

ALINA HEJNOWICZ

Badania anatomiczne drewna modrzewia polskiego (*Larix polonica* Racib.)*

SPIS TREŚCI

I. Wstęp	98
II. Metoda	99
III. Badania własne	102
Opis budowy drewna	102
Ogólna charakterystyka przekroju poprzecznego	102
Ogólna charakterystyka przekroju promienistego	108
Ogólna charakterystyka przekroju stycznego	110
Charakterystyka cewek podłużnych na preparatach zmacerowanych	111
Szczegółowe badania ilościowych cech drewna	112
Przekrój poprzeczny	112
Przekrój promienisty	126
Przekrój styczny	131
Drewno zmacerowane	140
IV. Dyskusja	151
Charakter zmienności cech drewna	151
Porównanie drewna pnia i korzenia	152
Drewno młodociane i drewno dojrzałe	154
Omówienie wartości diagnostycznej cech stosowanych dotychczas dla odróżnienia drewna <i>Larix</i> od <i>Picea</i>	156
Omówienie wartości diagnostycznej cech stosowanych dla wyróżnienia drewna poszczególnych gatunków w obrębie rodzaju <i>Larix</i>	157
Porównanie drewna <i>L. decidua</i> z <i>L. polonica</i>	157
Omówienie wartości diagnostycznej szybko ustalających się cech drewna	157
Ogólne uwagi o zmienności wewnątrzsobniczej i międzysobniczej	163
V. Podsumowanie	163
VI. Literatura	171

* Praca wykonana w Zakładzie Dendrologii i Arboretum Kórnickim Polskiej Akademii Nauk, celem uzyskania stopnia doktorskiego.

Promotor: prof. dr Henryk Tełczyński, Zakład Anatomii i Cytologii Roślin Uniwersytetu Warszawskiego.

WSTĘP

Przystępując do badań nad drewnem modrzewia polskiego, miałam na celu przede wszystkim poznanie struktury drewna i zanalizowanie charakteru zmienności jego elementów składowych w różnych częściach pnia i korzenia. Wtórny cel był wyodrębnienie cech, przy pomocy których można by odróżnić drewno modrzewia polskiego od innych gatunków. Podchodząc do problemu zmienności struktury drewna z tego punktu widzenia, należało szczególną uwagę zwrócić na te cechy drewna, którym dotąd przypisywano istotne znaczenie w diagnostyce drewna.

Z badań własnych oraz z danych literatury wiem, że niektóre cechy anatomiczne drewna nawet jednego osobnika są zmienne w szerokich granicach w zależności od położenia badanej próbki w drzewie. Badania należało więc rozpocząć od analizy zmienności poszczególnych cech i uchwycenia ewentualnych prawidłowości ich zmiany w drzewie. Jedynie bowiem w ten sposób można wyodrębnić cechy stałe, albo ustalające się w rozwoju drzewa, zasługujące na uwagę w badaniach drewna dla celów diagnostyki.

W zmienności cech drewna można wyróżnić kilka typów (Rendle i Clarke — 1934). Są to:

1. Zmienność w małej próbce.
2. Zmienność wzdłuż promienia od rdzenia na zewnątrz wynikająca chociażby stąd, że na każdym poziomie miazga przechodzi przez okres „młodociany” i dopiero po pewnym czasie, po wytworzeniu pewnej ilości pierścieni rocznych, osiąga stan „dojrzały”.
3. Zmienność wzdłuż pnia (względnie korzenia).
4. Zmienność w obrębie pierścienia rocznego związana z sezonową zmianą warunków zewnętrznych.
5. Zmienność spowodowana zmianą warunków innych niż te, z których wynika zmienność w punkcie 4.

Powyższe rodzaje zmienności są dobrze poznane, jeżeli chodzi o taką cechę jak długość elementów drewna. Wiadomo na przykład że długość cewek:

- a) zmienia się w najmniejszej próbce, przy czym różnice mogą sięgać 100%,
- b) wzrasta od rdzenia na zewnątrz w okresie szeregu lat aż do ustalenia się,
- c) zmienia się wzdłuż pnia (w danym pierścieniu) w ten sposób, że odpowiednia krzywa posiada wierzchołek gdzieś w środkowej części pnia,
- d) zmienia się w obrębie pierścienia: cewki drewna późnego są o kilkanaście procent dłuższe od cewek drewna wczesnego.

Literaturę dotyczącą tego zagadnienia omówili między innymi Spurr i Hyvärinen (1954) i Jacenko-Chmielewskij (1954).

Nieco danych w literaturze można znaleźć na temat zmienności poprzecznych wymiarów cewek i grubości ich ścian (Pierełygin — 1956, Fry i Chalk — 1957, Ponomariew — 1934). Z danych tych wynika ogólna prawidłowość polegająca na tym, że średnie wymiary cewek i grubość ich ścian w kolejnych pierścieniach rocznych jednego poprzecznego przekroju rosną od rdzenia na

zewnątrz. Wzrost grubości ścian kompensuje w ten sposób, w pewnym zakresie, ujemny wpływ wzrostu wymiarów cewek na mechaniczne właściwości drewna. Grubienie ścian zachodzi tylko do pewnego wieku, przykładowo do 80 roku, po czym wspomnianej kompensacji już nie ma i ciężar właściwy drewna spada. Rozmiary poprzeczne cewek w obrębie jednego pierścienia wzdłuż osi pnia do pewnej wysokości rosną, malejąc w strefie korony w kierunku wierzchołka. Grubość ścian przeciwnie: z początku maleje, a potem w strefie korony wzrasta. W związku z tym zmieniają się i techniczne właściwości drewna: w dolnej części pnia znajduje się drewno zwarte, o dużym ciężarze właściwym, który spada wzdłuż osi pnia, wzrastając na nowo w strefie korony (za Ponomariewem — 1934).

Marginesowo była badana zmienność innych cech drewna i to głównie w związku ze zmianami warunków zewnętrznych.

W ostatnich latach poświęcono więcej uwagi zmienności struktury drewna przy porównaniu pnia z korzeniem. Na istnienie odrębności strukturalnej tych organów wskazują już prace sprzed blisko 70 lat (Burgerstein — 1908). Z ostatnich lat należy wymienić pracę Wichrowa i Kostariewej (1960).

Strukturą drewna modrzewia interesowano się głównie z tej racji, że istnieją trudności w odróżnieniu drewna tego rodzaju od drewna świerka. Badania Budkiewicz (1956, 1961), Gregussa (1955), Bremówniej (1934), Diannelidisa (1953), Phillipsa (1941, 1948), Moskałewoj (1962), Hubera (1951), Wichrowa (1959), Schmidta (1941) poświęcone były sprawie wyodrębnienia takich cech, które umożliwiłyby rozróżnienie drzewien obu tych rodzajów. Prace Budkiewicz (1956, 1961) oraz Gregussa (1955) traktują to zagadnienie jeszcze szerzej; autorzy ci usiłują znaleźć cechy, przy pomocy których można by odróżnić od siebie poszczególne gatunki w obrębie rodzaju. Wśród opracowanych przez tych autorów gatunków modrzewia nie ma *Larix polonica*. Jest natomiast *L. decidua*, z którym *L. polonica* jest niewątpliwie blisko spokrewniony (Szafer — 1913, 1935, Sukaczew — 1924, Jedliński — 1918 i inni).

Niniejsza praca będzie więc równocześnie próbą konfrontacji wyników badań własnych nad drewnem modrzewia polskiego z badaniami szeregu autorów nad drewnem rodzaju *Larix*.

METODA

Badania przeprowadzono w oparciu o następujący materiał:

1. pień drzewa o wysokości 23 m z Góry Chełmowej, wiek 104 lata;
2. pień i korzeń drzewa o wysokości 25 m z Bliżyna (Nadleśnictwo Skarżysko), wiek 78 lat;
3. pień drzewa o wysokości 26 m również z Bliżyna, wiek 67 lat.

Wiek badanych drzew określono na podstawie liczby pierścieni na krążku odziomkowym.

Próbki drewna pni pobrano w sposób następujący: ze ściętych pni odpilowano krążki w różnych odległościach od podstawy drzewa. Z krążków wycięto promieniste paski o szerokości około 2 cm przechodzące wzdłuż średnicy N/S. Z każdego paska (ze strony północnej) pobrano próbki drewna odpowiadające określonym numerom pierścieni rocznych. Zestawienie badanych próbek pni (poziomy i numery badanych pierścieni) podają tabele 1 i 2.

Jak pokazuje zestawienie, próbki pobierano przeważnie z pierścieni 1, 7, 14, 30, 50, 70 i z ostatniego na danym poziomie. Nie zawsze jednak można było pobrać próbki konsekwentnie

według powyższej zasady (ze względu na lokalne zaburzenia w budowie drewna w postaci sęków, martwic). Wtedy trzeba było albo zrezygnować z danej próbki, albo zastąpić ją próbką z pierścienia sąsiedniego.

Szczegółową analizą przeprowadzoną na wszystkich wyżej wymienionych próbkach objęto 32 cechy. Sposób przeprowadzania pomiaru każdej z tych cech będzie omówiony osobno w części szczegółowej.

Do pomiaru długości cewek, oprócz wymienionych w tabeli 1, pobrano próbki z prawie wszystkich kolejnych pierścieni na 12 poziomach drzewa 1 (tab. 2).

Tabela 1

Nr drzewa	Badany poziom (oznaczenie i odległość od podstawy)	Średnica (w m)	Numery badanych pierścieni (od rdzenia)
1	B (1,25 m)	0,36	1, 7, 14, 30, 50, 69, 90, 103
	J (9,6 m)	0,24	1, 7, 14, 30, 70, 89
	N (14,9 m)	0,18	1, 7, 14, 26—28, 31—38, 49, 72
	W (22,0 m)	0,04	1—18 ¹
2	A (0,10 m)	0,29	1—3, 7, 14, 30, 50, 78 ¹
	C (2,0 m)	0,22	1, 7, 30, 75
	F (5,0 m)	0,20	57—68
	M (12,0 m)	0,17	1, 7, 30, 54
	R (17,0 m)	0,14	1—39
	Z (23,0 m)	0,05	1—7, 14 ¹
3	C (2,0 m)	0,21	1, 7, 30, 65
	O (17,0 m)	0,13	1, 7, 30, 44

¹ Próbkę wykorzystano tylko do analizy poprzecznych wymiarów cewek podłużnych.

Tabela 2

Wykaz poziomów, z których pochodziły próbki do pomiarów długości cewek w ostatniej warstwie pierścienia (najpóźniejsze drewno)

Poziom	B	C	D	F	H	J	L	N	P	S	U	W
Odległość od podstawy pnia (w m)	1,2	2,3	3,4	5,5	7,5	9,6	11,7	14,9	17,0	19,0	21,0	22,0
Średnica (w m)	0,36	0,35	0,35	0,31	0,27	0,24	0,22	0,18	0,15	0,10	0,05	0,04

Badania zmienności długości cewek w pniu 1 oparto na blisko 800 średnich obliczonych z 50 pomiarów. Sposób pobierania próbek i sposób pomiaru cewek objaśniono na s. 141.

Próbki drewna z korzenia pobrano w sposób podobny jak z pni. Z wykopanego korzenia bocznego, skierowanego pod kątem 60° do poziomu, odpiłowano krążki z podanych w tabeli 3 odległości od jego nasady. Próbki odpowiadające pierścieniom rocznym pochodziły z górnej strony korzenia. Oś korzenia była przesunięta na dolną jego stronę. Badane pierścienie były więc stosunkowo szerokie.

Do badań włączono również trzyletnie siewki *Larix polonica* ze szkółki Arboretum w Kórniku (tab. 4).

Tabela 3

Badane poziomy i numery pierścieni korzenia

Odległość krążka od nasady korzenia		Średnica (w m)	Numery badanych pierścieni
I	0,1 m	0,11	1, 7, 14, 30, 50, 69
II	0,4 m	0,05	1, 7, 14, 30, 50
III	1,0 m	0,02	2—20, 34, 35, 38, 39, 40 (tylko do poprzecznych wymiarów cewek podłużnych)
IV	1,6 m	0,01	wszystkie dostrzegalne pierścienie (tylko do pomiarów szerokości pierścieni)

Tabela 4

Nr siewki	Badane poziomy (w nawiasach podano odległość od podstawy w cm)		
	łodyga	szyjka korzeniowa	korzeń
1	D (130), F (104), J (64), L (48), N (6)	0	I (13) II (18)
2	N (6)	0	
3	N (6)	0	

W drewnie siewek badano wszystkie pierścienie występujące na danym poziomie, to znaczy jeden z poziomów *D*-*J*, dwa z poziomów *L*, *N* w pniu, dwa z poziomów *I*, *II* w korzeniu i trzy pierścienie ze strefy szyjki korzeniowej (przyrost badanych siewek na długość w pierwszym roku życia był bardzo słaby i wynosił około 5 cm, stąd już w odległości 6 cm od podstawy łodygi na poprzecznym przekroju występowały tylko 2 pierścienie roczne).

Z zestawionych w tabelach 1—4 próbek sporządzono na mikrotomie saneczkowym szereg trwałych, zatopionych w balsamie preparatów z przekrojami: poprzecznym, promienistym i stycznym. Barwiono je kwaśną fuksyną (różnicowano w kwasie pikrynowym) lub fioletem krystalicznym (różnicowano w eugenolu). Dla pomiarów długości cewek przygotowano preparaty ze zmacerowanych drewn. Macerację przeprowadzono przy pomocy mieszaniny kwasu octowego lodowatego z perhydrolem w stosunku 1 : 1 w temperaturze 80°C przez okres 8—15 godzin. Materiał do maceracji w postaci stycznych skrawków o grubości 150—200 mikronów ścinano przy pomocy mikrotomu. Zwykle oddzielano dwie warstwy z obu powierzchni każdego pierścienia; jedna stanowiła próbkę najwcześniejszego drewna, druga najpóźniejszego tego samego pierścienia. Każdą warstwę macerowano oddzielnie. W niektórych wypadkach ilość pobranych do maceracji warstw z jednego pierścienia była większa.

Szczegółowe informacje o sposobie przeprowadzania pomiarów podano przy opisie wyników badań.

Mikrofotografie wykonano przy pomocy mikroskopu radzieckiego MBI-6 przy sile światła równej 18 wolt. Obraz mikroskopowy rzutowano wprost na papier fotograficzny dokumentacyjny. Powiększenie oryginałów wynosi przy okularze 5× i obiektywie 10× 50 razy, a przy okularze 5× i obiektywie 20× 100 razy. Powiększenie otrzymanych negatywowych mikrofotografii podano przy odpowiednich tablicach.

BADANIA WŁASNE

Na wstępie przedstawię ogólną charakterystykę różnych przekrojów badanego drewna. Analiza ilościowa poszczególnych cech będzie przeprowadzona w rozdziałach następnych. W opisie będą używane następujące skróty:

DW — drewno wczesne

DM — drewno młodociane

DP — drewno późne

DD — drewno dojrzałe

Skrót dla numeracji zdjęć: tabl. i dwie liczby, z których: cyfry rzymskie oznaczają numer tablicy, cyfry arabskie — numer zdjęcia na tablicy.

Skrót na oznaczenie pochodzenia danej próbki drewna: cyfra arabska — numer drzewa; litera (w pniu) i cyfra rzymska (w korzeniu) — poziom; cyfra arabska za literą — numer pierścienia, np. 1 (A) 1 — drzewo 1, poziom A, pierścień 1.

OPIS BUDOWY DREWNA

Ogólna charakterystyka przekroju poprzecznego

Pień

Pierścienie roczne. Granice między pierścieniami w pniu są zawsze ostre. Szerokość pierścieni waha się w granicach 0,12—11 mm (rys. 1). Najszersze występują w obrębie pierwszych 20—30 pierścieni. Wykres ilustrujący zależność szerokości pierścieni od ich położenia względem rdzenia na różnych poziomach jednego drzewa ilustruje rys. 2. Z wykresu tego wynika, że po początkowym wzroście i osiągnięciu maksymalnej wartości, następuje stały, stopniowy spadek szerokości pierścienia. W dolnej części pnia maksymalna szerokość na danym poziomie osiągnięta zostaje znacznie wcześniej niż na wyższych poziomach pnia.

Szerokość pierwszych pierścieni maleje od podstawy pnia ku wierzchołkowi.

Drewno wczesne i późne. Przejście od DW do DP w obrębie pierścienia rocznego może być albo łagodne (tabl. I-1), albo nagłe (tabl. I-3, 4). Kryterium rodzaju przejścia jest to, czy średnica światła cewek na przekroju poprzecznym zmniejsza się od DW do DP stopniowo, czy też maleje gwałtownie w mniej więcej tej samej odległości od rdzenia we wszystkich promienistych szeregach komórek.

Jak wynika z tabeli 5, w pierścieniach położonych w pobliżu rdzenia przejście od DW do DP jest łagodne, w dalszych skokowe. Pierścienie o łagodnym przejściu między DW a DP stanowią w pniu zawsze grupę zaczynającą się od rdzenia. Wyjątek stanowi poziom P, na którym pierścienie takie tworzą jeszcze jedną grupę oddzieloną od pierwszej pierścieniami o łagodnym przejściu między DW a DP. Ta druga grupa pierścieni pochodzi z miejsca tuż ponad sękiem wypadającym; jej występowanie jest być może wyrazem pewnych zaburzeń w rozwoju miazgi, spowodowanych zarastaniem sęka. Na uwagę zasługują poziomy z pobliza powierzchni ziemi (A w pniu i pierwszy w korzeniu). Wszystkie pierścienie na tych poziomach posiadają przejście między DW a DP łagodne.

Tabela 5

Charakter przejścia między DW a DP w pierścieniu

Nr drzewa	Poziom (odległość od podstawy pnia w m)	Numery pierścieni z łagodnym przejściem w obrębie pierścienia	Numery pierścieni o nagłym przejściu między DW a DP	% pierścieni z łagodnym przejściem
1 pień	W-22,0	1-18	—	100
	P-17,0	1-13, 20-29	14-19, 30-62	37,1
	N-14,9	1-28	29-72	39
	L-11,7	1-34	35-84	40,5
	J- 9,6	1-32	33-89	35,5
	H- 7,5	1-23	24-93	24,7
	F- 5,5	1-32	33-97	33
	D- 3,4	1-46	47-101	45,5
	C- 2,3	1-47	48-103	45,6
	B- 1,25	1-32	33-103	37,6
2 pień	Z-23,0	1-13	14	93
	R-17,0	1-31	32-39	79,4
	F- 5,0	1-14	15-68	20,6
	C- 2,0	1-20	21-75	26,7
	A- 0,1	1-80	—	100
2 korzeń	0,1	1-71	—	100
	0,40	1-24	25-55	43,6
	1,0	1-12	13-40	30
	1,6	brak typowego drewna późnego		

W tym miejscu korzystne byłoby wprowadzenie pojęć: drewno młodociane i drewno dojrzałe.

Zgodnie z definicją Rendle (1958, 1960), drewno młodociane jest tworzone we wczesnej fazie życia drzewa i charakteryzuje się progresją wymiarów elementów, zmianą kształtu, struktury i rozmieszczenia komórek w kolejnych pierścieniach rocznych oraz stopniowym zaostrzaniem przejścia między DW a DP. Drewno dojrzałe jest tworzone po okresie młodocianym i składa się z komórek o ustalonych ogólnie wymiarach. Charakteryzuje się przy tym ustaloną strukturą (o tyle, o ile nie zmienia się ona pod wpływem warunków zewnętrznych). W drewnie dojrzałym przejście między DW a DP jest nagłe.

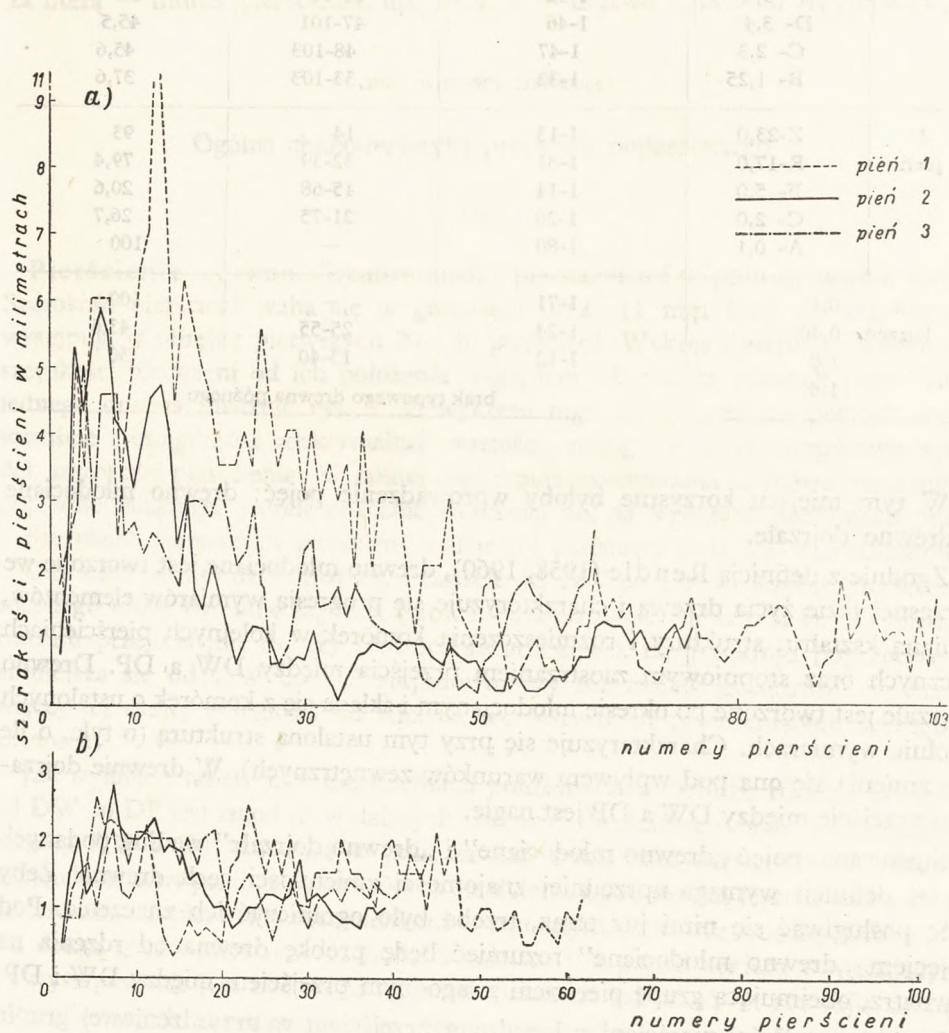
Stosowanie pojęć „drewno młodociane” i „drewno dojrzałe” według podanych wyżej definicji wymaga uprzedniej znajomości zmienności cech drewna. Żeby móc posługiwać się nimi już teraz, trzeba było ograniczyć ich znaczenie. Pod pojęciem „drewno młodociane” rozumieć będą próbkę drewna od rdzenia na zewnątrz, obejmującą grupę pierścieni z łagodnym przejściem między DW i DP.

Porównując ilości pierścieni z łagodnym przejściem w przyrdzeniowej grupie na różnych poziomach odnosi się wrażenie, że na wyższych poziomach, a więc w częściach łodygi tworzonych w późniejszej fazie rozwoju drzewa, miazga wcześnie-

niej zakańcza młodocianą fazę rozwoju. Tuż nad powierzchnią ziemi i w nasadowej części korzenia faza ta rozciągałaby się na cały okres funkcjonowania miazgi.

Pomijając najniższy poziom, do drewna młodocianego w pniu należałoby zaliczyć średnio pierwszych 30 pierścieni. Jest to liczba znacznie większa niż tą, jaką np. podaje Jacenko-Chmielewski (1954) (według niego podstawowe cechy strukturalne drewna osiągają dojrzałość po osiągnięciu wieku 10–15 lat), lecz zgodna z liczbą podawaną przez Phillipsa (1948).

Stosunek ilości DW do DP w obrębie pierścienia zmienia się na różnych poziomach w sposób podobny; w grupie pierwszych 15 pierścieni udział DP jest mniejszy niż w pozostałych (rys. 3). Najwięcej DP jest w przyziemnej części pnia i przyległej do niej części korzenia. Najmniej — w odległych od podstawy



Rys. 1. Zmiana szerokości pierścieni wzdłuż promienia. Porównanie tych samych numerów pierścieni, z tych samych wysokości, w trzech drzewach *L. polonica* (a) — 2m; b) — 17m)

szczytowych częściach korzenia, gdzie typowe DP występuje jedynie w pierwszych kilkunastu pierścieniach.

Różnice między DW a DP na przekroju poprzecznym dotyczą głównie: 1) poprzecznych rozmiarów cewek, 2) grubości ich ścian (co zostanie szczegółowo zanalizowane w dalszej części pracy), 3) rozmieszczenia jamek lejkowatych w cewkach podłużnych; w DW jamki występują tylko na ścianach promienistych, w DP również na ścianach stycznych. W jednej promienistej ścianie cewki DW można znaleźć jedną lub dwie jamki. W tym ostatnim wypadku obie jamki mogą prowadzić do jednej tylko cewki sąsiedniej (tabl. II-11) względnie do dwóch cewek (tabl. II-9). W cewkach DP jamek występujących parami nie spotyka się. Układ cewek w DW jest regularny, rzędowy. W DP między rzędy komórek obecnych w DW wciskają się drobne komórki (tabl. II-8, 10), które są poprzecznymi przekrojami ostrych zakończeń cewek. Związane to jest niewątpliwie z silniejszym w DP wzrostem intruzywnym cewek.

Promienie drzewne są z reguły jednorzędowe. Dwurzędowe są tylko pewne odcinki tych promieni, wzdłuż których przebiegają poziome przewody żywiczne. Będzie o tym mowa przy charakterystyce przekroju stycznego. Promienie są od siebie oddzielone 1—17 rzędami cewek. Analizę zagęszczenia promieni przeprowadzono na przekroju stycznym (s. 135—136).

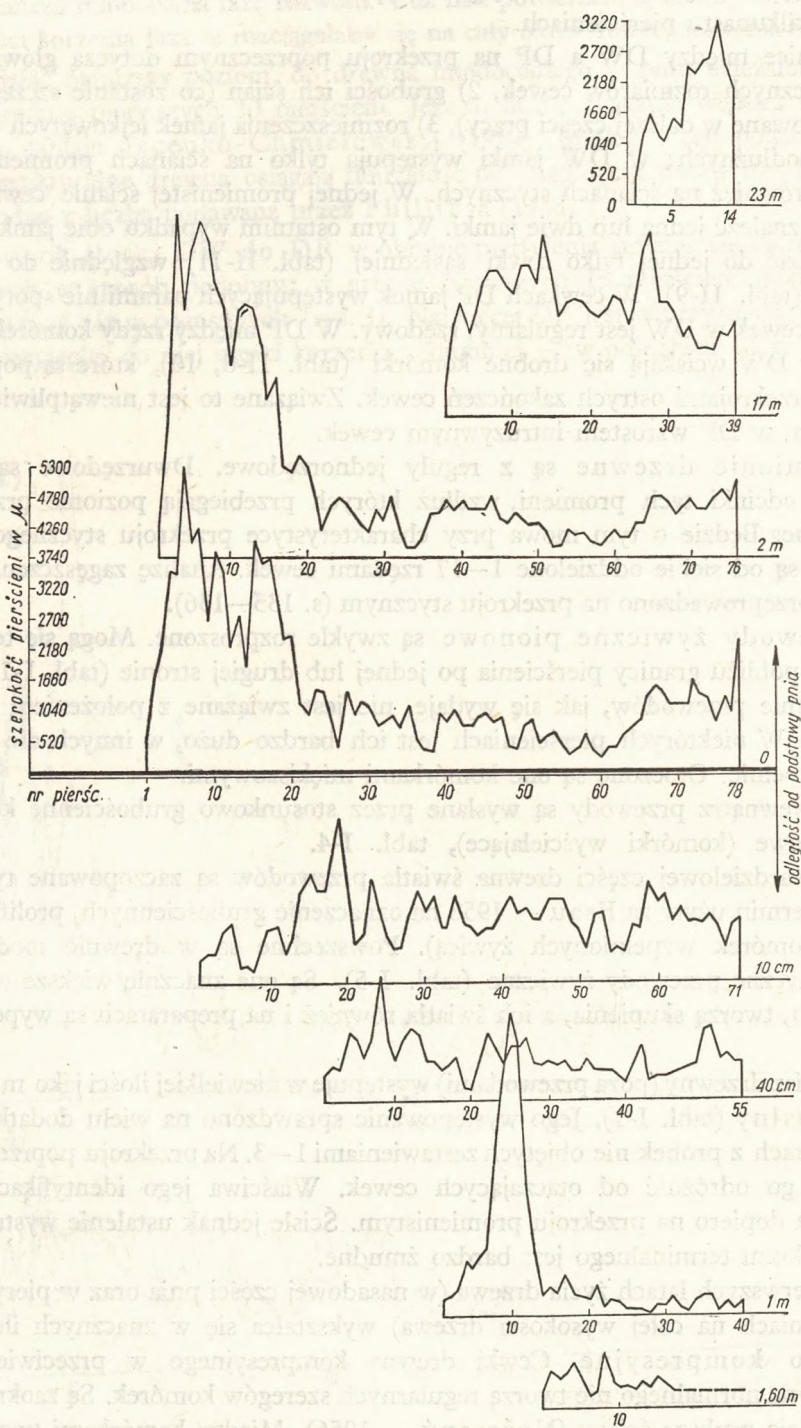
Przewody żywiczne pionowe są zwykle rozproszone. Mogą się też skupiać w pobliżu granicy pierścienia po jednej lub drugiej stronie (tabl. I-1). Występowanie przewodów, jak się wydaje, nie jest związane z położeniem próbki w pniu. W niektórych pierścieniach jest ich bardzo dużo, w innych nie występują zupełnie. Otoczone są one komórkami miękiszowymi.

Od wewnątrz przewody są wysłane przez stosunkowo grubościennie komórki miękiszowe (komórki wyścielające), tabl. I-4.

