Wzrost intruzywny, podziały poprzeczne i skośne we wrzecionowatych komórkach inicjalnych zranionej miazgi modrzewia

*Intrusive growth, transverse and pseudotransverse divisions in fusiform
initials of wounded cambium of Larix europaea*

Z. HEJNOWICZ

W niniejszej pracy mowa będzie o niepiętrowej miazdze modrzewia. Miazga, jak wiadomo, stanowi pokład dzielących się komórek zawarty między drewnem i łykiem. Pokład ten nie jest jednolity wzdłuż promienia: w środku zawiera on właściwe komórki inicjalne, przy powierzchniach zaś komórki różnicujące się w kierunku elementów łyka lub drewna, czyli komórki macierzyste tych elementów. Nie jest też jednolity w płaszczyźnie komórek inicjalnych. W skład tych ostatnich bowiem wchodzi długie komórki inicjalne wrzecionowate oraz krótkie komórki inicjalne promieni zebrane w grupy o wrzecionowatym kształcie. Wspomniany wyżej niepiętrowy typ miazgi cechuje się tym, że zakończenia sąsiadujących ze sobą wrzecionowatych komórek inicjalnych znajdują się na różnych poziomach w odróżnieniu od miazgi piętrowej, gdzie występują grupy komórek wrzecionowatych z końcami na jednakowym poziomie. Te różnice we wzajemnym ułożeniu komórek wrzecionowatych wynikają z różnic w sposobie powiększania powierzchni cylindra miazgi. W miazdze piętrowej komórki inicjalne wrzecionowate rosną wszcz, stycznie do powierzchni miazgi, i dzielą się podłużnie, antyklinalnie. W miazdze niepiętrowej natomiast komórki inicjalne wrzecionowate rosną wzdłuż, sposobem wzrostu intruzywnego i dzielą się antyklinalnie, poprzecznie albo skośnie. Występujący tu wzrost intruzywny polega na tym, że zwężony koniec komórki wciska się między ściany sąsiednich komórek, spojone poprzednio blaszką środkową.

W trakcie badań nad anatomią rozwojową miazgi niepiętrowej przekonano się, że różnego rodzaju podziały antyklinalne, poprzeczne i skośne, oraz wzrost intruzywny w komórkach inicjalnych wrzecionowatych najłatwiej pokazać na miazdze uprzednio nacinanej lub nakłuwanej. Miazga taka daje poza tym okazję do zbadania kilku specjalnych zagadnień. Zagadnienie pierwsze dotyczy kierunku podziałów antyklinalnych. Według Klinkena (1913) i Neefa (1920) podziały antyklinalne w miazdze niepiętrowej są podziałami poprzecznymi, a skośne

ustawienie ściany rozdzielającej dwie siostrzane komórki, powstałe w wyniku takiego podziału, jest rezultatem wzrostu intruzywnego nowo powstałych końców komórkowych. Jednak według współczesnego poglądu (Bannan 1957) komórki inicjalne wrzecionowate mogą od razu dzielić się skośnie. Dowód na to jest o tyle trudny, o ile trudno znaleźć na przekrojach przez miazgę niezakończony podział antyklinalny. O tym jak ta sprawa wygląda w wypadku miazgi modrzewia można jednak łatwo dowiedzieć się, badając właśnie miazgę z okolic zranienia. Zranienie bowiem powoduje wystąpienie niewątpliwych podziałów poprzecznych w komórkach inicjalnych wrzecionowatych, o czym zresztą było wiadomo już wcześniej (De Vries 1876, Neef 1914); ściany z tych podziałów można porównać ze skośnymi ścianami w normalnej miazdze.

Drugim zagadnieniem jest wielkość powierzchni ściany objętej wzrostem intruzywnym. Wiadomo, że ten wzrost zlokalizowany jest w końcowej części komórki. Ale jak wielka jest ta część? Rosnące intruzywnie końce komórkowe mają zwykle kształt klinowaty i nie ma możliwości ustalenia rozmiarów rosnącej powierzchni ściany. Okazuje się jednak, że można na ten temat coś powiedzieć, badając wzrost intruzywny po podziale poprzecznym, takim jaki zachodzi w zranionej miazdze.

