

BOGUSŁAW BOGACIŃSKI, STEFAN ZAJĄCZKOWSKI, TOMASZ J. WODZICKI

**Różnicowanie cewek  
w słoju rocznym *Pinus sylvestris* L. <sup>1)</sup>  
— zmienność w populacjach drzewostanowych <sup>1)</sup>**

Дифференциация трахеид в годичном кольце *Pinus sylvestris* L.  
— изменчивость в популяциях насаждений

Differentiation of tracheids in annual ring of *Pinus sylvestris* L.  
wood — variability in forest populations

WSTĘP

Średnica promieniowa i grubość ściany komórkowej cewek uzależnione są od dwóch następujących po sobie faz różnicowania — wzrostu promieniowego i maturacji. Wcześniejsze badania wykazały, że długość okresu wzrostu promieniowego nie jest skorelowana z ostateczną średnicą cewek, natomiast istnieje wyraźny związek między grubością ścian cewek drewna wczesnego i późnego a szerokością strefy maturacji i długością okresu formowania ściany wtórnej (3).

W niniejszej pracy podjęto próbę określenia zmienności średnicy promieniowej i grubości ścian komórkowych cewek w rocznych słojach drewna w populacjach drzewostanowych sosny zróżnicowanych pod względem wieku, siedliska, klasy grubości pnia, sezonu oraz stopnia zagęszczenia populacji. Badania przeprowadzono na tych samych populacjach drzewostanowych sosny II i V klasy wieku, na siedlisku boru świeżego i mieszanego, na których wykonano badania dotyczące okresu funkcjonowania kambium w sezonie oraz liczby produkowanych cewek w rocznych słojach drewna (5).

MATERIAŁ I METODY

Szczegółowy opis powierzchni, drzew doświadczalnych, terminów i techniki zbioru próbek anatomicznych oraz preparatyki mikroskopowej został podany poprzednio (1).

<sup>1)</sup> Badania wykonano w ramach problemu węzłowego 09.10., w temacie 09.10.01.01. „Badanie” wewnątrzgatunkowej zmienności oraz wartości hodowlanej gatunków rodzimych różnych proveniencji”, koordynowanym przez Zakład Nasiennictwa i Selekcji Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie.

Długość okresu odkładania wtórnej ściany komórkowej w fazie maturacji określono metodą interpolacji graficznej na podstawie średnich liczb cewek w strefie maturacji i cewek dojrzałych, w kolejnych terminach zbioru. Czas maturacji obliczono dla drewna późnego na podstawie czterech ostatnich cewek, które różnicowały się całkowicie przed ostatnim zbiorem próbek w sezonie (16 IX). Zasady metody badania długości okresu maturacji cewek zostały opisane poprzednio (3).

Pomiary mikroskopowe średnicy promieniowej i światła cewek wykonano przy pomocy okularu z podziałką  $0,8 \mu\text{m}$ . Na podstawie różnic wartości średnicy i światła cewki określano sumaryczną grubość dwóch stycznych ścian komórki (2). Średnice i grubości ścian cewek mierzono w szeregu promieniowym kolejnych komórek w rocznych słojach drewna (1980, 1982, 1984) na preparatach z dodatkowych próbek zebranych po całkowitym zakończeniu procesu różnicowania cewek w każdym roku. Dla każdej kombinacji doświadczalnej określano średnie wymiary średnicy promieniowej i grubości ścian dla kolejnych cewek w słojach rocznych przy pomocy interpolacji liniowej (3) z zastosowaniem technik ETO.

Podane na wykresach i w tekście wartości dotyczące ścian komórkowych odnoszą się do podwójnej grubości stycznych ścian cewek.

## WYNIKI

### **a. Sezonowe zmiany promieniowej liczby komórek w różnych fazach różnicowania cewek**

Strefę wzrostu promieniowego można było wyróżnić zwykle po drugim terminie zbioru, tj. 6 V. W końcu maja strefa ta osiągała szerokość do 10 komórek. Pod koniec sezonu wegetacyjnego (zwykle po 19 VIII) następowało szybkie zmniejszenie liczby komórek w tej strefie. W ostatnim terminie zbioru (13 IX) strefa ta u większości badanych drzew zanikała (szczególnie w 1984 r.).

Pojawienie się strefy maturacji na wiosnę obserwowano zwykle w dwa tygodnie po stwierdzeniu obecności pierwszych komórek w strefie wzrostu promieniowego (ok. 20 V). Na początku czerwca, gdy pojawiały się w pełni zróżnicowane cewki, średnia szerokość strefy maturacji w poszczególnych populacjach zawierała się w przedziale 2—8 komórek. Strefa ta rozszerzała się stopniowo, osiągając maksymalną szerokość do 23 komórek w trzech ostatnich terminach zbiorów próbek: 19 VIII, 3 IX i 16 IX. U drzew w niektórych kombinacjach doświadczalnych szerokość strefy maturacji w połowie września nieznacznie się zmniejszała.

Drzewa z wyższych klas grubości w okresie letnim odznaczały się zwykle szerszą strefą maturacji niż drzewa cienkie, niezależnie od wieku i siedliska (tabela). Wyjątek stanowiły jedynie drzewa z niższej klasy wieku na siedlisku boru świeżego, u których w latach 1982 i 1984 nie stwierdzono różnic między klasami grubości.

