

Zawartość celulozy i ligniny w drewnie

× *Populus marilandica*

W ramach prac badawczych prowadzonych w Zakładzie Chemicznej Technologii Drewna Instytutu Technologii Drewna nad drewnem różnych gatunków i odmian topoli, wykonano między innymi badania, których celem było stwierdzenie, jak kształtuje się zawartość celulozy i ligniny w obrębie jednego drzewa oraz jakie są różnice indywidualne w zawartości wymienionych wyżej substancji u poszczególnych drzew tego samego gatunku i wieku, rosnących tuż obok siebie w praktycznie jednakowych warunkach siedliskowych.

WYKONANIE I WYNIKI BADAŃ

Do badań użyto drewno dwóch 24-letnich drzew × *Populus marilandica* pochodzących ze środka drzewostanu topolowego w nadleśnictwie Leszno (leśnictwo Drzeczkowo). Wybrane drzewa miały podobny i regularny pokrój, zbliżone wymiary oraz nie wykazywały zewnętrznie żadnych cech, które świadczyłyby o występowaniu w nich drewna reakcyjnego. Ze ściętych drzew wycięto w odległościach od odziomka 0,3; 4,0 i 8,0 m krążki o grubości około 8 cm. Z wyciętych krążków wyłupano próbki zawierające w przyobwodowej strefie drewna po kilka słoików rocznych (z uwagi na bardzo małe przyrosty), a w strefach głębiej położonych do rdzenia tylko jeden słoik roczny. Przy wyłupywaniu próbek uwzględniono położenie ich w drewnie wobec stron świata, pobierając je ze wszystkich 4 zasadniczych kierunków. Po rozdrobnieniu drewna na trociny i wysuszeniu do stanu zupełnie suchego, w poszczególnych grupach słoików rocznych lub w pojedynczych słoikach oznaczano zawartość celulozy metodą Kürschnera-Hofera [3, 5] stosując stężony kwas azotowy i alkohol etylowy. Zawartość ligniny oznaczono stosując 72-procentowy stężony kwas siarkowy [1]. Do oznaczeń użyto materiał nieekstrahowany a zawartość ekstraktu alkoholowo-benzenowego dla poszczególnych krążków drewna oznaczono oddzielnie przez ekstrakcję mieszaniną alkoholowo-benzenową w stosunku 1 : 1 w aparacie Soxhleta w ciągu 5 godzin [5]. Uzyskane z ekstrakcji wyniki posłużyły do skorygowania wyników uzyskanych z oznaczania celulozy i ligniny.

Ogółem wykonano w ramach tych badań 260 oznaczeń celulozy oraz 195 oznaczeń ligniny.

Wyniki oznaczania celulozy zestawiono w tabeli 1 oraz przedstawiono na rycinach 1 i 2. Z tabeli 1 wynika, że zawartość celulozy wraz ze wzrostem wysokości do 4,0 m nieznacznie spada a następnie do wysokości 8,0 m wzrasta, co przedstawiono na rycinie 1. Z uwagi na pochodzenie z drzewostanu badanych drzew, wpływ stron świata na zawartość celulozy jest niewielki, jednak da się zauważyć pewną regularność, a mianowicie zawartość celulozy nieco wzrasta od strony północnej.

Dla oceny zawartości celulozy w drewnie obydwu drzew (A i B) obliczono wskaźniki statystyczne oparte na wszystkich zebranych obserwacjach i zestawiono je w tabeli 2. Tabela ta potwierdza opisaną po-

rzędnie regularność w rozmieszczeniu celulozy na przekroju podłużnym. Średnie wartości dla drzewa A i B różnią się od siebie wprawdzie nie wiele, bo tylko o 0,34%, ale różnice te na wszystkich analizowanych przekrojach mają ten sam znak.