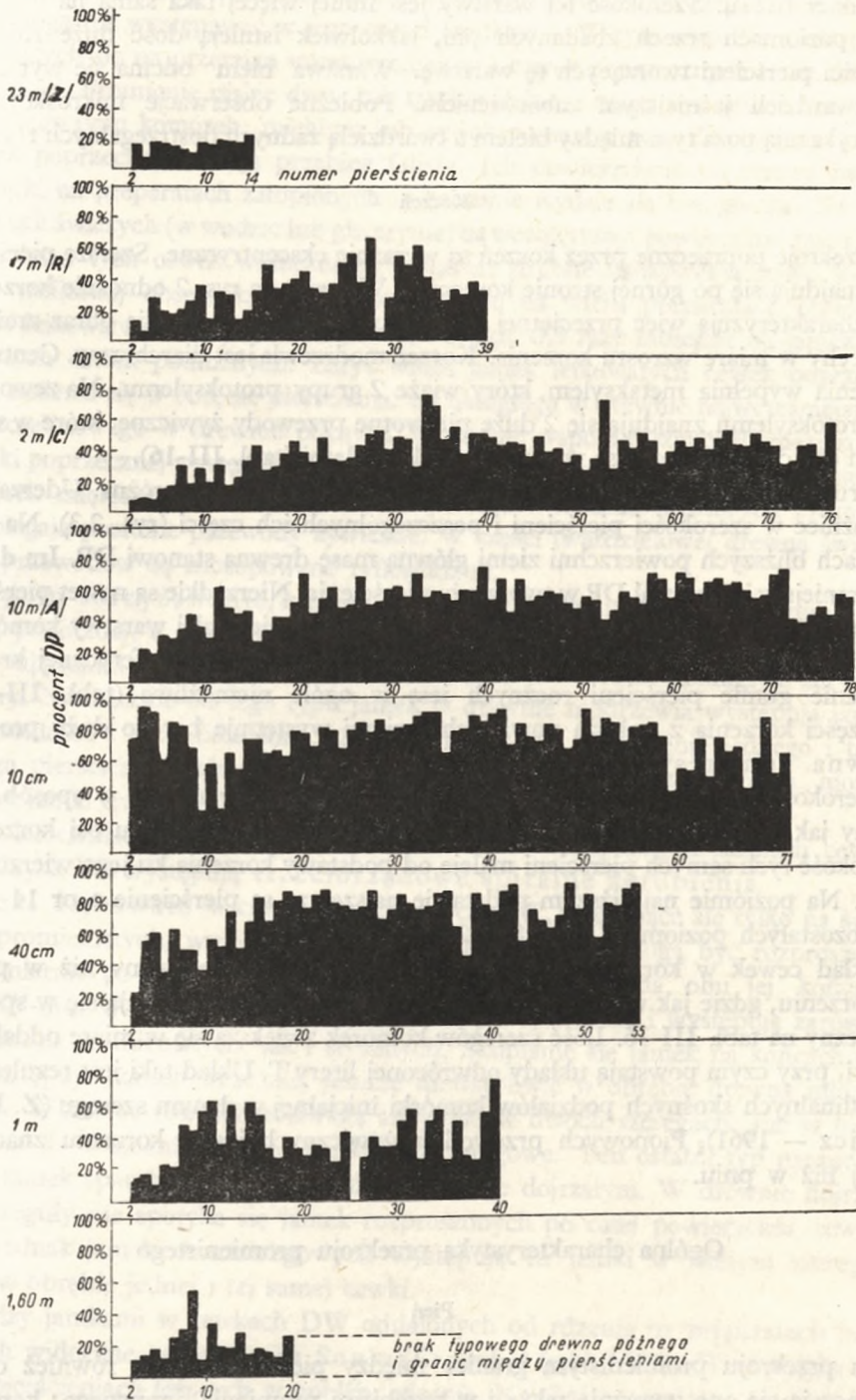
W twardej części drewna światła przewodów są zaczipowane tylosoidami (termin użyty za Esau — 1958 na oznaczenie grubościennych, proliferowanych komórek wypełnionych żywicą). Powszechne są w drewnie modrzewia traumatyczne przewody żywiczne (tabl. I-5). Są one znacznie większe od normalnych, tworzą skupienia, a ich światła również i na preparatach są wypełnione żywicą.

Miękisz drzewny (poza przewodami) występuje w niewielkiej ilości jako miękisz terminalny (tabl. I-1). Jego występowanie sprawdzono na wielu dodatkowych preparatach z próbek nie objętych zestawieniami 1—3. Na przekroju poprzecznym trudno go odróżnić od otaczających cewek. Właściwa jego identyfikacja jest możliwa dopiero na przekroju promienistym. Ścisłe jednak ustalenie występowania miękiszu terminalnego jest bardzo żmudne.

W pierwszych latach życia drzewa (w nasadowej części pnia oraz w pierwszych pierścieniach na całej wysokości drzewa) wykształca się w znacznych ilościach drewno kompresyjne. Cewki drewna kompresyjnego w przeciwieństwie do drewna normalnego nie tworzą regularnych szeregów komórek. Są zaokrąglone i posiadają grubsze ściany (Nečesaný — 1956). Między komórkami tworzą się drobne, liczne przestrzenie międzykomórkowe (tabl. II-12).



Rys. 2. Zmiana szerokości pierścieni w pniu i korzeniu jednego drzewa (drzewo 2)



Rys. 3. Szerokość strefy DP w pierścieniu rocznym wyrażona w procentach (drzewo 2)

Warstwa 10—20 zewnętrznych pierścieni o grubości około 1,5—2 mm ma charakter bielu. Szerokość tej warstwy jest mniej więcej taka sama na wszystkich poziomach trzech zbadanych pni, jakkolwiek istnieją dość duże różnice w ilości pierścieni tworzących tę warstwę. Warstwa bielu odcina się wyraźnie od twardzieli jaśniejszym zabarwieniem. Pobieżne obserwacje mikroskopowe nie wykazują poza tym między białem a twardzielą żadnych dostrzegalnych różnic.

Korzeń

Przekroje poprzeczne przez korzeń są wyraźnie ekscentryczne. Szersze pierścienie znajdują się po górnej stronie korzenia. Wykresy na rys. 2 odnośnie korzenia nie charakteryzują więc przeciętnej szerokości pierścieni, lecz dają obraz zmiany tej cechy w miarę wzrostu korzenia. Korzeń modrzewia jest diarchiczny. Centrum korzenia wypełnia metaksylem, który wiąże 2 grupy protoksylemu. Na zewnątrz od protoksylemu znajdują się 2 duże pierwotne przewody żywiczne, które w starszych częściach korzenia są wypełnione tylosoidami (tabl. III-16).

Struktura korzenia w różnych odległościach od podstawy jest różna. Uderzające są różnice w szerokości pierścieni i poszczególnych ich części (rys. 2,3). Na poziomach bliższych powierzchni ziemi główną masę drewna stanowi DP. Im dalej, tym mniejszy jest udział DP w tworzeniu pierścienia. Nierzadkie są nawet pierścienie, w których DP jest utworzone tylko z jednej i to nieciągłej warstwy komórek. Na poziomie najbardziej od podstawy odsuniętym, w części peryferycznej krążka ustalenie granic pierścieni rocznych jest w ogóle niemożliwe (tabl. III-15). W części korzenia z pobliza powierzchni ziemi występuje bardzo duży procent drewna kompresyjnego.

Szerokość pierścieni w korzeniu zmienia się wzdłuż promienia w sposób podobny jak w pniu (rys. 2) — najszersze są pierścienie w poblizu osi korzenia. Szerokość tych samych pierścieni maleje od podstawy korzenia ku jego wierzchołkowi. Na poziomie najbliższym podstawie najszersze są pierścienie o nr 14—23, na pozostałych poziomach o nr 8—12.

Układ cewek w korzeniu w pierścieniach pierwszych jest inny niż w pniu. W korzeniu, gdzie jak wiadomo rdzeń nie występuje, cewki układają się w sposób widoczny na tabl. III-16. Ilość szeregów komórek zwiększa się w miarę oddalania od osi, przy czym powstają układy odwróconej litery T. Układ taki jest rezultatem antyklinalnych skośnych podziałów komórki inicjalnej w danym szeregu (Z. Hejnowicz — 1961). Pionowych przewodów żywicznych jest w korzeniu znacznie mniej niż w pniu.

Ogólna charakterystyka przekroju promienistego

Pień

Na przekroju promienistym granice między pierścieniami są również ostre. Zaznaczają się one wyraźnie także i w przebiegu promienia drzewnego; komórki promienia zaczynają się dokładnie na granicy lub w poblizu granicy pierścienia.

Promienie drzewne są heterogeniczne; w skład ich wchodzi komórki mięksiszowe i cewki poprzeczne. Cewki występują głównie na brzegach promienia, lecz mogą też występować w jego części środkowej. W tym wypadku ilość przeplatających się na przemian warstw mięksiszu i cewek poprzecznych może dochodzić do 8. Promienie niskie dwu- lub trzykomórkowe mogą być utworzone tylko z jednego typu komórek: mięksiszu lub cewek poprzecznych. Zewnętrzne ściany cewek poprzecznych mają przebieg falisty. Ich powierzchnia od strony światła komórki na preparatach zatopionych w balsamie wydaje się być gładka. Na preparatach świeżych (w wodzie lub glicerynie) na wewnętrznej powierzchni zewnętrznych ścian tych cewek widoczne są wyraźnie drobne ząbkowania (tabl. V-27). Przy wnikliwej obserwacji można je dostrzec na wielu preparatach trwałych. Jamki lejkowate cewek poprzecznych są od 2 do 2,5 razy mniejsze od jamek lejkowatych cewek podłużnych. Zarys wlotu jamek lejkowatych cewek poprzecznych zmienia się w obrębie pierścienia: od okrągłego w drewnie najwcześniejszym do szczelinowego w drewnie późnym. W ścianie wspólnej komórki mięksiszowej i cewki poprzecznej występują jamki mieszane, natomiast w ścianie wspólnej dwóch komórek mięksiszowych — pary jamek prostych. Wzdłuż niektórych promieni przebiegają poziome przewody żywiczne. W części twardzielowej drewna światła tych przewodów są zaczopowane tylosoidami.

W polu skrzyżowania, którego granicami są z jednej strony styczne ściany cewki podłużnej, a z drugiej — ściany jednej komórki mięksiszowej promienia, występują jamki typu piceoidalnego ze szczelinowym wlotem i okrągłym zarysem komory. Niezależnie od tego typu jamek w drewnie modrzewia występują jamki kupresoidalne i taksodioidalne (tabl. IV-21 i V-26). W obrębie jednego i tego samego pierścienia, zwłaszcza w pierścieniach graniczących z rdzeniem, można spotkać jamki trzech wyżej wymienionych typów (tabl. IV-21).

W pierścieniach położonych bliżej rdzenia na wewnętrznych ścianach cewek podłużnych DP występują trzeciorzędowe spiralne zgrubienia.

Jamki lejkowate w cewkach podłużnych DW, znajdujące się tylko na ścianach promienistych, występują pojedynczo lub parami. Mogą być rozproszone równomiernie po całej powierzchni cewki lub skupione na obu jej końcach (tabl. IV-20). W cewkach DP są mniej liczne, rozproszone i występują zarówno na ścianach promienistych, jak i stycznych. Skupianie się jamek na końcach cewek następuje bardzo wcześnie, jeszcze niewątpliwie w obrębie drewna młodocianego. Wcześnie również pojawiają się jamki w dwóch szeregach. Już w pierścieniach 3—7 można spotkać jamki dwuszeregowy. Ten ostatni typ rozmieszczenia jamek spotyka się powszechnie w drewnie dojrzałym. W drewnie dojrzałym z reguły nie spotyka się jamek rozproszonych po całej powierzchni cewki. Obok jednak jamek dwuszeregowych występują tu jamki w jednym szeregu, nawet w obrębie jednej i tej samej cewki.

Między jamkami w cewkach DW oddalonych od rdzenia na preparatach barwionych widoczne są pasemka Sanio (*Crassulae*) (tabl. V-25). Nie spotyka się ich w pierścieniach leżących w pobliżu rdzenia. Najsilniej rozwinięte są w szczytowych odcinkach cewek, gdzie znajdują się większe skupienia jamek lejkowatych.

Nie związane natomiast z miejscem w pniu, z którego pochodzi badana próbka drewna, są beleczki (*trabeculae*), które łączą wewnętrzne styczne ściany cewki podłużnej (tabl. IV-23). Beleczki występują zwykle w długiej, promienistej serii komórek, obejmującej czasem kilka pierścieni rocznych.

Zakończenia grupy cewek DW odchylają się od osi w tym samym, odśrodkowym kierunku (tabl. IV-19). Zakończenia grupy cewek DP są ostre i proste.

Drewno kompresyjne charakteryzuje się cewkami o rozwidlonych najczęściej zakończeniach (tabl. IV-24), obecnością wydłużonych przestrzeni międzykomórkowych i spękań odpowiadających układowi fibrylli w środkowym pokładzie wtórnej ściany komórkowej (tabl. VI-30).

Miękisz terminalny tworzy pojedyncze słupy komórek (tabl. IV-18). W miarę oddalania od rdzenia zanika i w zbadanych pniach i korzeniu poza pierścieniem 45 już go nie znaleziono. (Występowanie miękiszu terminalnego sprawdzono na szeregu dodatkowych pierścieni poza wymienionymi w tab. 1—3). W sąsiedztwie z przewodami żywicznymi znajdują się pojedyncze lub tworzące pierścień komórki miękiszowe. Spotyka się je obok krótkich, członowanych cewek ze zredukowanymi jamkami lejkowatymi.

Korzeń

Dla obrazu mikroskopowego drewna korzenia na przekroju promienistym (zwłaszcza z poziomu najbliższego powierzchni ziemi) charakterystyczne są skupienia pewnych nie zidentyfikowanych substancji, barwiących się fuksyną na kolor intensywnie karminowy. Wypełniają one światła cewek podłużnych DW i DP. W miarę oddalania od podstawy korzenia substancje te zanikają.

Rozmieszczenie jamek w cewkach podłużnych zmienia się podobnie jak w pniu. W pierwszych pierścieniach jamki są rozproszone równomiernie po całej powierzchni cewki i układają się w szeregi pojedyncze. W pozostałych pierścieniach poza pojedynczymi jamkami spotyka się jamki w dwóch szeregach, skupiające się w szczytowych partiach cewek.

Różnice w strukturze pnia i korzenia na tym przekroju są następujące: wewnętrzne ściany cewek poprzecznych w pniu są częściej gładkie, w korzeniu z reguły drobno ząbkowane. Pasemka Sanio w korzeniu są rozwinięte słabiej niż w pniu. W korzeniu jest również mniej miękiszu niż w pniu. Jamki pół skrzyżowania w korzeniu są przeważnie piceoidalne, choć spotyka się i inne występujące w pniu typy jamek, stanowiące wszelkie przejścia od piceoidalnego do taksodioidalnego.

Różnice między pniem i korzeniem dotyczące wymiarów poszczególnych elementów drewna będą omówione w rozdziale następnym.

Ogólna charakterystyka przekroju stycznego

Pień

Rozmieszczenie promieni drzewnych na powierzchni przekroju stycznego jest dość równomierne. Promienie są utworzone z jednej, rzadziej z dwóch warstw (i to tylko w części środkowej) komórek. Kilkuwarstwowe są tylko te promienie,

wzdłuż których przebiegają poziome przewody żywiczne. Pomiedzy komórkami promienia i sąsiadującymi z nimi cewkami podłużnymi widoczne są drobne przestrzenie międzykomórkowe (tabl. VI).

Jamki lejcowate w cewkach podłużnych posiadają dobrze rozwinięty torus barwiący się intensywniej niż pozostałe elementy jamki, dzięki czemu na tym przekroju jest on szczególnie dobrze widoczny.

Komórki wyściełające poziome przewody żywiczne są mniejsze od komórek wyściełających przewody pionowe. Pierwsze są również bardziej regularne, elipsoidalne, o wyrównanej ogólnie wielkości. Drugie natomiast posiadają wymiary bardzo różne. W tym samym przewodzie pionowym obok małych komórek występują kilkakrotnie od nich większe.

Pasemka Sanio występują w postaci węzłkowatych lub beleczkowatych zgrubień blaszki środkowej łączącej ściany dwóch sąsiednich cewek podłużnych DW.

Na stycznych ścianach ostatniej warstwy cewek podłużnych znajdują się bardzo liczne małe jamki lejcowate o różnej średnicy. Tym się też różnią od pozostałych cewek DP, w ścianach których jamki występują w znacznie mniejszych ilościach.

Korzeń

Opisane na przekroju promienistym skupienia pewnych niezidentyfikowanych substancji w cewkach podłużnych, jak to widać na przekroju stycznym, układają się w pobliżu promieni drzewnych (tabl. VI-34).

W stycznych ścianach zewnętrznej warstwy cewek DP znajdują się drobne, liczne jamki, których obecność pozwala na ustalenie granic między pierścieniami w oddalonych od podstawy częściach korzenia. Tam bowiem cewki DP posiadają wymiary promieniste i ściany tej samej grubości co cewki DW, co utrudnia rozróżnienie poszczególnych pierścieni. Fakt ten stał się powodem, że niektórzy autorzy (Wichrow i Kostariewa — 1960) mylnie zaliczali te cewki do DW, a obecność jamek w stycznych ścianach cewek DW uważali za cechę odróżniającą korzeń od pnia.

Charakterystyka cewek podłużnych na preparatach zmacerowanych

Ze względu na brak dostrzegalnych różnic między cewkami pnia i korzenia na preparatach zmacerowanych, poniższa charakterystyka będzie dotyczyć tak pnia, jak i korzenia.

Duże różnice występują między cewkami wytworzonymi w najwcześniejszym okresie funkcjonowania miazgi i w najpóźniejszym. Cewki typowego drewna wczesnego są krótsze, szersze, posiadają cieńsze ściany, większe jamki i mniejszą ich ilość w jednej cewce niż cewki DP. Są to więc, jak widać, różnice ilościowe i jako takie zostaną szczegółowo opisane w dalszej części pracy. Zakończenia cewek DW są mniej lub bardziej zaokrąglone. Zakończenia cewek DP są ostre. Jamki w cewkach DW (z wyjątkiem pierścieni pierwszych) skupione są w szczy-

towych częściach cewki, w DP rozproszone po całej powierzchni cewki. Różnice te w pierścieniach pierwszych nie są tak jaskrawe jak w pierścieniach pozostałych.

W cewkach DW i DP poza normalnymi jamkami lejkowatymi występują dość regularne skupienia drobnych jamek posiadających odpowiedniki w komórkach promieni drzewnych.

SZCZEGÓŁOWE BADANIA ILOŚCIOWYCH CECH DREWNA

Podstawowe badania przeprowadzono na drzewie 1, dane z dwóch pozostałych drzew i siewek uzupełniały wyniki uzyskane przy analizie drzewa 1.

Przebadano 32 cechy drewna, obejmując również cechy, którymi posługiwano się dotąd przy odróżnianiu drewna *Larix* od pozostałych rodzajów oraz gatunków w obrębie rodzaju *Larix*.

Dla uchwycenia charakteru zmienności tych cech obliczono średnie ich wartości dla poszczególnych pierścieni rocznych (względnie warstw pierścieni) na różnych poziomach pnia i korzenia.

Zmienność cech będzie omawiana według następującego schematu:

1. Zmienność wewnątrzpierścieniowa (DW i DP).
2. Zmienność międzypierścieniowa wzdłuż promienia: a) w pniu, b) w korzeniu.
3. Zmienność międzypierścieniowa wzdłuż osi drzewa: a) w pniu, b) w korzeniu.
4. Porównanie danej cechy w odpowiadających sobie próbkach pnia i korzenia.
5. Zmienność uzależniania od innych niż wymienione w poprzednich punktach czynników.

Przy omawianiu niektórych cech poszczególne punkty tego schematu będą traktowane łącznie albo, jeżeli danego typu zmienności nie będzie można uchwycić, będą w ogóle pominięte.

Przedstawienie charakteru zmienności poszczególnych cech wymagało zastosowania kryterium oceny istotności różnic. Ocenie tej w konkretnym wypadku poddano tylko 2 cechy; ich zmienność okazała się wyjątkowo duża i z tego względu liczebności próbek były większe niż dla pozostałych cech. Wybrane cechy to: długość i pole (powierzchnia poprzecznego przekroju) cewki podłużnej.

Wszystkie cechy drewna zostały podzielone na grupy w zależności od przekroju, na którym były badane.

Przekrój poprzeczny

Wymiary poprzeczne cewek podłużnych

Już pobieżna obserwacja wskazuje na to, że zmiana wielkości powierzchni poprzecznego przekroju cewki ma pewien kierunek. Dla uchwycenia charakteru tej zmienności i ewentualnego kierunku zmiany przeprowadzono szczegółową analizę poprzecznych wymiarów cewek, a wykorzystując te dane obliczono średnie pole jednej cewki.

Mierzono wysokość jednej cewki (*a*), to jest odległość między przeciwległymi blaszkami środkowymi łączącymi styczne ściany cewki i szerokość (*b*), to jest odległość między przeciwległymi blaszkami środkowymi łączącymi ściany promieniste. Pomiar obejmował więc światło cewki łącznie z jej przeciwległymi ścianami.

Średnią (*a*) w każdej próbie otrzymano z pomiarów 200–300 komórek w sposób następujący: podziałkę skali okularu mikrometrycznego ustawiano prostopadle do obwodu pierścienia. Punkt zerowy skali znajdował się na granicy pierścienia. W pniu mierzono długość około 30 promienistych rzędów komórek; każdy rząd zawierał 8–10 cewek danego typu (DW albo DP). W korzeniu tylko 2–3 komórki, lecz w tym wypadku zwiększono ilość rzędów tak, aby ogólna liczba mierzonych cewek nie była mniejsza niż 100. Otrzymaną sumę długości wszystkich rzędów w danej próbie dzielono przez sumę wszystkich komórek w tej grupie, otrzymując średnią wysokość jednej komórki.

W podobny sposób otrzymano średnią szerokość jednej cewki: skalę okularu ustawiano prostopadle do promienia (na terytorium najwcześniejszego lub najpóźniejszego drewna) i liczono cewki przypadające na określony odcinek skali, zawarty między dwoma sąsiednimi promieniami. Średnia pochodziła z pomiaru około 300 cewek (tj. z 30 miejsc danego poprzecznego skrawka).

Analizując wyniki pomiarów wysokości cewek (tab. 6) uchwycić można następujące prawidłowości:

Tabela 6

Średnia wysokość cewki podłużnej (wymiar promienisty w mikronach)
Mean tracheid width (radial measurement)

a) DW

Nr drzewa No. of tree	Poziom Level	1				2						3	
		B	J	N	W	A	C	M	Z	I	II	III	C
Nr pierścienia Ring no.		pień stem				pień stem			korzeń root			pień stem	
		1	26	25	22	25	24	20	19	19	34	48	44
7	41	40	39	31	46	46	40	34	39	49	59	50	45
14	57	54	38	37	49	—	—	44	45	43	42	62	65
30	64	59	48	44	55	50	58		48	48	44	—	—
50	65	57	51		49	—	53		50	—	43	—	59
69	47 ¹	62	59		54	62			54			63	
90	67	60											
103	72												

¹ Pierścień 69 w porównaniu z innymi bardzo wąski.

b) DP

1	17	17	16	13	15	11	12	13	21	24	20	13	13
7	15	19	19	15	19	19	19	16	21	23	23	22	16
14	16	21	19	19	17	—	—	20	23	24	20	22	18
30	21	23	19	23	22	22	19		23	21	23	—	—
50	18	23	21		21	—	19		25	—	24	—	22
69	20	25	20		22	21			26			21	
90	20	21											
103	20												

1. Średnia wysokość cewki DW jest od 0,5 do 3 razy większa niż wysokość cewki DP tego samego pierścienia.

2a. W pniu średnia wysokość cewki rośnie od rdzenia na zewnątrz, powiększając swoje wymiary w DW ponad trzykrotnie, w DP blisko dwukrotnie. Jak wynika z zestawienia, w najstarszym ze zbadanych drzew wzrost wysokości występuje jeszcze w ostatnim dziesiątku lat życia przeszło stuletniego drzewa.

2b. W korzeniu średnia wysokość cewki wzdłuż promienia zmienia się nieznacznie (tab. 6). W DW różnice wynoszą około 60%, w DP niecałe 8%. W porównaniu z pniem cewki w pierwszym pierścieniu w korzeniu są znacznie wyższe.

3a. W DW średnia wysokość cewki maleje od podstawy pnia ku wierzchołkowi. W paru wypadkach wystąpiło odchylenie od tej zasady, np. w pierścieniu 75 z poziomu C drzewa 2 (tab. 6) cewki są wyższe niż w tym samym pierścieniu z poziomu A. Podobnie i w pierścieniu 69 drzewa 1 cewki na poziomie f są wyższe niż na poziomie B. W DP najwyższe cewki występują mniej więcej w środkowej części pnia. W drewnie siewek (przy różnicach poziomów 20—40 cm) wysokość cewki również rośnie od podstawy łodygi ku wierzchołkowi (z wyjątkiem poziomu 130 cm) (tab. 7).

Tabela 7

Średnia wysokość cewki podłużnej w drewnie siewek
Mean tracheid width (radial measurement) in the xylem of seedlings

a) DW

Nr siewki No. of seedling	1									2		3	
	Poziom ¹ Level ¹												
Nr pierścienia Ring no.	6	48	64	104	130	0	13	18	6	0	6	0	
	łodyga stem					korzeń root			łody- ga stem	ko- rzeń root	łody- ga stem	ko- rzeń root	
1	18	22	24	29	26	13	33	36	16	13	18	13	
2	26	24				20	28	37	26	18	23	19	
3						24				25		25	
b) DP													
1	15	—	19	—	—	—	—	—	14	13	12	—	
2	18	19				13	21	22	19	15	15	14	
3	—									18		18	

¹ Odległość od szyjki korzeniowej w cm.

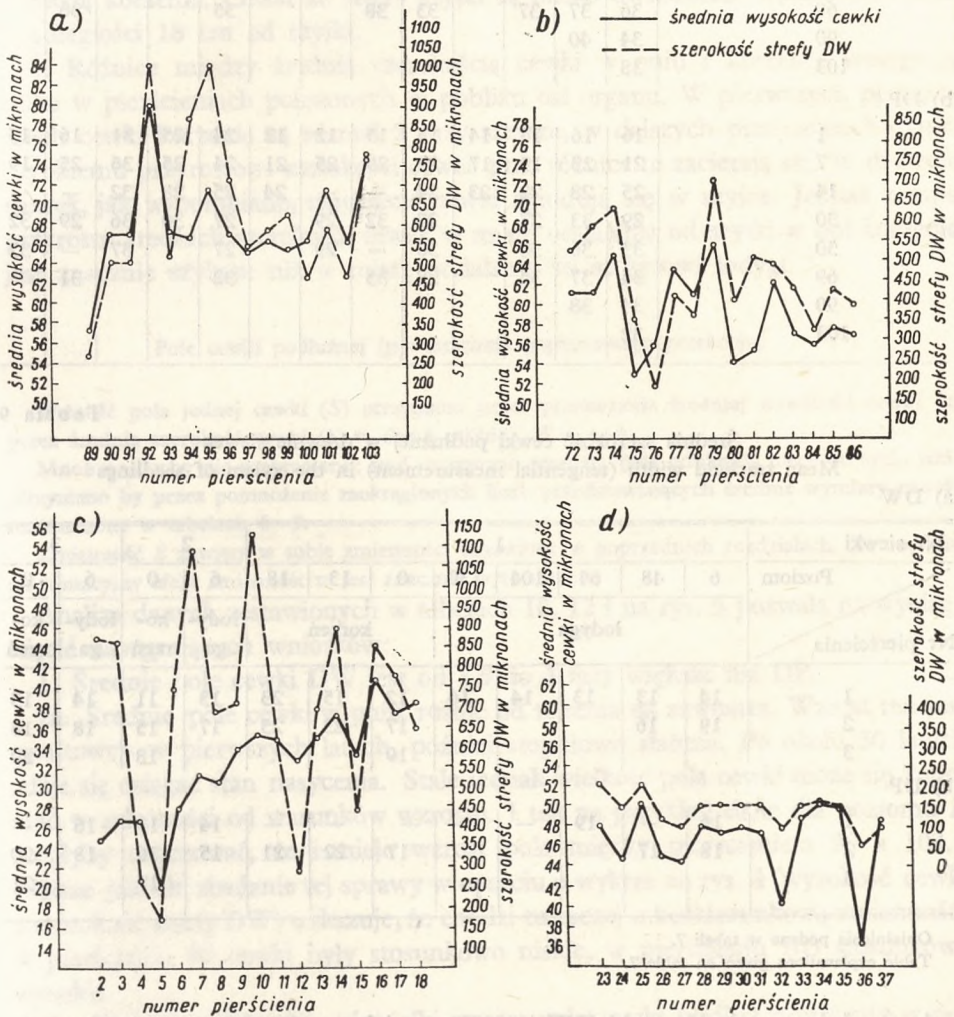
¹ Distance from the transition zone in cm.

3b. W korzeniu istnieje duża zależność między średnią wysokością cewki a szerokością pierścienia. Ogólnie, w nasadowej części korzenia cewki są niższe od pozostałych. U siewek (tab. 7) występuje bardzo duża różnica między szyjką korzeniową a resztą korzenia. Cewki ze strefy szyjki są znacznie niższe; już w niewielkiej jednak odległości od tej strefy (18 cm) średnia wysokość cewki wzrosła blisko trzykrotnie w porównaniu z szyjką.

4. Różnice w średnich wysokościach cewek w pniu i korzeniu są bardzo duże. W pierwszych pierścieniach korzenia DW posiada cewki przeszło dwukrotnie wyższe niż pień. Z drugiej natomiast strony ostateczne wymiary cewek korzenia w DW nie osiągają wartości tak wysokich jak w pniu (tab. 6).

5. Wysokość cewek DW w pniu i korzeniu w drewnie dojrzałym zależy od szerokości strefy DW w pierścieniu. Zależność ta polega na tym, że w szerszych pierścieniach spotyka się szersze cewki. Ilustrują to wykresy na rys. 4. W drewnie młodocianym zależność ta nie jest wyraźna (rys. 4c).

Wyniki pomiarów szerokości cewek, przedstawione w tabelach 8, 9 wykazują, że:



Rys. 4. Wysokość cewki DW (wymiar promienisty) a szerokość strefy DW

a) drzewo 1 (pień) na wysokości 1,25 m; b) drzewo 1 (pień) na wysokości 9,6 m; c) drzewo 1 (pień) na wysokości 2,2 m; d) drzewo 2 (korzeń) w odległości 40 cm od nasady

Tabela 8

Średnia szerokość cewki podłużnej (wymiar styczny w mikronach)
Mean tracheid width (tangential measurement)

a) DW

Nr drzewa	Poziom	1				2						3		
		B	J	N	W	A	C	M	Z	I	II	III	C	O
Nr pierścienia		pień				pień				korzeń			pień	
1		14	15	13	14	18	16	12	14	33	28	35	15	16
7		24	26	20	20	21	28	25	24	27	30	38	27	26
14		30	30	27	25	27	—	—	29	29	32	32	—	—
30		35	38	29	—	33	34	31	—	32	30	36	32	32
50		39	42	34	—	35	—	34	—	33	—	37	—	34
69		36	37	37	—	33	38	—	—	35	—	—	—	—
90		34	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103		38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

b) DP

1	16	16	14	14	15	15	12	12	24	25	31	16	15
7	21	23	19	17	20	25	25	21	24	25	36	25	19
14	25	28	22	23	24	—	—	24	25	28	32	—	—
30	29	33	27	—	28	32	29	—	27	30	36	29	32
50	33	36	30	—	30	—	29	—	27	—	37	—	32
69	34	37	34	—	28	35	—	—	32	—	—	31	—
90	34	38	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103	32	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Tabela 9

Średnia szerokość cewki podłużnej w drewnie siewek
Mean tracheid width (tangential measurement) in the xylem of seedlings

a) DW

Nr siewki	Poziom	1					2			3			
		6	48	64	104	130	0	13	18	6	0		
Nr pierścienia		łodyga					korzeń			łody- ga	ko- rzeń	łody- ga	ko- rzeń
1		14	13	13	14	16	12	15	23	13	11	14	13
2		19	16	—	—	—	17	23	25	17	15	18	18
3		—	—	—	—	—	19	—	—	—	18	—	20

b) DP

1	16	—	19	—	—	—	—	—	14	13	16	—
2	18	17	—	—	—	17	22	21	15	16	18	20
3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17	—	21

Objaśnienia podano w tabeli 7.

Table explanations given on table 7.

1. Średnia szerokość cewki DW jest nieco większa niż DP (z wyjątkiem siewek). Należy jednak mieć na uwadze to, że omawiane średnie nie odpowiadają rzeczywistej szerokości cewki mierzonej w jej najszerszym miejscu. W płaszczyź-

nie pola widzenia znajdują się obok siebie cewki przecięte w różnych miejscach swojej długości. W DP spotyka się dużo cewek przeciętych w szczytowej, zaostrej części. Tym należy tłumaczyć spadek średnich w obrębie pierścienia przy przejściu od DW do DP.