**Szerokość strefy maturacji w czasie tworzenia drewna późnego w sezonach 1980, 1982 i 1984, w populacjach drzew sosny, zróżnicowanych pod względem wieku, pierśnicy, siedliska i zagęszczenia populacji**

W tabeli podano średnie szerokości stref w dwóch terminach zbioru próbek 10 VIII i 2 IX

K — populacje kontrolne

T — populacje rozgęszczone po zakończeniu sezonu 1980 r.

Siedlisko	Wiek (lata)	Pierśnica (cm)	Wariant	Strefa maturacji (liczba komórek)		
				1980	1982	1984
1	2	3	4	5	6	7
Bór świeży	33	8,0—9,5	K	10	15	—
			T	10	20	—
		8,0—9,5	K	10	—	13
			T	10	—	16
		13,5—16,5	K	14	16	—
			T	14	18	—
	13,5—16,5	K	16	—	13	
		T	15	—	15	
	87	18,0—23,0	K	7	10	5
			T	9	13	9
		28,0—33,0	K	13	14	9
			T	13	16	11
Bór mieszany	36	11,0—13,0	K	8	8	—
			T	11	12	—
		11,0—13,0	K	9	—	5
			T	10	—	7

4	2	3	4	5	6	7
Bór mieszany	36	17,5—20,0	K	23	16	—
			T	19	19	—
	83	17,5—20,0	K	19	—	11
			T	18	—	13
	83	21,0—27,0	K	12	12	7
			T	14	14	10
	83	32,0—40,0	K	15	15	11
			T	16	16	11

Szerokość strefy maturacji u drzew grubszych z II klasy wieku była zwykle większa niż u analogicznych drzew starszych. W grupie drzew cienkich zależność ta ujawniała się tylko u drzew na siedlisku boru świeżego.

W sezonie 1984 r. szerokość strefy maturacji była zwykle mniejsza niż w latach 1980 i 1982. Wyjątek stanowiły jedynie ponownie drzewa cienkie z niższej klasy wieku na siedlisku boru świeżego.

Ta sama grupa drzew zareagowała także wyraźnym rozszerzeniem strefy maturacji na wykonany pod koniec 1980 r. zabieg rozgęszczenia. W pozostałych populacjach na siedlisku boru świeżego zabieg rozgęszczenia populacji powodował jedynie nieznaczny wzrost szerokości tej strefy.

Długość okresu maturacji określono dla 4 ostatnich cewek drewna późnego zróżnicowanych przed ostatnim terminem sezonowego zbioru próbek, tj. 16 IX. Stwierdzono, że długość ta jest cechą stosunkowo stałą i nie wykazuje wyraźnych zależności od wieku, pierśnicy drzewa, siedliska, a także stopnia zagęszczenia populacji czy sezonu wegetacyjnego. W obecnych badaniach okres ten wynosił ok. 42 dni z tendencją do wydłużania się, bowiem dla ostatniej komórki utworzonej przed 16 IX okres ten dla wielu populacji osiągał średnią wartość ok. 50 dni. Dla cewek drewna wczesnego okres ten był ok. 3 razy krótszy.

## b. Sezonowe zmiany promieniowej średnicy i grubości ściany cewek

Wyniki pomiarów kolejnych komórek w rocznych słojach drewna u wszystkich drzew stanowiły podstawę do określenia średnic promieniowych i grubości ścian cewek dla średnich słoików drewna z poszczególnych kombinacji doświadczalnych (ryc. 1—4).

Można zauważyć, że — niezależnie od różnic między poszczególnymi kombinacjami doświadczalnymi — u wszystkich populacji występują podobne tendencje znane z badań wcześniejszych (3, 4), opisane poniżej.

Komórki drewna, które pojawiają się najwcześniej na wiosnę, charakteryzują się zwykle dużą średnicą promieniową cewek (w granicach 40—50  $\mu\text{m}$ ). Po wytworzeniu ok. 5—10 komórek, średnica cewek stopniowo maleje, osiągając w połowie rocznego słoja wartości ok. 20—25  $\mu\text{m}$ . Kilka ostatnich cewek w słoju charakteryzuje się zwykle najmniejszą średnicą. Wartość średnicy ostatniej cewki w słoju wynosi ok. 10  $\mu\text{m}$ .

Pierwsze cewki w rocznym słoju odznaczają się zwykle cienką ścianą (ok. 2—4  $\mu\text{m}$ ). Grubość ścian kolejno tworzonych cewek drewna wczesnego jest stopniowo większa. W okresie późniejszym wzrost ten jest szybszy. Maksymalną grubość ścian (7—12  $\mu\text{m}$ ) osiągają cewki różniące się w drugiej części sezonu (zajmujące pozycję w ok. 3/4 szerokości słoja). Po osiągnięciu maksimum grubość ścian następnych komórek jest mniejsza i w przypadku ostatniej komórki w słoju osiąga wartości ok. 3,5—5,5  $\mu\text{m}$ .