Trzecie zagadnienie powstało w związku z odkrytym uprzednio faktem jednokierunkowości w nachyleniu nowo powstałych skośnych ścian antyklinalnych w miazdze modrzewia (Hejnowicz 1961), co przy założeniu pierwotności skośnego ustawienia tych ścian spowodowało jednokierunkowość skośnych podziałów antyklinalnych. Mianowicie u modrzewia nowo powstałe skośne ściany nachylone są zgodnie z kierunkiem skrętów śruby lewoskrętnej (idąc w górę wzdłuż skrętów wykonujemy obrót w lewo, tj. w kierunku przeciwnym do biegu wskazówek zegara). Nasuwa się pytanie: jak wygląda ustawienie takich ścian w miazdze zakłóconej przez zranienie, a w szczególności, jak przebiega przechylenie pierwotnie poprzecznych ścian na skutek wzrostu intruzywnego.

MATERIAŁ I METODA

Badania niniejsze przeprowadzono na miazdze pni 60-letnich modrzewi europejskich, pobranej z miejsc, w których uprzednio nacięto żyłką zewnętrzne tkanki aż do drewna lub nakłuto je ostrą igłą. Zabiegi polegające na nacinaniu, bądź też nakłuwaniu przeprowadzono na dwóch drzewach w różnych porach roku: w IV, V, VI i VII na wysokości 1—2 m nad ziemią. W miejscach przeznaczonych do zabiegu usuwano zewnętrzne warstwy martwicy korkowej. Nacięcia poprzeczne, o długości 5—8 cm robiono pojedynczo w danym miejscu lub seriami

po 6, jedno pod drugim w odstępach co 1,5 cm. Nakłuwanie wykonywano w odstępach 0,5 cm na powierzchniach wynoszących 25 cm². Powierzchnie w okolicy zabiegu zasmarowywano maścią ogrodniczą. Co kilka dni po zabiegu, później co kilka tygodni, odłupywano zewnętrzne części pnia w miejscu zabiegu i z odłupanych kawałków pobierano miazgę według metody opisanej w poprzedniej pracy (Hejnowicz 1961). Rozmieszczenie powierzchni zabiegu było takie, żeby ich odłupywanie w jak najmniejszym stopniu interferowało z tymi powierzchniami, które miały być odłupane w późniejszym czasie. Samo odłupywanie kolejnych fragmentów prowadzono od dołu pnia w górę. Fragmenty miazgi zawarte między warstwą łyka i cienką warstwą młodego drewna utrwalono w Craf (0,4—3—10), następnie przeprowadzano do parafiny poprzez alkohol etylowy i benzen. Materiał w parafinie krajano na mikrotomie obrotowym na ciągle serie przekrojów poprzecznych po 15 μ (obejmujących około 500 skrawków), albo na serie przekrojów stycznych o grubości 10 μ . W tym ostatnim wypadku trzeba było odpowiednio przygotować materiał do krajania. W tym celu z powierzchni tkanki zatopionej w parafinie usuwano resztki drewna odkrywając miazgę, a następnie, po podgrzaniu parafiny do 37° C, prostowano powierzchnię miazgi przyciskając doń szkiełko podstawowe. Z serii przekrojów poprzecznych wykonywano serie zdjęć fotograficznych negatywowych służących do sporządzenia rekonstrukcji miazgi (Hejnowicz 1961).

WYNIKI

W kilka dni po zabiegu w okolicy zranienia pojawiają się podziały poprzeczne w komórkach wrzecionowatych miazgi (Tabl. I, fot. 1). Występują one we wszystkich warstwach miazgi, a więc również w komórkach macierzystych drewna, w ostatnim wypadku, szczególnie obficie w miejscach zakładania traumatycznych przewodów żywicznych. Ściany powstałe w rezultacie takich podziałów ustawione są niemal prostopadle do osi komórki.

Występowanie podziałów poprzecznych w komórkach inicjalnych wrzecionowatych ograniczone jest do pewnego okresu czasu po uszkodzeniu miazgi. Długość tego okresu zależy od szybkości gojenia się rany.