2a. Średnia szerokość cewki w pniu rośnie od rdzenia na zewnątrz. Przyrost szerokości na jednym poziomie dochodzi do 170%.

2b. W korzeniu przyrost szerokości o kolejnych pierścieniach jest nieznaczny.

3a. Średnia szerokość cewki w pierścieniu o danym numerze wykazuje ogólnie mniejszą wartość w dolnej części pnia i w części szczytowej.

3b. W korzeniu wyraźne różnice między porównywanymi poziomami występują tylko w siewkach i to wówczas, gdy się porównuje szyjkę korzeniową z resztą korzenia. Cewki ze strefy szyjki są blisko dwukrotnie węższe od cewek z odległości 18 cm od szyjki.

4. Różnice między średnią szerokością cewki w pniu i korzeniu występują tylko w pierścieniach położonych w pobliżu osi organu. W pierwszych pierścieniach cewki korzenia są niemal 2 razy szersze, w dalszych pierścieniach dzięki szybkiemu przyrostowi szerokości cewek pnia różnice te zacierają się. W drewnie siewek, jak wspomniano, najwęższe cewki znajdują się w szyjce. Jednak tempo przyrostu średnich szerokości cewek w miarę oddalania od szyjki w dół korzenia jest znacznie szybsze niż w miarę oddalania ku szczytowi łodygi.

Pole cewki podłużnej (powierzchnia poprzecznego przekroju)

Wartość pola jednej cewki (S) otrzymano przez pomnożenie średniej wysokości cewki (a) przez średnią szerokość cewki (b) w danej próbie: $S = a \cdot b$.

Mnożono liczby nie zaokrąglone; stąd otrzymane wymiary pola odbiegają nieco od tych, jakie otrzymano by przez pomnożenie zaokrąglonych liczb przedstawiających średnie wymiary cewek, umieszczone w tabelach 6–9.

Zmienność S zawiera w sobie zmienności omówione w poprzednich rozdziałach. Ze względu na sumacyjny efekt zmienność ta jest znacznie wyraźniejsza.

Analiza danych zestawionych w tabelach 10, 12 i na rys. 5 pozwala na wyciągnięcie następujących wniosków:

1. Średnie pole cewki DW jest od 1,5 do 4 razy większe niż DP.

2a. Średnie pole cewki w pniu rośnie od rdzenia na zewnątrz. Wzrost ten jest gwałtowny w pierwszych latach, później stopniowo słabnie. Po około 30 latach zdaje się osiągać stan nasycenia. Stale jednak wielkość pola cewki może się zmieniać w zależności od warunków wzrostu. I tak na przykład dane dla poziomu B mogłyby sugerować, że istnieje wzrost pola między pierścieniem 90 a 103. Bliższe jednak zbadanie tej sprawy w oparciu o wykres na rys. 4 (wysokość cewki a szerokość strefy DW) wskazuje, że chodzi tu raczej o bezkierunkową zmienność: w pierścieniu 90 cewki były stosunkowo niskie, w pierścieniu 103 stosunkowo wysokie.

2b. W korzeniu istnieje niewielki wzrost pola cewki wzdłuż promienia w pobliżu pnia (poziom I). W dalszych częściach korzenia zmienność stosunkowo duża jest, jak to wynika z danych na rys. 4 c, uzależniona od szerokości pierścienia.

Tabela 10

Srednie pole cewki podłużnej w mikronach (powierzchnia poprzecznego przekroju cewki)

Mean cross-sectional area of a tracheid in micr.

a) DW

Nr drzewa	Poziom	1				2				3				
		B	J	N	W	A	C	M	Z	I	II	III	C	O
		pień				pień				korzeń			pień	
Nr pierścienia														
1		383	387	286	351	442	307	229	269	1139	1331	1550	400	355
7		1013	1032	795	630	980	1309	1013	808	1044	1471	2296	1366	1188
14		1701	1620	1050	892	1308	—	—	1261	1299	1377	1336	—	2134
30		2290	2226	1399		1807	1715	1807		1552	1451	1614	1983	—
50		2535	2439	1741		1716	—	1809		1632			—	2012
69		1678	2303	2198		—	2376			1896			2264	
90		2311	2444			1772								
103		2711												

b) DP

1	270	267	224	191	236	172	139	163	505	612	622	217	197
7	327	431	355	259	378	476	475	347	527	583	828	554	306
14	416	613	422	448	419	—	—	482	568	692	629	—	576
30	623	774	519		625	700	555		638	622	812	637	—
50	599	835	621		612	—	562		698			—	725
69	675	943	655		—	733			833			661	
90	686	793			609								
103	790												

Tabela 11

Srednie pole cewki podłużnej w drewnie siewek w mikronach

Mean cross-sectional area of a tracheid in the xylem of seedlings in micr.

a) DW

Nr siewki	Poziom	1						2		3			
		6	48	64	104	130	0	13	18	6	0	6	0
		lodyga					korzeń			lodyga	ko-	lodyga	ko-
Nr pierścienia													
1		259	292	319	398	420	163	504	837	203	143	214	196
2		511	387				346	635	929	435	270	395	359
3							462				451		500

b) DP

1	228	—	350	—	—	—	—	—	205	146	200	—
2	333	323	—	—	—	233	467	465	292	282	282	284
3										311		378

Objaśnienia podano w tabeli 7.

Table explanations given on table 7.

Tabela 12
 Średnie pole cewki podłużnej w kolejnych pierścieniach
 Mean cross-sectional area of tracheid in consecutive annual rings

Nr drzewa	Poziom			
	1		2	
	W (pień)		III (korzeń)	
Nr pierścienia	DW	DP	DW	DP
2	351	191	1550	622
3	433	203	1794	837
4	509	252	2408	771
5	326	237	1835	636
6	476	295	2676	698
7	630	259	2296	828
8	591	297	2524	609
9	651	370	1701	621
10	768	331	1498	696
11	817	370	1719	768
12	767	402	1695	660
13	754	350	1636	691
14	892	448	1336	629
15	813	430	1602	748
16	1002	458	1546	625
17	983	506	1368	768
18	1030	432	1552	864
19			1738	726
20			1862	—
30			1614	812
35			1929	781
38			1938	745
39			1606	888
40			1465	663

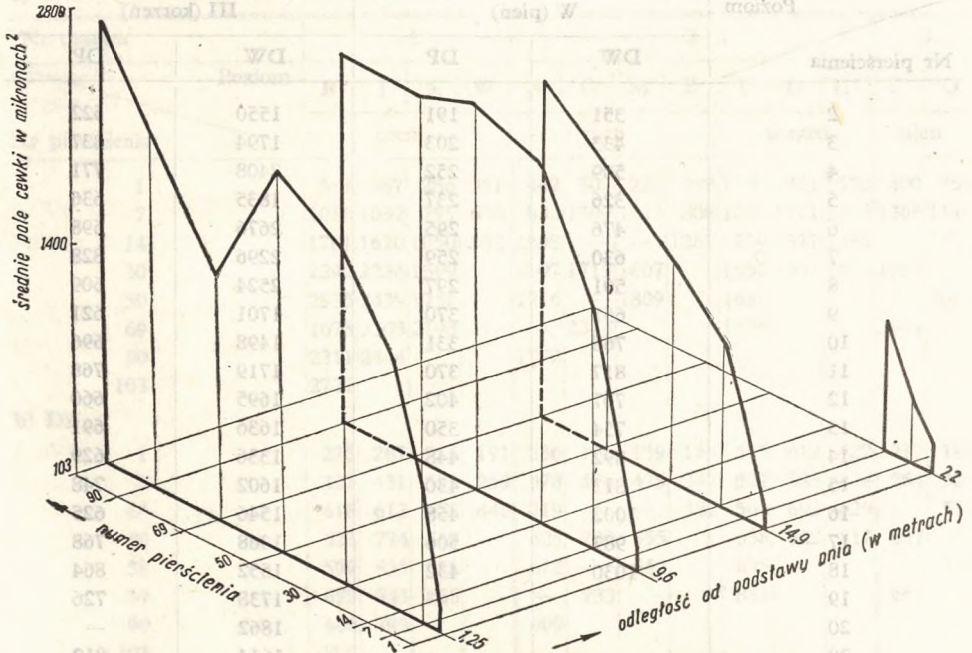
3a. Pole jednej cewki w odpowiednich pierścieniach rośnie wzdłuż osi pnia do pewnej wysokości, a następnie spada. Zmiana ta daje się obserwować zarówno w pierwszych pierścieniach obejmujących drewno młodociane, jak i w drewnie dojrzałym (rys. 5).

3b. W korzeniu średnie pole cewki w części nasadowej jest ogólnie mniejsze od pozostałych części korzenia. W siewkach bardzo małe pole posiadają cewki ze strefy szyjki korzeniowej. Strefa korzenia posiadająca tak małe cewki musi być jednak stosunkowo krótka, jeżeli już w odległości 18 cm od szyjki cewki są blisko 3-krotnie większe.

4. Średnie pole cewki w pierwszych pierścieniach korzenia jest znacznie większe niż w pniu. Najmniejsze jednak cewki znaleziono w szyjce korzeniowej.

5. Średnie pole cewki DW zależy od szerokości tej strefy drewna w danym pierścieniu. Zależność ta wpływa oczywiście stąd, że od szerokości strefy DW zależy wysokość cewki.

Otrzymane wyniki pomiarów pól cewek w drewnie różnych osobników wykorzystano do przeprowadzenia analizy wariancyjnej, której celem było danie odpowiedzi na pytanie, czy poszczególne pnie pod względem analizowanej cechy różnią się między sobą, czy też różnice, jakie między nimi istnieją (przy porównywaniu średnich), nie są istotne.



Rys. 5. Zmiana średnich wartości pola cewki podłużnej DW wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia (drzewo 2)

Porównano odpowiednie pierścienie z mniej więcej odpowiadających sobie poziomów pni drzew 1, 2 i 3 według poniższego zestawienia:

Porównanie F teoretycznego z F rzeczywistym między próbami (w nawiasach podano numery pni, przed nawiasem — poziomy)

A			B				
Poziomy	B (1) 1,25 m	C (2) 2 m	C (3) 2 m	Poziomy	N (1) 14,9 m	m (1) 12 m	o (3) 17 m
nr pierśc.	F rzeczyw.	F teoret.		nr pierśc.	F rzeczyw.	F teoret.	
1	6,56	9,552		1	0,19	9,552	
7	14,57	„		7	0,72	„	
30	0,58	„		50	6,02	„	
69	1,21	„					

Jak widać, z wyjątkiem pierścieni 7 (w kombinacji A), różnice między porównywanymi elementami nie są w sensie statystycznym istotne (F teoretyczne jest

większe od F rzeczywistego). Pod względem analizowanej cechy nie ma więc istotnych różnic między trzema zbadanymi pniami *Larix polonica*.

Liczba cewek na powierzchni poprzecznego przekroju równej 1 mm^2

Powyższą cechę wprowadził Greguss (1955) jako jedną z tych cech, które mają odróżniać od siebie poszczególne gatunki *Larix*.

Cecha ta może być wyznaczona bezpośrednio, przez liczenie komórek na określonej powierzchni, albo pośrednio, jako odwrotność wielkości pola jednej cewki. Celem porównania obu tych sposobów wyznaczania liczby komórek na pewnej powierzchni, wykonano kilka obliczeń bezpośrednich. Okazało się, że różnice między jednym a drugim sposobem obliczeń nie przekraczają 5%. Zastosowano więc metodę pośrednią, jako dogodniejszą w użyciu, wykorzystując do tego celu wyniki pomiarów zestawione w poprzednim rozdziale i stosując wzór $N=1/S$ (N — liczba cewek na pow. 1 mm^2 , S — średnie pole cewki).

Charakter zmiany omawianej cechy w drzewach (tab. 13) jest oczywiście odwrotny do pola jednej cewki. Z tego względu zmienność jej nie będzie charakteryzowana oddzielnie.

Tabela 13

Średnia liczba cewek na powierzchni poprzecznego przekroju równej 1 mm^2
Mean tracheid number per square millimeter of cross-sectional area

a) DW

Nr drzewa	1				2				3				
	Poziom												
	B	J	N	W	A	C	M	Z	I	II	III	C	O
Nr pierścienia	pień				pień				korzeń		pień		
1	2612	2581	3507	2849	2263	3261	4367	3721	877	751	645	2498	2813
7	987	769	1257	1586	1020	764	987	1237	958	680	435	732	842
14	588	617	952	1229	764	—	—	793	770	726	748	—	795
30	437	449	715		553	583	553		664	689	619	504	—
50	395	410	574		583	—	553		613			—	497
69	596	434	445		—	421			527			442	
90	435	409			564								
103	369												

b) DP

1	3705	3742	4468	5237	4244	5805	7194	6153	1979	1633	1608	4600	5071
7	3054	2321	2814	3862	2648	2100	2105	2878	1899	1715	1207	1805	3269
14	2406	1632	2369	2325	2385	—	—	2074	1761	1445	1590	—	1737
30	1606	1292	1948		1600	1428	1801		1567	1608	1231	1570	—
50	1670	1198	1611		1635	—	1779		1432			—	1378
69	1481	1060	1503		—	1365			1200			1513	
90	1453	1260			1642								
103	1266												

Grubość ścian cewek podłużnych

Pomiary wykonano na preparatach trwałych. Aby przekonać się, jak wielkiemu skurczeniu ulegają ściany komórkowe przy odwadnianiu i przeprowadzaniu preparatów do balsamu, zmierzono

grubość tych samych 160 ścian w stanie świeżym i w balsamie. Stopień skurczenia różnych ścian przedstawia tabela 14.

Tabela 14

Wpływ odwadniania na stopień skurczenia ścian cewek podłużnych

Drewno Ściany	Wczesne		Późne	
	styczne	promieniste	styczne	promieniste
% skurczenia	13	19	13	14

Grubość ścian mierzono przy pomocy okularu mikrometrycznego śrubowego (obj. $\times 40$ okular $\times 15$). Bezpośredni pomiar obejmował wspólną ścianę dwóch sąsiadujących ze sobą komórek. Średnie wyciągano z 30 pomiarów dla 60 pojedynczych ścian. W DW, gdzie zmienność w próbie była niewielka, miejsce, z którego pochodziły mierzone ściany było dowolne. W DP miejsce pomiaru musiało być ściśle określone, gdyż grubość ścian kolejnych cewek w promienistym szeregu nie była jednakowa; cewki o najgrubszych ścianach znajdowały się w środkowej części szeregu. W tym więc wypadku mierzono ściany kolejnych cewek, rozpoczynając od granicy pierścienia, a kończąc na pierwszej cewce leżącej poza cewką posiadającą najgrubsze w danym szeregu ściany.

Jak widać z tabeli 15 i 16, średnia grubość ścian cewek DW na preparatach odwodnionych i zatopionych w balsamie wynosi od 1,4 do 3,0 mikrona. W DP od 2,1 do 9,1 mikronów. Widocznych różnic w grubości ścian promienistych i stycznych cewek DW w tym samym pierścieniu nie ma. Natomiast ściany promieniste cewek DP są nieco grubsze niż styczne (z wyjątkiem pierścienia pierwszego).

Tabela 15

Średnia grubość ścian cewek podłużnych w mikronach w pniu (drzewo 1)
Mean radial (p) and tangential (s) wall thicknesses in the stem (tree no. 1)

a) DW

b) DP

Nr pierścienia	Poziom		B		J		N		B		J		N	
	p ¹	s ²	p	s	p	s	p	s	p	s	p	s	p	s
1	2,2	2,9	2,1	2,1	1,7	1,8	4,7	5,2	2,1	2,9	—	—	2,6	—
7	2,4	2,3	2,0	2,0	1,4	1,7	5,1	4,6	5,1	5,9	5,7	4,7	—	—
14	2,4	2,1	2,3	2,4	2,1	2,3	5,6	4,7	6,0	6,0	6,8	7,1	—	—
30	2,4	2,1	3,0	2,9	2,5	2,5	8,8	6,9	7,1	6,9	7,2	6,6	—	—
50	2,3	2,0	—	—	2,4	2,3	7,8	5,4	—	—	9,0	7,6	—	—
69	1,6	2,5	2,4	2,5	2,6	2,4	6,6	6,8	7,1	6,2	9,0	6,5	—	—
90	2,3	2,4	2,5	2,6	—	—	9,1	6,1	8,0	6,7	—	—	—	—
103	2,1	2,4	—	—	—	—	9,0	6,8	—	—	—	—	—	—

¹ Ściany promieniste.

² Ściany styczne.

1. Różnice w grubości odpowiadających sobie ścian cewek DW i DP w tym samym pierścieniu ze strefy przyległej do rdzenia są niewielkie. W dalszych pierścieniach różnice te są znacznie większe. Niejednokrotnie ściany cewek DP są ponad 200% grubsze od ścian cewek DW.

2. Średnia grubość ścian cewek DW i DP rośnie od rdzenia na zewnątrz, osiągając nasycenie w grupie pierwszych 30 pierścieni. Niemniej w dalszych pierścieniach wahania średnich są często bardzo duże.

Tabela 16

Średnia grubość ścian cewek podłużnych DW w korzeniu (drzewo 2)
Mean radial and tangential wall thicknesses in the root
(tree no. 2-early wood)

Nr pierścienia	Ściany promieniste	Ściany styczne
7	2,4	2,8
14	2,3	2,4
30	2,6	2,3

Na podstawie otrzymanych wyników nie da się ustalić kierunku zmiany grubości ścian cewek wzdłuż osi pnia. W korzeniu zbadano tylko kilka próbek DW. Przeprowadzenie analizy zmienności tej cechy w korzeniu uniemożliwiło występujące tu w znacznych ilościach (zwłaszcza w nasadowych jego partiach) drewno kompresyjne.

Średnica pionowych przewodów żywicznych

Powyższą cechą posługuje się Greguss (1955) przy rozróżnianiu poszczególnych gatunków *Larix*.

Ze względu na niewielką liczbę przewodów w próbce odpowiadającej jednemu pierścieniowi rocznemu, średnie obliczano łącznie dla kilku pierścieni, mierząc wszystkie przewody występujące w danej grupie. W tym wypadku nie zastosowano zastrzeżonego na początku podziału na DW

Tabela 17

Wymiary pionowych przewodów żywicznych (w mikronach)
Dimensions of vertical resin canals (in micr.)

Nr drzewa Poziom	1 (pień)								3 (pień)					
	B		J			N			C			O		
	st.	pr.	nr pierśc.	st.	pr.	nr pierśc.	st.	pr.	nr pier.	st.	pr.	nr pier.	st.	pr.
Nr pierśc.														
1-2	24	46	1	27	46	1	24	40	1	24	39	1	22	40
7	44	61	6-7	57	59	6-8	46	73	7	33	63	7	38	48
14-15	49	72	14	54	72	14	51	56						
30	49	82	29-32	78	92	23-39	56	66				30	25	59
38-52	71	79	71-90	70	69	40-51	61	59						
67-74	63	67				62-73	55	65						
88-103	57	72												

Nr drzewa	Poziom	2							
		C (pień)		M (pień)			II (korzeń)		
		st.	pr.	nr pierśc.	st.	pr.	nr pierśc.	st.	pr.
2-3		33	38				2	47	50
7		37	52	7	34	43	7	43	43
18-31		46	56	30	44	46	15	44	40
70-75		63	63				30	56	52

„st“ – wymiar styczny (tangential measurement).

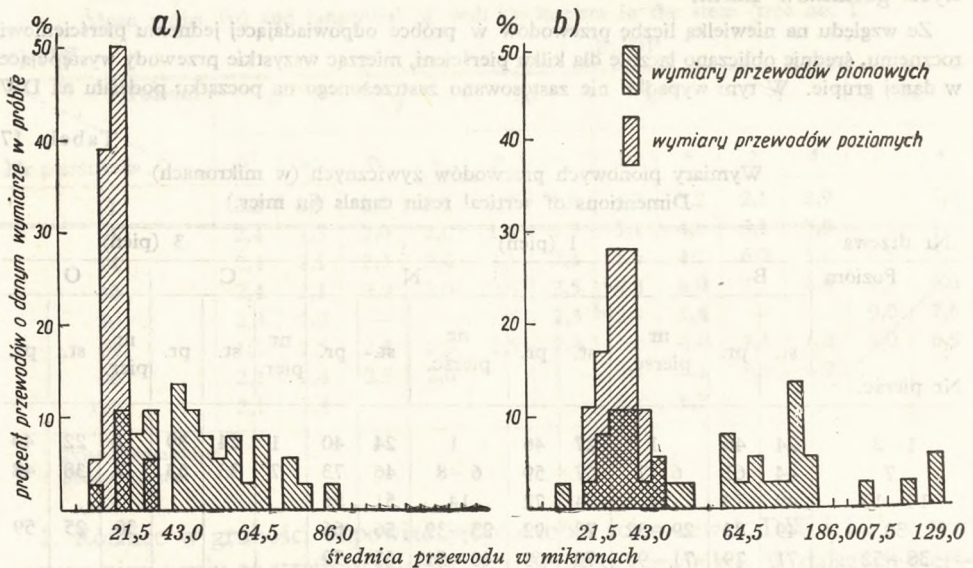
„p“ – wymiar promienisty (radial measurement).

i DP. Nie ma bowiem różnic między przewodami wytworzonymi na początku okresu wegetacyjnego i na końcu. Jedynie przewody wytworzone na samej granicy pierścienia różnią się kształtem od pozostałych; są spłaszczone w kierunku stycznym.

Mierzono średnicę światła przewodu w dwóch kierunkach: stycznym i promienistym. Średnie (tab. 17) pochodziły z co najmniej 15 pomiarów.

Mimo dużej zmienności w obrębie pojedynczych prób (najmniejsze przewody posiadają wymiary 13×13 mikronów, największe 125×129 mikronów) zaznacza się wyraźnie wzrost średnicy przewodów w miarę oddalania od rdzenia w obrębie pierwszych kilkunastu pierścieni.

Nieznacznemu spadkowi ulegają wymiary przewodów przy porównaniu poziomów najniższych z najwyższymi w odpowiednich drzewach.



Rys. 6. Zmienność wymiarów przewodów żywicznych pionowych i poziomych w próbie (drzewo 1 na wysokości 1,25 m, pierścień 7)

a) mniejsza średnica przewodu; b) większa średnica przewodu

W korzeniu wymiary przewodów na jednym poziomie są plus minus stałe. W pierścieniach 1–2 są większe od przewodów pnia, w dalszych pierścieniach mniejsze niż w pniu.

Pień 1 posiada przewody o średnicy większej niż pnie 2 i 3.

Liczba komórek wyścielających pionowy przewód żywiczny

Według Gregussa (1955) jest to cecha, która odróżnia od siebie rodzaje *Picea*, *Larix* i *Pseudotsuga*. Budkiewicz (1956) na podstawie liczby komórek w przewodzie dzieli rodzaj *Larix* na dwie grupy gatunków.

Średnie obliczono podobnie jak poprzednio dla grup pierścieni, a nie dla pojedynczych pierścieni rocznych (tab. 18). W nawiasach podano wartości minimalne i maksymalne dla danej grupy.

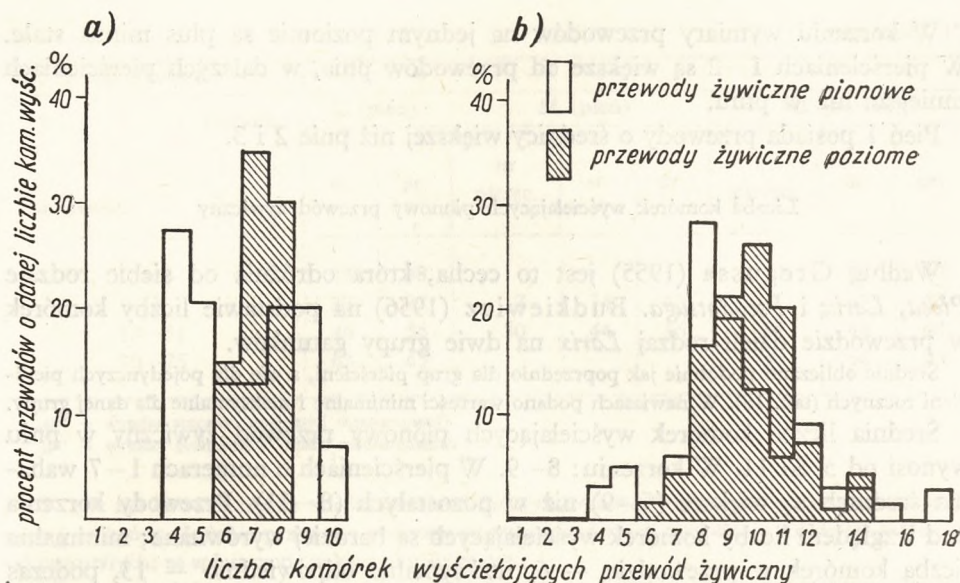
Średnia liczba komórek wyścielających pionowy przewód żywiczny w pniu wynosi od 5 do 11. W korzeniu: 8–9. W pierścieniach o numerach 1–7 wahania średnich są większe (5–9) niż w pozostałych (8–11). Przewody korzenia pod względem liczby komórek wyścielających są bardziej wyrównane; minimalna liczba komórek w przewodzie — 6, maksymalna odpowiednio — 13, podczas gdy w pniu tego samego drzewa minimalną jest liczba 3, maksymalną — 15. W drewnie siewek pod tym względem nie ma różnic między łodygą a korzeniem.

Tabela 18

Liczba komórek wyścielających pionowe przewody żywiczne (średnie, minimalne i maksymalne)
Number of cells lining vertical resin canals (mean, minimal and maximal)

Nr drzewa	1 (pień)					3 (pień)			
	B	J		N		C		O	
Nr pierśc.	liczba komórek	nr pierśc.	liczba komórek	nr pierśc.	liczba komórek	nr pierśc.	liczba komórek	nr pierśc.	liczba komórek
1–2	8 (5–10)	1	7 (5–9)	1	5 (4–8)	1	6 (4–9)	1	7 (5–8)
7	9 (5–19)	6–7	9 (5–12)	7	8 (7–10)	7	9 (6–12)	7	9 (7–10)
14–15	10 (7–12)	14	9 (8–11)	14	9 (4–14)			30	11 (6–19)
30	9 (5–12)	29–32	10 (7–16)	23–39	9 (5–17)				
38–52	9 (6–14)			40–51	10 (5–18)				
67–74	10 (5–13)	71–90	9 (5–14)	62–73	10 (7–13)				
82–94	11 (6–19)								
95–103	10 (7–14)								

Nr drzewa	2							
	Poziom	C (pień)		M (pień)		Z (pień)		II (korzeń)
Nr pierśc.		liczba komórek	nr pierśc.	liczba komórek	nr pierśc.	liczba komórek	nr pierśc.	liczba komórek
2–3	8 (5–11)				1	6 (6–7)	1–4	9 (9–10)
7	8 (6–11)			8 (6–10)	2–6	8 (6–10)	7	9 (8–10)
18–31	9 (6–15)	30	7 (6–9)		7–14	8 (6–10)	15	8 (7–10)
70–75	11 (9–14)						30	9 (6–13)



Rys. 7. Zmienność liczby komórek wyscielających poziome i pionowe przewody żywiczne w próbie na wysokości 14,9 m

a) pierścienie 1-7; b) pierścienie 14-18

Na różnych poziomach pnia średnie liczby komórek wyscielających w odpowiadających sobie pierścieniach są mniej więcej takie same.

Przekrój promienisty

Średnica komór jamek lejkowatych w cewkach podłużnych

Budkiewicz (1956) posługuje się powyższą cechą dla wyodrębnienia *Larix decidua* od pozostałych gatunków.

Tabela 19

Średnica komory jamki lejkowatej w cewce podłużnej DW (średnie, minimalne i maksymalne)
Mean, minimal and maximal diameters of bordered pits between tracheids

Nr drzewa	1			3	
	B	J	N	C	O
Poziom	pień			pień	
Nr pierścienia	pień			pień	
1	13 (9-16)	13 (11-17)	13 (11-15)	12 (9-14)	12 (9-15)
7	23 (19-25)	19 (16-22)	20 (18-22)	21 (16-24)	20 (15-23)
14	23 (22-28)	22 (19-24)	23 (22-25)		
30	26 (23-29)	23 (20-25)	22 (19-24)	23 (22-25)	22 (17-25)
50	24 (21-27)		22 (19-25)		23 (21-25)
69	25 (22-28)	24 (19-27)	23 (20-26)	24 (19-26)	
90	24 (20-27)	24 (21-27)			
103	25 (22-26)				

Nr drzewa	Poziom	2		
		C	M	II
Nr pierścienia		pień		korzeń
1		12 (8—14)	9 (8—10)	17 (15—20)
7		22 (19—25)	18 (15—20)	24 (18—28)
14		—	—	23 (20—25)
30		22 (20—25)	23 (20—25)	24 (20—26)
54		—	21 (18—25)	23 (20—24)
75		23 (21—26)		

Mierzono jamki tylko w cewkach podłużnych DW, leżących w pobliżu granicy pierścienia. Średnie dla wybranych pierścieni obliczono na podstawie 30 pomiarów (tab. 19).

Średnica komór jamek lejkowatych w cewkach podłużnych dojrzałego DW jest cechą stosunkowo stałą. W pierwszym pierścieniu na wszystkich poziomach pni starych i w trzech pierścieniach drewna siewek, jamki są prawie 2 razy mniejsze niż w pierścieniach pozostałych. Ostateczne wymiary jamek, wynoszące 21—26 mikronów, ustalają się stosunkowo wcześnie. Wymiary jamek najmniejszych i największych (15 i 29 mikronów) są mniej więcej takie same na wszystkich poziomach i prawie we wszystkich pierścieniach trzech zbadanych drzew. Pod względem tej cechy nie ma również istotnych różnic między pniem a korzeniem.

Rozmiary jamek lejkowatych w cewkach DP (ustalone na podstawie danych z niewielkiej liczby próbek) wynoszą średnio 10 — 11 mikronów. Są więc dwukrotnie mniejsze od jamek DW.

Średnica komór jamek lejkowatych w cewkach poprzecznych

Pomiar tej i następnej cechy przeprowadzono dla porównania wymiarów jamek cewek podłużnych z jamkami promieni drzewnych. Pomiarom obu tych cech łącznie zajmował się Greguss.

Ze względu na bardzo małe rozmiary jamek lejkowatych w cewkach poprzecznych DP, mierzono tylko jamki cewek z terytorium DW. Średnie obliczone na podstawie 30 pomiarów zestawiono w tabeli 20.

Średnie wymiary jamek w cewkach poprzecznych dojrzałego drewna zawarte są w granicach 8—10 mikronów. Są więc jak widać, wyraźnie mniejsze od jamek w cewkach podłużnych (s. 126). Z kilkoma wyjątkami średnie wymiary jamek cewek poprzecznych rosną od rdzenia na zewnątrz. Stosunkowo duże są jamki pierścieni pierwszych.

Wartości dla poszczególnych drzew są zawarte w tych samych granicach.

Średnica jamek prostych w komórkach mięksiszowych promieni drzewnych

Z podobnych co i poprzednio względów nie mierzono jamek z terytorium DP. Średnie pochodziły z 30 pomiarów (tab. 21).

Średnica jamek prostych w komórkach mięksiszowych jest niewiele tylko mniej-

sza od średnicy jamek lejkowatych w cewkach poprzecznych. Średnie mieszczą się w granicach 5–9 mikronów i zwiększają się w miarę oddalania od rdzenia.

