraz od klasy biosocjalnej drzew.

4. Zmienność wysokości szerokich promieni drzewnych jest bardzo duża i wynosi $V=70$ (50, ..., 96)%. Wysokość szerokich promieni jest na ogół wyższa w zewnętrznych częściach przekroju poprzecznego drzewa aniżeli w drewnie przyrdzeniowym. W drzewie dominującym wysokość szerokich promieni jest nieco niższa niż w drzewie średnim i opanowanym.

5. Zmienność szerokości szerokich promieni drzewnych jest mniejsza niż zmienność ich wysokości i wynosi $V=32$ (24, ..., 71)%. Szerokość promieni szerokich praktycznie nie zależy od odległości od rdzenia. Najszersze promienie zaobserwowano w drzewie opanowanym, najwęższe zaś w drzewie średnim.

6. Liczebność wąskich promieni drzewnych jest największa w pobliżu rdzenia i obniża się w miarę zbliżania się do obwodu. Zależności tej dobrze odpowiada funkcja potęgowa. Współczynnik korelacji między liczebnością wąskich promieni i wiekiem przyrostu zmniejsza się wraz z pogarszaniem się klasy biosocjalnej drzew. Z pogarszaniem się stopnia rozwoju drzewa w drzewostanie zmniejsza się też liczebność wąskich promieni.

7. Liczebność szerokich promieni drzewnych praktycznie nie zależy od odległości od rdzenia, z pewną w zakże tendencją do jej spadku w kierunku obwodu. Z pogarszaniem się warunków rozwoju drzewa liczebność szerokich promieni nieco wzrasta.

Praca wpłynęła do Redakcji w maju 1989 r.

LITERATURA

1. Baas P.: Systematic, phylogenetic, and ecological wood anatomy — History and perspectives. W: P. Baas (Ed.): New perspectives in wood anatomy. Martinus Nijhoff — W. Junk Publ., Hague—Boston—London 1982, s. 23 - 58.
2. Carlquist S.: Ecological strategies of xylem evolution. Univ. California Press, Berkeley-Los Angeles—London 1975.
3. Denne M. P., Dood R. S.: The environmental control of xylem differentiation. W: J. R. Barnett (Ed.): Xylem cell development. Castle House Publ. Ltd., Thunbridge Wells, Kent 1981.
4. Eichhorn F.: Untersuchungen über das Holz der Roteiche. Forst. Naturwiss t. 4, 1895, (wg poz. 8).
5. Fukuzawa K.: Juvenile wood of hardwoods judged by density variation. IAWA Bull. t. 5, 1984, z. 1, s. 65 - 73.
6. Furukawa J., Segoguchi M., Matsuda M., Sakunno T., Kishimoto J.: Wood quality of small hardwoods. II. Horizontal variation in the length of fibers and vessel elements in seventy-one species of small hardwoods. Hardwood Res., Fac. Agric., Tottori Univ., Tottori 1983, z. 2, s. 103 - 134.

7. Furukawa J., Nakayama H., Sakunno T., Kishimoto J.: Wood quality of small hardwoods. III. Horizontal variation in the length of fibers and vessel elements in tree with storeyed and with non-storeyed wood. Bull. Fac. Agric., Tottori 1983, t. 35, z. 1, s. 42 - 49.
8. Göhre K., Wagenknecht E.: Die Roteiche und ihr Holz. Deutsche Bauernverlag, Berlin 1955.
9. Greguss P.: Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. Akádemiai Kiadó, Budapest 1959.
10. Kawamura Y.: On the dimension and the distributional number of rays in wood of "Arakashi" (*Quercus glauca* Thunb.) and "Mizunara" (*Quercus crispula* Fish.). Bull. Niigata Univ. For. 1984, z. 17, s. 55 - 64.
11. Koch P.: Utilization of hardwoods growing on southern pine sites. Agric. Handbook No. 605, U. S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Washington, D. C. 1985.
12. Oever van den L., Baas P., Zandee M.: Comparative anatomy of Symplocos and latidude and altitude of provenance. IAWA Bull. t. 2, 1981, s. 3 - 24.
13. Panshin A. J., Zeeuv de C.: Textbook of wood technology. 4th ed. Mc Graw Hill, New York 1980.
14. Petrič B., Šćukanec V.: Neke strukturne karakteristike juvenilnog i zrelog drva hrasta luznjaka (*Quercus robur* L.). Drvna Ind. t. 31, 1980, z. 3 - 4, s. 81 - 86.
15. Surma-Ślusarska B., Surewicz W.: Wpływ wieku drzew i siedliska na wydajność i właściwości mas celulozowych siarczanowych. Cz. II. Drewno bukowe. Folia Forestalia Polon. S. B, 1985, z. 16, s. 87 - 104.
16. Trotter P. C.: Biotechnology and the economic productivity of commercial forests. Tappi J. t. 69, 1986, z. 7, s. 22 - 28.
17. Wagenführ R., Scheiber Ch.: Holzatlas. VEB Fachbuchverlag. Leipzig 1974.
18. Zajączkowski S., Bogaciński B., Wodzicki T. J.: Produkcja masy ściany komórkowej drewna pnia *Pinus silvestris* L. w sezonie — zmienność w populacjach drzewostanowych. Sylwan t. 132, 1988, z. 1, s. 53 - 63.

THE DIMENSIONS AND DISTRIBUTION OF WOOD RAYS IN OAK WOOD (*Quercus petraea* Liebl.) IN RELATION TO BIOSOCIOLOGICAL CLASS OF THE TREES

Summary

The variability of dimensions and spacing of narrow and broad oak tree rays depending on the ray and height of trees in different biosocial classes were investigated. The variability of height of both narrow and broad rays is great. The variability of width of the tree rays is considerably smaller. There is a linear relation between the height of narrow rays and the number of constituting cells. The number of the narrow rays decreases with the distance from core along exponential curve. The number of the broad rays along the ray remains practically unchanged. With lowering of biosocial class of trees there is a tendency to, among others, decrease, the height and the number of the narrow rays and to increase the height of the broad ones.

РАЗМЕРЫ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДРЕВЕСНЫХ ЛУЧЕЙ В ДРЕВЕСИНЕ ДУБА (*Quercus petraea* Liebl.) В ЗАВИСИМОСТИ ОТ БИОСОЦИАЛЬНОГО КЛАССА ДЕРЕВЬЕВ

Резюме

Исследовалась изменчивость размеров и распределения узких и широких древесных лучей дуба в зависимости от радиуса и высоты деревьев, принадлежащих к различным биосоциальным классам. Как узкие, так и широкие лучи отличаются большей изменчивостью высоты. Изменчивость ширины древесных лучей значительно меньше. Между высотой узких лучей и количеством составляющих их клеток существует тесная прямолинейная зависимость. Количество узких лучей понижается по мере роста расстояния от сердцевины, согласно степенной функции. Зависимость широких древесных лучей практически не изменяется вдоль радиуса. Ухудшению биосоциального класса деревьев сопутствует тенденция, между прочим, к понижению высоты узких лучей и их численности, а также к повышению высоты широких лучей.

Adres autorki
doc. dr hab. Lidia Helińska-Raczkowska
Akademia Rolnicza w Poznaniu
Katedra Nauki o Drewnie
ul. Wojska Polskiego 38/42
60-637 Poznań