

ALINA HEJNOWICZ

**Badania anatomiczne nad zrastaniem się szczepów limby  
(*Pinus cembra* L.) i szczepów modrzewia europejskiego  
(*Larix decidua* Mill.)**

WSTĘP

Pierwsze prace dotyczące badań anatomicznych nad zrastaniem się tkanek zrazu i podkładki w wyniku szczepienia przedstawicieli klasy *Coniferae* sięgają lat pięćdziesiątych bieżącego wieku (Severova 1953; Mergen 1954). Ich nasilenie przypada na lata sześćdziesiąte (Dormling 1962, 1963; Lebedenko 1964; Launay 1964; Ciampi 1964, 1966; Nenjuhina 1966; Corti i inni 1968). Wzrost zainteresowań tym tematem wiąże się z dużym znaczeniem szczepienia jako pomocniczej metody w hodowli drzew leśnych.

W obrębie wyżej wymienionej grupy roślin stosować można różne metody szczepienia. Obszerny ich przegląd podają Nienstaed i inni (1958). Szczepienia, na których przeprowadzono badania anatomiczne i histologiczne były wykonywane głównie metodą na przystawkę (Dormling 1962; Lebedenko 1964), pod korę (Mergen 1954; Dormling 1962) oraz w szparę prostą strzały (Baccari i inni 1968).

Wiadomo, że uzyskanie dobrych wyników szczepienia zależy od: 1) zastosowanej metody oraz jej dokładności, 2) jakości użytych narzędzi, 3) terminu szczepienia, 4) warunków w jakich przeprowadza się zabieg, 5) stopnia pokrewieństwa obu komponentów, 6) wieku podkładki, 7) wieku drzewa z którego pobrano zrazy, 8) wieku pędu użytego na zraz. Wymienione wyżej czynniki oddziałują na tkanki, pomiędzy którymi ma nastąpić połączenie. Jeżeli to połączenie nie następuje, choć zabieg został wykonany prawidłowo, to należy sądzić, że istnieją pomiędzy komponentami niezgodności natury biochemicznej, fizjologicznej, czy strukturalnej (Baccari i inni 1968). Dlatego właśnie poznanie procesu zrastania się tkanek może pomóc w uzyskaniu lepszych wyników szczepienia.

Z literatury wiadomo, że zrastanie się tkanek zrazu i podkładki ma ten sam charakter co gojenie się ran. Początkowe etapy procesu zrastania są więc analogiczne do tych, jakie zachodzą w uszkodzonych tkankach roślin.

Według Dormling (1963) pierwszą dostrzegalną reakcją żywych komórek leżących w pobliżu rany jest powiększenie ich wymiarów następujące już drugiego dnia po szczepieniu. Komórki, które zostały uszkodzone w czasie cięcia, tworzą warstwę izolacyjną. W prawidłowo wykonanym cięciu jest ona cienka i nie utrudnia wzrostu komórek żywych.

W kolejnym etapie, 3-4 dnia po szczepieniu, żywe komórki leżące w pobliżu rany zaczynają się dzielić, w wyniku czego powstaje jednorodny, mięksiszowy kalus. W zasadzie wszystkie żywe komórki mogą odzyskać charakter merystematyczny, a tym samym uczestniczyć w procesie tworzenia kalusa. Komórki o mniejszym stopniu zróżnicowania są jednak bardziej aktywne. Niektóre komórki kalusa mogą przekształcić się bezpośrednio w martwe, cewkopodobne elementy, inne natomiast mogą powtórnie odzyskać charakter merystematyczny. W tym przypadku dzielą się one w określonym kierunku i w określonych partiach kalusa. Tak powstają dwie regularne warstwy komórek twórczych, z których jedna, leżąca bardziej na zewnątrz pędu, funkcjonuje jako miazga korkotwórcza (*fellogen*), druga — wewnętrzna, jako miazga łyko-drzewna (*kambium*).

Tak przebiega proces zrastania się zrazu z podkładką u blisko ze sobą spokrewnionych przedstawicieli klasy *Coniferae* pod warunkiem, że zabieg szczepienia został wykonany prawidłowo. Czasami proces regeneracji może zatrzymać się na etapie połączeń mięksiszowych. Nie dochodzi wówczas do powstania tkanek twórczych, a tym samym nie wykształca się łyko i drewno. W tym przypadku przez pewien czas zraz jest żywy, rozwija się i rośnie, ale wcześniej czy później ginie, gdyż z powodu braku typowych elementów przewodzących rozwijające się tkanki nie są zaopatrywane w dostateczne ilości składników odżywczych. Tym należy tłumaczyć wypadanie szczepów dopiero w drugim roku po zaszczepieniu, obserwowane przez szereg autorów (Ahlgren 1962; Jakovleva 1967; Nikitin 1963 i inni).