W normalnej, nie uszkodzonej miazdze nie obserwowano zupełnie poprzecznych ścian w komórkach wrzecionowatych. Występują tam natomiast skośnie ustawione, niedawno powstałe ściany antyklinalne (Hejnowicz 1961). Nowe ściany tego typu występują również w miazdze zranionej obok ścian poprzecznych. Oczywiście, stale występują podziały peryklinalne związane z odkładaniem elementów przewodzących.

Po tygodniu od zabiegu można stwierdzić wyraźne efekty wzrostu

intruzywnego na końcach komórkowych, które powstały w rezultacie podziałów poprzecznych. Wzrost intruzywny powoduje tutaj powstanie wąskiej wypustki wzdłuż promienistej krawędzi komórki (Tabl. I, II). O tym, że chodzi tu o wzrost wzdłuż krawędzi, a nie w „punkcie” przekonują serie przekrojów poprzecznych (Tabl. I 3a-f). Na przekrojach tych widać zarazem, że w danym miejscu rośnie nie pojedyncza komórka wrzecionowata miazgi, ale cała grupa komórek powstałych w rezultacie podziałów peryklinalnych, które nastąpiły po podziale poprzecznym. W okresie bowiem od podziału poprzecznego do rozpoczęcia wzrostu intruzywnego, komórki wrzecionowate miazgi powstałe z podziału poprzecznego dzielą się kilkakrotnie peryklinalnie.

Niekiedy część komórek siostrzanych tworzących promienisty szereg (na przekroju stycznym widoczny jako jedna komórka) wytwarza wypustki na lewej krawędzi (skierowane w daną stronę, np. w górę), a część na prawej (Tabl. II, 3). Można na tej podstawie wnioskować, że zapoczątkowanie wzrostu intruzywnego na krawędzi promienistej ma miejsce nie natychmiast po podziale poprzecznym, ale dopiero po następujących nań podziałach peryklinalnych i w siostrzanych komórkach może zachodzić niezależnie.

Wzrost intruzywny na nowo powstałym końcu komórkowym z podziału poprzecznego może występować albo w obu, albo tylko w jednej z siostrzanych komórek. W pierwszym wypadku wzdłuż jednej krawędzi rozwija się wypustka komórki dolnej, wzdłuż drugiej wypustka komórki górnej. W drugim wypadku rosnącą komórką może być zarówno komórka dolna, jak i górna, przy czym wypustka może się tworzyć na prawej, albo na lewej krawędzi, niekiedy nawet na obu krawędziach.

Nie zaobserwowano zależności między intensywnością wzrostu intruzywnego po podziale poprzecznym a rodzajem końca komórkowego: szanse wzrostu górnych i dolnych końców są takie same. W odległości powyżej 1 cm od miejsca zranienia nie ma zależności między intensywnością wzrostu intruzywnego a orientacją rosnącego końca. Wzrost intruzywny jest przeciętnie jednakowo silny na końcach zwróconych w stronę zranienia, jak i w przeciwną. W bezpośrednim sąsiedztwie zranienia stosunki wyglądają nieco inaczej (Hejnowicz 1962).

Intensywność wzrostu intruzywnego może się różnić w grupie siostrzanych komórek powstałych z podziałów peryklinalnych. Widać to na zdjęciach 1a-c tablica II, gdzie długość wypustki komórki „a” maleje przy przesuwaniu się od poziomego zdjęcia 1a do poziomego zdjęcia 1c. Analogiczną sytuację można dostrzec na zdjęciach 2a, b tablicy II.

Najsilniejszy wzrost intruzywny w grupie komórek siostrzanych z podziałów peryklinalnych po podziale poprzecznym występuje w komórkach inicjalnych wrzecionowatych, a więc w komórkach ze środka

pokładu miazgi. Nie zachodzi zupełnie w warstwie komórek macierzystych drewna, jakkolwiek podziały poprzeczne w tych komórkach mogą być bardzo liczne.