Analizując dane dotyczące średnic promieniowych cewek można zauważyć, że drzewa z wyższych klas grubości, niezależnie od wieku, odznaczały się nieco większymi wymiarami cewek tworzonych w pierwszej połowie słoja. Przeprowadzony jesienią 1980 r. zabieg rozgęszczenia nie powodował wyraźnych zmian parametrów średnicy. Nie wystąpiły także wyraźne różnice między populacjami na różnych siedliskach. Wpływ wieku uwidocznił się jedynie u drzew cienkich II klasy wieku na siedlisku boru mieszanego. Tworzyły one cewki o mniejszej średnicy niż drzewa cienkie V klasy wieku na tym samym siedlisku.

Widoczne na rysunkach zróżnicowanie wykresów wynika głównie ze zmian w liczbie komórek tworzonych przez drzewa z różnych populacji.

Drzewa młode na siedlisku boru świeżego odznaczały się nieco większymi (o ok. 1—3  $\mu\text{m}$ ) wartościami maksymalnych grubości ścian w porównaniu z analogicznymi drzewami na siedlisku bogatszym. W przypadku V klasy wieku, nieco grubsze ściany tworzyły zwykle drzewa na siedlisku boru mieszanego.

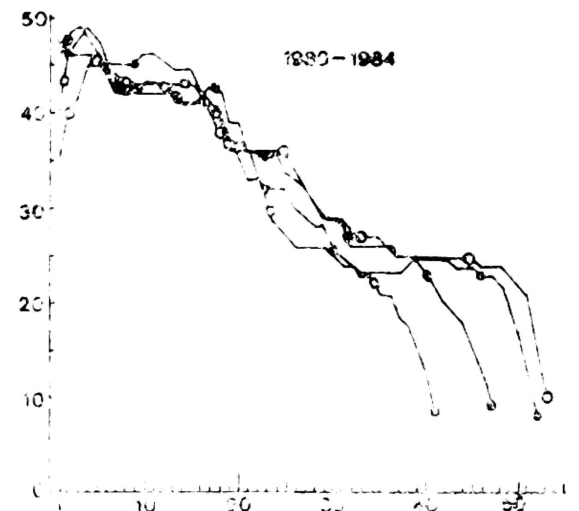
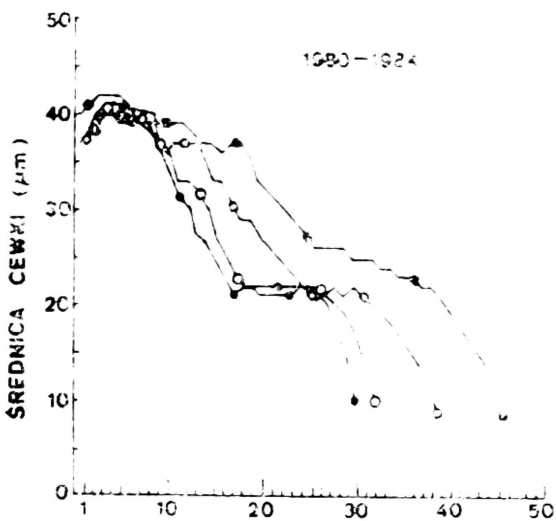
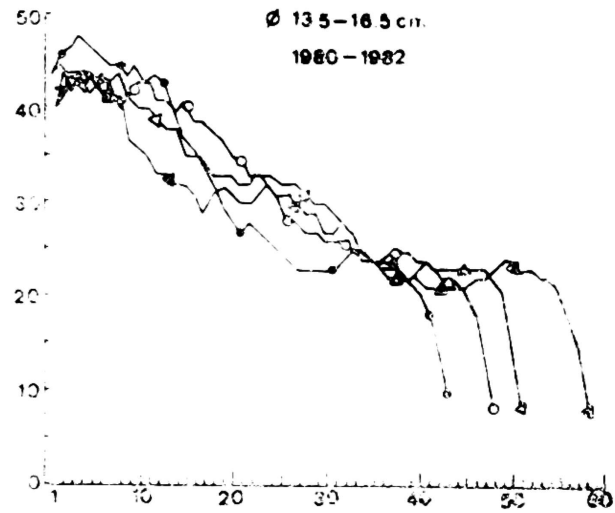
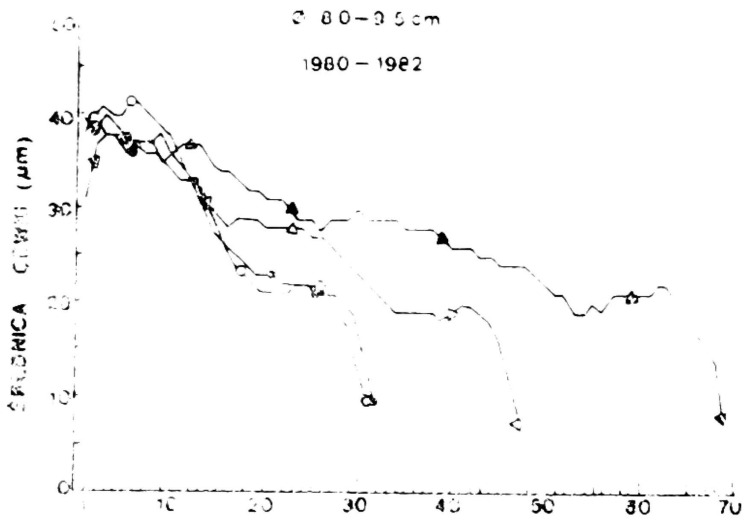
Młode drzewa obu klas pierśnic na siedlisku boru świeżego tworzyły grubszą ścianę niż analogiczne drzewa starsze. Na siedlisku boru mieszanego drzewa młode niższej klasy pierśnic odznaczały się natomiast cieńszą ścianą niż drzewa starsze niższej klasy grubości.