#### METODA

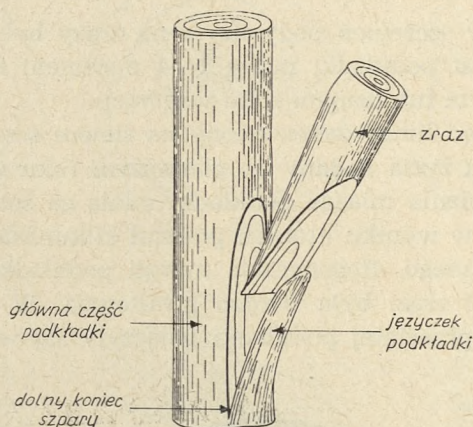
Materiał, na którym przeprowadziłam badania anatomiczne pochodził ze szczepów limby i modrzewia wykonanych w Tatrzańskim Parku Narodowym w Zakopanem w latach 1965-1967 (Madeyski 1970). Badaniami tymi zostały objęte następujące szczepy:

- 1) limba (*Pinus cembra* L.) na podkładce sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.),
- 2) limba na podkładce limby,
- 3) modrzew europejski (*Larix decidua* Mill.) na podkładce modrzewia europejskiego.

Były to wyłącznie szczepy udane, po pierwszym, drugim, lub trzecim roku wegetacji. Wiek zrazów i podkładek ustalono na podstawie liczby pierścieni rocznych; dla podkładki w szyji korzeniowej, dla zrazu w dolnej

części uciętego pędu. Najmłodsze podkładki i zrazy były jednoroczne, najstarsze sześcioletnie.

Materiał został ścięty w listopadzie 1967 r. i zakonserwowany w alkoholu. Ogółem zbadano 20 szczepów. Każdy z nich, na mniej więcej 3-centymetrowym odcinku obejmującym miejsce szczepienia, został pocięty na poprzeczne skrawki o grubości około 30 mikronów. Z ciągłej serii skrawków zachowywano co czwarty. Skrawki barwiono kwaśną fuksyną, różnicowano w eugenolu i zamknięto w euparalu. Każdy szczep był reprezentowany przez 200 - 250 skrawków.



Ryc. 1. Schemat ustawienia zrazu względem podkładki w momencie szczepienia  
Fig. 1. The relation of scion to stock at the time of grafting

Bezpośrednich obserwacji dokonywano w mikroskopie Lumipan. Mikrofotografie robiono w świetle przechodzącym, aparatem fotograficznym Exacta na wyciągu z odwróconym obiektywem TESA 2 - 8, bez użycia mikroskopu. Szczepy limby oznaczono literą A, szczepy modrzewia literą B.

Ukośne nacięcie podkładki dochodziło najczęściej do rdzenia, a niekiedy przechodziło nawet na jego drugą stronę. W wyniku tego nacięcia w podkładce powstawała szpara, która dzieliła ją na dwie nierówne części; większa zwykle obejmowała rdzeń, mniejsza zewnętrzne części pędu (ryc. 1). W dalszym ciągu niniejszej pracy część pierwszą określać będę terminem „główna część podkładki”, drugą „języczek”.

Aktywność miazgi omawiana w dalszej części pracy będzie wyrażana przez wielkość poprzecznego przyrostu pierścienia drewna.

#### WYNIKI

Ze względu na to, że w badanym materiale istniała duża rozpiętość wieku zrazów i podkładek oraz że badano je po różnych okresach wegetacji (szczepy 1 - 3 letnie), w każdej kategorii szczepień istnieje kilka róż-

nych kombinacji. Dlatego każda z nich będzie na konkretnym przykładzie omówiona osobno.