Na ścianach poprzecznych przesuniętych na stronę drewna mogą wykształcać się typowe jamki lejkowate.

Jak już podano, rosnąca intruzywnie wypustka jest początkowo bardzo wąska. U jej podstawy występuje charakterystyczne przegięcie ściany komórkowej. W miarę jak wypustka staje się coraz dłuższa dolna jej część ulega rozszerzeniu i ściana rozdzielająca dwie komórki podziału poprzecznego wygładza się, przyjmując skośne ustawienie (Tabl. II 2 a, b). Można jednak odróżnić taką skośną ścianą od ściany pochodzącej ze skośnego podziału antyklinalnego. Te ostatnie w początkowym okresie po powstaniu są cieńsze, często są faliście powyginane. Ściany takie widać na zdjęciach tablicy II. Są one identyczne z nowo powstałymi skośnymi ścianami, jakie występują w miazdze normalnej.

Ściany rozdzielające siostrzane komórki z podziału poprzecznego, przechylone na skutek wzrostu intruzywnego, są dość grube nawet w tych częściach, które niedawno powstały w rezultacie wzrostu

Ryc. 1. Schemat pokazujący różnice grubości starych i nowo powstałych ścian komórkowych

a — nowa ściana z podziału poprzecznego; b — nowa ściana z podziału poprzecznego plus wzrost intruzywny; c — nowa ściana z podziału skośnego. W miejscu w którym nowa ściana tworzy się w rezultacie wzrostu intruzywnego grubość podwójnej ściany od razu jest dość znaczna

Scheme illustrating the difference in thickness of the old and new-formed cell walls
a — new cell wall originated from the transversial division; b — new cell wall originated from the transversial division plus the intrusive growth; c — new cell wall originated from pseudotransversial division

intruzywnego; nowo utworzona ściana graniczy tam bowiem ze „ścianą starą”. Wyjaśnienie różnic grubości ścian nowo utworzonych w rezultacie podziału antyklinalnego skośnego oraz w rezultacie wzrostu intruzywnego podaje ryc. 1.

W poprzedniej pracy (Hejnowicz 1961) stwierdzono, że ściany rozdzielające dwie komórki, powstałe z jednej w rezultacie podziału antyklinalnego, są nachylone w kierunku skrętów śruby lewoskrętnej. Związano to z jednokierunkowością skośnych podziałów antyklinalnych.

Ryc. 2. Zrekonstruowany fragment przekroju stycznego (na podstawie serii przekrojów poprzecznych) przez miazgę *Larix*, 3 tyg. po nakłuwaniu

Obszary kropkowane oznaczają grupy komórek inicjalnych promieni łyko-drzewnych; linie pogrubione — ściany rozdzielające siostrzane komórki powstałe w wyniku podziału poprzecznego; linie przerywane — ściany z podziałów skośnych: kreski długie — podziały, które wystąpiły po nakłuwaniu. Cyfry podają liczbę podziałów peryklinalnych, które wystąpiły w danej komórce powstałej w wyniku podziału antyklinalnego w okresie od jej powstania do utrwalenia miazgi

Reconstructed tangential view of cambium (on basis of a serie of transections)
The thick line corresponds to the wall between two sister cells from the transverse division. The broken lines to walls from pseudotransverse divisions. The figures indicate the number of periclinal division which occurred in a given cell after its creating by anticlinal division till the time of fixation

Ponieważ wzrost intruzywny po podziale poprzecznym powoduje również przechylanie ściany rozdzielającej dwa siostrzane inicjały, nasuwa się pytanie, w jakim kierunku to przechylanie zachodzi. Okazuje się, że może ono zachodzić tak w jednym, jak i w drugim kierunku.

Jak już wspomniano, w zranionej miazdze występują również skośne podziały antyklinalne, liczniej nawet niż w miazdze nie uszkodzonej.

Okazuje się, że podziały takie są w przeważającej części jednokierunkowe, zgodne z kierunkiem skrętów lewoskrętnej spirali, podobnie jak w nie uszkodzonej miazdze.