W sezonie 1982 r. grubość ścian komórkowych cewek była zwykle większa (o ok. 1—3  $\mu\text{m}$ ) w porównaniu z latami 1980 i 1984.

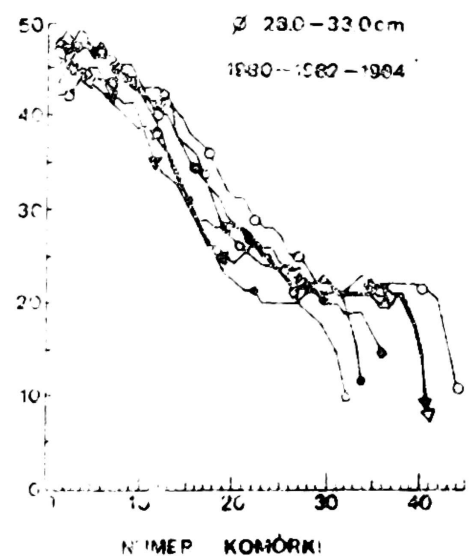
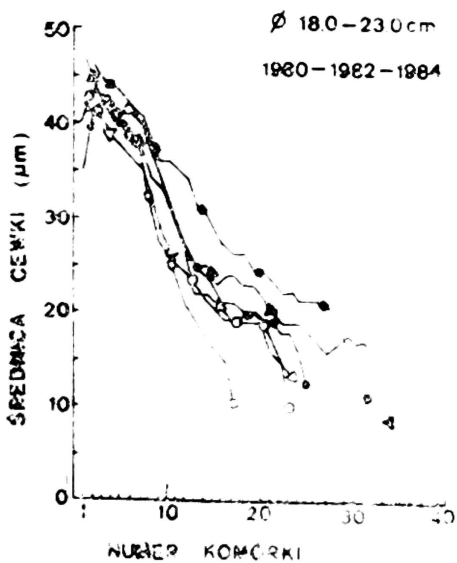
Zabieg rozgęszczenia powodował widoczny wzrost maksymalnych grubości ścian cewek (ok. 1  $\mu\text{m}$ ) tylko w grupie drzew cienkich z młodszej klasy wieku na obydwu siedliskach. We wszystkich pozostałych populacjach rozgęszczenie nie spowodowało wyraźnej zmiany grubości ścian komórek.

Drzewa grube obu klas wieku, na obydwu siedliskach, odznaczały się większą grubością ścian komórkowej w strefie drewna późnego niż analogiczne drzewa cienkie. Maksymalna grubość ścian dla drzew grubych przekraczała 10  $\mu\text{m}$ , osiągając wartości do 12  $\mu\text{m}$ , natomiast dla drzew cienkich wahała się w granicach 6—10  $\mu\text{m}$ . W niektórych przypadkach różnice te można było zmniejszyć do zera przez rozgęszczenie populacji.