Tabela 20

Średnica komory jamki lejkowatej w cewce poprzecznej DW
Bordered pits diameters in ray tracheids of the early wood

Nr drzewa	Poziom	1			2		3	
		B	J	N	C	M	C	O
		pień			pień		pień	
7		—	9,1	8,3	8,8	8,3	9,2	8,6
14		7,7	8,6	—	—	—	—	—
30		8,6	8,8	—	8,6	9,7	8,8	9,1
50		—	—	9,6	—	—	—	5,6
75		—	—	9,4	9,2	8,4	8,8	—
90		—	10,7	—	—	—	—	—
103		9,9	—	—	—	—	—	—

Tabela 21

Średnie wymiary jamek prostych w komórkach mięksiszowych promieni drzewnych DW
Simple pit diameters in ray parenchyma cells of the early wood

Nr drzewa	Poziom	1			2		3	
		B	J	N	C	M	C	O
		pień			pień		pień	
1		—	—	—	—	—	—	5,5
7		—	5,0	6,0	5,1	6,4	5,9	6,0
14		5,8	6,1	—	—	—	—	—
30		6,5	6,2	—	6,4	7,7	6,0	7,3
50		—	—	7,2	—	—	—	5,6
75		—	8,8	6,4	6,2	5,7	6,0	—
103		8,9	—	—	—	—	—	—

Długość komórek mięksiszowych promieni drzewnych

Cecha ta nie wchodziła w rachubę przy dotychczasowych badaniach anatomicznych dla celów diagnostyki.

Dzięki temu, że ściany poprzeczne granicznych komórek promieni leżą dokładnie na granicy pierścienia lub tuż w jej pobliżu, skąd pomiar rozpoczynano, można było oddzielnie mierzyć komórki z terytorium DW i DP. Mierzono przebiegające wzdłuż promienia szeregi 2–4 komórek z terytorium DW i tę samą liczbę komórek z terytorium DP.

Średnie pochodzące z pomiaru co najmniej 30 komórek zestawiono w tabeli 22. Żeby zorientować się, jak zmienia się długość poszczególnych komórek wzdłuż promienia, zmierzono komórki z jednego ciągłego szeregu w promieniu przechodzącym przez terytorium kilku stosunkowo wąskich pierścieni rocznych (tab. 23).

Tabela 22
Średnia długość komórki mięksiszowej promienia drzewnego w drzewie 1
Mean length of ray parenchyma cells (tree no. 1)

a) DW	Poziom	b) DP					
		B	J	N	B	J	N
Nr pierścienia		pień			pień		
1		—	59	63	—	54	49
7		249	161	119	60	56	66
14		240	190	155	55	60	47
30		201	194	142	62	69	52
50		163	—	171	53	—	47
69		142	181	196	57	58	59
90		152	199		57	52	
103		157			53		

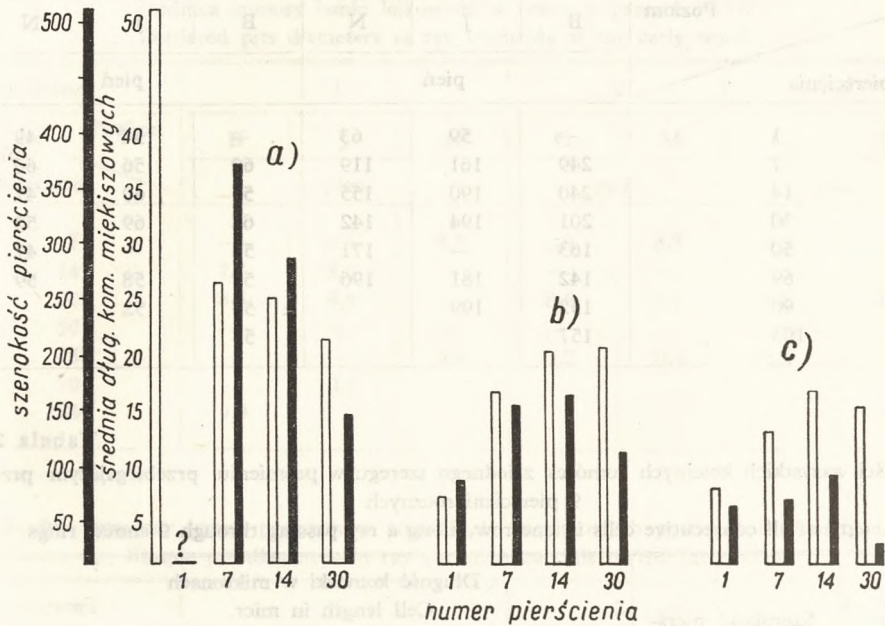
Tabela 23
Długości wszystkich kolejnych komórek z jednego szeregu w promieniu przebiegającym przez 9 pierścieni rocznych
Length of all consecutive cells in one row, along a ray passing through 9 annual rings

Nr pierścienia Ring no.	Szerokość pierścienia Ring thickness	Długość komórki w mikronach Cell length in micr.					
		kolejny numer komórki w pierścieniu: consecutive cell number in a ring:					
		1	2	3	4	5	6
82	572	185	159	159	69		
83	523	120	146	159	64	34	
84	318	172	107	39			
85	594	202	224	95	73		
86	430	193	155	43	39		
87	955	206	220	198	189	99	43
88	301	172	90	39			
89	570	224	181	120	47		
90	482	163	138	90	47	43	

Komórki mięksiszowe promieni DW są 3–4 razy dłuższe niż DP. W pierwszych pierścieniach różnice te są dużo mniejsze. Podobne różnice stwierdzono w promienistych wymiarach cewek podłużnych (s. 114).

Długość poszczególnych komórek w jednej próbie podlega silnym wahaniom, co wyraźnie uwidoczniło się w szeregu komórek w tabeli 23. Tym niemniej można stwierdzić, że podczas gdy w DP zmiana średniej długości komórek promieni jest niewielka i bezkierunkowa, w DW zaznacza się wyraźnie kierunek zmiany tej cechy wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia. Zmiana ta ma taki sam

charakter jak zmiana szerokości pierścieni, na co wskazuje diagram na rys. 8. Taką samą zależność wykryto dla promienistych wymiarów cewek podłużnych (s. 115). Cechy te są ze sobą skorelowane i współzależnione.



Rys. 8. Długość komórek miękiszowych promieni drzewnych a szerokość pierścienia rocznego (drzewo 1)

a) na wysokości 1,25 m; b) na wysokości 9,6 m; c) na wysokości 14,9 m

Liczba jamek w polu skrzyżowania

Liczba jamek w polu skrzyżowania jest cechą uwzględnianą przy opisach drewna szpilkowych, lecz, jak można sądzić na podstawie tych opisów, nie można jej przypisywać większego znaczenia w diagnostyce drewna.

Wyniki z 30 pomiarów (średnie, minimalne i maksymalne dla każdej próby) zestawiono w tabeli 24.

Średnia liczba jamek w polu skrzyżowania w DW wynosi 3–6, w DP 1–2. Pomijając pierścienie pierwsze, dane dla poszczególnych drzew przedstawiają się następująco:

	Średnie	Minimalne	Maksymalne
Drzewo 1—pień	4–6	2	8
Drzewo 3—pień	4–5	2	7
Drzewo 2—pień	3–4	2	6
Drzewo 2—korzeń	3–4	1	7

Zmienność średnich w obrębie jednego pnia (tab. 24) jest bardzo niewielka. Większe są natomiast różnice między trzema porównywanymi pniami; pień 1 posiada średnio najwięcej jamek w polu skrzyżowania, pień 2 — najmniej. Wartości maksymalne dla poszczególnych pni układają się w podobny sposób, natomiast minimalne są jednakowe dla wszystkich drzew.

Tabela 24

Liczba jamek w polu skrzyżowania (średnia, minimalna i maksymalna)
Number of pits per cross field (mean, minimal and maximal)

a) DW

Nr drzewa	1			2			3		
	Poziom	B	J	N	C	M	II	C	O
		pień			pień		korzeń	pień	
1	3(2-5)	3(1-5)	4(2-6)	—	5(3-7)	—	5(3-8)	4(2-11)	
7	5(3-8)	4(2-6)	5(4-6)	4(3-6)	3(2-5)	4(3-7)	4(3-7)	4(3-6)	
14	6(4-8)	5(3-6)	5(3-7)	—	—	3(1-5)	—	—	
30	5(3-6)	5(3-7)	5(3-6)	4(3-6)	4(2-6)	3(2-6)	4(2-6)	4(3-5)	
50	—	—	6(3-6)	—	3(2-6)	4(2-6)	—	4(2-7)	
69	5(2-6)	6(4-8)	6(3-8)	4(2-6)	—	—	5(3-7)	—	
90	5(3-6)	6(4-8)	—	—	—	—	—	—	
103	6(4-11)	—	—	—	—	—	—	—	

b) DP

1	2(1-4)	2(1-3)	2(1-3)
7	2(1-4)	2(1-3)	2(1-2)
14	1,5(1-3)	1(1-2)	1(1-3)
30	1(1-2)	1(1-2)	2(1-3)
50	1,5(1-3)	—	1(1-2)
69	1(1-2)	1(1-2)	1(1-2)
90	1(1-2)	1(1-2)	—
103	1(1-2)	—	—

Liczby jamek w polu skrzyżowania w pniu i korzeniu tego samego drzewa są takie same.

Przekrój styczny

Wysokość promienia drzewnego (w mikronach)

Przy pomocy okularu mikrometrycznego mierzono wysokości wszystkich promieni z 10 pól widzenia jednego stycznego skrawka, pochodzącego ze środkowej części pierścienia. Średnie obliczono z co najmniej 60 pomiarów (tab. 25).

Zmienność średnich wartości tej cechy w zbadanych drzewach jest bardzo duża (75–215 mikronów). Zmienność w obrębie próby jest jeszcze większa; najwyższe promienie są do 25 razy wyższe od najniższych.

Tabela 25

Wysokość promienia drzewnego (w mikronach): średnia, minimalna i maksymalna
Height of a uniseriate ray (mean, minimal and maximal)

Nr drzewa	1			3	
	B	J	N	C	O
poziom	pień			pień	
Nr pierśc.	pień			pień	
1	111(30—301)	134(34—443)	107(30—374)	119(30—322)	101(26—279)
7	175(43—421)	136(21—378)	129(43—340)	161(43—327)	168(43—439)
14	149(30—443)	165(56—404)	157(47—378)	—	—
30	175(26—494)	170(34—396)	153(43—460)	177(21—443)	182(26—662)
50	171(30—430)	—	157(26—507)	—	185(26—542)
69	155(26—464)	163(30—408)	158(34—542)	186(26—404)	
90	138(26—460)	169(34—529)			
103	144(21—340)				

Nr drzewa	2		
	C	M	II
• Poziom	pień		korzeń
Nr pierśc.	pień		korzeń
1	113(30—275)	75(26—159)	128(47—245)
7	215(86—426)	179(52—275)	140(30—417)
14	—	—	144(39—275)
30	184(60—385)	155(34—314)	130(60—322)
54	—	170(64—447)	142(26—305)
75	184(52—559)		

Najmniejsze średnie znaleziono w pierścieniach pierwszych. Natomiast minimalne i maksymalne tych pierścieni nie odbiegają od pierścieni pozostałych.

Zaznacza się pewien wzrost średnich i maksymalnych wartości w kierunku poziomym, od rdzenia na zewnątrz w obrębie kilkunastu czy nawet kilkudziesięciu pierścieni.

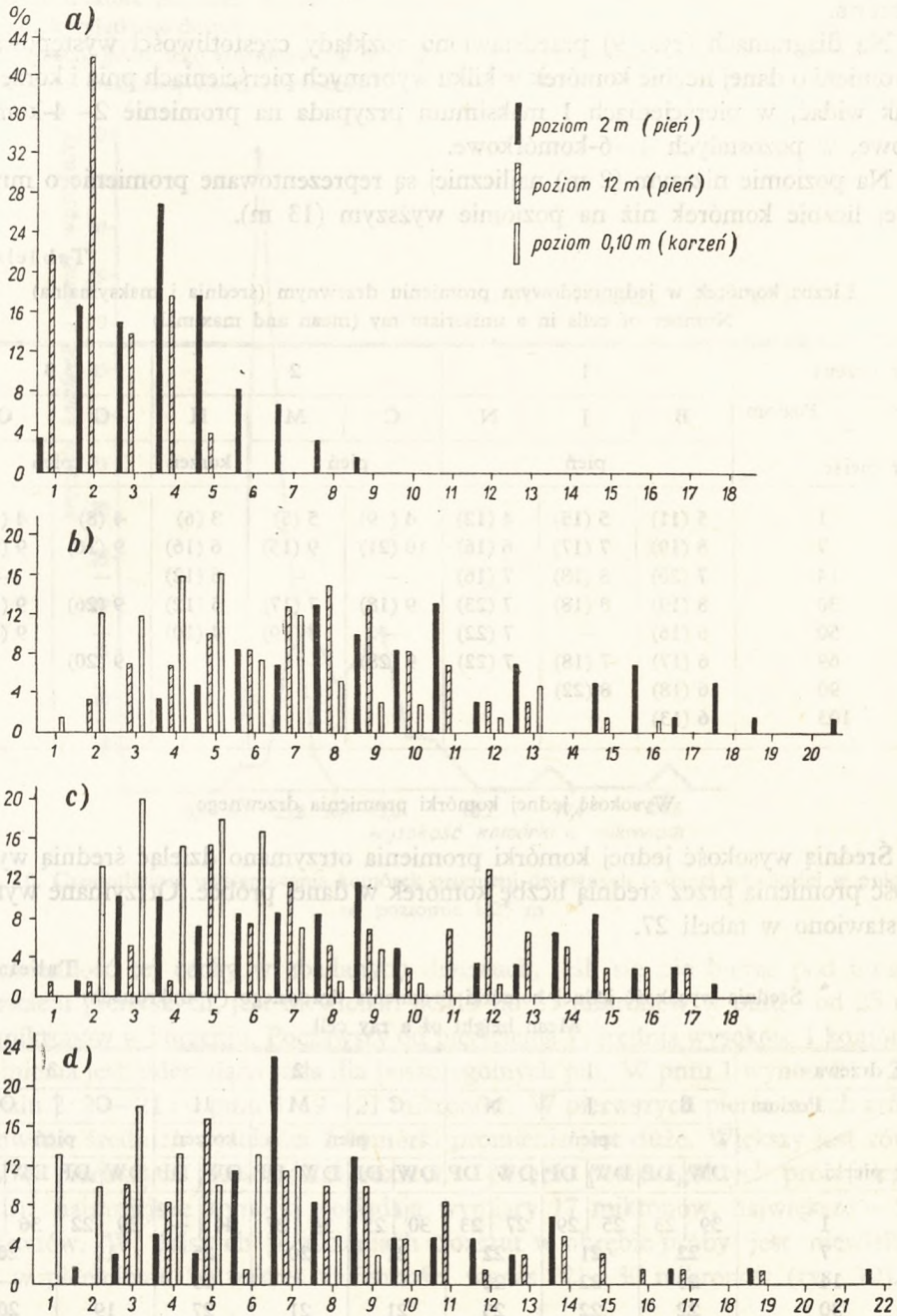
W korzeniu promienie są nieco niższe niż w pniu tego samego drzewa.

Liczba komórek w promieniu drzewnym

Określając wysokości promieni w jednostkach skali okularu mikrometrycznego (patrz wyżej), liczone równocześnie wchodzące w ich skład komórki. Średnie z 60 pomiarów zestawiono w tabeli 26.

Średnia liczba komórek w promieniu dla pierwszego pierścienia pnia wynosi 4—5, dla pozostałych pierścieni 6—10. Pomimo dużej zmienności w obrębie próby (od 1 do 25 komórek w promieniu), średnia liczba komórek, począwszy od pierścienia 7, jest cechą stosunkowo stałą w obrębie pnia.

W korzeniu natomiast, począwszy od pierścienia 7, zaznacza się pewien spadek średniej i maksymalnej liczby komórek w promieniu ku obwodowi korzenia.



Rys. 9. Częstotliwość występowania promieni drzewnych o danej liczbie komórek (drzewo 2)
 a) pierścień 1; b) pierścień 7; c) pierścień 30; d) pierścień :75 (poziom 2 m), 54 (poziom 12 m), i 50 (poziom 0,10 m)

Liczby komórek w promieniu w korzeniu są mniejsze niż w pniu tego samego drzewa.

Na diagramach (rys. 9) przedstawiono rozkłady częstotliwości występowania promieni o danej liczbie komórek w kilku wybranych pierścieniach pnia i korzenia. Jak widać, w pierścieniach 1 maksimum przypada na promienie 2–4-komórkowe, w pozostałych 4–6-komórkowe.

Na poziomie niższym (2 m) najliczniej są reprezentowane promienie o mniejszej liczbie komórek niż na poziomie wyższym (13 m).

Tabela 26

Liczba komórek w jednorzędowym promieniu drzewnym (średnia i maksymalna)
Number of cells in a uniseriate ray (mean and maximal)

Nr drzewa	1			2			3	
	B	J	N	C	M	II	C	O
Poziom	pień			pień		korzeń	pień	
Nr pierśc.								
1	5 (11)	5 (15)	4 (12)	4 (9)	5 (5)	3 (6)	4 (8)	4 (10)
7	8 (19)	7 (17)	6 (16)	10 (21)	9 (15)	6 (16)	9 (16)	9 (22)
14	7 (20)	8 (18)	7 (16)	—	—	6 (12)	—	—
30	8 (19)	8 (18)	7 (23)	9 (18)	7 (17)	5 (12)	9 (26)	9 (33)
50	6 (16)	—	7 (22)	—	8 (19)	4 (10)	—	9 (27)
69	6 (17)	7 (18)	7 (22)	9 (28)	—	—	9 (20)	—
90	6 (18)	8 (22)	—	—	—	—	—	—
103	6 (13)	—	—	—	—	—	—	—

Wysokość jednej komórki promienia drzewnego

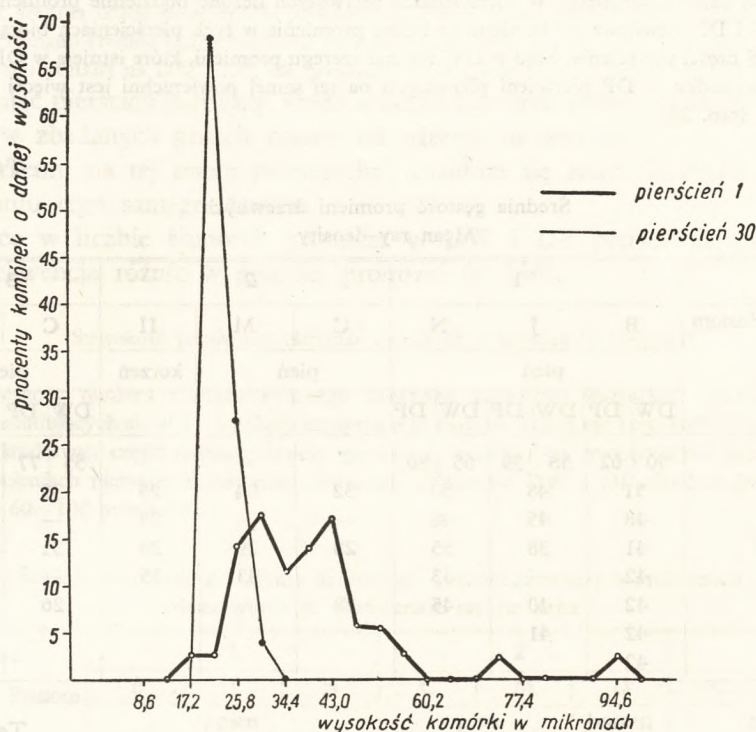
Średnią wysokość jednej komórki promienia otrzymano dzieląc średnią wysokość promienia przez średnią liczbę komórek w danej próbce. Otrzymane wyniki zestawiono w tabeli 27.

Tabela 27

Średnia wysokość jednej komórki promienia drzewnego (w mikronach)
Mean height of a ray cell

Nr drzewa	1						2						3			
	B		J		N		C		M		II		C		O	
Poziom	pień						pień				korzeń		pień			
Nr pierśc.	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP
1	39	23	25	29	27	23	30	25	34	27	44	—	39	22	36	22
7	—	—	—	—	—	—	21	—	20	—	25	—	19	—	20	—
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25	—	—	—	—	—
30	—	—	—	—	—	—	21	—	21	—	27	—	19	—	20	—
50	—	—	—	—	—	—	—	—	21	—	32	—	—	—	20	—
69	—	—	—	—	—	—	21	—	—	—	—	—	21	—	—	—
90	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

W pierwszych pierścieniach wprowadzono podział na DW i DP; zwrócono bowiem uwagę na to, że niektóre promienie pierwszego pierścienia w drewnie najwcześniejszym są utworzone z komórek wyjątkowo dużych. W DP tego pierścienia komórki są znacznie mniejsze. W pozostałych pierścieniach, gdzie tego zróżnicowania nie ma, średnie reprezentujące cały roczny przyrost pochodzą z środkowej części pierścienia.



Rys. 10. Częstotliwość występowania komórek promieni drzewnych o danej wysokości w pniu 1 na poziomie 1,25 m

Zmienność tej cechy w zbadanych drzewach, jeśli się nie bierze pod uwagę pierścieni pierwszych, jest niewielka: od 19 do 25 mikronów w pniu i od 25 do 32 mikronów w korzeniu. Począwszy od pierścienia 7, średnia wysokość 1 komórki promienia jest uderzająco stała dla poszczególnych pni. W pniu 1 wynosi 21–25, w pniu 2: 20–21 i w pniu 3: 19–21 mikronów. W pierwszych pierścieniach zróżnicowanie średnich wysokości 1 komórki promienia jest duże. Większy jest również w pierwszych pierścieniach rozrzut w obrębie poszczególnych prób (pierścieni); najmniejsze komórki posiadają wymiary 17 mikronów, największe – 95 mikronów. W dalszych pierścieniach rozrzut w obrębie próby jest niewielki; np. w pierścieniu 30 zakres zmienności wynosi 21–30 mikronów (rys. 10).

Gęstość promieni drzewnych (średnia liczba promieni na powierzchni 1 mm²)

Niniejszą cechę Greguss (1955) przytacza przy charakterystyce poszczególnych gatunków modrzewia.

Wartości jej obliczono w sposób następujący: na powierzchni stycznego przekroju, ograniczonej siatką okularu, liczono wszystkie promienie, które w całości lub w części większej niż połowa promienia znajdowały się w obrębie siatki. Promienie przecięte przez krawędź siatki dokładnie w połowie traktowano jako połówki, natomiast te, których mniejsza część znajdowała się na terytorium siatki — pomijano. Średnie obliczano z co najmniej 15 pól widzenia, na skrawku ze środkowej części pierścienia. W pierścieniach pierwszych liczono oddzielnie promienie z terytorium DW i DP. Stwierdzono bowiem, że liczne promienie w tych pierścieniach biorą początek w środkowej części pierścienia. Stąd w DW nie ma szeregu promieni, które istnieją w DP. W każdym więc wypadku w DP pierścieni pierwszych na tej samej powierzchni jest więcej promieni niż w DW (tab. 28).

Tabela 28

Średnia gęstość promieni drzewnych
Mean ray density

Nr drzewa	1						2			3					
	Poziom		B		J		N		C	M		II		C	O
Nr pierśc.			pień				pień			korzeń		pień			
	DW	DP	DW	DP	DW	DP						DW	DP	DW	DP
1	50	62	58	59	65	80	—	—	—	55	77	82	87		
7		51		48		50	32	34	25			39		42	
14		48		45		46	—	—	28			—		—	
30		41		38		55	28	29	29			31		31	
50		42		—		43	—	33	35			—		28	
69		42		40		45	28					26			
90		42		41											
103		42													

Tabela 29

Średnia liczba komórek promieni na powierzchni 1 mm²
Mean number of ray cells per square millimeter

Nr drzewa	1						2			3					
	Poziom		B		J		N		C	M		II		C	O
Nr pierśc.			pień				pień			korzeń		pień			
	DW	DP	DW	DP	DW	DP						DW	DP	DW	DP
1	220	328	299	288	282	334	—	—	—	192	385	246	391		
7		409		314		293	342	306	139			330		373	
14		325		327		330	—	—	157			—		—	
30		304		282		374	238	217	140			279		279	
50		246		—		291	—	260	153			—		256	
69		257		270		314	252					236			
90		239		309											
103		251													

Gęstość promieni (tab. 28) jest największa w pierścieniach pierwszych i w miarę oddalania od rdzenia maleje. W korzeniu odwrotnie: najwięcej promieni przy-

pada na powierzchnię pierścienia pięćdziesiątego, najmniej — siódmego. W pniu 1 gęstość promieni jest większa niż w pniach 2 i 3.

Liczba komórek promieni na powierzchni 1 mm²

Mnożąc średnią liczbę promieni na powierzchni 1 mm² przez średnią liczbę komórek w promieniu otrzymano średnią liczbę komórek promieni na tej powierzchni. Dla pierścieni pierwszych wprowadzono podział na DW i DP, dla pozostałych obliczano średnie ogólne (tab. 29).

Pomijając pierścień pierwszy, średnia liczba komórek promieni na powierzchni 1 mm² w zbadanych pniach maleje od rdzenia na zewnątrz.

W korzeniu na tej samej powierzchni znajduje się znacznie mniej komórek niż w pniu tego samego drzewa.

Różnice w liczbie komórek promieni w DW i DP pierścienia pierwszego są konsekwencją różnic w gęstości promieni (s. 136).

Szerokość promienia (średnia szerokość 1 komórki promienia)

Przy pomocy okularu mikrometrycznego mierzono szerokości wszystkich jednorzędowych promieni znajdujących się w 3—4 polach widzenia mikroskopu. Mierzono szerokość jednej komórki leżącej w środkowej części jednorzędowego promienia łącznie z jej zewnętrznymi ścianami.

W pierścieniach pierwszych mierzono oddzielnie promienie DW i DP. Średnie (tab. 30) pochodzą z 60—100 pomiarów.

Tabela 30

Średnia szerokość promienia drzewnego (jednorzędowego) w mikronach
Mean width of a uniseriate ray (in micr).

Nr drzewa	1						2						3				
	B		J		N		C		M		II		C		O		
	pień												korzeń		pień		
Nr pierśc.	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP	DW	DP	
1	15	13	16	13	13	11	15	12	—	12	20	—	15	11	16	11	
7		13		12		11	14		13		15		12		13		
14		13		12		12					16						
30		13		12		11	12		12		16		12		13		
50		13				11			12		20				13		
69		13		12		11	12						12				
90				12													
103		13															

Średnia szerokość promienia w różnych pierścieniach jednego poziomego pnia jest uderzająco stała. Jedynie promienie DW pierścieni pierwszych są znacznie szersze i pod tym względem zbliżają się do promieni korzenia. Odpowiedzialnymi za wzrost średniej szerokości promieni w DW pierścieni pierwszych są promienie utworzone ze szczególnie dużych komórek, na co zwracano uwagę w opisie ogólnym.

W pniu 1 zaznacza się wyraźnie spadek średniej szerokości promienia od podstawy pnia ku wierzchołkowi.

Między osobnikami istotnych różnic nie stwierdzono.

Wymiary poziomych przewodów żywicznych

Ze względu na to, że w twardej części drewna liczne przewody są wypełnione tylosoidami, co utrudniało pomiary, wyniki oparto na znacznie mniejszej liczbie zbadanych pierścieni niż wyniki analizy cech poprzednich. Każdą średnią obliczano z 20–30 pomiarów (tab. 31).

Mierzono średnicę światła przewodu w kierunku poprzecznym i podłużnym, tj. wzdłuż krótszej i dłuższej osi promienia drzewnego.

Tabela 31

Średnia szerokość przewodów żywicznych poziomych (w mikronach)
Dimensions of horizontal resin canals (in micr.)

Nr drzewa	Średnia szerokość przewodów żywicznych poziomych (w mikronach)													
	Dimensions of horizontal resin canals (in micr.)													
	1						2				3			
	Poziom		B	J		N		C		M		C		O
Nr pierśc.	pień													
	p ¹	w ²	p	w	p	w	p	w	p	w	p	w	p	w
7	20	31	20	29	18	27	16	25	18	25	—	—	19	35
14	—	—	22	29	23	28	—	—	—	—	—	—	—	—
30	20	34	22	34	20	38	19	29	17	24	16	34	17	28
50	—	—	—	—	25	36	—	—	17	26	—	—	26	52
65	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21	39	—	—
73	—	—	—	—	24	46	19	35	—	—	—	—	—	—
103	24	40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

¹ Wymiar prostopadły do dłuższej osi promienia drzewnego.
Measurement perpendicular to the long axis of a ray.

² Wymiar równoległy do dłuższej osi promienia drzewnego.
Measurement parallel to the long axis of a ray.

Poziome przewody żywiczne są wydłużone, przy czym dłuższa oś elipsy jest równoległa do dłuższej osi promienia drzewnego. Dłuższa oś przewodu jest o 50–100% dłuższa od krótszej.

1. Zmienność w obrębie jednej próby jest niewielka i znacznie mniejsza niż w wypadku pionowych przewodów żywicznych (rys. 6).

2. W miarę oddalania od rdzenia wymiary przewodów rosną, przy czym większy jest przyrost średnicy podłużnej niż poprzecznej.

3. Różnice między poziomami w obrębie jednego pnia są niewielkie.

4. Największe przewody znaleziono w pniu 1; jedynie w pierścieniu 44 drzewa 3 średnie wymiary przewodów okazały się wyjątkowo duże.

5. Średnie wymiary poziomych przewodów żywicznych są przeszło dwukrotnie mniejsze od pionowych przewodów żywicznych (s. 123, 125).

Liczba komórek wyścielających poziome przewody żywiczne

Liczba komórek wyścielających poziomy przewód żywiczny stanowiła dla Budkiewicz (1956) podstawę dla wyróżnienia dwóch grup gatunków w obrębie rodzaju *Larix*.

Wyznaczając średnice przewodów liczono równocześnie komórki, które te przewody wyścielały. Wyniki obliczeń (średnie dla poszczególnych pierścieni z 20–30 pomiarów) zestawiono w tabeli 32.

Tabela 32

Liczba komórek wyścielających poziomy przewód żywiczny (średnia, minimalna i maksymalna)
Number of cells lining horizontal resin canals (mean, minimal and maximal)

Nr drzewa	1			2		3	
	B	J	N	C	M	C	O
7	8(5–11)	7(7–9)	7(6–9)	7(6–8)	6(5–7)	—	8(6–9)
14	—	8(6–10)	8(8–9)	—	—	—	—
30	9(6–11)	9(7–11)	9(7–12)	7(5–8)	7(6–9)	8(6–9)	7(6–10)
50	—	—	10(8–12)	—	7(5–9)	—	10(8–12)
65	—	—	—	—	—	9(8–10)	—
72	—	—	11(9–13)	8(6–11)	—	—	—
103	11(8–13)	—	—	—	—	—	—

1. Zmienność tej cechy w obrębie próby jest znacznie mniejsza niż w pionowych przewodach żywicznych (rys. 7); najmniejsze przewody są wysłane 5 komórkami, największe — 13, podczas gdy w pionowych przewodach zakres zmienności jest większy: 4–19.

2. Średnia liczba komórek wyścielających poziomy przewód żywiczny obliczona dla jednego pierścienia na jednym poziomie waha się w granicach 6–11.

Minimalna, maksymalna i średnia liczba komórek rośnie w miarę oddalania od rdzenia na wszystkich poziomach pnia u trzech zbadanych drzew.