Rycina 2 przedstawia rekonstrukcję fragmentu przekroju stycznego przez miazgę, która została utrwalona po 3 tygodniach od nakłucia (fragment między nakłuciami). W rekonstrukcji tej podano: ściany z podziałów poprzecznych + wzrost intruzywny, ściany z podziałów skośnych, oraz ilości podziałów peryklinalnych, które nastąpiły po danym podziale antyklinalnym. Dla uzyskania tej właśnie ostatniej informacji trzeba było rekonstruować przekrój styczny miazgi z serii przekrojów poprzecznych, zamiast od razu robić przekroje styczne. Jak widać, w miazdze przedstawionej na ryc. 1 największa liczba podziałów peryklinalnych po podziale poprzecznym wynosi 8. Biorąc pod uwagę to, że podziały poprzeczne zaczynają się pojawiać zaraz po zranieniu miazgi, wnioskujemy, że moment nakłuwania miazgi przypadł na około 8 generacji komórkowych przed utrwaleniem miazgi. Rekonstrukcja na ryc. 2 obejmuje 18 podziałów antyklinalnych skośnych, z których najstarsze zaszły na 16 podziałów peryklinalnych przed utrwaleniem miazgi, a więc na długo przed nakłuwaniem miazgi. Zarówno te podziały, które wystąpiły przed nakłuwaniem, jak i te po nakłuwaniu są w przeważającej ilości lewoskrętne. W omawianym fragmencie miazgi na ryc. 2 jedynie podział w komórce x jest prawoskrętny (podział w komórce y jest boczny, a nie skośny, czyli rozpięty między dwoma podłużnymi ścianami komórki macierzystej). Prowadząc w podobny sposób badania na obszerniejszym materiale przekonano się, że podziały lewoskrętne stanowią około 80% podziałów skośnych, które zaszły w okresie 3 tyg. od zranienia miazgi. Podziały boczne stanowią około 12% podziałów skośnych.

DYSKUSJA

Zanim uformowało się pojęcie wzrostu intruzywnego rozpowszechniony był pogląd, że rozrastające się w tkankach roślinnych komórki mogą ślizgać się po swoich powierzchniach (Krabbe 1886, wyczerpujące omówienie tzw. wzrostu ślizgowego cyt. Meeusel 1942). Wprowadzenie pojęcia wzrostu intruzywnego (Sinnott, Bloch 1939) było równoznaczne z ograniczeniem poślizgu rosnącej komórki do jej szczytowej części. Ograniczenie to zostało doprowadzone w niniejszej pracy do granicy; wzrost i poślizg na końcu komórkowym powstałym w rezultacie podziału poprzecznego występuje wzdłuż wąziutkiego paska ściany na krawędzi komórki. Doprowadza on do powstania ostro zakończonej wypustki. Nie mamy bezpośrednich danych o tym, jak zlokalizowany jest wzrost w takiej wypustce, nie ma jednak żadnej podstawy, aby

sądzić, że wzrost nie ogranicza się do jej krawędzi tak, jak w momencie początkowym.

Badania rozwojowe miazgi poddanej ranieniu podjęto w związku z odkrytym zjawiskiem kierunkowości podziałów antyklinalnych. Nasuwało się pytanie, jaki jest kierunek podziałów wzbudzonych zabiegiem. Okazuje się, że nacięcie względnie nakłucie miazgi wywołuje podziały poprzeczne oraz że w późniejszym okresie stymuluje podziały skośne antyklinalne w komórkach inicjalnych wrzecionowatych. W pierwszym wypadku odpada zagadnienie kierunku podziału antyklinального: podział poprzeczny bowiem jest czymś pośrednim między podziałem lewoskrętnym i prawoskrętnym. Jeżeli chodzi o podziały skośne to okazało się, że zachowują one kierunkowość: po zranieniu, podobnie jak w miazdze normalnej, są w przeważającej ilości lewoskrętne. Tak więc zranienie miazgi burzy systemu odpowiedzialnego za kierunkowość podziałów skośnych.

W wypadku podziałów poprzecznych powstało natomiast zagadnienie kierunku przechylania ściany rozdzielającej siostrzane komórki.