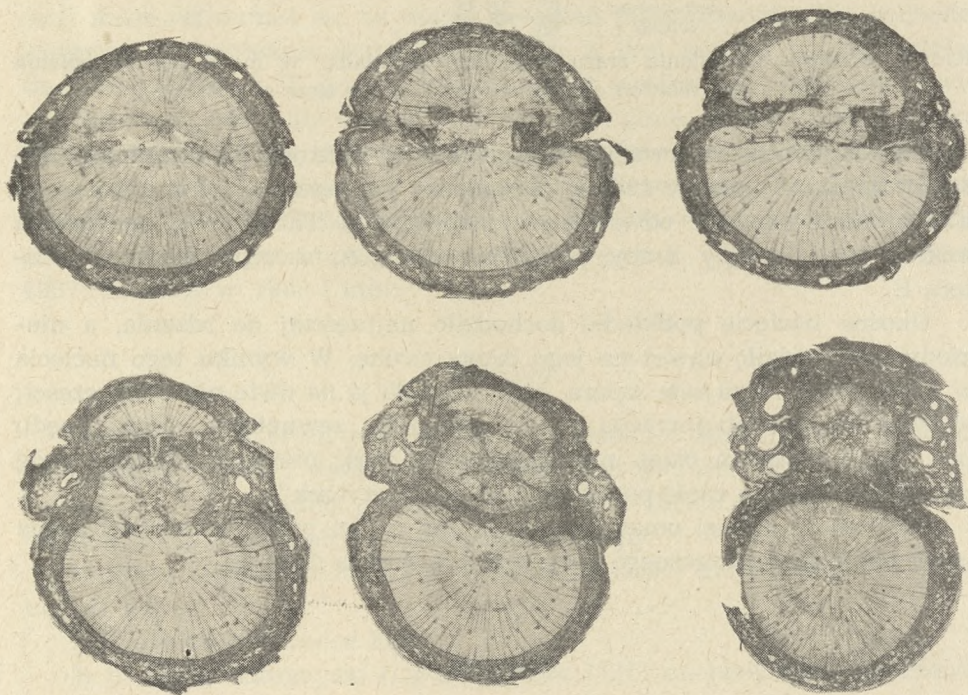
Zrazy w momencie szczepienia znajdowały się w absolutnym spoczynku. Część podkładek była również w spoczynku, pozostałe w pełni wiosennej aktywności. Informacje o stadium rozwojowym miazgi podkładki będą więc podawane przy każdym z omawianych przykładów.

#### 1. SZCZEPIENIA LIMBY NA PODKŁADCE SOSNY ZWYCZAJNEJ

Wśród tej grupy szczepień pędy użyte na zrazy były jednoroczne lub dwuletnie, natomiast podkładowki miały 1-4 pierścieni rocznych. Szczepy badano po pierwszym lub drugim roku wegetacji.

A<sub>1</sub>. Jednoroczny pęd limby zaszczipiony na siewce sosny znajdującej się w trzecim roku życia badany po pierwszym roku wegetacji.

W chwili szczepienia miazga podkładki miała za sobą kilkanaście podziałów stycznych, w wyniku których powstał kilkunastowarstwowy pierścień drewna wczesnego. Regeneracja miazgi podkładki w dolnej części gdzie nie dochodził zraz, była bardzo gwałtowna. W ciągu pierwszego sezonu obie części przeciętej podkładki połączyły się wspólnym pierście-



Ryc. 2. Jednoroczny pęd *Pinus cembra* L. zaszczipiony na podkładce *Pinus silvestris* L. na początku trzeciego roku jej życia, po wznowieniu sezonowej działalności miazgi. Szczep badany po pierwszym okresie wegetacji

niem tkanki łyko-drzewnej (ryc. 2 — 1 mm). Nieco wyżej, z jednego boku, pierścień ten nie został zamknięty, a powstałą lukę wypełnił częściowo kalus. Jeszcze wyżej, w miarę jak zaczęły się pojawiać tkanki zrazu, bezpośredni kontakt pomiędzy dwoma częściami podkładki został całkowicie przerwany (ryc. 2 — 4 mm). Pomiędzy zrazem a podkładką wytworzył się obfity kalus. Jedynie drewno podkładki nie uczestniczyło w tworze-