33 LATA



37 LAT

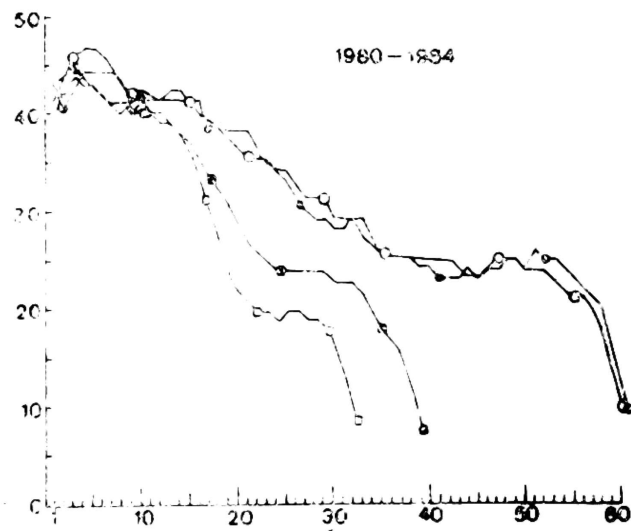
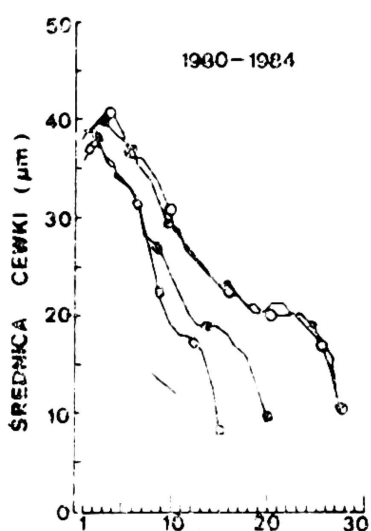
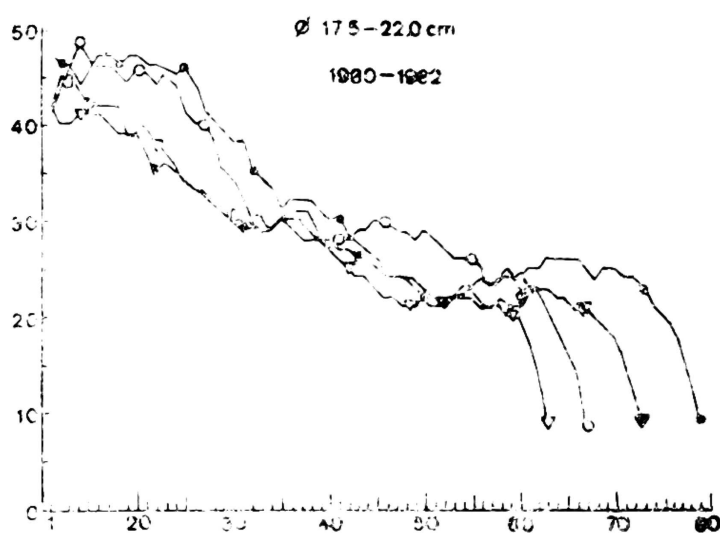
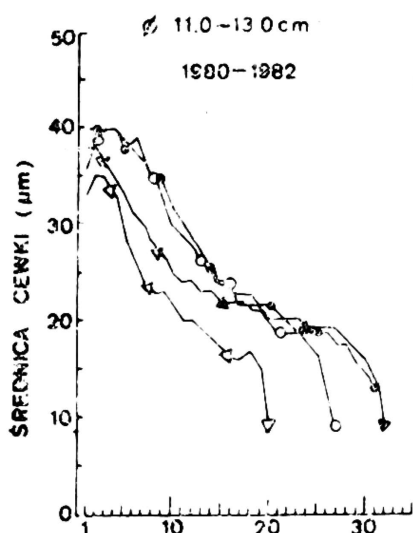


Ryc. 1. Średnica promieniowa kolejnych cewek w rocznym słoju drewna w sezonach 1980 (○ ●), 1982 (▽ ▼), i 1984 (□ ■) w populacjach drzewostanowych sosny na siedlisku boru świeżego, zróżnicowanych pod względem wieku, pierśnicy i zagęszczenia populacji

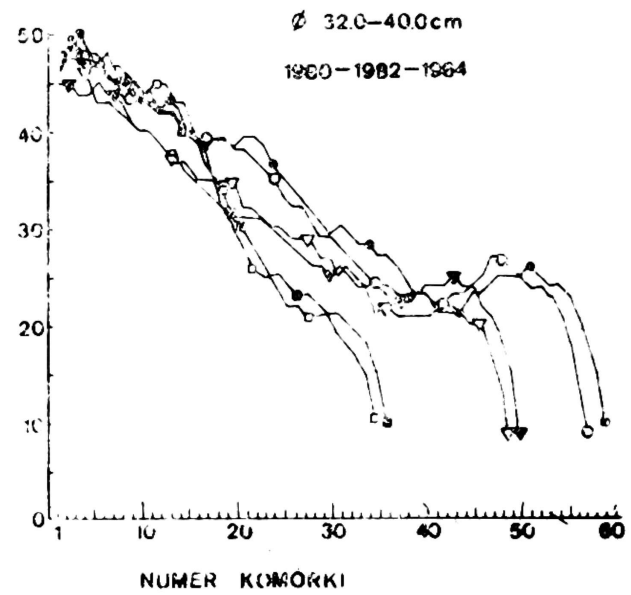
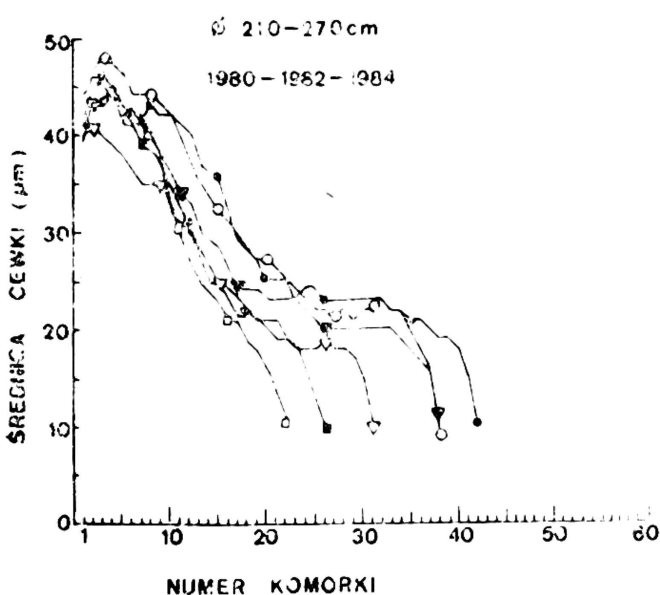
○ ▽ □ — populacje nie rozgęszczone,

● ▼ ■ — populacje rozgęszczone, po zakończeniu sezonu 1980 r.