Neef (1914) badając zmiany układu komórek miazgi u *Tilia*, wywołane dekapitacją i zachodzące w miejscu wyrastania pędu bocznego, stwierdził nachylenie ścian z podziałów poprzecznych w rezultacie wzrostu intruzywnego (*Spitzenwachstum*) w kierunku bocznej gałęzi, badając zaś zmiany spowodowane poprzecznym nacięciem stwierdził wzrost intruzywny komórek miazgi z podziałów poprzecznych w kierunku jednego z końców nacięcia. Tak więc zmiany w miazdze badanej przez Neefa nastawione były na to, aby ułożyć komórki wzdłuż linii opływających ranę, nie zachodziło przerastanie komórek przez ranę, tak jak w wypadku przeciętej miazgi modrzewia (Hejnowicz 1962). Stąd też i różnice w zachowaniu się komórek miazgi.

W niniejszej pracy stwierdzono występowanie obok siebie podziałów poprzecznych i skośnych w komórkach inicjalnych wrzecionowatych. Dzięki temu można było uchwycić cechy ścian z tych podziałów i wykorzystać je do identyfikacji ścian skośnych widocznych w normalnej miazdze. Okazuje się, że te ostatnie są takie same, jak ściany ze skośnych podziałów w miazdze zranionej. Stąd wniosek, że i w normalnej miazdze podziały antyklinalne są skośne, a nie poprzeczne, jak twierdzili Klinken i Neef.

PODSUMOWANIE

1. W zranionej miazdze występują dwa rodzaje podziałów antyklinalnych we wrzecionowatych komórkach inicjalnych: poprzeczne i skośne. Ściany z tych ostatnich są takie same, jak nowo powstałe skośne ściany w nie uszkodzonej miazdze. Stąd wniosek, że skośne ustawienie ściany z podziału antyklinального w nie uszkodzonej miazdze

spowodowane jest skośnie przebiegającym podziałem, a nie przechyleniem pierwotnie poprzecznej ściany na skutek wzrostu intruzywnego.

2. Wzrost pojawiający się na końcu komórkowym, powstałym w wyniku podziału poprzecznego komórki wrzecionowatej miazgi, jest zlokalizowany na bardzo wąskim pasku ściany wzdłuż promienistej krawędzi. Stąd wniosek, że w tak zwanym wzroście intruzywnym, wzrost jest zlokalizowany na bardzo małej powierzchni ściany.

3. Przechylenie ściany rozdzielającej dwie siostrzane komórki miazgi, które powstały z jednej w wyniku podziału poprzecznego, zachodzi (na skutek wzrostu intruzywnego) równie często w jednym jak i w drugim kierunku.

4. Występujące w miazdze obok podziałów poprzecznych podziały pseudotranswersalne, podobnie jak w miazdze normalnej, są w przeważającej większości lewoskrętne. Wynika stąd, że nacięcie czy nakłucie miazgi nie niweczy systemu odpowiedzialnego za kierunkowość podziałów pseudotranswersalnych.

Niniejsza praca została wykonana z funduszków PAN, przy współpracy z Zakładem Dendrologii PAN w Kórniku.

Katedra Anatomii i Cytologii Roślin
Uniwersytetu Wrocławskiego

(Wpłynęło dn. 15.7.1962)

SUMMARY

In the wounded cambium of *Larix* (incised with a sharp knife or pricked with a needle) two kinds of divisions transverse and pseudotransverse in fusiform cells occur. The cell walls from pseudotransverse divisions are identical with these which are present in normal (not wounded) cambium.

Intrusive growth appearing at the new cell end from the transverse division is limited to a very narrow region of the wall just at the radial edge of the cell. The direction in which the wall separating two sister cells from transverse division is shifted is undetermined. However the pseudotransverse divisions are unidirectional as in normal cambium of *Larix*.