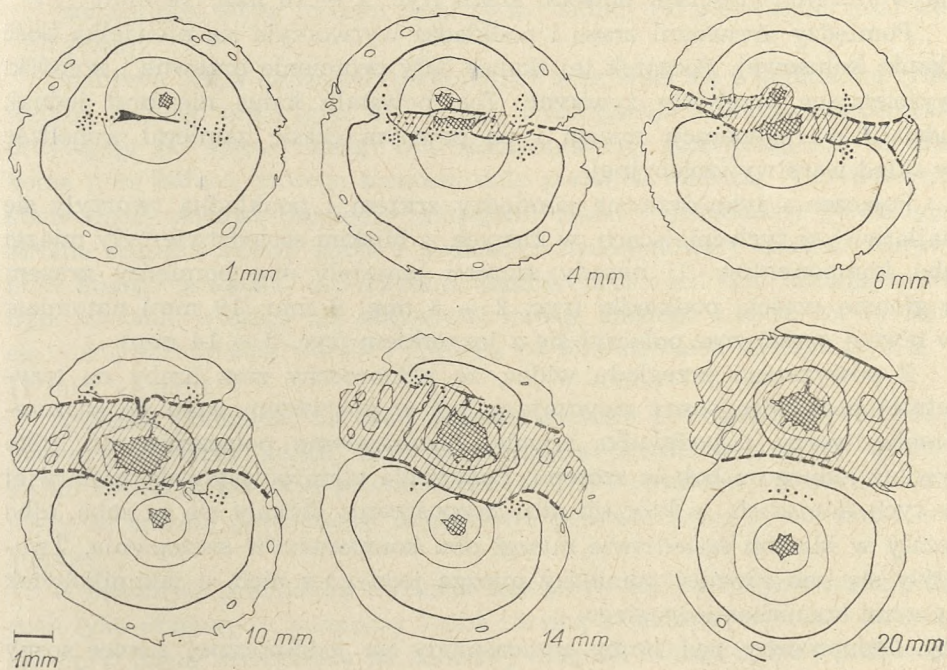









Fig. 2. One year old shoot of *Pinus cembra* L. grafted on a *Pinus silvestris* L. stock at the beginning of the third year of its life after seasonal cambium activity has recommenced. Graft studied after one vegetative period

-  tkanki podkładki i jej pochodne — stock and its derivative tissues
-  tkanki zrazu i jego pochodne — scion and its derivative tissues
-  niezróżnicowany kalus — undifferentiated callus
-  rdzeń zrazu i podkładki — piths of the scion and stock
-  granicą pierścieni — boundary between annual rings
-  miejsca zrośnięcia zrazu z podkładką — union between scion and stock
-  miejsca odcięcia zrazu od podkładki — absence of union

Liczby przy kolejnych zdjęciach oznaczają odległości skrawków w milimetrach, mierzone od dolnego końca szpary powstałej w wyniku podłużnego nacięcia podkładki

The numbers on the consecutive photographs indicate the distance of the sections in mm from the lower end of the incision made longitudinally on the stock

niu kalusa i zostało od zrazu odcięte warstwą martwych, skorowaciałych komórek (ryc. 2 — 10 mm, 14 mm).

Przez klinowate nacięcie zrazu na pewnej części jego powierzchni została usunięta lub uszkodzona miazga. W miejscach tych proces jej regeneracji przebiegał poprzez etap kalusowy, a wytwarzanie łyka i drewna było osłabione w porównaniu z nieuszkodzonymi częściami obwodu miazgi zrazu. Ujawniło się to między innymi w różnej szerokości warstwy drewna w różnych częściach obwodu zrazu (ryc. 2 — 10 mm, 14 mm).

Pomiędzy drewnami zrazu i podkładki wytworzyła się niewielka ilość tkanki kalusowej. Początek tej tkanki dały promienie drzewne i komórki wysięciające przewody żywiczne. Tak powstały kalus nie brał jednak udziału w regeneracji miazgi i po pewnym czasie zamierał wchodząc w skład warstwy izolacyjnej.

Połączenia łyko-drzewne pomiędzy zrazem i podkładką tworzyły się najłatwiej w tych miejscach, w których w bliskim sąsiedztwie były miazgi obu komponentów. U nasady szczepu powstały one pomiędzy zrazem a główną częścią podkładki (ryc. 2 — 4 mm, 6 mm, 10 mm) natomiast w górnej części zraz połączył się z jęczyzkiem (ryc. 2 — 14 mm).

Z powyższego przeglądu widać, że jednoroczny zraz limby na trzyletniej podkładce sosny zwyczajnej, już w pierwszym roku po zaszczepieniu tworzy z podkładką trwałe, łyko-drzewne połączenie ale tylko wzdłuż jednego z boków szczepu. Połączenia takie powstawały najłatwiej w tych miejscach, w których albo bezpośrednio stykały się ze sobą, albo leżały w bliskim sąsiedztwie miazgi obu komponentów szczepienia. Tworzyły się one również pomiędzy miazgą jednego z nich, a jakimikolwiek żywymi komórkami drugiego.