Położenie poziomego przewodu żywicznego w promieniu drzewnym

Powyższą cechę wprowadzono stosunkowo niedawno dla rozróżnienia drewna modrzewia od świerka (Jane — 1946, Jay — 1947, Phillips — 1948, Huber — 1951). Położenie przewodu poziomego można określić albo podając liczby komórek na obu jednorzędowych końcach wrzecionowatego promienia drzewnego, albo obliczając stosunek $K_d : K_k$, gdzie K_d oznacza liczbę komórek w dłuższym odcinku promienia, a K_k liczbę komórek w krótszym odcinku promienia. Można też tę zależność wyrazić przy pomocy stosunku długości jednorzędowych odcinków jednego promienia $k : d$, gdzie k oznacza długość krótszego, a d długość dłuższego odcinka w tym samym promieniu.

Otrzymane tymi drogami wyniki (średnie z 20 pomiarów dla jednego pierścienia rocznego) przedstawiono w tabeli 33.

Położenie poziomego przewodu żywicznego we wrzecionowatym promieniu drzewnym, jak na to wskazują załączone dane, jest wyraźnie ekscentryczne. W dłuższych jednorzędowych odcinkach promienia wrzecionowatego jest około 2 razy więcej komórek niż w odcinkach krótszych.

Zmienność liczby komórek w obu odcinkach promienia w obrębie jednego pnia jest stosunkowo duża, lecz bez wyraźnego kierunku. W pniu 3 średnie liczby komórek w obu odcinkach promienia są znacznie wyższe niż w pniu 1.

Jednak stosunek liczby komórek $K_d:K_k$ nie ulega dużym wahaniom i mieści się w granicach 1,5–2,0. Podobną zmienność wykazuje stosunek długości tych odcinków (0,43–0,75).

Tabela 33

Położenie poziomego przewodu żywicznego w promieniu drzewnym
The position of a horizontal resin canal in a ray

Nr drzewa		1 (pień)											
Nr pierśc.	Poziom	B				J				N			
		K_k	K_d	$\frac{K_d}{K_k}$	k/d	K_k	K_d	$\frac{K_d}{K_k}$	k/d	K_k	K_d	$\frac{K_d}{K_k}$	k/d
7		2,2	3,9	1,8	0,6	—	—	—	—	—	—	—	—
14		—	—	—	—	3,2	6,3	1,9	0,5	2,7	5,4	2,0	0,4
30		3,2	6,4	2,0	0,5	3,7	6,6	1,8	0,6	2,8	5,7	2,0	0,4
50		3,5	5,2	1,5	0,75					2,9	6,0	2,0	0,5
72		—	—	—	—					2,9	6,4	2,2	0,5
103		3,5	5,5	1,6	0,6								

Nr drzewa		2 (korzeń)								3 (pień)			
Nr pierśc.	Poziom	I				IV				M			
		K_k	K_d	$\frac{K_d}{K_k}$	k/d	K_k	K_d	$\frac{K_d}{K_k}$	k/d	K_k	K_d	$\frac{K_d}{K_k}$	k/d
7		2,9	5,0	1,7	0,6					3,4	6,1	1,8	0,6
14		2,2	4,1	1,8	0,5					6,1	9,7	1,6	0,6
30		2,3	4,0	1,7	0,6					4,0	8,1	2,0	0,5
44										6,6	10,4	1,6	0,6
grupa około 10 ostatnich pier- ścieni						2,4	4,6	1,5	0,5				

Objaśnienia:

K_k — liczba komórek w krótszym jednorzędowym odcinku wrzecionowatego promienia drzewnego.

K_k — number of cells in the shorter uniseriate segment of a fusiform ray.

K_d — liczba komórek w dłuższym jednorzędowym odcinku wrzecionowatego promienia drzewnego.

K_d — number of cells in the longer uniseriate segment of a fusiform ray.

$\frac{k}{d}$ — stosunek długości krótszego jednorzędowego odcinka wrzecionowatego promienia drzewnego do dłuższego.

$\frac{k}{d}$ — ratio of the shorter to longer segment lengths of the uniseriate portions a fusiform ray.

Drewno zmacerowane

Długość cewek podłużnych

Zmienność długości cewek wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia opracowano głównie dla ostatniej warstwy DP w drzewie 1. Szczegółowe omówienie sposobu pobierania próbek do analizy różnych kierunków zmiany tej cechy w drzewach omówiono w odpowiednich miejscach tego rozdziału.

Zmienność tej cechy będzie omawiana według podanego na wstępie schematu, z tym że obok zmienności wewnątrzpierścieniowej zostanie szerzej omówiona zmiana, jakiej ulegają cewki na granicy pierścienia przy przejściu od DP pierścienia o numerze niższym do DW pierścienia następnego.

Szczegółową analizą zmian wewnątrz pierścienia objęto:

1. wycinek drewna z wysokości 5 m (poziom *F*) drzewa 2 (pierścienie 56—68),
2. wycinek drewna z wysokości 17 m (poziom *R*) tego samego pnia (pierścienie 1—39),
3. wycinek drewna z wysokości 1,25 m (poziom *B*) drzewa 1,
4. wycinki drewna siewek.

W pierwszym wypadku fragment drewna z peryferycznej części krążka dzielono przy pomocy mikrotomu, rozpoczynając od miazgi, na styczne skrawki o grubości 100 mikronów. Granice między pierścieniami ustalano na podstawie obrazu mikroskopowego zmacerowanych elementów (cewki wczesne czy późne). Jeżeli w jednej próbce występowały równocześnie cewki DW jednego pierścienia i cewki DP pierścienia sąsiedniego, to w czasie ich mierzenia klasyfikowano je odpowiednio do jednej z dwóch grup, z których jedna reprezentowała pierwszą warstwę jednego, a druga ostatnią warstwę następnego pierścienia. W ten sposób każdy z trzynastu pierścieni tego wycinka drewna był podzielony, w zależności od grubości pierścienia, na 3—8 warstw.

Wycinek drewna z poziomu *R* podzielono najpierw na poszczególne pierścienie, z których do analizy oddzielono warstwy graniczne: *a* — drewno najwcześniejsze, *c* — drewno najpóźniejsze.

Wycinek drewna z poziomu *B* podzielono w sposób podobny; oddzielono warstwy skrajne każdego z 14 pierścieni, zachowując równocześnie warstwę środkową, która reprezentowała główną masę drewna danego pierścienia rocznego. W tym więc wypadku wyróżniono warstwy: *a*, *b* i *c*.

Podobnie podzielono wycinki drewna siewek. Każdy pierścień promienistego wycinka drewna łodygi z odległości 6 cm od nasady i wycinka drewna szyjki korzeniowej każdej z trzech siewek podzielono stycznie na warstwy o grubości 200 mikronów, z których zachowywano zawsze po 2 skrajne warstwy i kilka środkowych, odrzucając warstwy pośrednie. Każdy z pierścieni był więc reprezentowany przez 4—10 warstw.

Dla uzyskania średnich długości cewek mierzono 50 komórek. W ten sposób analiza zmian wewnątrzpierścieniowych została przeprowadzona w oparciu o 147 średnich (7350 cewek) z wyżej wymienionych próbek drewna.

Średnia długość cewek w zbadanych próbkach drewna wynosi od 0,6 do 5 mm.

1. Przeciętna długość cewek w obrębie pierścienia zmienia się we wszystkich próbkach w sposób podobny; najkrótsze cewki występują w pierwszej (*a*), najdłuższe przeważnie w ostatniej (*c*) warstwie danego pierścienia (rys. 11, 12). Niekiedy spadek długości następuje przed osiągnięciem granicy (rys. 11, 12). Powodem przesunięcia maksimum w kierunku środka pierścienia nie mogło być złe rozdzielenie pierścienia na warstwy, gdyż w takim wypadku i tak elementy nie należące do danej warstwy przy pomiarach zostałyby pominięte. Przyczyn spadku należy doszukiwać się w osłabieniu wzrostu intruzywnego lub kumulacji podziałów inicjalów miazgi przed zakończeniem sezonu wegetacyjnego (Bannan — 1950, Hejnowicz — 1961). Różnica długości cewek w warstwach *a* i *c* wynosi średnio 10%. Jedynie w pierwszych pierścieniach, ze względu na gwałtowny ogólny wzrost długości cewek w miarę oddalania od rdzenia, różnice między warstwami *a* i *c* są większe.

Amplituda różnic długości cewek w obrębie pierścienia jest mniej więcej taka sama we wszystkich pierścieniach danego poziomu.

W drewnie siewek charakter zmian wewnątrz pierścienia jest taki sam jak w drewnie pni starych (rys. 13).

Tabela 34

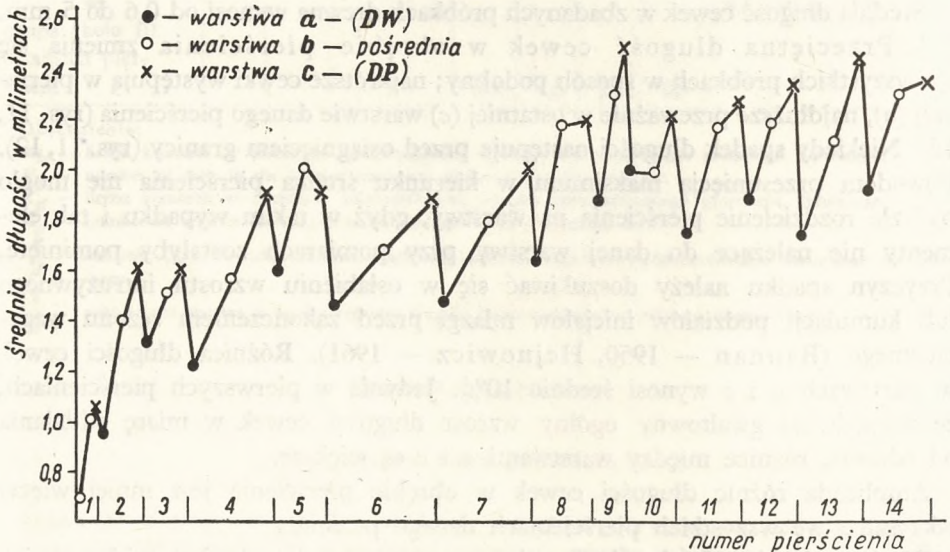
Srednia długość cewek (w milimetrach)
Mean tracheid length (in millimeters)

a) DW

Nr drzewa	1			2					3		
	Poziom			A	C	M	R	I	II	C	O
Nr pierśc.	pień			pień				korzeń		pień	
1	0,74	0,65	0,75	0,45	0,72	0,47	0,65	—	—	0,81	0,76
7	1,44	2,07	1,78	1,47	2,13	2,26	2,33	2,39	2,27	2,08	2,23
14	1,97	2,80	2,12	2,21	—	—	2,80	—	2,68	—	—
30	2,96	3,78	2,49	3,00	3,93	2,97	3,18	2,17	2,84	3,62	3,47
50	3,10	—	3,40	2,73	—	3,56	3,51	2,63	—	—	3,83
69	3,10	4,43	4,20	2,97	4,02	—	—	2,55	—	—	—
90	3,90	3,78	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103	3,60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

b) DP

1	1,07	0,82	0,83	0,65	—	0,80	1,27	—	—
7	2,04	2,52	2,61	1,73	—	2,57	2,71	2,76	—
14	2,51	3,46	2,93	2,61	—	3,49	2,78	2,87	—
30	2,83	3,56	2,55	2,95	—	3,49	2,74	3,51	—
50	3,59	—	4,15	2,96	—	—	3,03	2,66	—
69	—	—	4,17	3,03	—	—	3,43	—	—
90	—	4,65	—	—	—	—	—	—	—
103	3,88	—	—	—	—	—	—	—	—



Rys. 11. Zmiana średnich długości cewek w obrębie pierścienia w pniu 1 (na wysokości 1,25 m)

Aby przekonać się, czy różnice między warstwami *a* i *c* jednego pierścienia oraz *c* i *a* pierścieni sąsiednich są istotne, przeprowadzono analizy wariancyjne. Wyniki (wg wzorów w tab. 35, 36) udowodniły, że:

- a) różnice między warstwami *a* i *c* są istotne;
- b) za wyjątkiem pierścienia 10 istotne są również różnice między warstwami *a* i *b* w obrębie pierścienia. Brak różnicy w pierścieniu 10 (tab. 35) mógł być wywołany tym, że obie próbki pochodziły z warstwy DW, która w tym pierścieniu jest wyjątkowo szeroka;
- c) różnice między warstwami *b* i *c* w obrębie pierścienia w niektórych wypadkach są istotne, w innych nie;
- d) różnice między przyległymi warstwami *c* i *a* sąsiednich pierścieni w większości wypadków są istotne (tab. 36). Brak różnicy między warstwami *c* i *a* pierścieni 1/2, 2/3 i 3/4 na poziomie 17 m (tab. 36) wynika zapewne stąd, że na cykliczną zmienność długości cewek nakłada się tu bardzo duża zmiana, polegająca na wzroście długości cewek wzdłuż promienia.

Tabela 35

Porównanie najmniejszej różnicy udowodnionej (*R*) z rzeczywistą różnicą długości cewek warstw *a b i c* w 14 pierścieniach poziomu *B* (1,25m) drzewa 1

A comparison of the least significant difference (*R*) with the actual differences in tracheid lengths for the zones *a* (early wood), *b* (transitory zone in an annual ring), and *c* (late wood) in 14 annual rings from a height of 1.25 m (*B*) of tree no. 1

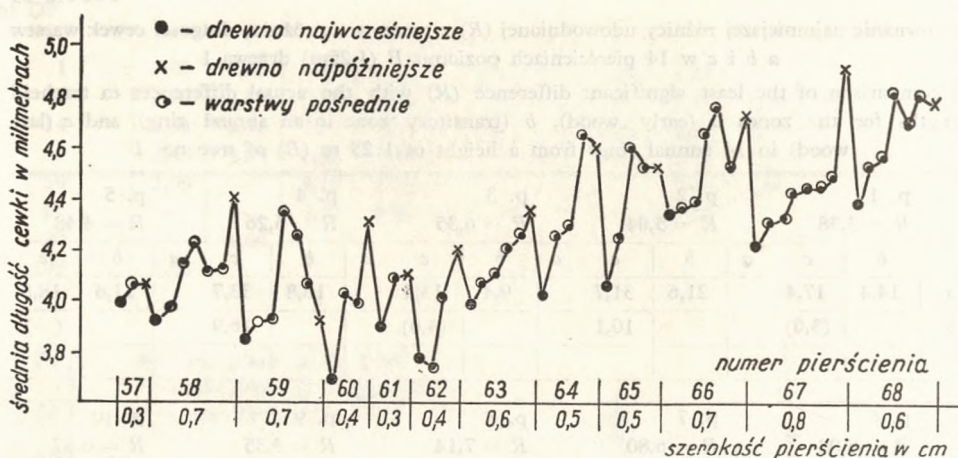
p. 1 <i>R</i> = 3,38			p. 2 <i>R</i> = 5,04			p. 3 <i>R</i> = 6,35			p. 4 <i>R</i> = 5,26			p. 5 <i>R</i> = 4,48		
	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>a</i>	14,4	17,4		21,6	31,7		9,4	13,4		16,8	33,7		21,6	18,8
<i>b</i>		(3,0)			10,1			(4,0)			16,9			(-)
p. 6 <i>R</i> = 6,08			p. 7 <i>R</i> = 6,80			p. 8 <i>R</i> = 7,14			p. 9 <i>R</i> = 3,35			p. 10 <i>R</i> = 6,37		
	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
<i>a</i>	10,3	20,1		15,5	26,9		27,4	28,1		21,5	29,7		-	8,8
<i>b</i>		9,8			11,4			(1,7)			8,2			8,9
p. 11 <i>R</i> = 5,51			p. 12 <i>R</i> = 8,79			p. 13 <i>R</i> = 8,32			p. 14 <i>R</i> = 12,29					
	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>			
<i>a</i>	20,7	26,6		14,8	21,9		17,5	34,0		19,0	21,4			
<i>b</i>		5,9			(7,1)			16,5			(2,4)			

Liczby w tabelkach oznaczają rzeczywistą różnicę między porównywanymi warstwami. *R* = najmniejsza różnica udowodniona dla danej grupy warstw w pierścieniu. Liczby w nawiasach - różnica nieistotna, minus (-) różnica istotna ujemna.

The figures in the tables represent the actual differences between the zones compared. Figures in brackets - non significant differences, minus (-) significant negative differences, remaining figures - significant positive differences.

2a. Zmiana długości cewek wzdłuż promienia w pniu. Zmianę długości cewek wzdłuż promienia rozpatrywano głównie dla zewnętrznej warstwy DP (*c*) w pniu drzewa 1 oraz dla warstw *a* i *c* poziomu *R* drzewa 2 (rys. 14). Wnioskowanie o charakterze zmiany długości cewek wzdłuż promienia przeprowadzono w oparciu o 800 średnich obliczonych z 50 pomiarów pojedynczych.

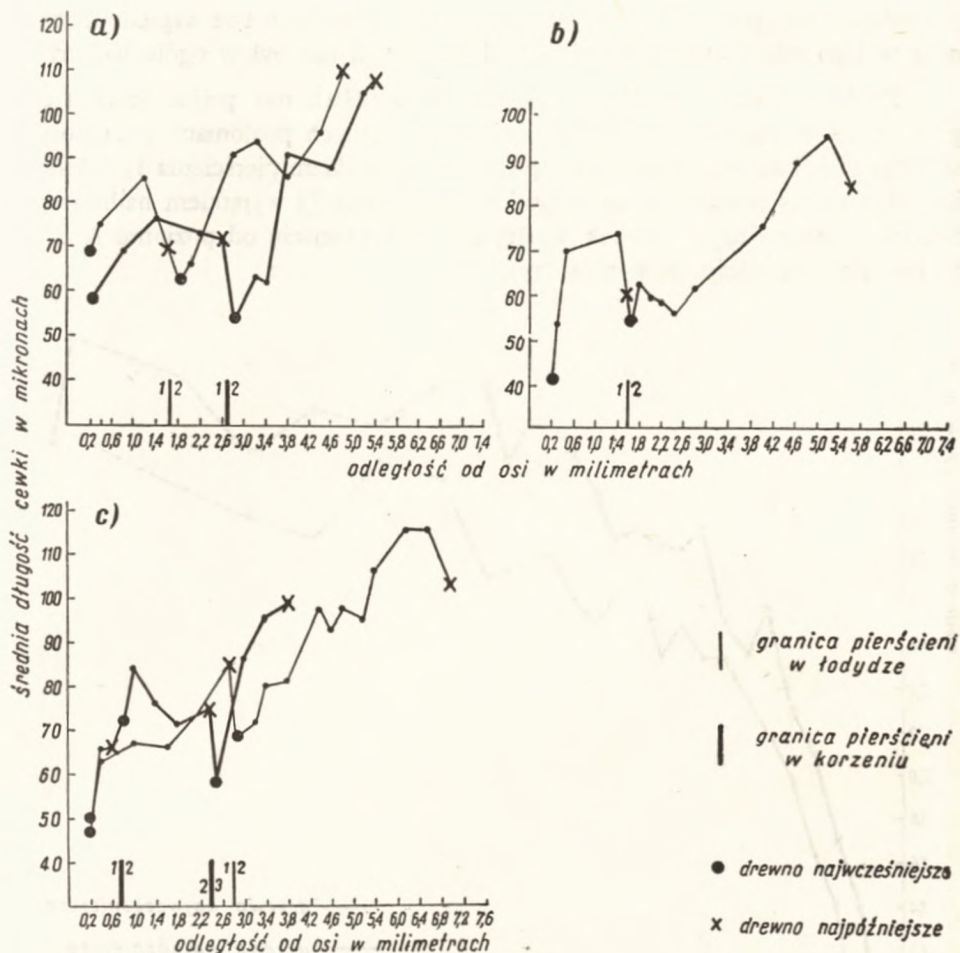
Charakter zmiany średniej długości cewek wzdłuż promienia uzależniony od numeru pierścienia uwidocznił się na wykresach rys. 15. Jak widać, kierunek zmiany średniej długości cewek wzdłuż promienia ma charakter funkcji logarytmicznej i na wszystkich zbadanych poziomach jest podobny. Między poziomami występują jednak różnice w szybkości przyrostu średnich długości cewek, w miarę oddalania od rdzenia. Najmniejsze jest tempo przyrostu na poziomie najwyższym, największe w środkowej części pnia. Krzywe mają jednak tendencje wzrostowe nawet w ostatnich pierścieniach na każdym ze zbadanych poziomów.



Rys. 12. Zmiana średnich długości cewek w obrębie pierścienia w pniu 2 (na wysokości 5 m)

Na wykresie (rys. 16) przedstawiono średnią długość cewek jako funkcję odległości od rdzenia. Porównując układ krzywych na tym wykresie z układem krzywych na wykresie 15, gdzie średnią długość cewek wyrażono jako funkcję numeru pierścienia, widać, że w dolnej części pnia żadnej korelacji między średnią długością cewek a odległością od rdzenia nie ma. Począwszy jednak od poziomu *H* (na wysokości 7,5 m) w jednakowej odległości od rdzenia na różnych poziomach znajdują się cewki o tej samej długości. Szczególnie wyraźnie zależność ta wystąpiła w grupie pierwszych kilkunastu pierścieni.

Przyrost średnich długości cewek DP wzdłuż promienia na wszystkich poziomach zawarty jest w granicach 266 do 520%. Największy przyrost wystąpił na wysokości 5,5 m nad powierzchnią ziemi, najmniejszy na wysokości 1,25 m (poziom *B*) i na najwyższych poziomach pnia (21 m i 22 m).



Rys. 13. Zmiana średnich długości cewek w obrębie pierścienia w drewnie 3-letnich siewek
 a) siewka nr 1; b) siewka nr 2; c) siewka nr 3

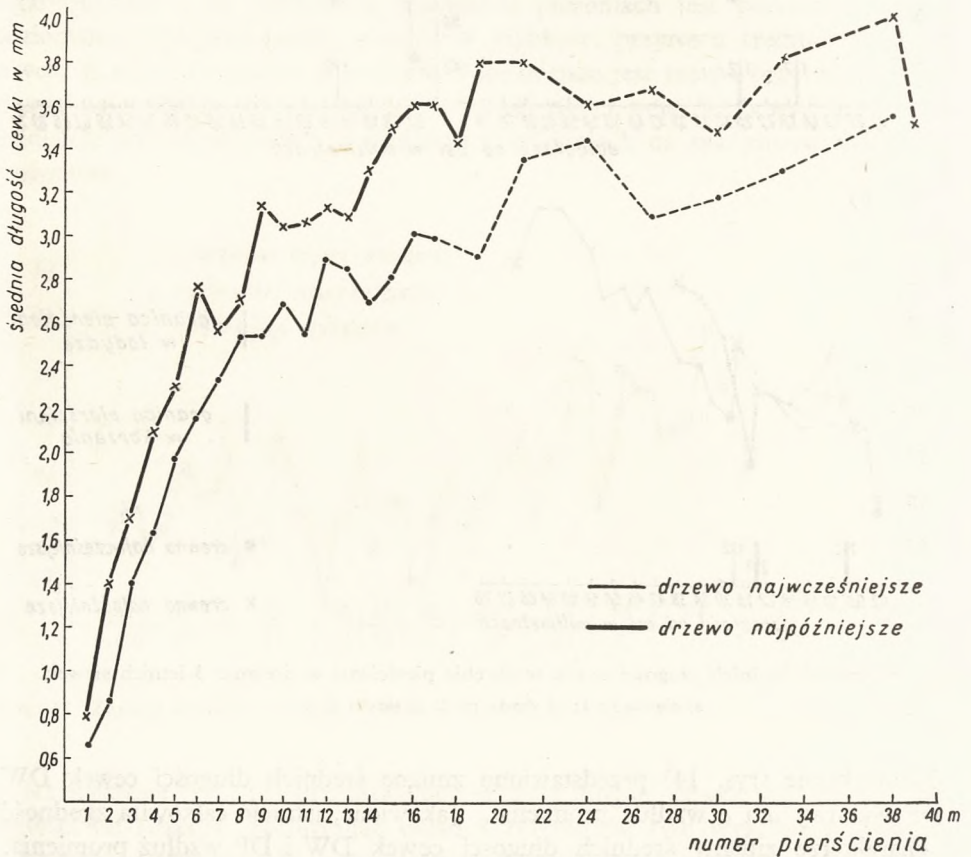
Na wykresie (rys. 14) przedstawiono zmianę średnich długości cewek DW i DP warstwy a i c wzdłuż promienia. Jak widać, istnieje całkowita zgodność w charakterze zmiany średnich długości cewek DW i DP wzdłuż promienia.

Przeprowadzone analizy wariancyjne (dla 5 poziomów pnia według wzoru w tabeli 37) wykazały, że w partiach przyrdzeniowych na wszystkich zbadanych poziomach pnia różnice między średnimi długościami cewek DP poszczególnych pierścieni są w sensie statystycznym istotne. Nieistotne są różnice między blisko siebie położonymi pierścieniami ze strefy oddalonej od rdzenia.

2b. Zmiana długości cewek wzdłuż promienia w korzeniu. Jak wynika z tabeli 34, zmiana średnich długości cewek wzdłuż promienia jest w korzeniu znacznie mniejsza niż w pniu. W odległości 10 cm od podstawy przeciętna długość cewek wzrasta zaledwie o 20% w porównaniu z pierścieniem 7,

natomiast w odległości 40 cm od podstawy o 40% (pierścień 1 ze względu na trudność w jego odizolowaniu od pierścieni sąsiednich nie był w ogóle badany).

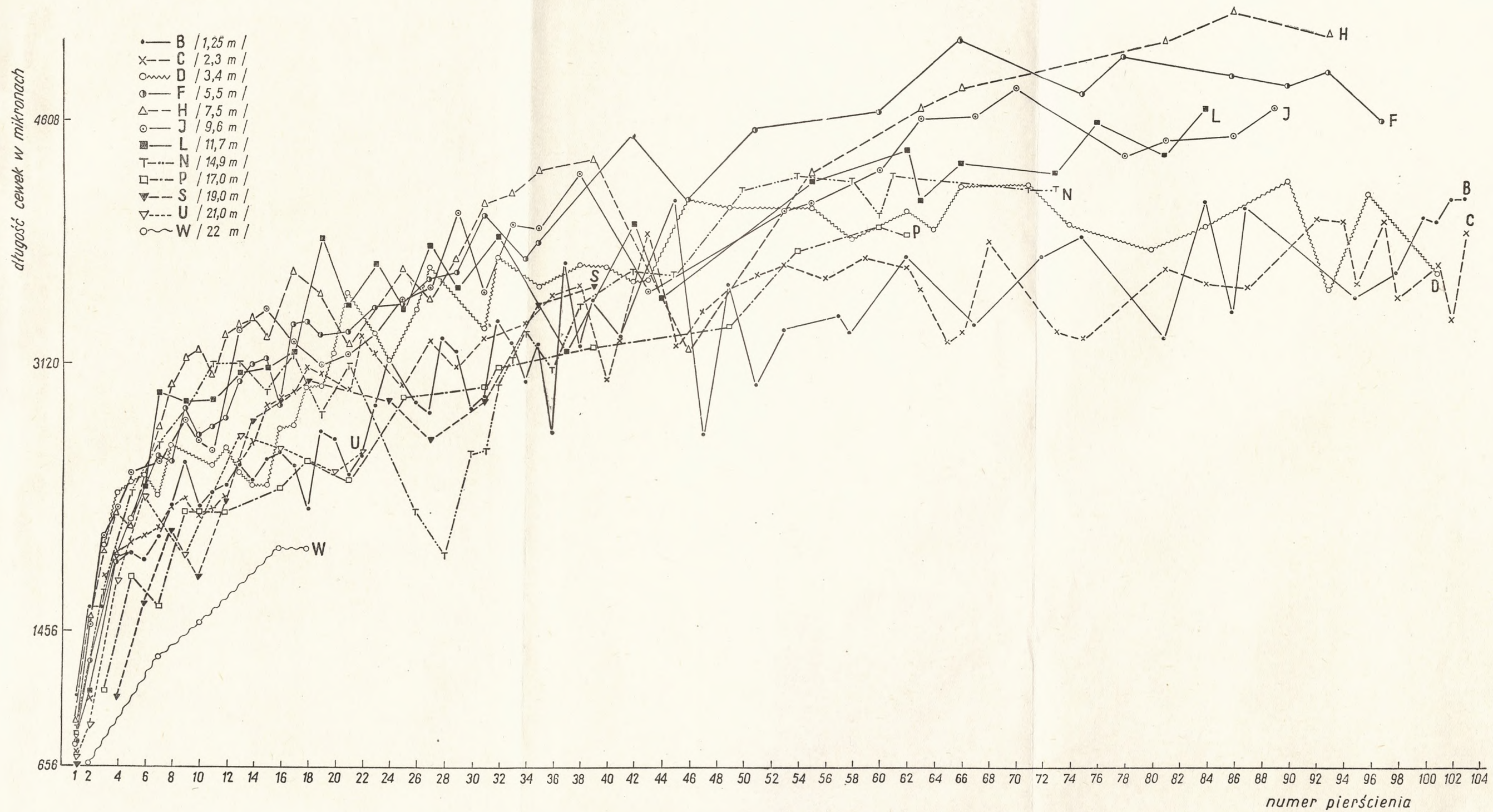
3. Zmiana średniej długości cewek wzdłuż osi pnia. Średnia długość cewek w odpowiednich pierścieniach na różnych poziomach pnia posiada szerokie maksimum w środkowej części pnia z wyjątkiem pierścienia 1, w którym jest plus minus jednakowa na wszystkich poziomach (z wyjątkiem najniższego). Spadek średniej długości cewek występuje przy przejściu od poziomu *N* do *P*, to jest przy przejściu do korony (rys. 17).



Rys. 14. Zmiana średnich długości cewek wzdłuż promienia w pniu 2 (na wysokości 17 m)

Opisaną wyżej prawidłowość potwierdziły wyniki analiz wariacyjnych przeprowadzone dla wybranych pierścieni z różnych poziomów pnia (wzór tab. 38). Analizy dotyczą cewek DP. Porównano rzeczywistą różnicę między średnimi długościami cewek w pierścieniu o tym samym numerze z sąsiadujących ze sobą poziomów, z najmniejszą różnicą udowodnioną dla danej grupy średnich.

4. Różnice między średnimi długościami cewek pnia i korzenia. Średnia długość cewki DW i DP w pniu w dalszych pierścieniach osiąga wartości wyższe niż w korzeniu (tab. 34). Ze względu jednak na bardzo wąskie pierwsze



Rys. 15. Zmiana średnich długości cewek DP wzdłuż promienia, jako funkcja numeru pierścienia na różnych poziomach pnia (drzewo 1)



pierścienie w badanym korzeniu tylko w jednym wypadku udało się wydzielić drewno pierścienia pierwszego. Średnia długość tych cewek jest wyraźnie wyższa niż w pniu. Być może, początkowa długość cewek w korzeniu jest ogólnie wyższa niż w pniu. Różnic takich nie wykazują dane dla siewek (rys. 13). Należy jednak pamiętać, że w siewkach badano korzeń w niewielkiej odległości od nasady. W tym miejscu początkowa długość cewek może nie być jeszcze typowa dla korzenia w ogóle.

Tabela 36

Porównanie najmniejszej różnicy udowodnionej (R) z rzeczywistą różnicą długości cewek warstw c i a (D) w sąsiadujących ze sobą pierścieniach na poziomie 5 m i 17 m w pniu 2

A comparison of the least significant difference (R) with the actual differences in tracheid lengths for the zones a (early wood) and c (late wood) in adjacent annual rings from a height of 5 m and 17 m of tree no. 2.