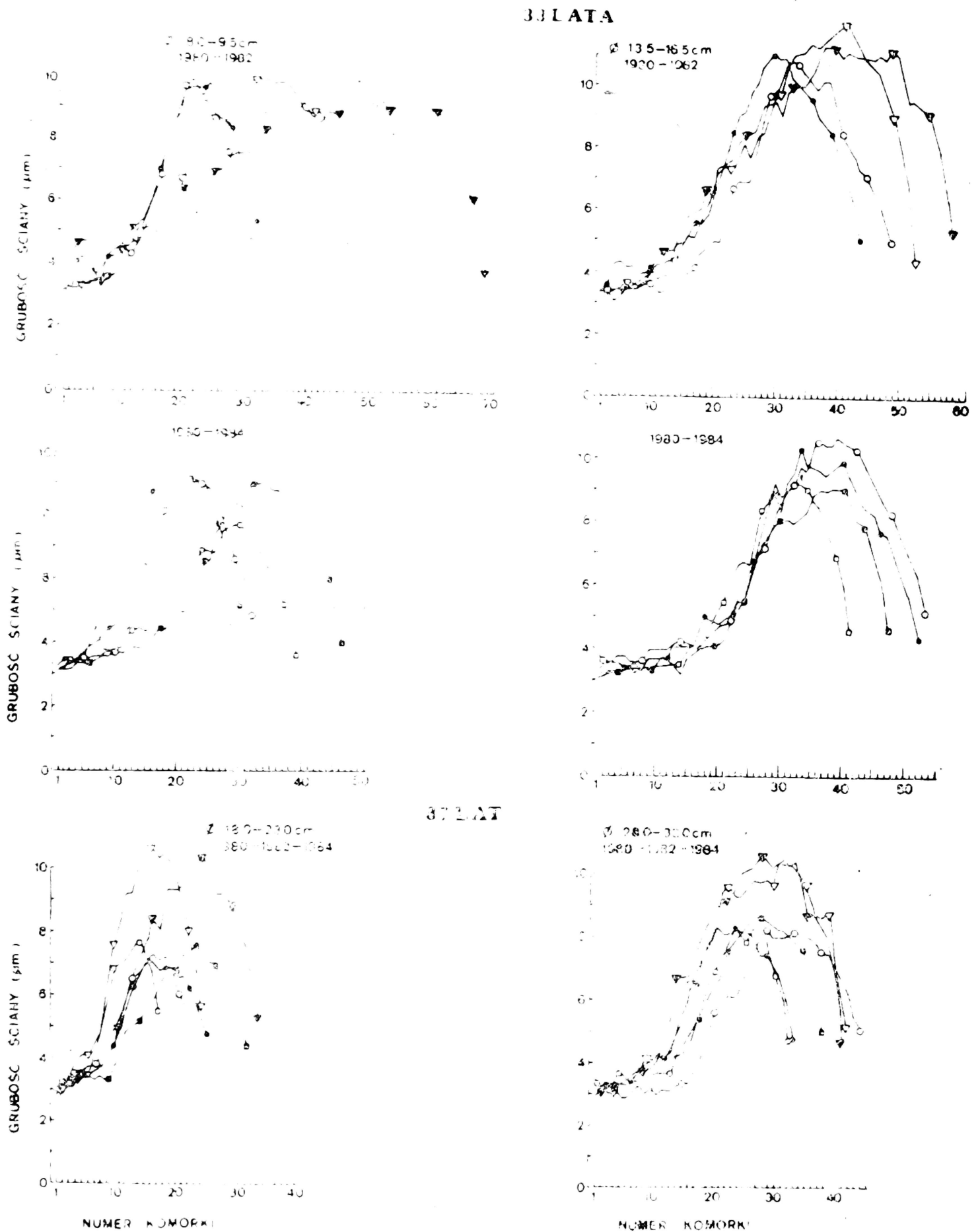
### 36 LAT



### 83 LATA



Ryc. 2. Średnica promieniowa kolejnych cewek w rocznym słoju drewna w sezonach 1980 (○ ●), 1982 (▽ ▼) i 1984 (□ ■) w populacjach drzewostanowych sosny na siedlisku boru mieszanego, zróżnicowanych pod względem wieku, pierśnicy i zagęszczenia populacji  
 ○ ▽ □ — populacje nie rozgęszczone,  
 ● ▼ ■ — populacje rozgęszczone, po zakończeniu sezonu 1980 r.