Fakt, że różnice są nieduże był zresztą do przewidzenia, gdyż wzrost obydwu badanych drzew odbywał się w identycznych warunkach. Ocena różnicy średniej zawartości celulozy w drzewie A i B wykonana za pomocą testu „t” Studenta [2] dla kierunku N—S, wykazała, że: $t_{emp.} = 1,42$ i jest mniejsze od $t^{teor.}$, które według Fishera przy współczynniku ufności 0,95 wynosi 3,182, a przy współczynniku ufności 0,99 — 5,841.

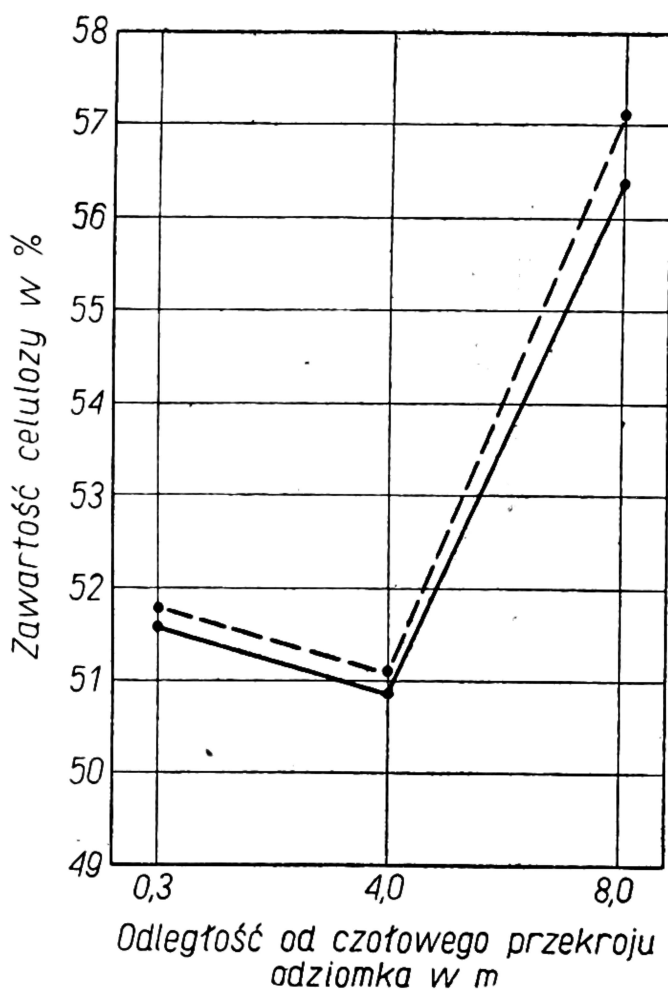
Jest to dowodem, że drzewa A i B nie różnią się między sobą w sposób istotny pod względem zawartości celulozy. Stwierdzić jednak należy, że tak podobne warunki wzrostu w jakich rozwijały się badane drzewa A i B występować mogą tylko w odniesieniu do bardzo niewielkiej grupy drzew. Jeżeli natomiast przedmiotem badań będą nie dwa drzewa bezpośrednio obok siebie rosnące lecz drzewostan, to wskutek nieuniknionych różnic w warunkach wzrostu, różnice w zawartości celulozy u poszczególnych osobników tego drzewostanu niewątpliwie wzrosną.

Średnie kwadratowe odchylenia u obydwu drzew są tego samego rzędu i wynoszą od $\pm 2,65$ do $\pm 3,24$ dla drzewa A oraz od $\pm 1,73$ do $\pm 3,54$ dla drzewa B.

Analogicznie u obydwu drzew współczynniki zmienności dla drzewa A wahają się od 5,20% do 6,30%, a dla drzewa B od 3,02% do 6,82%.

Wpływ wieku drewna na zawartość celulozy przedstawiono na rycinie 2. Ponieważ jak wynika z tabeli 1 zawartość celulozy badana na trzech przekrojach poprzecznych jest niejednakowa, przeto dla uchwycenia wpływu wieku na zawartość celulozy wyrażono tę zawartość jako przyrost zawartości celulozy w odniesieniu do najmłodszej strefy drewna, której zawartość przyjęto za równą zero.