Poziom 5 m			Poziom 17 m (P-0,05 %)			
Numery pierścieni	różnica + -	$t/P = \%$	numery pierścieni	różnica		
				R	D	+ -
56/57	+	0,20	1/2	1,77	-1,9	-
57/58	+	0,30	2/3	5,00	-1,7	-
58/59	+	0,001	3/4	5,72	3,3	-
59/60	+	0,05	4/5	6,44	7,5	+
60/61	+	0,001	5/6	7,20	8,4	+
61/62	+	0,01	6/7	7,06	21,2	+
62/63	+	0,05	7/8	7,26	1,8	-
63/64	+	0,01	8/9	7,66	8,3	+
64/65	+	0,001	9/10	9,44	22,7	+
65/66	+	0,10	10/11	6,76	23,6	+
66/67	+	0,001	11/12	8,86	8,5	-
67/68	+	0,001	12/13	9,78	14,3	+
			13/14	10,10	19,4	+
			14/15	8,60	24,7	+
			15/16	10,14	24,0	+
			16/17	9,08	20,9	+
			17/19	8,22	33,8	+
			19/21	9,38	22,6	+
			21/24	10,40	17,7	+
			24/27	9,62	24,5	+

Liczba jamek lejkowatych w ścianach cewki podłużnej

Obliczenia wykonano tylko dla cewek DW. W cewkach DP jamki występują zarówno na ścianach promienistych, jak i stycznych. Przy liczeniu byłyby więc pominięte te jamki, które znajdują się na ścianach promienistych, gdyż w płaszczyźnie pola widzenia widoczne są tylko ściany styczne.

Przy liczeniu pomijano drobne jamki łączące cewkę podłużną z komórkami promieni drzewnych. Średnie z tych samych próbek drewna co i średnie zestawione w tabeli 39 pochodzą z 50 pojedynczych obliczeń.

Tabela 37

Porównanie najmniejszej różnicy udowodnionej z rzeczywistą różnicą między średnimi długościami cewek DP wybranych pierścieni z poziomu P (17 m), drzewo 1
 A comparison of the least significant difference (R) with the actual differences in tracheid lengths of late wood for selected annual rings from a height of 17 m (P) of tree no. 1

	1	3	5	7	9	11	13	16	18	21	25	31	34	39	49	54	60	62
1		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
5				⊖	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7					+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
9						⊖	=	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
11							⊖	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
13								+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16									⊖	⊖	+	+	+	+	+	+	+	+
18										⊖	+	+	+	+	+	+	+	+
21											+	+	+	+	+	+	+	+
25												⊖	⊖	+	+	+	+	+
31													⊖	+	+	+	+	+
34														+	+	+	+	+
39															⊖	+	+	+
49																+	+	+
54																	⊖	⊖
60																		⊖
62																		⊖

R = 9,14

Objaśnienia:

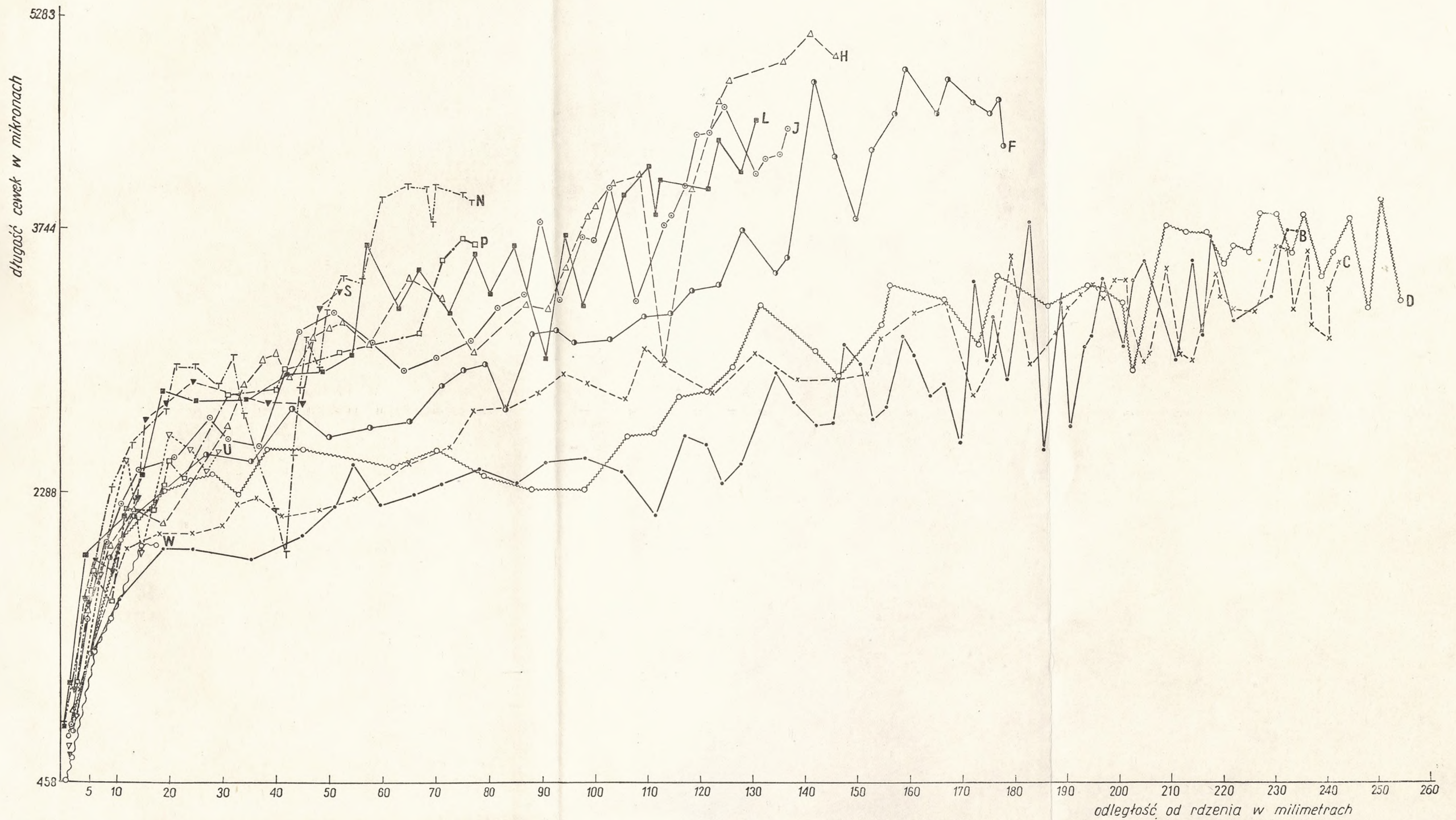
- + różnica istotna dodatnia (significant positive differences),
- różnica istotna ujemna (significant negative differences),
- ⊖ różnica nieistotna (non significant differences),
- = wartości jednakowe (identical values).

Tabela 38

Porównanie najmniejszej różnicy udowodnionej (R) z rzeczywistą różnicą między średnimi długościami cewek DP jednego pierścienia, na różnych poziomach pnia 1
 A comparison of the least significant difference with the actual heights differences in tracheid lengths of late wood in one annual ring at different heights of tree no 1

Pierścień 15 R = 9,19										Pierścień 17 R = 9,65									
B C D F H J L N P										B C D F H J L N P									
B	+	⊖	+	+	+	+	+	⊖	B	B	+	+	+	+	+	+	+	⊖	B
C		-	+	+	+	+	⊖	-	C	C	⊖	+	+	+	+	+	-	C	
D			+	+	+	+	⊖	D	D		+	+	+	+	+	-	D		
F				+	+	⊖	-	F	F		+	⊖	⊖	⊖	-	F			
H					⊖	-	-	H	H										
J						-	-	J	J					⊖	⊖	-	J		
L							⊖	L	L						⊖	-	L		
N								N	N							-	N		

Objaśnienia: jak w tabeli 37.



Rys. 16. Zmiana średnich długości cewek DP wzdłuż promienia, jako funkcja odległości od rdzenia na różnych poziomach pnia (drzewo 1)



Fig. 16. Diagram showing the results of the research on the properties of the material (drawing 1)

Średnia liczba jamek lejkowatych w cewce podłużnej w pniu rośnie od rdzenia na zewnątrz, przy równoczesnym wzroście średniej długości cewki na danym poziomie. Przyrost ten jest bardzo duży. W korzeniu i na najniższym poziomie pnia (A) przyrost średniej liczby jamek w cewce jest znacznie mniejszy niż w pniu.

W drzewie 2 zaznaczają się pewne tendencje wzrostu średniej liczby jamek w cewce od dołu ku górze, tj. od korzenia poprzez strefę odziomkową ku wierzchołkowi pnia.

Tablica 39

Średnia liczba jamek lejkowatych w cewce podłużnej DW
Mean number of bordered pits in tracheid of early wood

Nr drzewa	1			2						3	
	Poziom			A	C	M	R	I	II	C	O
	B	J	N	pień			korzeń			pień	
Nr pierśc.	pień			pień			korzeń			pień	
1	12	19	22	14	25	13	20	—	—	24	22
7	60	89	77	42	71	87	111	102	34	75	96
14	83	144	78	72	—	—	136	—	84	—	—
30	163	106	119	102	186	133	187	65	80	147	148
50	174	—	189	121	—	165	178	96	—	—	210
69	140	256	239	100	239	—	—	120	—	164	—
90	198	190	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103	181	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Gęstość jamek w cewce podłużnej (liczba jamek przypadająca na 100-mikronowy odcinek cewki podłużnej DW)

Tabela 40

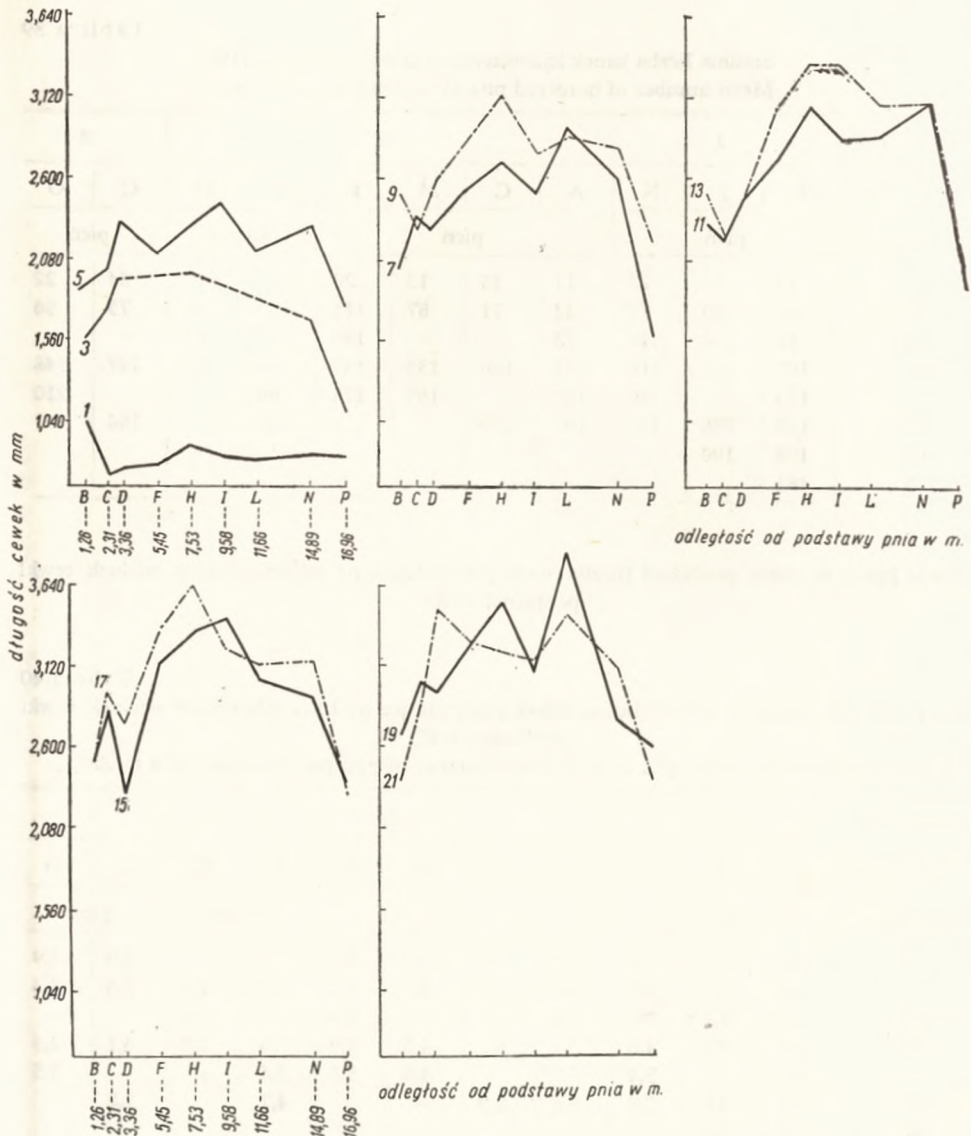
Średnia gęstość jamek w cewce (liczba jamek przypadająca na 100—mikronowy odcinek cewki podłużnej DW)

Mean density of bordered pits in a tracheid (number of pits per 100 micr. of a tracheid)

Nr drzewa	1			2						3	
	poziom			A	C	M	R	I	II	C	O
	B	J	N	pień			korzeń			pień	
Nr pierśc.	pień			pień			korzeń			pień	
1	1,6	3,1	2,9	3,2	3,5	2,8	3,1	—	—	2,9	2,9
7	4,1	4,3	4,2	2,9	3,4	3,8	4,7	4,3	1,5	3,6	4,3
14	4,2	5,1	3,6	3,3	—	—	4,9	—	3,1	—	—
30	5,5	5,1	4,8	3,4	4,7	4,5	5,9	3,0	2,8	4,1	4,3
50	5,6	—	5,4	4,4	—	4,6	5,1	3,4	—	—	5,5
69	4,5	5,8	5,7	3,4	5,9	—	—	4,7	—	3,8	—
90	5,1	5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—
103	5,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Średnią liczbę jamek w cewce (patrz wyżej) dzielono przez średnią długość cewki w danej próbie, otrzymując w ten sposób średnią liczbę jamek na jednostkę długości cewki, czyli gęstość jamek (tab. 40).

Gęstość jamek w cewce podłużnej DW rośnie szybko w miarę wzrostu średniej długości cewki (s. 142) w pierwszych kilkunastu pierścieniach od rdzenia na zewnątrz, pomimo skupiania się jamek w szczytowych częściach cewki.



Rys. 17. Zmiana średnich długości cewek DP wzdłuż osi pnia (drzewo 1)
Krzywe oznaczone numerem łączą pierścienie o danym numerze na różnych wysokościach pnia

Gęstość jamek w drzewie 2 rośnie od niższych partii korzenia w górę drzewa we wszystkich zbadanych pierścieniach. Największe zagęszczenie występuje na najwyższym poziomie pnia 2 (na wysokości 17 m od podstawy).

Gęstość jamek w pniu wynosi średnio 4,8; w korzeniu tego samego drzewa — 3,25. Poziom *A* pod tym względem jest podobny do korzenia.

IV. DYSKUSJA

CHARAKTER ZMIENNOŚCI CECH DREWNA

W badaniach nad zmiennością cech drewna *L. polonica* zastosowałam taką metodę obliczania średnich wartości, jaką stosuje się obecnie w badaniach nad zmiennością długości włókien, członów naczyń i cewek. Metodę tę stosowałam w poprzednich swoich pracach nad zmiennością tych elementów w pniach *Populus* i *Robinia* (A. Hejnowicz i Z. Hejnowicz — 1958). Nikt dotąd w taki sposób nie analizował podstawowych cech drewna. Dzięki tej metodzie mogłam uchwycić charakter zmiany różnych cech drewna modrzewia polskiego.

Większość cech zmienia się w sposób prawidłowy, wykazując określony kierunek zmiany w drzewie.

Są trzy podstawowe typy zmienności kierunkowej w drzewie:

A) Zmienność średnich wartości cech wzdłuż promienia, którą można przedstawić jako funkcję odległości od osi organu.

B) Zmienność wzdłuż pnia lub korzenia w obrębie tego samego pierścienia rocznego, którą można rozpatrywać jako funkcję odległości od nasady organu.

C) Zmienność wewnątrz pierścienia, związana z sezonową zmianą warunków zewnętrznych i obejmująca różnice między drewnem wczesnym i późnym.

Charakter zmian w obrębie każdej z tych grup jest podobny; najczęściej średnie wartości rosną lub maleją, czasem następuje odwrócenie kierunku zmiany. Są także cechy ustalające się bardzo wcześnie.

W zestawieniu (tab. 41) scharakteryzowano wszystkie typy zmienności zbadanych cech drewna modrzewia polskiego.

Jak można zauważyć, większość cech zmienia się w podobny sposób wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia. Cechy stałe, względnie wcześnie ustalające się na jednym poziomie pnia są stałe na wszystkich wysokościach drzewa.

W drewnie dojrzałym wyraźną korelację stwierdzono pomiędzy promienistymi wymiarami cewek podłużnych, długością komórek mięksiszowych promieni drzewnych i szerokością pierścienia rocznego; ogólnie — pomiędzy promienistymi wymiarami elementów układu podłużnego i poprzecznego a szerokością pierścienia rocznego.

Moje badania nad modrzewiem potwierdziły następujące ogólne prawidłowości znalezione w drewnie szeregu szpilkowych (Rendle — 1959, Krzysik — 1957, Wichrow i Kostariewa — 1960):

1. Szerokość pierścieni rocznych maleje od osi organu na zewnątrz, od podstawy pnia ku wierzchołkowi i od szyjki korzeniowej ku wierzchołkowi korzenia.

2. Stosunek DP do DW w obrębie pierścienia rocznego w pniu rośnie od rdzenia na zewnątrz, maleje od podstawy pnia ku wierzchołkowi, od osi korzenia na zewnątrz i od szyjki korzeniowej ku wierzchołkowi korzenia.

3. Zmiana wymiarów cewek podłużnych i grubość ich ścian, a zwłaszcza zmiana długości cewek w obrębie jednego pnia, ma na ogół charakter analogiczny do zmiany opisanej przez Sanio (1872), Bisseta (1949), Bisseta i Dadswella (1950), Chalka (1930), (1961) i innych, dla pni szeregu szpilkowych. W pniu *Larix polonica* natomiast tylko częściowo została potwierdzona zależność między długością cewek a odległością od rdzenia (s. 144), którą wykrył Anderson (1951) dla kilku szpilkowych i którą wykazały badania drewna *Populus* (A. Hejnowicz i Z. Hejnowicz — 1958) oraz *Malus* (Loach — 1960).

PORÓWNANIE DREWNA PNIA I KORZENIA

Różnice między pniem a korzeniem są duże. Obejmują one zarówno wartości liczbowe poszczególnych cech, jak i charakter ich zmiany w drzewie.

Pień może posiadać wartości wyższe niż korzeń (szerokość pierścieni rocznych, wymiary cewek podłużnych, liczba jamek lejkowatych w cewce podłużnej, wysokość promieni drzewnych) lub wartości niższe niż korzeń (niektóre cechy pierwszych pierścieni, wysokość i szerokość jednej komórki promienia).

Inny niż w pniu jest charakter zmiany niektórych cech korzenia; pewne cechy stałe w obrębie pnia są zmienne w korzeniu (liczba komórek w promieniu drzewnym wysokość i szerokość jednej komórki promienia) lub na odwrót; cechy zmienne na jednym poziomie pnia są stałe w obrębie korzenia (liczba komórek wyściełających pionowe przewody żywiczne). Niektóre cechy posiadają w pniu odwrotny niż w korzeniu kierunek zmiany (gęstość promieni drzewnych, liczba komórek promieni na powierzchni przekroju stycznego).

Różnice między pniem a korzeniem obejmują także niektóre cechy opisowe drewna:

1. Granice między pierścieniami w pniu są silniej zaznaczone niż w korzeniu. W korzeniu w miarę oddalania od szyjki korzeniowej i od osi na zewnątrz następuje stopniowe zacieranie granic między pierścieniami rocznymi aż do całkowitego niemal ich zaniku. Wiąże się to z coraz to słabszym wykształceniem DP.

2. Przejście w obrębie pierścienia rocznego (od DW do DP) w korzeniu jest łagodniejsze niż w pniu.

3. W nasadowych partiach korzenia występują większe niż w nasadowych partiach pnia ilości drewna kompresyjnego.

Inne opisowe cechy drewna (crassulae, miększ terminalny, spiralne zgrubienia) tylko w nieznacznym i często nieuchwytnym stopniu różnią drewno pnia od korzenia.

Burgerstein (1908) znajduje w drewnie modrzewia między pniem a korzeniem następujące różnice:

1. Średnica jamek lejkowatych w cewkach podłużnych DW w pniu jest mniejsza (poniżej 20 mikronów) niż w korzeniu (powyżej 20 mikronów).

Rodzaj elementu	Rodzaj zmienności		Wzdłuż promienia	Wzdłuż osi organu (tylko dla pnia)	W obrębie pierścienia	W próbie max min ≥ 1	Pień/Korzeń	Różnice między osobnikami (tylko dla pnia)	Różnice między drewnem młodocianym (DM) a dojrzałym (DD)		
	cecha										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
C e w k i p o d i u ż n i e	przekrój poprzeczny	wysokość (wymiar promienisty)	pień korzeń	rośnie rośnie	maleje —	DW > DP DW > DP	1,1–1,4 1,0–2,4	w pniu cewki są wyższe niż w korzeniu, w 1 pierścieniu odwrotnie	brak	DM < DD	
		szerokość (wymiar styczny)	pień korzeń	rośnie rośnie	rośnie, potem maleje —	DW ≥ DP DW > DP	1,2–2,7 1,2–1,8	w pniu i korzeniu jednakowe, z wyjątkiem pierścieni 1, gdzie w pniu cewki są węższe niż w korzeniu	brak	DM < DD	
		pole (powierzchnia poprzecznego przekroju)	pień korzeń	rośnie rośnie	rośnie, potem maleje —	DW > DP DW > DP	— —	w pniu cewki są większe niż w korzeniu, w 1 pierścieniu odwrotnie	brak	DM < DD	
		liczba cewek na powierzchni 1 mm ²	pień korzeń	maleje maleje	maleje, potem rośnie —	DW < DP DW < DP	— —	w pniu i korzeniu plus minus jednakowa liczba cewek, w 1 pierścieniu, w pniu większa niż w korzeniu	brak	DM > DD	
	zmacerowane	długość	pień korzeń	rośnie rośnie	rośnie, potem maleje —	DW < DP DW > DP	1,6–2,3 1,5–2,2	w pniu cewki są dłuższe niż w korzeniu, w 1 pierścieniu odwrotnie	brak	DM < DD	
		liczba jamek w cewce	pień korzeń	rośnie rośnie	rośnie, potem ustala się —	DW > DP DW > DP	3,3–4,4 3,9–5,1	w pniu w 1 cewce jamek jest znacznie więcej niż w korzeniu	brak	DM < DD	
		średnia gęstość jamek	pień korzeń	rośnie rośnie	— —	DW > DP DW > DP	1,8–3,0 3,0–5,4	w pniu gęstość jamek większa niż w korzeniu	brak	DM < DD	
	przekrój promienisty	średnica jamek lejkowatych	pień korzeń	od 7 p. stała stała	stała —	DW > DP DW < DP	1,0–1,4 1,0–2,0	brak		DM < DD	
	przekrój poprzeczny	grubość ścian promienistych	pień korzeń	rośnie —	bezkierunkowa —	DW < DP —	1,5–2,7 —	korzeń nie był badany; w szyjce korzeniowej siewek ściany cieńsze niż w łodydze	badano tylko jeden pień	w DW : DM ≤ DD w DP : DM < DD	
		grubość ścian stycznych	pień korzeń	rośnie —	bezkierunkowa —	DW < DP —	1,4–3,4 —	korzeń nie był badany; w łodydze siewki ściany grubsze niż w szyjce korzeniowej	badano tylko jeden pień	DW : DM ≤ DD DP : DM < DD	
	Przewody żywiczne	pionowe	średnica	pień korzeń	rośnie —	rośnie, potem maleje —	DW = DP	1,6–8,0 1,7–2,6	w pniu i korzeniu przewody jednakowe, z wyjątkiem pierścieni 1–2, gdzie w pniu są mniejsze	1 > 2 > 3	DM < DD
			liczba komórek wyścielających	pień korzeń	rośnie stała	stała —	DW = DP	1,6–3,8 1,1–1,9	brak	brak	DM = DD tylko w pierśc. 1–7 liczby komórek w przewodzie są mniejsze
poziome		średnica	pień korzeń	rośnie —	bezkierunkowa —	DW = DP —	1,7–4,8 —	korzeń nie był badany	1 > 3 > 2	DM = DD tylko w pierwszych pierśc. średnica mniejsza	
		liczba komórek wyścielających	pień korzeń	rośnie —	stała —	DW = DP —	1,5–2,2 —	korzeń nie był badany	1 > 3 > 2	DM = DD tylko w pierwszych pierśc. liczby komórek w przewodzie są mniejsze	
		k : d położenie przewodu we wrzecionowatym promieniu drzewnym	pień korzeń	bezkierunkowa bezkierunkowa	bezkierunkowa —	DW = DP DW = DP	3,1–6,2 2,2–2,8	brak	brak	DM = DD	
		wysokość (w mikronach)	pień korzeń	od 7 p. stała stała	stała —	DW = DP DW = DP	4,5–26 4,0–14	w pniu promienie są wyższe niż w korzeniu	2 > 3 > 1	DM = DD tylko w pierwszych pierśc. promienie są niższe	
P r o m i e n i e	przekrój styczny	liczba komórek w promieniu jednorzędowym	pień korzeń	od 7 p. stała maleje	stała —	DW = DP DW = DP	8,5–33 5–16	w pniu liczba komórek w promieniu jest wyższa niż w korzeniu	2 > 3 > 1	DM = DD tylko w pierwszych pierśc. liczby komórek mniejsze	
		wysokość jednej komórki	pień korzeń	od 7 p. stała rośnie	stała —	DW = DP (z wyjątkiem pierśc. 1; gdzie DW > DP)	1,2–1,5 a w pierśc. 1: 1–2,3	w pniu komórki są niższe niż w korzeniu	1 > 2 > 3	DM = DD tylko w pierwszych pierśc. komórki wyższe	
		szerokość (tylko promieni jednorzędowych)	pień korzeń	stała rośnie	maleje —	DW = DP (z wyjątkiem pierśc. 1; gdzie DW > DP)	1,2–1,5 1,2–1,5	w pniu promienie są większe	brak	DM = DD tylko w pierwszych pierśc. promienie są szersze	
		gęstość (liczba promieni na powierzchni przekroju)	pień korzeń	maleje rośnie	bezkierunkowa —	DW = DP (z wyjątkiem pierśc. 1; gdzie DW > DP)	1,2–1,7	w pniu odwrotny niż w korzeniu kierunek zmiany tej cechy wzdłuż promienia	1 > 2 = 3	DM = DD tylko w pierwszych pierśc. gęstość większa	
		liczba komórek promieni na powierzchni 1 mm ²	pień korzeń	maleje rośnie	bezkierunkowa —	DW = DP (z wyjątkiem pierśc. 1; gdzie DW > DP)		w pniu odwrotny niż w korzeniu kierunek zmiany tej cechy wzdłuż promienia	1 > 2 = 3	DM = DD tylko w pierwszych pierśc. liczba komórek na powierzchni większa	
	przekrój promienisty	długość komórki mięksiszowej	pień korzeń	rośnie, potem maleje —	bezkierunkowa —	DW > DP	1,9–4,0	korzenia nie badano (w korzeniu siewek komórki są krótsze niż w łodydze)	badano tylko jeden pień	DM ≤ DD	
	średnica jamek prostych w komórkach mięksiszowych	pień korzeń	rośnie —	bezkierunkowa —	DW > DP —	1,4–1,5	korzenia nie badano	brak	DM < DD		
	średnica jamek lejkowatych w cewkach poprzecznych	pień korzeń	rośnie —	bezkierunkowa —	DW > DP —	1,4–1,5	korzenia nie badano	brak	DM < DD		
	liczba jamek w polu skrzyżowania	pień korzeń	stała stała	stała —	DW > DP DW > DP	1,7–5,5 2,5–6,0	brak	1 > 2 = 3	DM = DD tylko w pierśc. 1–3 liczba jamek większa		

2. Promienie drzewne w pniu są wyższe (9–13-komórkowe) niż w korzeniu (7–10-komórkowe).

3. Wysokość jednej komórki promienia w pniu jest mniejsza niż w korzeniu.

Moje dane dla modrzewia polskiego nie wykazują różnic między pniem a korzeniem w odniesieniu do cechy 1, a potwierdzają różnice odnośnie cech 2 i 3.

Wichrow i Kostariewa (1960) za istotne przy odróżnianiu pnia od korzenia w drewnie szpilkowych uważają cechy następujące (tab. 42):

Tabela 42

Różnice między pniem a korzeniem w drewnie szpilkowych (wg Wichrowa i Kostariewej) i konfrontacja tych danych z moimi danymi dla *L. polonica*

Lp.	Cecha	Wg Wichrowa i Kostariewej		Porównanie z wynikami dla <i>L. polonica</i> zawartymi w niniejszej pracy
		pień	korzeń	
1	Granica między pierścieniami rocznymi	ostra	zanikająca	+
2	Przejście między DW a DP	nagłe	łagodniejsze	+
3	Cewki podłużne	krótsze	dłuższe	—
4	Jamki lejkowate w cewkach podłużnych	1–2-rzędowe	2–3-rzędowe	—
5	Jamki lejkowate w cewkach podłużnych DW	tylko na ścianach promienistych	na ścianach promienistych i stycznych	—
6	Cewki poprzeczne	występują powszechnie	ulegają redukcji od szyjki ku wierzchołkowi	—
7	Gęstość promieni	mniejsza	większa	—
8	Wysokość promienia	mniejsza	większa	—
9	Szerokość promienia	mniejsza	większa	+
10	Promienie drzewne 2- i 3-warstwowe	występują b. rzadko	powszechne	—

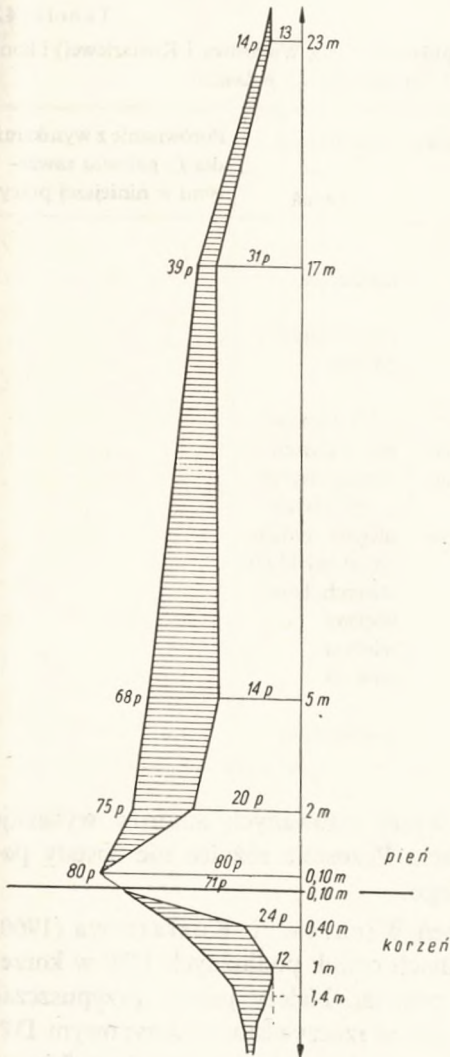
Porównanie moich danych z danymi wyżej cytowanych autorów wykazuje zgodność tylko w odniesieniu do paru cech. Pozostałe różnice nie zostały potwierdzone w drewnie modrzewia polskiego.