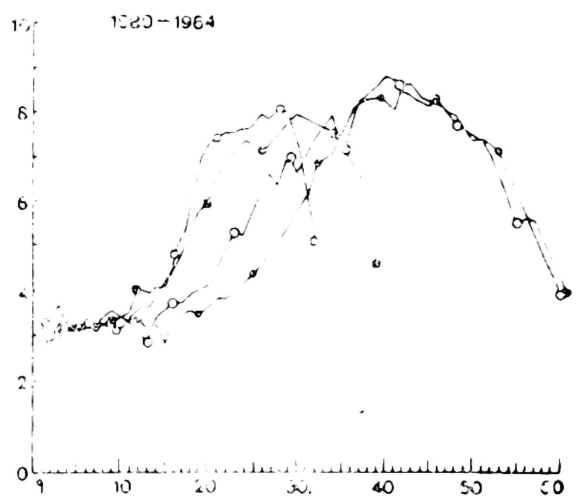
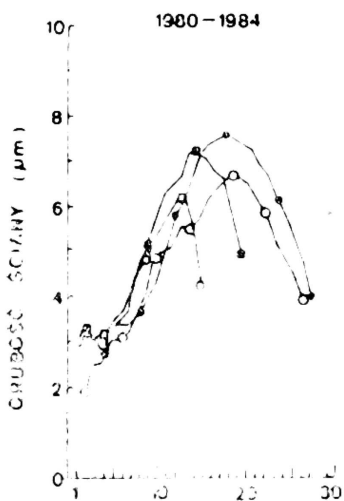
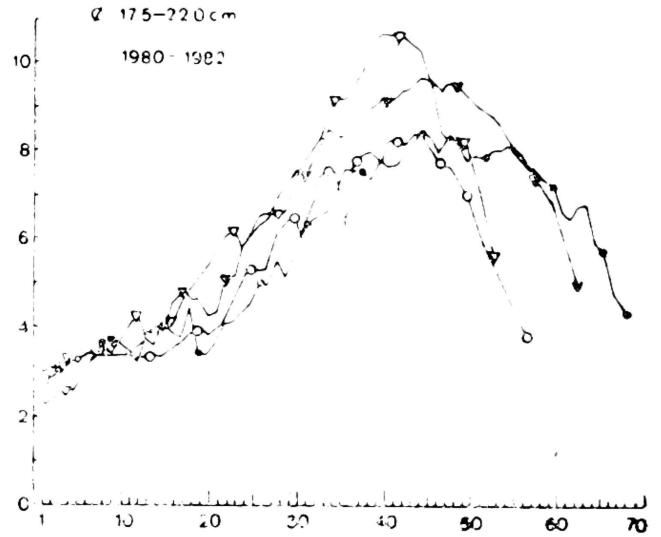
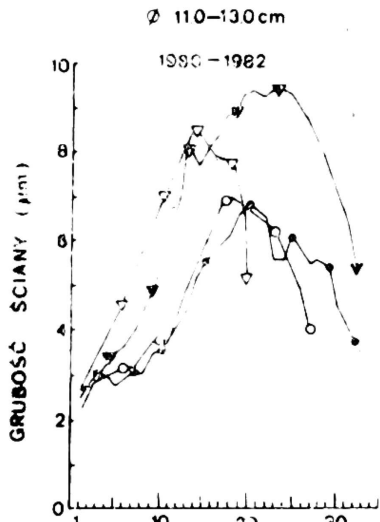


Ryc. 3. Grubość ściany komórkowej kolejnych cewek w rocznym słoju drewna w sezonach 1980 (○ ●), 1982 (▽ ▼) i 1984 (□ ■) w populacjach drzewostanowych sosny na siedlisku boru świeżego, różnicowanych pod względem wieku, pierśnicy i zagęszczenia populacji

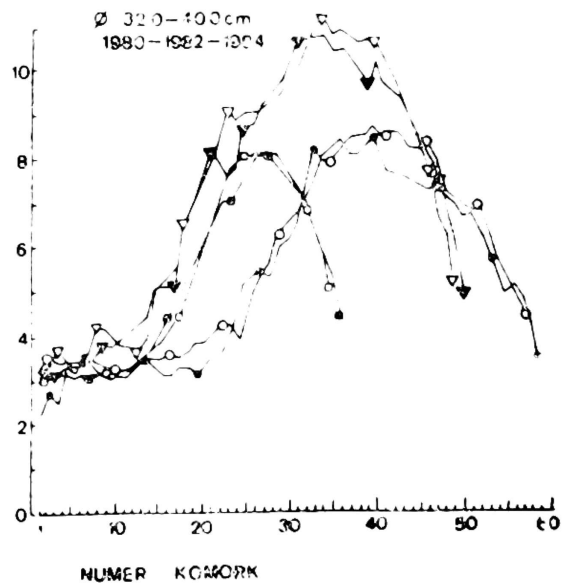
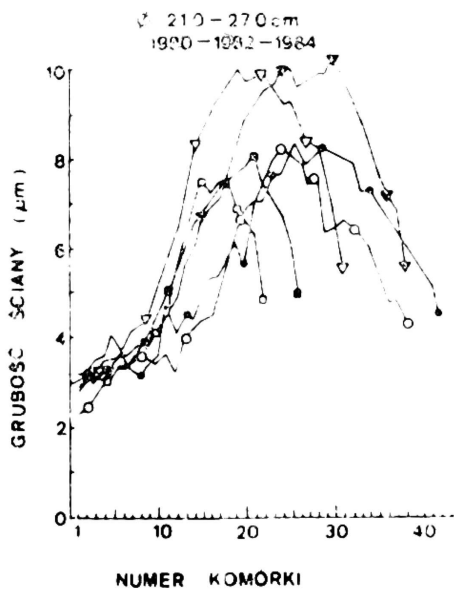
○ ▽ □ — populacje nie rozgęszczone,  
 ● ▼ ■ — populacje rozgęszczone, po zakończeniu sezonu 1980 r.