Z wykresu na rycinie 2 wynika, że w drewnie najmłodszym w granicach do 6 lat (licząc od obwołu w kierunku rdzenia) zawartość celulozy utrzymuje się w zasadzie bez zmian, w przedziale wieku drewna od 6 do 17 lat wykazuje u obydwu drzew wyraźny wzrost a następnie ponownie maleje.



Ryc. 1. Zawartość celulozy w drewnie topoli w zależności od położenia w drzewie
— drzewo A
--- drzewo B

**Zawartość celulozy w drewnie dwóch 24-letnich topoli \times *Populus marilandica*
w zależności od położenia próbek w strzale (oznaczona metodą
Kürschnera-Hoffera)**

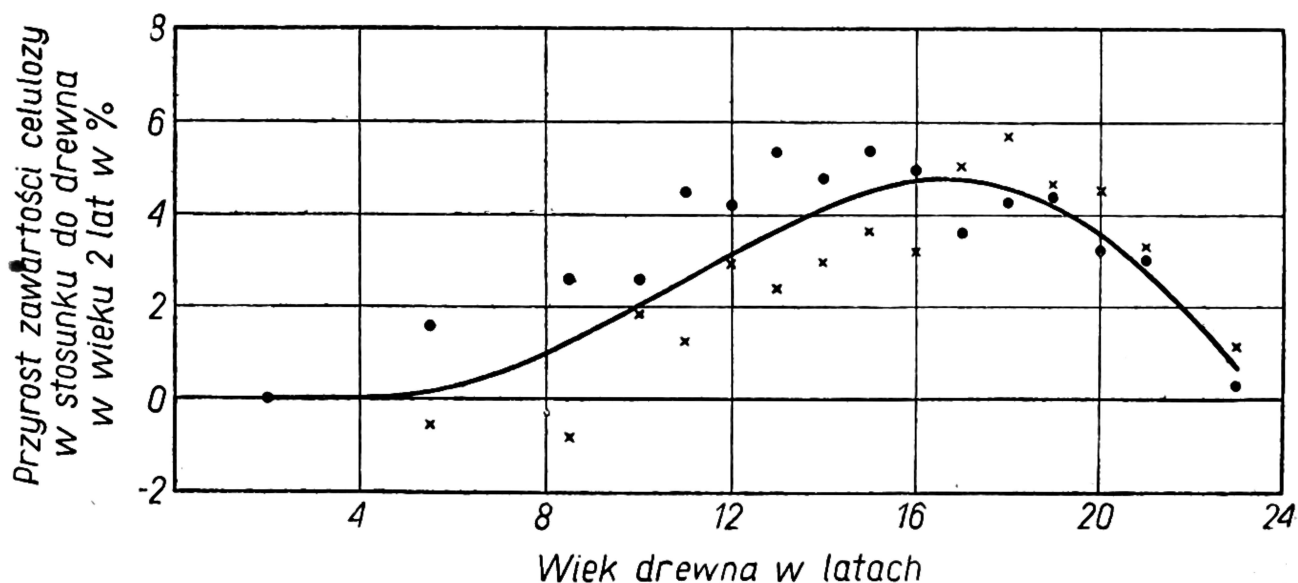
Położenie próbek drewna na przekroju poprzecznym

Odległość od czołowego przekroju odziomka

W stosunku do stron świata	Drzewo A						Drzewo B					
	0,3		4,0		8,0		0,3		4,0		8,0	
	Ilość ozna- czeń	Zawartość celulozy %	Ilość ozna- czeń	Zawartość celulozy %	Ilość ozna- czeń	Zawartość celulozy %	Ilość ozna- czeń	Zawartość celulozy %	Ilość ozna- czeń	Zawartość celulozy %	Ilość ozna- czeń	Zawartość celulozy %
Północ	16	51,74	16	51,48	9	56,81	15	56,07	15	52,38	10	56,49
Południe	15	51,09	15	50,97	9	56,04	16	53,45	15	50,58	10	57,77
Wschód	11	48,86	12	51,05	—	—	14	54,31	13	52,36	—	—
Zachód	14	53,96	12	50,01	—	—	12	52,98	12	48,88	—	—