Za jedną z cech różniących pień i korzeń Wichrow i Kostariewa (1960) uważają obecność jamek na stycznych ścianach cewek podłużnych DW w korzeniu. Pień, ich zdaniem, jamek tych nie posiada. Należy jednak przypuszczać że rzekome DW Wichrowa i Kostariewej jest w rzeczywistości nietypowym DP. Bowiem w odsuniętych od podstawy partiach korzenia modrzewia polskiego tworzone jest nietypowe drewno późne o cienkościennych cewkach upodabniających się tym samym do cewek DW. W tej strefie korzenia właśnie obecność jamek na stycznych ścianach cewek podłużnych umożliwia przeprowadzenie granic między pierścieniami.

DREWNO MŁODOCIANE I DREWNO DOJRZAŁE

Zgodnie z przyjętą w literaturze definicją drewna młodocianego i drewna dojrzałego (s. 103) strefa drewna młodocianego w pniu rozciągałaby się na te pierścienie, w których między innymi wymiary poszczególnych elementów drewna nie osiągnęły ostatecznych wartości.

Z zamieszczonych w niniejszej pracy tabel i wykresów widać, że szereg cech nie osiąga ostatecznych wymiarów nawet w ostatnich pierścieniach na odpowiednich wysokościach drzewa. Jeżeli za zasadę podziału na DM i DD przyjęłoby się wymiary elementów, to wiek 20–30 lat (a nawet wcześniejszy, jak podaje Jacenko — Chmielewski — 1954), uznawany w literaturze za wiek „dojrzałości” drewna, nie stanowiłby granicy dostatecznie ścisłej dla wyróżnienia tych typów drewna. Jest to jednak wiek, w którym na najniższym ze zbadanych poziomów pni (10 cm od podstawy) ustalają się wszystkie trzy wymiary cewek podłużnych. Na wyższych poziomach maksimum jest osiągnięte znacznie później.



Rys. 18. Schemat rozmieszczenia drewna młodocianego i drewna dojrzałego w drzewie 2
DM — obszar niezakreskowany; DD — obszar zakreskowany. Liczby po lewej stronie osi oznaczają ilość pierścieni rocznych na danym poziomie

Biorąc za podstawę przy rozróżnieniu DM i DD charakter przejścia między DW a DP w obrębie pierścienia (omówiony na s. 102), strefa DM obejmowałaby na różnych poziomach pnia i korzenia różną liczbę pierścieni rocznych (schemat na rys. 18). Nasadowe i szczytowe partie pnia i korzenia należałoby w całości zaliczyć do DM. Pomijając te partie drzewa, o DD można by mówić po przekroczeniu 30 roku życia drzewa, co byłoby zgodne z przyjętą w literaturze granicą wieku DD. Rendle (1958, 1960), Phillips (1941, 1948) i inni charakter przejścia między DW a DP uważają również (obok innych) za cechę charakterystyczną DM i DD, lecz nie precyzują dokładnie rozmiesz-

czenia tych typów drewna w drzewie. Drewno gałęzi ze względu na tę cechę zaliczają w całości do pierwszego typu.

Jak już wspomniano, w przyosiowych partiach drzewa występuje szereg cech zanikających w miarę oddalania ku obwodowi drzewa (mięksisz terminalny, spiralne zgrubienia w cewkach podłużnych, pinoidalny typ jamek w polu skrzyżowania). Są to jednak cechy tylko częściowo związane z młodocianym charakterem drewna; charakteryzują one najwcześniejsze drewno młodociane.

Mięksisz terminalny obficie występuje tylko w 1–2 pierścieniach, w dalszych w miarę oddalania od osi szybko zanika.

Pojedyncze komórki mięksiszu terminalnego można jednak spotkać nawet na terytorium DD.

Spiralne zgrubienia w cewkach podłużnych, jak podaje szereg autorów, w drewnie modrzewia nie występują. W drewnie modrzewia polskiego jak stwierdziłam, w strefie przyosiowej są często bardzo liczne, lecz poza 10 pierścieniem ich nie spotkałam.

Zmiana sposobu rozmieszczenia jamek lejkowatych w cewkach podłużnych DW polega na tym, że jamki początkowo rozproszone po całej powierzchni cewki i występujące tylko pojedynczo, w miarę oddalania od osi organu skupiają się na końcach cewek po dwie obok siebie. Przejście od układu rozproszonego do skupionego następuje już w najwcześniejszym drewnie młodocianym. W starszych pierścieniach rozproszonych jamek w cewkach DW nie spotyka się. Natomiast pierwsze cewki z jamkami dwuszeregowymi stwierdzić można już w pierścieniach 3–6. We wszystkich pozostałych pierścieniach występują obok siebie oba typy rozmieszczenia jamek.

Szereg autorów znajduje w drewnie modrzewia i świerka tylko dwa typy jamek w polu skrzyżowania (piceoidalne i taksodioidalne). Tymczasem, w drewnie *Larix polonica* występują, choć stosunkowo rzadko, jamki pinoidalne i kupresoidalne.

Ta rzadkość była zapewne powodem, dla którego nie zostały one dotąd w drewnie modrzewia zaobserwowane. Z tego wynika, że typ jamek w polu skrzyżowania nie jest w tak silnym stopniu związany z grupami systematycznymi, jak dotąd sądzono. Jednak w DD modrzewia polskiego jamek pinoidalnych i kupresoidalnych nie spotkałam.

Zestawiając powyższe dane stwierdzić należy, że podstawowym kryterium przy wyróżnianiu DM i DD jest charakter przejścia między DW a DP w obrębie pierścienia rocznego. Pozostałe cechy wymienione w tym rozdziale charakteryzują tylko albo najwcześniejsze drewno młodociane, albo też sporadycznie występują nawet w DD.

Szyjka korzeniowa i przyległe do niej partie pnia i korzenia stanowią wyróżniającą się część drzewa. Być może, że jest to spowodowane szczególnymi warunkami mechanicznymi, panującymi w tej części drzewa. Może jednak w tej części drzewa tkanki zachowują szczególną zdolność utrzymywania się we wczesnym stadium rozwojowym (np. szczególna zdolność wytwarzania pędów odroślowych u niektórych drzew liściastych).

OMÓWIENIE WARTOŚCI DIAGNOSTYCZNEJ CECH STOSOWANYCH DOTYCH-
CZAS DLA ODRÓŻNIENIA DREWNA *LARIX* OD *PICEA*

W tabeli 43 zestawiono cechy zawarte w kilku znanych mi kluczach do oznaczania drewna, cechy, które mają odróżnić pień modrzewia od pnia świerka. W rubryce 6 tej tabeli znajdują się nieliczne moje dane dla świerka. Bowiem z badań, które obecnie nad drewnem świerka prowadzę, wynika, że zarówno ze względu na położenie poziomego przewodu żywicznego w promieniu drzewnym*, jak i na obecność ząbkowań w cewkach poprzecznych, rodzaje te między sobą nie różnią się. Huber (1951) określając położenie przewodu żywicznego w promieniu podaje następujące współczynniki dla modrzewia i świerka, różniące zdaniem tego autora oba rodzaje. Współczynniki te wyrażają stosunek liczby komórek w dłuższym odcinku promienia wrzecionowatego do liczby komórek w krótszym odcinku tego promienia:

modrzew	$1,87 \pm 0,44$
świerk	$1,73 \pm 0,20$

Porównując te dane z moimi dla modrzewia polskiego (str. 139, 140) widać, że zmienność średnich dla poszczególnych pierścieni rocznych w jednym pniu (1,47–2,17) wykracza poza granice ustalone przez Hubera dla obu rodzajów. Średnia ogólna dla *L. polonica* (1,84) jest natomiast prawie całkowicie zgodna ze średnią podaną przez Hubera, obliczoną na podstawie 1000 pomiarów. Wypływa stąd wniosek, że chcąc posługiwać się tą cechą przy oznaczaniu drewna, należy średnie wyciągnąć z dużej liczby przebadanych próbek pochodzących z różnych partii drzewa. Zbadanie pojedynczych próbek odpowiadających jednemu czy kilku pierścieniom rocznym (co się stosuje w badaniach paleobotanicznych) może dać fałszywe wnioski.

Analizując dane zestawione w tabeli 44 uderza brak zgodności odnośnie poszczególnych cech oraz ich wartości diagnostycznej. Przyczyny tych rozbieżności mogą być różne. Jedną z nich jest niewątpliwie zmienność.

Porównując te dane z moimi dla *L. polonica* widać, że prawie wszystkie cechy stosowane dla odróżnienia drewna modrzewia od drewna świerka mają znikomą wartość diagnostyczną.

Na uwagę zasługują jednak cechy wyróżnione przez Burgersteina (1908). Według tego autora modrzew różni się od świerka następującymi cechami:

Tabela 43

Cecha	Modrzew	Świerk
1. wymiar promienisty cewki podłużnej DW	40–60 mikronów	30–40 mikronów
2. miękisz promieni w twardzieli	wypełniony żywicą	pozbawiony żywicy
3. wysokość 1 komórki promienia drzewnego	20–23 mikronów	17–20 mikronów
4. liczba komórek w promieniu	9–13 (do 50)	7–11 (do 30)
5. średnica komór jamek lejkowatych DW	poniżej 19 mikronów	20 mikronów

* Moje orientacyjne dane dla świerka:

nr pierścienia	K_d/K_k
7	2,33
30	1,90
70	1,83
110	1,83
160	1,82

Spośród wymienionych cech trzy ostatnie, jak to wynika z moich danych, są stałe w obrębie pnia i jako takie zasługują na uwagę jako ewentualne cechy diagnostyczne. Powrócę do nich w dalszej części dyskusji.

OMÓWIENIE WARTOŚCI DIAGNOSTYCZNEJ CECH STOSOWANYCH DLA
WYRÓŻNIENIA DREWNA POSZCZEGÓLNYCH GATUNKÓW W OBRĘBIE
RODZAJU *LARIX*

Przejdę z kolei do omówienia zmienności cech wykorzystywanych przez różnych autorów dla rozróżnienia poszczególnych gatunków modrzewia. Porównam przy tym własne dane z niektórymi danymi cytowanymi przez Budkiewicz (1956, 1961) i Gregussa (1955) dla różnych gatunków modrzewia. Dane tych autorów oraz moje dla *L. polonica* zostały zestawione w tabeli 45 i 46.

Greguss, jak widać, w strukturze drewna pni różnych gatunków znajduje różnice ilościowe. Budkiewicz natomiast kwestionuje możliwość wyróżniania poszczególnych gatunków modrzewia wyłącznie za pomocą cech ilościowych (takich cech autorka ta znajduje niewiele), wymieniając na to miejsce szereg cech o charakterze opisowym. Różnice między gatunkami polegałyby według niej na obecności lub braku danego typu elementu.

Analiza każdej z wymienionych na tych schematach cech, w oparciu o moje dane dla *L. polonica*, wykazuje, że w pniu *L. polonica* istnieje zmienność co najmniej tak duża jak między poszczególnymi gatunkami opisywanymi przez Budkiewicz czy Gregussa.

PORÓWNANIE DREWNA *L. DECIDUA* Z *L. POLONICA*

Ze względu na niewątpliwie bliskie pokrewieństwo między *L. polonica* i *L. decidua* porównam moje dane dla drewna *L. polonica* z danymi dla *L. decidua* z dostępnej mi literatury (tab. 47).

W zestawieniu tym uderzają, podobnie jak w zestawieniach danych różnych autorów odnoszących się do różnic rodzajowych (tab. 43), ogromne rozbieżności.

Pomijając jedną z ewentualnych głównych przyczyn tych rozbieżności — zmienność — należy przypuszczać, że nie wszystkie zestawione dane mogą być ze sobą porównywalne. Tak jest w wypadku wysokości i szerokości 1 komórki promienia drzewnego. Prawdopodobnie liczby podawane przez Budkiewicz i Gregussa odnoszą się do średnicy światła komórek z pominięciem ich ścian. Moje natomiast dane odnoszą się do całych komórek.

OMÓWIENIE WARTOŚCI DIAGNOSTYCZNEJ SZYBKO USTALAJĄCYCH SIĘ
CECH DREWNA

Analiza zmienności cech drewna u *L. polonica* wykazała, że jest kilka cech, których średnie wartości w obrębie pnia ustalają się bardzo szybko i nie ulegają

świadczą po pierwsze o tym, że współczynniki powyższe są dla tego rodzaju znacznie wyższe niż to podaje Huber, po drugie, że są one również wyższe od współczynników znalezionych przeze mnie w drewnie modrzewia, a po trzecie, że na jednym poziomie pnia istnieje wyraźna ich regresja od rdzenia na zewnątrz.

Porównanie dotychczas stosowanych cech dla odróżnienia drewna modrzewia i świerka z danymi zawartymi w niniejszej pracy dla drewna modrzewia polskiego

Lp.	Cecha		Wg Phillipsa	Wg Budkiewicz	Wg Gregussa	Dane z niniejszej pracy
1	2		3	4	5	6
1	przebieg między DW i DP	<i>Larix</i>	nagle	nagle	nagle	nagle i stopniowe
		<i>Picea</i>	stopniowe	stopniowe	stopniowe	—
2	rozmieszczenie jamek lejkowatych w cewkach podłużnych DW	<i>Larix</i>	najczęściej podwójne	najczęściej podwójne	najczęściej podwójne	podwójne i pojedyncze jednakowo częste
		<i>Picea</i>	pojedyncze rzadko podwójne	pojedyncze bardzo rzadko podwójne	pojedyncze bardzo rzadko podwójne	jak u modrzewia
3	miękkiz drzewny (terminalny)	<i>Larix</i>	nieobecny	obecny	bardzo skąpy	w DM obfity, w DD bardzo skąpy
		<i>Picea</i>	?	nieobecny	nieobecny	—
4	spiralne zgrubienia w cewkach podłużnych	<i>Larix</i>	bardzo rzadko obecne	sporadyczne	nieobecne za wyjątkiem <i>Larix Lyalii</i>	w DD nie występują; w niektórych partiach DM w dużych ilościach
		<i>Picea</i>	bardzo rzadko obecne	występują u niektórych gatunków	obecne	
5	ząbkowania na wewnętrznych ścianach cewek poprzecznych	<i>Larix</i>	nieobecne	nieobecne	obecne	obecne
		<i>Picea</i>	obecne	obecne	obecne	obecne
6	położenie poziomego przewodu żywicznego	<i>Larix</i>	silnie ekscentryczne	silnie ekscentryczne	—	ekscentryczne
		<i>Picea</i>	bardziej centralne	bardziej centralne	—	ekscentryczne
7	liczba komórek wyścielających przewód żywiczny	<i>Larix</i>	9–12 (i więcej)	6–20	10–14	średnio 7–11 min. 5, maks. 13
		<i>Picea</i>	poniżej 9	5–15	8–10	—
8	liczba komórek w promieniu drzewnym	<i>Larix</i>	—	1–46	10–20 (25)	średnio 6–9 min. 1, maks. 33
		<i>Picea</i>	—	1–35	8–10 (25–40)	—

Zestawienie cech odróżniających poszczególne gatunki *Larix* (wg Budkiewicz — 1961) i porównanie ich z danymi zawartymi w niniejszej pracy dla *Larix polonica*

liczba komórek wyścielających poziomy przewód żywiczny				<i>L. polonica</i>
12–20 (i więcej)	8–12			średnio 6–11 (5–13)
miękkisz drzewny	jamki lejkowate na stycznych ścianach cewek podłużnych			obecne tylko w cewkach DP
obecny	nieobecny	nieobecne	obecne	jedno- i dwurzędowe
<i>L. Lyalli</i>	<i>L. laricina</i>	<i>L. Griffithi</i>	promienie drzewne	
	tylko	jedno- i dwurzędowe		średnio 19–26 (w 1 pierścieniu 9–13)
	1-rzędowe	średnica jamek lejkowatych na ścianach promienistych cewek podłużnych		
	<i>L. dahurica</i>	14–15 mikr.	18–20 mikronów	gładkie i węzłko- wato zgrubiałe
	<i>L. decidua</i>	ściany poprzeczne komórek miękkiszu drzewnego		
		gładkie	węzłkowato zgrubiałe	średnio 10–11
		<i>L. Potanini</i>	średnica jamek na stycznych ścianach cewek podłużnych	
		5–6 mikr.	6–9 mikronów	dwu- i trzyrzędowe
		<i>L. sibirica</i>	niektóre odcinki wrzecionowatych promieni drzewnych	
	tylko	dwu- i trzyrzędowe		średnio 6–10 (1–33)
	dwurzędowe	liczba komórek w promieniu drzewnym		
	<i>L. leptolepis</i>	1–35 <i>L. Sukaczewi</i>	1–25	dwu- i trzyrzędowe
		wrzecionowate promienie drzewne		
		2- i 3-rzędowe	dwurzędowe	jedno- i dwurzędowe
		<i>L. kurilensis</i>	jamki lejkowate na promienistych ścianach cewek	
			jedno-rzędowe <i>L. olgensis</i> ¹	jedno- i dwurzęd. <i>L. occidentalis</i>
			jedno- i dwurzęd. <i>L. occidentalis</i>	

¹ W szczegółowym opisie drewna tego gatunku znajduje się wzmianka, że badana próbka pochodziła z 15-letniej gałązki (gałęzie, jak wiadomo, posiadają cechy drewna młodocianego). Należy sądzić, że w drewnie dojrzałym tego gatunku byłyby obecne również jamki podwójne.

Zestawienie cech odróżniających poszczególne gatunki *Larix* (wg Gregussa) i porównanie ich z danymi dla *Larix polonica* Tabela 46

L. polonica

posiadają bardzo delikatne spiralne zgrubienia <i>L. Lyalli</i>		wewnętrzne ściany cewek poprzecznych					gładkie i drobno ząbkowane	
		gładkie lub bardzo drobno ząbkowane						
		1. wymiary pionowego przewodu żywicznego (w mikronach) 2. liczba jamek w polu skrzyżowania 3. liczba cewek na powierzchni poprzecznego przekroju równej 1 mm ²						
1. 50 × 60	1. 70 × 80	1. 20 × 50					1. średn. 22 × 40—	
2. 3—4 (6)	2. 6—10	2. 2—4 (6)					—78 × 92 (13 × 13 — 125 × 129)	
3. 1300	3. 800	3. 3000—5400					2. średnio 1—6 (1—11)	
							3. średnio 369—5000 (do 7200)	
<i>L. Gmelinii</i> <i>Litv.</i>	<i>L. occidentalis</i>	wymiary pionowego przewodu żywicznego (w mikronach)						
		20 × 30		35 × 40	32 × 40	29 × 35	40 × 50	
		2—4 (6)	3—4 (7)	4—6	1—2 (3)	2—3 (4)	3—4 (6)	2—4 (5)
1. liczba jamek w polu skrzyżowania		1—12 (20)	1—12 (24)	1—10 (14)	1—16 (40)	1—8 (16)	1—8 (20)	1—12 (30)
2. liczba komórek w promieniu drzewnym		3400	5400	5000	3100	5000	3000	3000
3. liczba cewek na powierzchni 1 mm ²		<i>L. Gmelinii</i>	<i>L. laricina</i>	<i>L. pendula</i>	<i>L. Potanini</i>	<i>L. sibirica</i>	<i>L. decidua</i>	<i>L. leptolepis</i>
		<i>jap.</i>						
		2. średnio 6—10 (1—33)						

Tabela 47

Porównanie danych dla *L. decidua* z danymi dla *L. polonica*

Lp.	Cecha	<i>L. polonica</i> (dane zawarte w niniejszej pracy)	<i>L. decidua</i>	
			wg Gregussa	wg Budkiewicz
1	wymiary cewek na przekroju poprzecznym	DW 19—72 × 12—42 mikronów DP 11—25 × 12—38	?	36—60 × 18—30 mikronów
2	grubość ścian	DW: 1,7—3,0 × 1,7—2,9 mikronów DP: 2,1—9,1 × 2,6—7,6	?	6—21 × 4—6 3,5—4 4—6
3	spiralne zgrubienia	obecne	?	obecne
4	liczba komórek wyściełających pionowy przewód żywiczny	5—11 (4—19)	dla modrzewia ogólnie 10—14	8—12
5	liczba komórek w jednorzędowych odcinkach wrzecionowatego promienia drzewnego	w dłuższych 4—10 w krótszych 2—6,6	?	w dłuższych 7—10 w krótszych 2—5
6	wewnętrzne ściany cewek poprzecznych	gładkie lub drobno ząbkowane	gładkie lub drobno ząbkowane	gładkie
7	mięksisz drzewny	skąpy	bardzo skąpy	skąpy lub nie występuje zupełnie
8	liczba jamek w polu skrzyżowania	3—6 (1—11)	3—4 (6)	1—4 (5)
9	średnica przewodu żywicznego pionowego	22—78 × 38—92	40 × 50	?
10	liczba komórek w promieniu drzewnym	6—10 (1—33)	1—8 (12—14)	1—30 (46)
11	odcinki promieni wrzecionowatych	1—2-warstwowe	1—2-warstwowe	1—2-warstwowe
12	wysokość 1 komórki promienia drzewnego	19—25(39)	13—18(40)	9—15
13	szerokość 1 komórki promienia	11—14(16)	6—10	7—9
14	średnica jamek na promienistych ścianach cewek podłużnych DW	19—26 (8—29)	10—21	14—16
15	liczba cewek na powierzchni 1 mm ²	369—3862 (6970)	3000	?
16	gęstość promieni drzewnych	26—51 (87)	90—100	?
17	liczba komórek promieni na powierzchni 1 mm ²	217—409 (192)	320—330	?

dalszym zmianom ani wzdłuż promienia, ani wzdłuż osi pnia; średnie ich wartości są takie same w różnych pierścieniach na różnych wysokościach drzewa. Z tego względu cechy te mogłyby być wykorzystane do celów diagnostycznych przy odróżnianiu rodzajów czy nawet gatunków. Cechami tymi są:

1. średnie wymiary (średnica) komór jamek lejkowatych w cewkach podłużnych DW,
2. średnia liczba komórek w promieniu drzewnym,
3. średnia liczba jamek w polu skrzyżowania,
4. średnia wysokość jednej komórki promienia,
5. średnia szerokość jednej komórki promienia.

Średnicę komór jamek lejkowatych w cewkach podłużnych zastosowała Budkiewicz (1956) dla wyróżnienia *L. decidua* od innych gatunków *Larix*, Burgerstein (1908) natomiast dla odróżnienia drewna pnia od drewna korzenia *Larix* i *Picea*.

Średnią liczbę komórek w promieniu zastosował już Burgerstein w r. 1908 dla odróżnienia drewna pnia od drewna korzenia *Larix*, Greguss dla wyróżnienia modrzewia od świerka oraz poszczególnych gatunków modrzewia, Budkiewicz dla odróżnienia niektórych gatunków *Larix*.

Średnią liczbą jamek w polu skrzyżowania posługuje się Greguss przy odróżnianiu gatunków *Larix*. Średnią wysokość 1 komórki Burgerstein stosuje między innymi do odróżnienia drewna pnia od korzenia, zarówno modrzewia, jak i świerka, oraz do wyróżnienia drewna modrzewia od drewna świerka. Średniej szerokości komórki promienia nikt dotąd nie zastosował jako cechy diagnostycznej.

1. Pierwsza z wymienionych cech stałych, jak wynika z porównania moich danych z danymi Budkiewicz, w sposób wyraźny odróżnia drewno *L. polonica* od innych gatunków modrzewia (tab. 47), a w szczególności od *L. decidua*. Dane Burgersteina dla modrzewia i świerka mieszczą się natomiast w zakresie ustalonym dla *L. polonica*.

2. Liczba komórek w promieniu drzewnym może się okazać dobrą cechą diagnostyczną. Ze względu jednak na bardzo duży rozrzut w obrębie próby w tym wypadku należałoby oprzeć się na średnich wartościach tej cechy, otrzymanych z większej liczby pomiarów.

3. Liczba jamek w polu skrzyżowania, według danych Budkiewicz i Gregussa, jest podobna u modrzewia i świerka, Greguss jednak w obrębie pewnej grupy gatunków *Larix* (obejmującej również *L. decidua*) wyróżnia na podstawie tej cechy kilka podgrup. Różnice między tymi podgrupami nie są duże i mieszczą się w zakresie zmienności, jaki ustalono dla pni *L. polonica*.

Ze względu jednak na to, że cecha ta jest stała w obrębie jednego drzewa (nie stwierdziłam różnic między pniem a korzeniem), lecz różni poszczególne pnie *L. polonica*, należałoby ją uwzględnić jako ewentualną cechę diagnostyczną.

4. Wysokość jednej komórki promienia odróżnia według Burgersteina modrzew od świerka. Dane tego autora dla modrzewia są na ogół zgodne z moimi danymi dla *L. polonica* (wyłączając pierścienie pierwsze).

5. Szerokości jednej komórki promienia nie da się z danymi literatury porównać, gdyż jedyne dane, jakie dla tej cechy znalazłam, nie są z moimi porównywalne. Z racji swojej stałości zasługuje na uwagę jako ew. cecha diagnostyczna.

OGÓLNE UWAGI O ZMIENNOŚCI WEWNĄTRZOSOBNICZEJ I MIĘDZYOSOBNICZEJ

Badania moje miały na celu zorientowanie się w zmienności struktury drewna w obrębie jednego drzewa. Systematyczne studia nad zmiennością cech drewna przeprowadzono dotychczas w odniesieniu tylko do paru cech drewna, których zmienność już od czasów Sanio (1872) badano wzdłuż promienia i wzdłuż osi pnia. W niniejszej pracy po raz pierwszy podjęto próbę systematycznego zbadania wielu cech drewna w pniu i korzeniu.

Badania te miały także na celu wstępne zorientowanie się w charakterze zmienności międzysobniczej. Jak widać z analiz przeprowadzonych w szczególowej części pracy, różnice między trzema zbadanymi osobnikami przeważnie mieszczą się w granicach zmienności wewnątrzsobniczej.

Jakkolwiek wiadomo było od dawna, że istnieje zmienność różnych cech drewna w obrębie jednego odsobnika (przegląd literatury podaje Jacenko-Chmielewskij — 1954), to jednak w opracowaniach anatomicznych drewna dla celów diagnostyki, z czynnikiem wewnątrzsobniczej zmienności liczone się niedostatecznie i, o ile mi wiadomo, sam problem zmienności cech diagnostycznych drewna nie był dotąd przedmiotem specjalnych badań.

Jest rzeczą niewątpliwą, że właśnie wewnątrzsobnicza (i międzysobnicza) zmienność cech drewna jest główną przyczyną licznych niepowodzeń w praktycznym wykorzystaniu istniejących kluczy do oznaczania drzewien w obrębie niższych jednostek systematycznych.

V. PODSUMOWANIE

W niniejszej pracy podjęto po raz pierwszy próbę systematycznego zanalizowania zmienności wielu różnych cech drewna jednego gatunku. Badania tego typu przeprowadzono dotychczas tylko dla niektórych cech anatomicznych drewna.

Badaniami zostały objęte 3 pnie i 1 korzeń *Larix polonica*. Wiek badanych drzew ustalony na podstawie liczby pierścieni rocznych na krążku odziomkowym wynosił odpowiednio: 104, 78 i 67 lat.

Dla każdej z wyróżnionych 32 cech drewna ustalono charakter jej zmienności w drzewie w trzech podstawowych kierunkach:

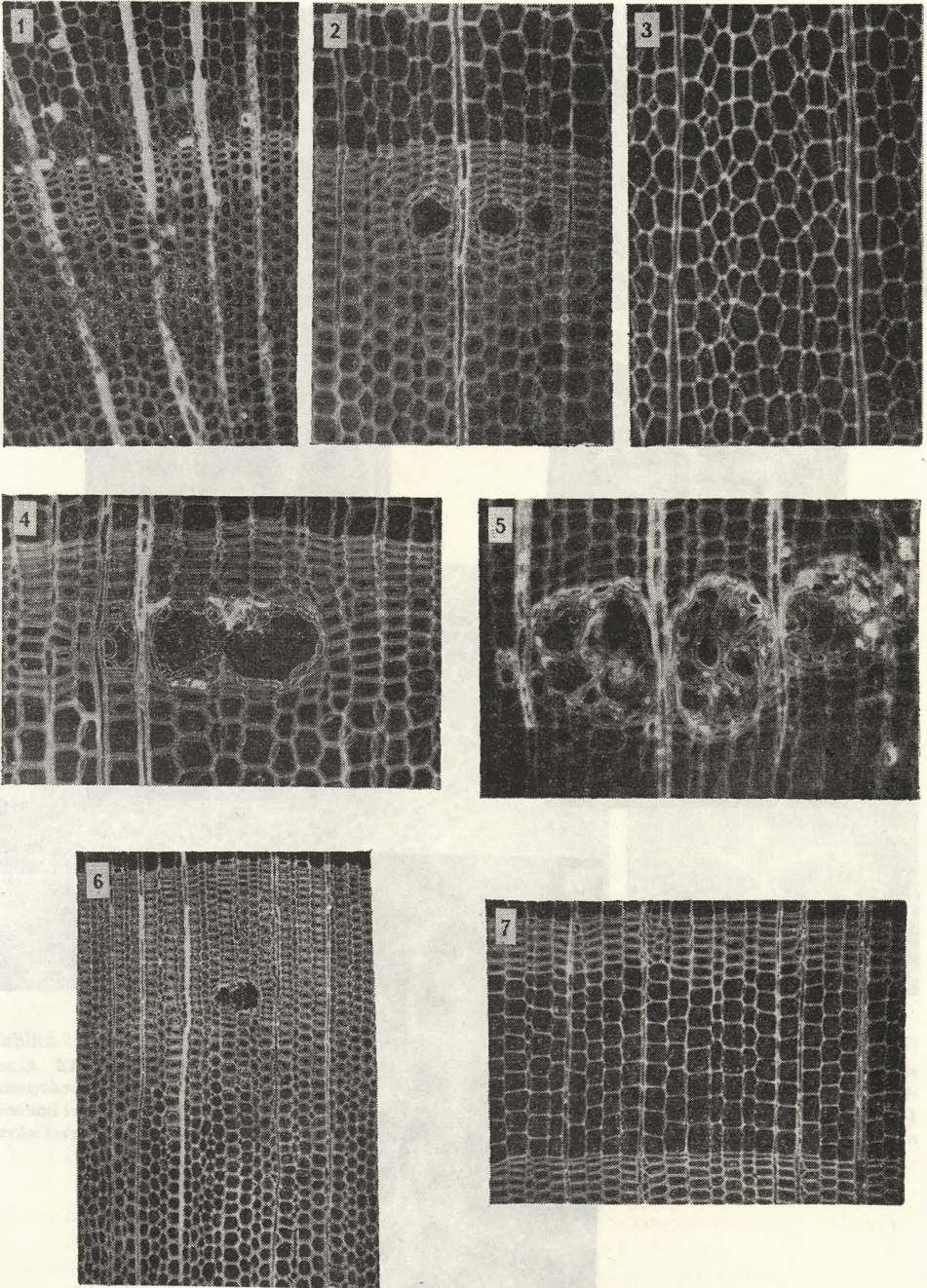
- A) wzdłuż promienia (od osi organu na zewnątrz),
- B) wzdłuż pnia lub korzenia w obrębie tego samego pierścienia rocznego (od podstawy organu ku jego wierzchołkowi),
- C) wewnątrz pierścienia (różnice między drewnem wczesnym i późnym).