A<sub>2</sub>. Jednoroczny pęd limby zaszczepiony na jednorocznej siewce sosny zwyczajnej badany po pierwszym roku wegetacji.

Szczepienie wykonano w okresie pełnej aktywności miazgi podkładki. Jej skośne nacięcie było stosunkowo głębokie i przeszło na drugą stronę rdzenia. Zraz o dużo mniejszej średnicy niż podkładka znalazł się nieco z boku tak, że na znacznej powierzchni jego rdzeń przylegał do miazgi podkładki (ryc. 3 — 1 mm, 2 mm, 4 mm). Pomiędzy tymi stykającymi się tkankami nastąpiło stosunkowo łatwo połączenie, w wyniku czego powstał wspólny dla nich łuk tkanki łyko-drzewnej. Tkanek pośrednich, mięksizowych rozwinęło się w tym miejscu niewiele. Zewnętrzne części zrazu, które znalazły się w centralnej części podkładki, zostały od niej oddzielone grubą warstwą komórek korka (ryc. 3 — 1 mm, 2 mm, 4 mm). W tym miejscu nawet żywe elementy drewna podkładki i sąsiadujące z nimi żywe komórki łyka i kory zrazu nie brały udziału w tworzeniu kalusa.

W wyższych partiach szczepu kontakt zrazu z podkładką był słaby, co odbiło się na wielkości poprzecznego przyrostu zaszczepionego pędu limby (ryc. 3 — 13 mm, 19 mm).

W opisanym przypadku występujące obok siebie miazga jednego z komponentów i żywe, niekoniecznie merystematyczne komórki drugiego, sprzyjały powstaniu trwałych, łyko-drzewnych połączeń pomiędzy jednorocznym pędem limby i jednorocznym pędem sosny zwyczajnej. Im ściślejszy był ten kontakt, tym łatwiej dochodziło do powstania pożądanego połączenia.

A<sub>3</sub>. Jednoroczny pęd limby zaszczipiony na siewce sosny zwyczajnej znajdującej się w trzecim roku życia, badany po pierwszym roku wegetacji.

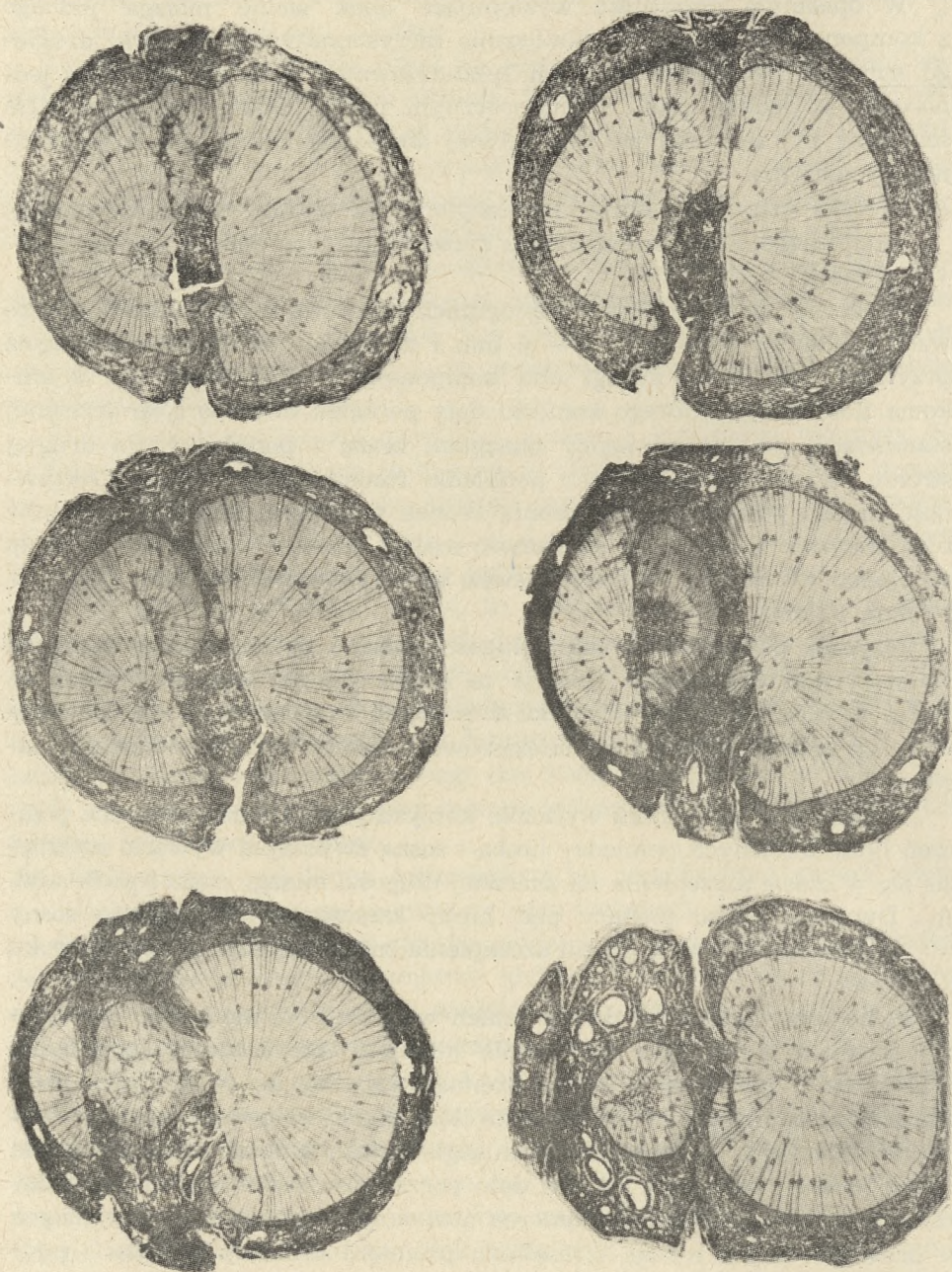
Podobnie jak w szczepach poprzednich zraz zrosł się z podkładką tylko wzdłuż jednego boku (ryc. 4 — 6 mm i następne). W miejscu zrośnięcia przylegały do siebie miazgi obu komponentów. Rozwinęła się tu znikoma ilość kalusa, którego komórki dały początek miazdze łyko-drzewnej stanowiącej pomost pomiędzy miazgami zrazu i podkładki. Po drugiej stronie szczepu miazgi zrazu i podkładki funkcjonowały osobno. Aktywność miazgi powstałej z połączenia tkanek twórczych obu komponentów była znacznie większa niż aktywność miazgi każdego z nich, co wyraziło się różną szerokością warstwy drewna po obu stronach szczepu (ryc. 4 — 11 mm, 17 mm).