36 L. AT



83 LATA



Ryc. 4. Grubość ściany komórkowej kolejnych cewek w rocznym słoju drewna w sezonach 1980 (○ ●), 1982 (▽ ▼) i 1984 (□ ■) w populacjach drzewostanowych sosny na siedlisku boru mieszanego zróżnicowanych pod względem wieku, pierśnicy i zagęszczenia populacji  
 ○ ▽ □ — populacje nie rozgęszczone,  
 ● ▼ ■ — populacje rozgęszczone, po zakończeniu sezonu 1980 r.

Biorąc pod uwagę, że czas maturacji cewek nie wykazywał wyraźnych różnic między populacjami badanych drzew, można przypuszczać, że obserwowana zmienność w grubości ścian cewek drewna późnego może być związana z różnicami w intensywności odkładania wtórnej ściany komórkowej.

#### PODSUMOWANIE I WNIOSKI

1. Między badanymi populacjami występowały wyraźne różnice w szerokości strefy maturacji (5—23 komórek) w czasie tworzenia grubościennych cewek drewna późnego. Okres maturacji cewek drewna późnego i dla ostatnich cewek zróżnicowanych przed 19 VIII dochodził do 45—50 dni i nie wykazywał istotnych różnic między populacjami.

2. Wpływ siedliska na maksymalną grubość ścian cewek przejawiał się różnie w zależności od wieku drzew. W przypadku drzew V klasy wieku większą grubością ścian cewek odznaczały się drzewa rosnące na siedlisku boru mieszanego. Natomiast drzewa młode tworzyły grubszą ścianę na siedlisku boru świeżego.

3. Zabieg rozgęszczenia populacji spowodował wyraźny wzrost maksymalnych grubości ścian cewek tylko u drzew cienkich z młodszej klasy wieku.

4. Drzewa z wyższych klas grubości pnia obu klas wieku, na obydwu siedliskach, odznaczały się większą grubością ścian komórkowych w strefie drewna późnego niż drzewa cienkie. W niektórych przypadkach różnice te można było zmniejszyć do zera przez rozgęszczenie populacji.

Z Katedry Botaniki Leśnej  
SGGW-AR w Warszawie

#### LITERATURA

1. Bogaciński B., Zajączkowski S., Wodzicki T. J.: Zmienność inicjacji i kończenia sezonowej aktywności kambium w populacjach drzewostanowych *Pinus sylvestris* L. Sylwan 1988 R. 132 nr 1.
2. Wodzicki T. J.: Investigation on the kind of *Larix polonica* Rac. wood formed under various photoperiodic conditions. Acta Soc. Bot. Pol. 1960 Vol. 29 nr 4.
3. Wodzicki T. J.: Mechanism of xylem differentiation in *Pinus sylvestris* L. J. Exp. Bot. 1971 Vol. 22 No 72.
4. Wodzicki T. J., Zajączkowski S.: Variation of seasonal cambial activity and xylem differentiation in a selected population of *Pinus sylvestris* L. Fol. For. Pol. Ser. A, Leś. 1983 z. 25.
5. Zajączkowski S., Bogaciński B., Wodzicki T. J.: Zmienność długości okresu aktywności kambium w sezonie a liczba produkowanych cewek w populacjach drzewostanowych *Pinus sylvestris* L. Sylwan 1988 R. 132 nr 1.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 19 grudnia 1986 r.

## Краткое содержание

Исследовался радиальный диаметр и толщина клеточных стенок трахеид годовичных колец древесины в популяциях насаждений сосны в зависимости от возраста, диаметра на высоте груди, условий местопроизрастания и степени плотности популяции. Влияние условий местопроизрастания на толщину стенок трахеид различное в зависимости от возраста деревьев. В случае деревьев V класса возраста большей толщиной стенок клеток отличались деревья растущие в условиях местопроизрастания бора смешанного. В тоже время молодые деревья образовали более толстые стенки в условиях местопроизрастания бора свежего.

Деревья из высших классов толщины ствола в этих двух условиях местопроизрастания отличались большим диаметром и более толстыми стенками клеток, чем тонкие деревья. Мероприятие по уменьшению плотности популяции вызвали отчётливый рост толщины стенок трахеид только у тонких деревьев младших классов возраста.

## Summary

The authors studied the radial diameter and the thickness of tracheid cell walls in annual rings in Scots pine populations differing with regard to age, breast height diameter, site and degree of population density. The influence of site on the thickness of tracheid walls was variously manifested, in respect on the age of trees. In case of trees of the 5th age class, thicker walls were formed in trees growing on moderately poor coniferous forest site. Trees from higher trunk diameter classes on both sites were distinguished by greater diameter and greater thickness of cell walls, than thin trees. The reduction of population density caused a distinct increase of the tracheid walls only in thin trees from the younger age class.