Przegląd wyników zestawionych w tabelach i na wykresach wykazuje, że:

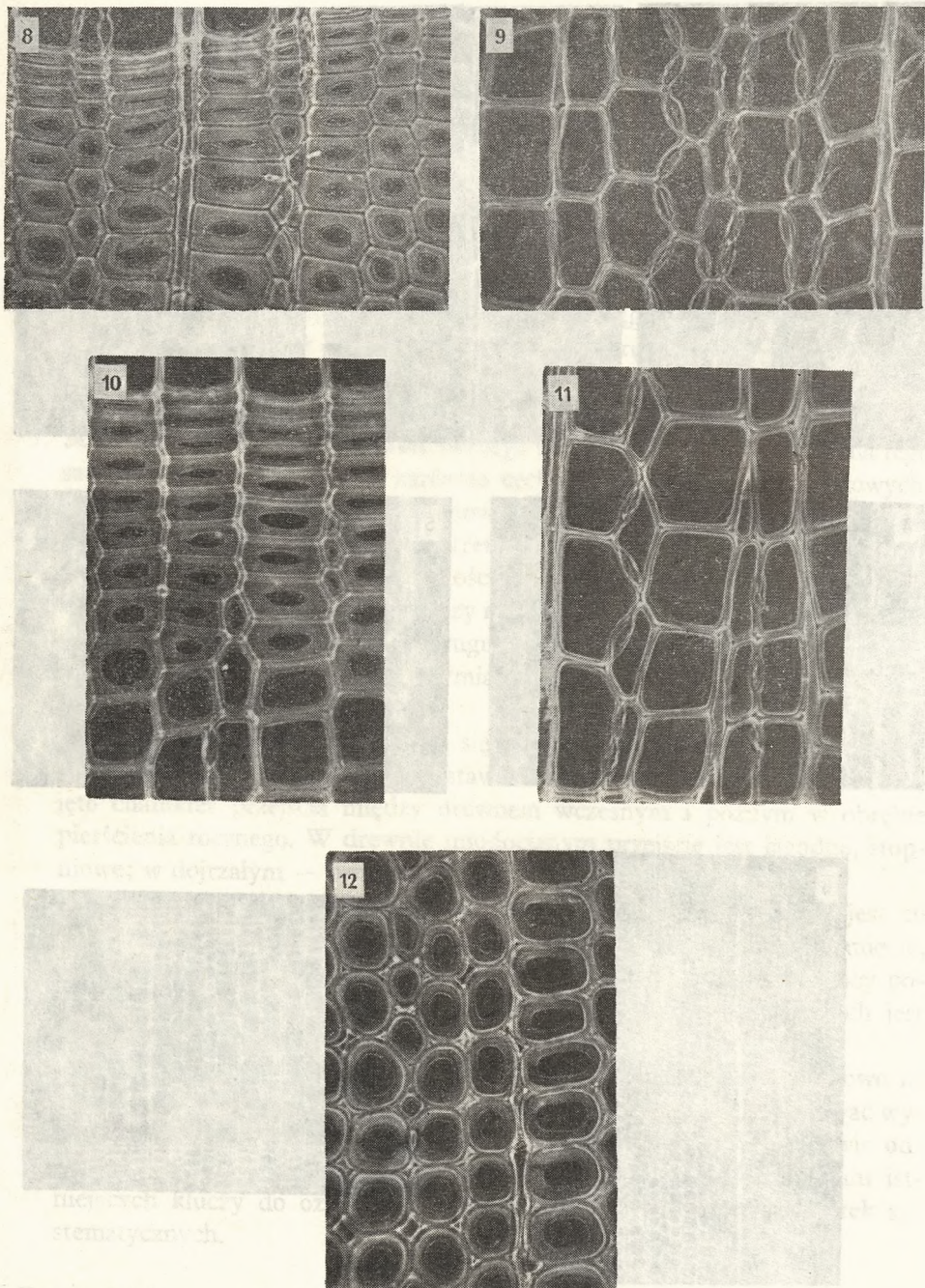
1. Większość cech drewna zmienia się w obrębie drzewa w sposób prawidłowy. Zmiana ta ma najczęściej pewien określony kierunek.

2. Najszybsze jest tempo zmiany średnich wartości cech w pierścieniach położonych w pobliżu osi drzewa, tj. w pierwszych latach jego życia. Strefa drewna o nie ustalonej strukturze może się dla poszczególnych cech i na różnych wysokościach drzewa rozciągać na różną liczbę pierścieni rocznych.
3. Pięć spośród opracowanych cech:
 - a) średnie wymiary komór jamek lejkowatych w cewkach podłużnych DW,
 - b) średnia liczba komórek w promieniu drzewnym, c) średnia liczba jamek w polu skrzyżowania, d) średnia wysokość jednej komórki promienia drzewnego, e) średnia szerokość jednej komórki promienia drzewnego,to cechy, które najpóźniej w 7 pierścieniu osiągają stałe dla całego pnia wartości. Cechy „a” i „c” są również stałe w obrębie całego drzewa.
4. Cechy wymienione w punkcie 3 z racji swojej stałości mogą być wykorzystane jako cechy diagnostyczne.
5. Struktura drewna pnia wyraźnie odbiega od struktury drewna korzenia tego samego drzewa. Dotyczy to zarówno cech jakościowych, jak i ilościowych.
6. Wyróżniającą się część drzewa stanowi szyjka korzeniowa i przyległe do niej partie pnia i korzenia. Cechy tej strefy zachowują charakter bardziej pierwotny. Występują tu też znaczne ilości drewna kompresyjnego.
7. Z wykrytych współzależności między niektórymi cechami w drewnie modrzewia polskiego na podkreślenie zasługuje zależność między szerokością pierścienia rocznego, promienistymi wymiarami cewek podłużnych oraz długością komórek promieni drzewnych.
8. W drzewie *L. polonica* wyróżniają się dwie strefy: strefa drewna młodocianego i drewna dojrzałego. Za podstawowe kryterium ich rozróżnienia przyjęto charakter przejścia między drewnem wczesnym i późnym w obrębie pierścienia rocznego. W drewnie młodocianym przejście jest łagodne, stopniowe; w dojrzałym — ostre, nagłe.
9. Zmienność wewnątrzsobnicza cech drewna modrzewia polskiego jest co najmniej tak duża jak zmienność międzysobnicza. Należy jednak pamiętać, że zagadnienie zmienności międzysobniczej zostało w niniejszej pracy potraktowane fragmentarycznie. Charakter zmiany poszczególnych cech jest jednak u wszystkich trzech drzew jednakowy.
10. W opracowaniach drewna dla celów diagnostyki należy bezwarunkowo liczyć się z czynnikiem zmienności. Pod tym kątem należy też dokonywać wyboru cech diagnostycznych. Zmienność cech drewna jest niewątpliwie odpowiedzialna za liczne niepowodzenia w praktycznym wykorzystaniu istniejących kluczy do oznaczania drewna w obrębie niższych jednostek systematycznych.

Praca niniejsza została wykonana pod kierunkiem prof. dr Henryka Teleżyńskiego, któremu gorąco dziękuję za cenne rady i wskazówki. Dziękuję również Panu prof. dr Stefanowi Białobokowi za umożliwienie przeprowadzenia badań; Panu inż. Stanisławowi Bartkowiakowi za pomoc w statystycznym opracowaniu materiału; Pani Antoninie Jachnikównie za pomoc w technicznej części pracy.

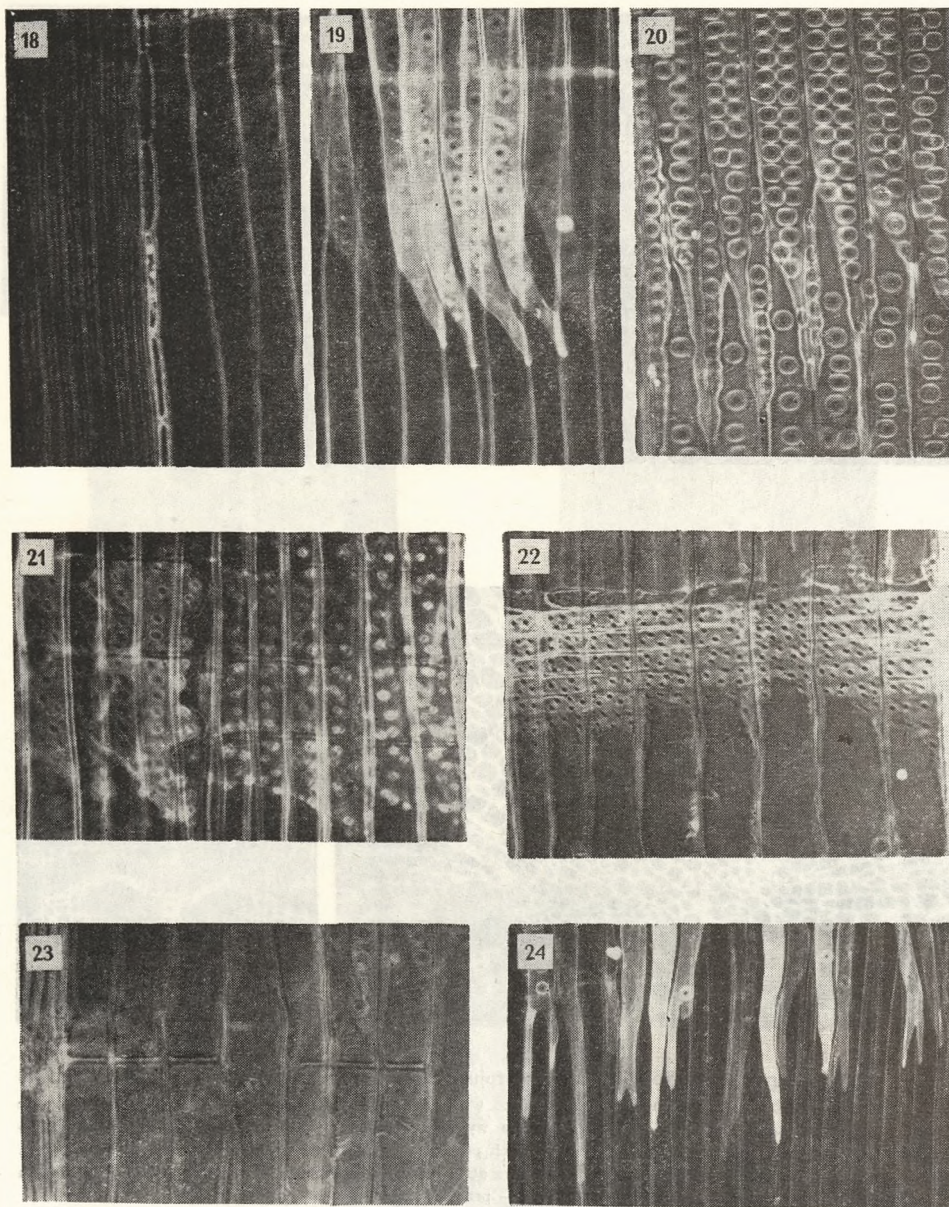


Tablica I. Struktura drewna pnia na przekroju poprzecznym (fot. 1-5 pow. $\times 192$; fot. 6-7 pow. $\times 99$)
 Fot.1. 2(C)1-2 – pojedyncze komórki miększu terminalnego, przewody żywiczne na granicy pierścienia; fot.2.
 1(J)7 – łagodne przejście w obrębie pierścienia; fot.3. 1(J)7-DW – pojedyncze jamki lekawkowe w ścianach cewek;
 fot.4. 1(N)70 – połączone przewody żywiczne wysłane grubościennymi komórkami; fot.5. 1(N)73 – traumatyczne
 przewody żywiczne wypełnione tylosoidami; fot.6. 1(J)15 – łagodne przejście w obrębie pierścienia rocznego;
 fot.7. 1(J)75 – nagłe przejście w obrębie pierścienia.



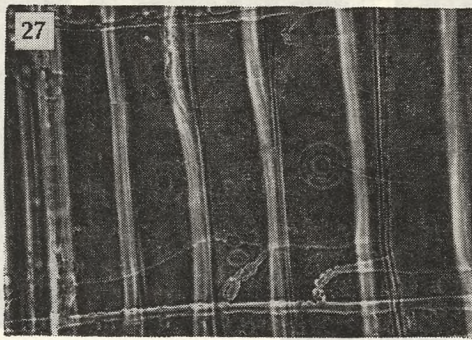
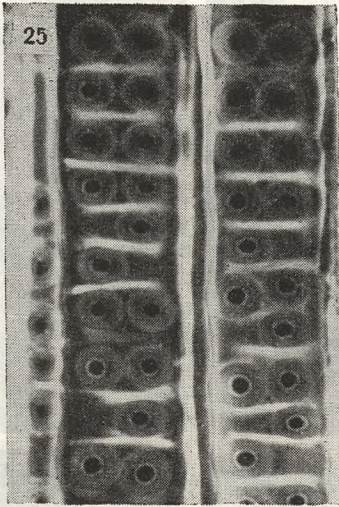
Tablica II. Struktura drewna pnia na przekroju poprzecznym (pow. $\times 385$)

Fot.8. 1(N)50 – drewno późne normalne, przekroje ostrych zakończeń cewek; fot.9. 1(N)50 – drewno wczesne, jamki lejkowate; fot.10. 1(N)50 – drewno późne normalne; fot.11. 1(J)30 – eliminacja promienistego szeregu komórek; fot.12. 1(J)30 – drewno kompresyjne, drobne przestrzenie międzykomórkowe.



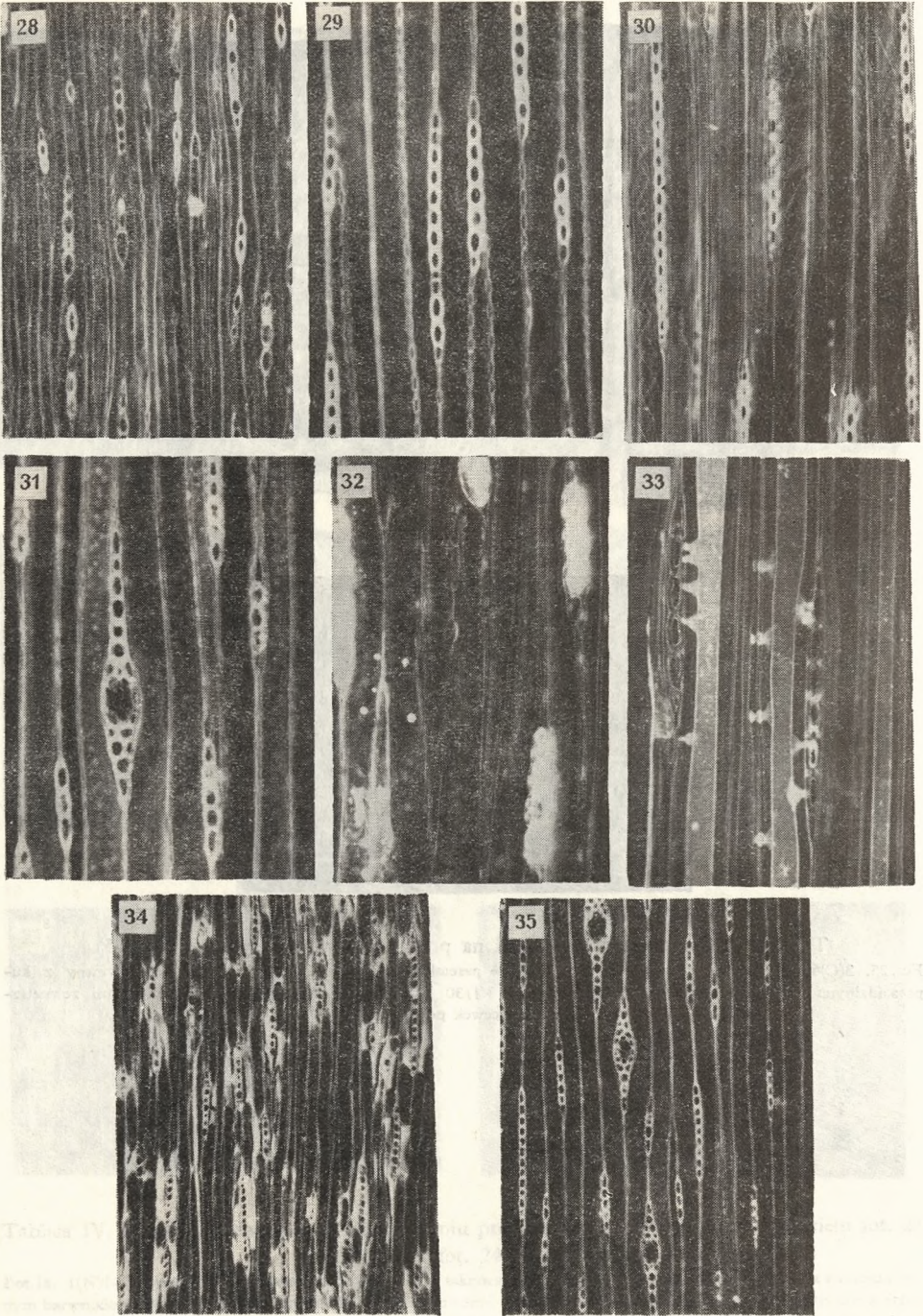
Tablica IV. Struktura drewna pnia na przekroju promienistym (pow. $\times 192$, z wyjątkiem fot. 21 i fot. 24)

Fot.18. 1(N)14 – miękisz terminalny; fot.19. 1(J)7 – zakończenia cewek DW odchylające się od osi z nagromadzoną barwnikiem (kwaśną fuksyną); fot.20. 2(C)74 – podwójne jamki lejkowate w szczytowych, a pojedyncze w środkowych partiach cewek DW; fot.21. 3(C)1 – powiększenie $\times 385$, różne typy jamek w polu skrzyżowania; nieregularne komórki miękiszu promienia drzewnego z jamkami taksodioidalnymi i pinoidalnymi, regularne komórki z jamkami piceoidalnymi; fot.22. 1(J)88 – jamki w polu skrzyżowania; fot.23. 1(J)15 – promienista seria cewek podłużnych z beleczkami (trabeculae); fot.24. 1(J)7 – powiększenie $\times 99$, zakończenia cewek drewna kompresyjnego.



Tablica V. Struktura drewna pnia na przekroju promienistym (pow. $\times 385$)

Fot. 25. 3(C)65 – jamki lejkowate w cewkach DW – pasemka Sanio; fot. 26. 1(J)86 – promień drzewny z ku-
presoidalnymi jamkami w polu skrzyżowania; fot. 27. 1(J)30 – ząbkowania na wewnętrznej powierzchni zewnętrz-
nych ścian cewek poprzecznych.



Tablica VI. Struktura drewna pnia i korzenia na przekroju stycznym

Fot. 28. 1(N)1 – pow. $\times 192$ – komórki promieni o zróżnicowanych wymiarach, liczne promienie jedno- i dwukomórkowe; fot. 29. 1(J)30 – powiększenie $\times 192$, komórki promieni drzewnych o wyrównanych wymiarach, lecz znacznie mniejsze od komórek promieni pierścienia 1 (fot. 39), promienie jednorzędowe, wysokie; fot. 30. 1(J)30 – powiększenie $\times 192$, splekania w ścianach cewek podłużnych DP; fot. 31. 2(III) – korzeń (pierzścień zewnętrzny) powię-

LITERATURA

1. Anderson E. A., 1951. Tracheid length variation in conifers as related to distance from pith. *Jour. For.* 49:38—42.
2. Bannan M. W., 1950. The frequency of anticlinal divisions in fusiform cambial cells of *Chamaecyparis* Am. *Jour. Bot.* 37, 511—519.
3. Bisset I. J. W., 1949. I. Bibliography of references on the variations of tracheid and fiber lengths and their distributions in angiosperms and gymnosperms. II. Summarized data on the variation of fibre and tracheid lengths and their distrib. in angiosperms and gymnosperms. *Bibliogr. Ser. Div. For. Prod. Austr.* 37.
4. Bisset I. J. W. and Dadswell H. E., 1950. The variation in cell length within one growth ring of certain angiosperms and gymnosperm. *Austr. For.* 14:17—29.
5. Brem M. 1934., Anatomical method for determining the wood of the spruce and the larch. *Bull. Intern. Acad. Pol. Sci. Lettres ser. B (I), No 8.*
6. Budkiewicz E. W., 1956. Anatomiczeskoje strojenije drowiesiny widow *Larix* w swiazi z ich systematikoj. *Bot. Żurn.*, t. XLI.
7. Budkiewicz E. W., 1961. Drowiesina sosnowych. Moskwa.
8. Burgerstein A., 1908. *Vergleichende Anatomie des Holzes.* Wiesner Festschrift, Berlin.
9. Chalk L., 1961. Variation in tracheid length within the ring in *Pinus radiata*. *Forestry* XXXIV.
10. Chalk L., 1930. Tracheid length, with special reference to Sitka Spruce (*Picea sitchensis* Carr.). *Forestry* IV.
11. Chowdhury K. A., 1931. Anatomical studies of the wood of a hybrid Larch. *Journ. For.* XXIX.
12. Diannelidis T., 1953. Zur Frage der Unterscheidbarkeit des Holzes von *Picea* u. *Larix* auf Grund der Markstrahl Harzgänge. *Forstwiss. Cbl.* 72.
13. Esau K., 1958. *Plant anatomy.* New York, London.
14. Fry G. and Chalk L., 1957. Variation of density in the wood of *Pinus patula* grown in Kenya. *Forestry* XXX.
15. Greguss P., 1955. *Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnosperm.* Budapest.
16. Hejnowicz A. i Hejnowicz Z., 1958. Variations of length of vessel members and fibres in the trunk of *Populus tremula* L. *Acta Soc. Bot. Pol.* XXVII.
17. Hejnowicz Z., 1961. Anticlinal divisions, intrusive growth, and loss of fusiform initials in nonstoried cambium. *Acta Soc. Bot. Pol.* XXX.
18. Huber B., 1951. *Mikroskopische Untersuchung von Hölzern.* Handbuch der Mikroskopie in der Technik, B. V.
19. Jacenko-Chmielewskij A. A., 1954. *Osnowy i metody anatomiczeskiego issledowanija drowiesiny.* Moskwa, Leningrad.
20. Jane F. W., 1946. The structure of wood 8. More common soft woods. *Timb. News* 54.
21. Jay B. A., 1947. Key to the microscopical identification of the principal softwoods used in Great Britain. *Timb. Inform. Lft. Timb. Develop. Ass.* No 25.
22. Jedliński W., 1918. „Modrzew polski”. Jego znaczenie ze stanowiska leśnego. *Sprawozd. Kom. Fizjograf.*
23. Krzysik F., 1957. *Nauka o drewnie.* Warszawa.

kszenie $\times 192$, jamki lejkowate na promienistych ścianach cewek DW oraz na stycznych ścianach cewek DP; fot.32. siewka 2 (lodyga w odległości 6 cm od szyjki korzeniowej), pierścien 2 powiększenie $\times 385$, spiralne zgrubienia w ścianach cewek DP; fot.33. 1(N)30 — powiększenie $\times 385$, pary jamek mieszanych łączących cewkę podłużną z komórką promienia drzewnego na terytorium drewna późnego; fot.34. 2(II)7 — powiększenie $\times 78$, promienie drzewne otoczone cewkami wypełnionymi bliżej nie określonymi substancjami; fot.35. 2(III) — jeden z ostatnich pierścieni powiększenie $\times 99$, poziome przewody żywiczne.

24. Loach A. M., 1960. Factors affecting fibre and vessel member length and the duration of the juvenile period in the wood of the Grenadier apple tree. Jour. Oxford Univ. For. Soc. No 8
25. Moskalewa W. E., 1962. Opredieleniye pro prodolnym srezam dreviesiny chwojnych porod proizrastajuszczich w SSSR. Trudy Inst. Lesa i Drev., t. LI.
26. Nečesany V., 1956. Structura reacniho dreva. Preslia 28(1).
27. Phillips E. W. J., 1941. The identification of Coniferous Woods by their Microscopic Structure. Journ. Linn. Soc. — Botany v. LII.
28. Phillips E. W. J., 1948. Identification of Softwoods. For. Prod. Research Bull.
29. Pierelygin Ł., 1956. Budowa drewna. Warszawa.
30. Ponomariew N. A., 1934. Listwiennicy SSSR. Moskwa.
31. Rendle B. J. and Clarke S. H., 1934. The Problem of Variation in the Structure of Wood. Trop. Woods 38.
32. Rendle B. J., 1958. A Note on Juvenile and Adult Wood. News Bull. of Intern. Assoc. of wood Anatomists.
33. Rendle B. J., 1959. Fast-grown coniferous timber — some anatomical considerations. Quarterly Journ. of Forestry.
34. Rendle B. J., 1960. Juvenile and adult wood. Journ. of the Inst. of Wood Science v. 5.
35. Sanio K., 1872. Über die Grösse der Holzzellen bei der gemeinen Kiefer (*Pinus silvestris*). Jahrb. Wiss. Bot. 8:4.
36. Schmidt E., 1941. Mikrophotographischer Atlas der Mitteleurop. Hölzer. Neudamm.
37. Spurr S. H. and Hyvarinen M. J., 1954. Wood fiber length as related to position in tree and growth. Bot. Review 20:561—575.
38. Szafer Wł., 1913. Przyczynek do znajomości modrzewi eurazjatyckich ze szczególnym uwzględnieniem modrzewia w Polsce. Kosmos 1913.
39. Szafer Wł., 1935. Z nowych badań nad stanowiskiem systematycznym modrzewia polskiego. Prace V Polsk. Nauk. Zjazdu Leśnego.
40. Wichrow W. E., 1959. Diagnostičeskie priznaki dreviesiny gławniejszich liesochozjazstwiennyh i lesopromyszlennyh porod. SSSR, Moskwa.
41. Wichrow W. E., Kostariewa L. W., 1960. Anatomiczeskoje stojeniye dreviesiny korniej niekotoryh chwojnyh porod. Bot. Žurnal, t. 45.

ALINA HEJNOWICZ

Anatomical studies of Larix polonica Racib. wood

Summary

In this work for the first time a systematic examination of the variability of several wood characters of one tree species has been attempted. So far such studies were only performed on very few wood characteristics (size of tracheids and their wall thickness).

In the study were included three trunks and one root of *Larix polonica*. On the basis of ring counts on the lowest cross-section the ages of the three trees were respectively 104, 78 and 67 years.

For each of the 32 wood characteristics considered the range of the characteristic variation within the tree was established along three basic axes, i.e.:

- a) along the radius (from the core towards the outside),
- b) along the trunk or root within the same annual ring (from the base towards its top),
- c) within an annual ring (differences between early and late wood).

A summary of the results presented in the tables indicates the following:

1. Most of the changes wood characteristics within the tree follow definite patterns. Such changes are usually directional.

2. The greatest rate of changes of mean values of wood characteristics takes place in the wood rings closest to the tree core, that is in the first few years of the trees life. The wood zone with a variable structure may extend over different numbers of annual rings depending on the characteristic under consideration and the level of the tree.

3. Five of the studied characteristics, namely: a) diameter of bordered pits in tracheids of the early wood, b) height of the wood ray, c) height of ray cells, d) width of ray cells, e) number of pits per cross field, are features that in the 7 th. annual ring at the latest reach their constant values. Features a) and e) are also constant throughout the whole tree.

4. The characteristics listed in point 3 can be used as diagnostic features in view of their stability.

5. The structure of the stem wood differs distinctly from the structure of the root wood of the same tree. This refers both to qualitative and quantitative features.

6. The transition region and the zones of stem and root nearest to it, have a very distinctive appearance. Wood characteristics in this zone are more primitive. There is also much compression wood.

7. Of the observed correlations between some of the wood characteristics of the Polish larch, the relation between the thickness of an annual ring radial, dimensions of tracheids and the length of ray cells deserves a special mention.

8. In the wood of the Polish larch two zones need to be distinguished, the zone of juvenile wood and the zone of mature wood. As a basic criterion for their distinction the nature of the transition from early to late wood within one ring, has been considered. In juvenile wood the transition is gradual, whereas in the mature wood it is abrupt. The distribution of both of these wood zones is diagrammatically presented in fig. 18.

9. The variation of wood characteristics within a single Polish larch is at least as great as the variation between individuals. However it needs to be remembered that variation between individuals has been considered in this paper only fragmentarily. Nonetheless the nature of the changes in wood characteristics was similar in the three trees studied.

10. In the description of wood anatomy for diagnostic purposes one has to consider the variation within an individual, as well as that between individuals. The choice of diagnostic features has to depend on these variabilities. Such variability is undoubtedly responsible for the many failures in the practical utilization of existing keys for the identification of wood from the lower systematic groups.

АЛИНА ГЕЙНОВИЧ

*Анатомическое исследование древесины польской лиственницы
(*Larix polonica* Racib.)*

Резюме

В настоящей работе впервые предпринята попытка систематического исследования изменчивости разных признаков строения древесины одного вида. До сих пор этого рода исследования проводились только для некоторых анатомических признаков древесины (размеры трахеальных элементов, толщина их стенок).

Исследования проводились на 3 стволах и 1 корне *Larix polonica* в возрасте соответственно 104 года, 78 и 67 лет. Возраст исследуемых деревьев был определен на основании количества годичных колец на кружке от корневой шейки.

Для каждого из отмеченных 32 признаков древесины определен характер их изменчивости в дереве по 3 основным направлениям:

а) вдоль радиуса (от оси органа к наружи),

б) вдоль ствола или корня в пределах одного годичного кольца (от основания органа к вершине),

в) внутри одного годичного кольца (разница между ранней и поздней древесиной).

Результаты исследований показывают, что:

1. Большинство признаков древесины изменяется в пределах дерева pravidльным способом. Эти изменения имеют чаще всего определенное направление.

2. Самый быстрый темп изменения средних значений признаков, отмечается в кольцах расположенных вблизи оси дерева, т. е. в первые годы жизни дерева. Зона древесины с неопределенной структурой для отдельных признаков и на разной высоте дерева может состоять из разного количества годичных слоев.

3. Пять из исследованных признаков, а именно: а) диаметр камер окаймленных пор в трахеидах ранней древесины, б) высота древесного луча, в) высота одной клетки древесного луча, г) ширина одной клетки древесного луча, д) количество пор на поле перекреста, это признаки, которые позднее всего в 7 кольце достигают постоянные для всего ствола значения. Признаки а) и э) являются также постоянными в пределах всего дерева.

4. Вышеперечисленные признаки в следствие своей стабильности могут быть использованы как диагностические признаки.

5. Структура древесины ствола заметно отличается от структуры древесины корня того же дерева. Это касается как качественных, так и количественных признаков.

6. Отличающейся частью дерева является корневая шейка и прилегающие к ней части ствола и корня. Признаки этой зоны сохраняют более первичный характер. В этой зоне выступает значительное количество древесины сжатия.

7. Из обнаруженных соотношений между некоторыми признаками в древесине польской лиственницы следует прежде всего подчеркнуть зависимость между шириной годичного кольца, высотой трахеид (радиального размера на паперечной срезе), а также длиной клеток древесных лучей.

8. В древесине польской лиственницы различаем 2 зоны: зона ювенильной и спелой древесины. В качестве основного критерия отличия их принят характер перехода между ранней и поздней древесиной в пределах годичного кольца (ранние — отличающиеся постепенным умеренным переходом; спелые — резким, внезапным).

Схему размещения этих обеих категорий древесины представляет рис. 18.

9. Изменчивость признаков древесины польской лиственницы является по крайней мере такой же как и изменчивость между особями. Однако следует помнить, что вопрос изменчивости между особями представлен в настоящей работе частично. Характер изменений отдельных признаков у всех 3 деревьев был сходен.

10. В анатомических исследованиях древесины для диагностических целей безусловно следует считаться с фактором изменчивости внутри особей, а тем более с фактором изменчивости между особями. С этой точки зрения следует выбирать диагностические признаки. Эта изменчивость несомненно является причиной многочисленных неудач в практическом использовании существующих определителей древесины в пределах низших систематических единиц.