Wskaźniki statystyczne charakteryzujące zawartość celulozy w drewnie dwóch 24-letnich topoli *Populus marilandica* w zależności od położenia próbek w strzale

Wskaźniki statystyczne	Odległość od czołowego przekroju odziomka m				Odległość od czołowego przekroju odziomka m			
	Drzewo A			Średnio	Drzewo B			Średnio
	0,3	4,0	8,0		0,3	4,0	8,0	
Ilość oznaczeń n	56	55	18	129	57	55	20	132
Średnia arytmetyczna \bar{x}	51,57	50,92	56,43	52,97	51,85	51,12	57,14	53,37
Średnie odchylenie kwadratowe σ	$\pm 3,24$	$\pm 2,65$	$\pm 2,95$	$\pm 2,95$	$\pm 3,54$	$\pm 3,12$	$\pm 1,73$	$\pm 2,79$
Współczynnik zmienności v	6,30 %	5,20 %	5,22 %	5,57 %	6,82 %	6,10 %	3,02 %	5,31 %



Ryc. 2. Wpływ wieku drewna na zawartość celulozy w drewnie w dwóch 24-letnich topoli *Populus marilandica*

● drzewo A, × drzewo B

Ponieważ do doświadczeń użyto drewna nieekstrahowanego, dla obliczenia poprawki na zawartość celulozy w drewnie ekstrahowanym, oznaczono oddzielnie zawartość substancji rozpuszczalnych w mieszaninie alkoholowo-benzenowej i zestawiono w tabeli 3.

Z tabeli tej wynika, że średnia zawartość ekstraktu u obydwu drzew wynosi około 1,77%. Wstawiając uzyskaną wartość do wzoru [4]

$$C_1 = \frac{100 \cdot C_2}{100 - w}$$

**Zwartość substancji rozpuszczalnych
w mieszaninie alkoholowo-benzenowej w drewnie topoli \times *Populus marilandica***

Odległość od czołowego przekroju odziomka m	Zwartość substancji rozpuszczalnych w mieszaninie alkoholowo-benzenowej %		Średnio
	Drzewo A	Drzewo B	
0,3	1,56	1,55	1,55
4,0	1,45	1,85	1,65
8,0	2,34	1,88	2,09
Średnio	1,77	1,76	1,76

gdzie: C_1 — zawartość celulozy w drewnie ekstrahowanym,
 C_2 — zawartość celulozy w drewnie nieekstrahowanym,
 w — zawartość substancji rozpuszczalnych w mieszaninie alkoholowo-benzenowej w %,

stwierdzono, że rzeczywista zawartość celulozy w drewnie ekstrahowanym wzrosła o około 1%.

Wyniki oznaczania zawartości ligniny zestawiono w tabeli 4. Z tabeli 4 wynika, że zawartość ligniny w drewnie drzew A i B wykazuje wahania w zależności od stron świata, jednak zaznacza się pewna regularność, a mianowicie u obudwu drzew zawartość ligniny wzrasta w miarę wzrostu wysokości. U obydwu drzew większą zawartość ligniny na przekroju poprzecznym stwierdzono od strony południowej i zachodniej z wyjątkiem przekroju na wysokości 0,3 m w drzewie A. Przeprowadzone badania nie wykazały wyraźnego wpływu wieku drewna na zawartość ligniny. Dla zanalizowania różnic w zawartości ligniny u obydwu badanych drzew obliczono wskaźniki statystyczne i zestawiono w tabeli 5. Średnie kwadratowe odchylenia wykazują u obydwu drzew wahania w granicach od $\pm 0,97$ do $\pm 2,52$ dla drzewa A i od $\pm 1,11$ do $\pm 1,27$ dla drzewa B, a współczynniki zmienności od 4,12% do 12,10% dla drzewa A i od 4,76% do 6,35% dla drzewa B.

Z zestawień tych wynika, że mimo jednakowych warunków wzrostu drzew A i B istnieją w zawartości ligniny podobne różnice jak w zawartości celulozy.