LITERATURA

- Hejnowicz Z., 1961, Anticlinal divisions, intrusive growth and loss of fusiform initials in nonstoried cambium, *Acta Soc. Bot. Pol.* 30 : 729—749.
Hejnowicz Z., 1963, Udział wzrostu intruzywnego w procesie zrastania się miazgi po poprzecznym nacięciu, *Acta Soc. Bot. Pol.* 32 (4).
Klinken J., 1913, Über des gleitende Wachstum der Initialen im Kambium der Koniferen und den Markstrahlverlauf in ihrer sekundären Rinde, *Inaugural-Dis-sertation*. 38 s., Stuttgart.

- Krabe G., 1886, Das gleitende Wachstum bei der Gewebebildung der Gefasspflanzen, Berlin, Gebrüder Borntraeger (nie czytana).
- Meeuse A. D. J., 1942, A study of intercellular relationships among vegetable cells with special reference to „sliding growth” and to cell shape, Rec. Trav. Bot. Neerl. 38:20—140.
- Neef F., 1914, Über Zellumlagerung, Ein Beitrag zur experimentellen Anatomie, Ztschr. f. Bot. 6:465—547.
- Neef F., 1920, Über die Umlagerung der Kambiumzellen beim Dickenwachstum der Dicotylen, Ztschr. f. Bot. 12:225—252.
- Sinnot E. W., and R. Bloch, 1939, Changes in intercellular relationships during the growth and differentiation of living plant tissues, Amer. Jour. Bot. 26:625—634.
- Vries H. de, 1876, Über Wundholz. Flora 59.

Tablica I — Plate I

Miazga modrzewia

Fig. 1. 6 dni po nacięciu. Widać podziały poprzeczne w komórkach inicjalnych wrzecionowatych

Fig. 2. 2 tygodnie po nacięciu, 1 cm pod nacięciem. Wzrost intruzywny po podziałach poprzecznych

Fig. 3a-f. Kolejne skrawki poprzeczne o grubości 15μ z okolicy poziomu, na którym w komórkach inicjalnych szeregów a i b wystąpiły podziały poprzeczne. 2 tyg. po nacięciu

Cambium of *Larix europaea*

Fig. 1. 6 days after incision. Transverse divisions in fusiform initials are seen

Fig. 2. 2 weeks a. i., 1 cm under the wound. Intrusive growth after transverse divisions occurred

Fig. 3a-f. Successive transections 15μ in thickness at the level on which transverse divisions in fusiform initials of cell rows a and b are seen

Plate I

Plate II

Tablica II — Plate II

Miazga modrzewia, 2 tygodnie po nacięciu, ok. 1—2 cm nad nacięciem

Fig. 1a, b. Zdjęcia z dwóch poziomów tego samego skrawka o grubości 10μ w płaszczyźnie komórek inicjalnych; c — następny skrawek w kierunku centripetalnym

Fig. 2a, b. Dwa kolejne skrawki, pierwszy na granicy miazga — łyko

Fig. 3. Skrawek ze środka pokładu miazgi. W komórce *a*, w dwu grupach siostrzanych komórek z podziałów peryklinalnych (leżących jedna przed drugą), wystąpił wzrost intruzywny na różnych krawędziach

Fig. 4. Widać ściany z dwu prawoskrętnych podziałów skośnych. Jeden z nich na tle ściany z podziału poprzecznego

Fig. 5a, b. Dwa kolejne skrawki, pierwszy w płaszczyźnie komórek inicjalnych, drugi bliżej łyka

Znakiem *x* zaznaczono ściany z podziałów skośnych

Cambium of *Larix europaea*, two weeks after incision, 1—2 cm above the wound

Fig. 1a, b. 2 successive sections: the first 2 photos correspond to two levels of one section 10μ in the plane of cambial initials. The 3rd one to the next centripetal section. Change in length of cell *a* is seen.

Fig. 2a, b. 2 successive sections. The first one at the border between cambium and phloem

Fig. 3. Intrusive growth after transverse (and periclinal) divisions occurring on opposite edges in two groups of sister cells at *a*.

Fig. 4. Two walls from right-hand (exceptional direction) pseudotransverse divisions are seen.

Fig. 5a, b. 2 successive sections with new walls from left-hand pseudotransverse divisions

Walls from pseudotransverse divisions signed with *x*