WNIOSKI

W wyniku przeprowadzonych badań nad zawartością celulozy i ligniny w drewnie dwóch drzew \times *Populus marilandica* rosnących w podobnych warunkach stwierdzono, że:

1. Różnice w zawartości celulozy i ligniny w drewnie drzew A i B są niewielkie. Można przypuszczać, że w drewnie drzew tego samego gatunku i wieku rosnących w tym samym drzewostanie, ale w różnych warunkach różnice w zawartości celulozy zwiększą się.

Tabela 4

Zawartość ligniny w drewnie dwóch 24-letnich topoli *× Populus marilandica*
w zależności od położenia próbek w strzale (oznaczona metodą 72% kwasu siarkowego)

Położenie próbek drewna na przekroju poprzecznym

W stosunku do stron świata	odległość od czołowego przekroju odziomka											
	Drzewo A						Drzewo B					
	0,3		4,0		8,0		0,3		4,0		8,0	
	Ilość oznaczeń	Zawartość ligniny %	Ilość oznaczeń	Zawartość ligniny %	Ilość oznaczeń	Zawartość ligniny %	Ilość oznaczeń	Zawartość ligniny %	Ilość oznaczeń	Zawartość ligniny %	Ilość oznaczeń	Zawartość ligniny %
Północ	16	20,30	11	23,06	9	23,68	11	19,59	8	22,61	10	23,81
Południe	16	20,74	9	23,60	9	24,09	8	20,08	10	23,89	10	22,56
Wschód	10	21,95	8	23,17	—	—	8	19,52	6	22,17	—	—
Zachód	14	20,72	8	24,51	—	—	8	20,92	8	24,15	—	—

Tabela 5

Wskaźniki statystyczne charakteryzujące zawartość ligniny w drewnie dwóch 24-letnich topoli \times *Populus marilandica* w zależności od położenia próbek w strzale

Wskaźniki statystyczne	Odległość od czołowego przekroju odziomka m				Odległość od czołowego przekroju odziomka m			
	Drzewo A			średnio	Drzewo B			średnio
	0,3	4,0	8,0		0,3	4,0	8,0	
Ilość oznaczeń <i>n</i>	55	36	17	108	35	32	20	87
Średnia arytmetyczna <i>x</i>	20,83	23,54	23,87	22,74	19,99	23,32	23,18	22,16
Średnie odchylenie kwadratowe <i>σ</i>	±2,52	±0,97	±1,11	±1,53	±1,27	±1,11	±1,22	±1,23
Współczynnik zmienności <i>v</i>	12,10%	4,12%	5,02%	7,08%	6,35%	4,76%	5,26%	5,45%

2. Zawartość celulozy u obydwu drzew na wysokości 4,0 m wykazuje nieznaczny spadek, a na wysokości 8,0 m wyraźnie wzrasta w stosunku do przekroju na wysokości 0,3 m. Zawartość ligniny wykazuje natomiast wzrost na wysokości 4,0 m, a wyżej utrzymuje się praktycznie bez zmian.

3. Wiek drewna wpływa wyraźnie na zawartość celulozy. Najwyższą zawartość wykazało drewno w wieku od 15 do 18 lat.

Z Zakładu Chemicznej Technologii Drewna

LITERATURA

1. Babicki R., Prosiński St. — Z badań nad chemicznym składem drewna buka nizinnego. „Sylwan“ 5, 101 (1959).
2. Krzysik F. — Nauka o drewnie. Warszawa 1958.
3. Prosiński St. i in. — Ćwiczenia z chemii drewna. Poznań 1953.
4. Schönbach H. — Untersuchungen über Cellulosegehalt und Raumgewicht von Pappelholzern im Rahmen der Züchtung, Mitteilungen aus der Arbeit des Pappelforschungskollektivs. Berlin 1956.
5. Sieber E. — Die Chemisch — Technischen Untersuchungs-Methoden der Zellstoff — und Papier — Industrie. Berlin 1943.