Jęczyzek podkładki na całej długości szczepu był oddzielony od zrazu warstwą komórek korka. Izolacja ta objęła przede wszystkim drewno. Tylko nieliczne komórki promieni drzewnych i obwodowych partii utworzyły ze zrazem pojedyncze, mięksiszowe pomosty (ryc. 4 — 6 mm i następne).

W opisanym przypadku wyraźnie korzystny wpływ na powstanie połączeń łyko-drzewnych pomiędzy limbą i sosną zwyczajną wywarło zetknięcie się w czasie szczepienia na znacznej długości miazgi zrazu i podkładki. A<sub>4</sub>. Dwuletni, słabo rosnący pęd limby zaszczipiony na siewce sosny zwyczajnej, która w chwili szczepienia znajdowała się w trzecim roku życia.

Szczep był badany po dwóch latach wegetacji. W momencie szczepienia średnica zrazu była trzykrotnie mniejsza od średnicy podkładki. Wzdłuż całej powierzchni cięcia kontaktowały się ze sobą rdzenie obu komponentów. Połączyła je niewielka ilość tkanki kalusowej, która jednak nie brała udziału w regeneracji miazgi. Pasma kalusa, które połączyły miazgi zrazu i podkładki i które dało początek miazdze leżącej pomiędzy komponentami, powstało z komórek przeciętych przewodów żywicznych w drewnie, oraz z miazgi i mięksiszu promieni drzewnych zrazu i podkładki.

Przebieg procesu łączenia się tkanek w pierwszym roku był podobny jak w szczepie A<sub>1</sub>. W obu przypadkach podobny był układ tkanek komponentów w czasie szczepienia. W roku następnym wytworzył się pierścień drewna w przeważającej części z miazgi podkładki, który zamknął w kształcie trójkąta (ryc. 5 — 11 mm, 12 mm) obwodowe części zrazu



Ryc. 3. Jednoroczny pęd *P. cembra* zaszczeplony na podkładce *P. silvestris* na początku drugiego roku jej życia, po wznowieniu sezonowej działalności miazgi. Szczep badany po pierwszym okresie wegetacji



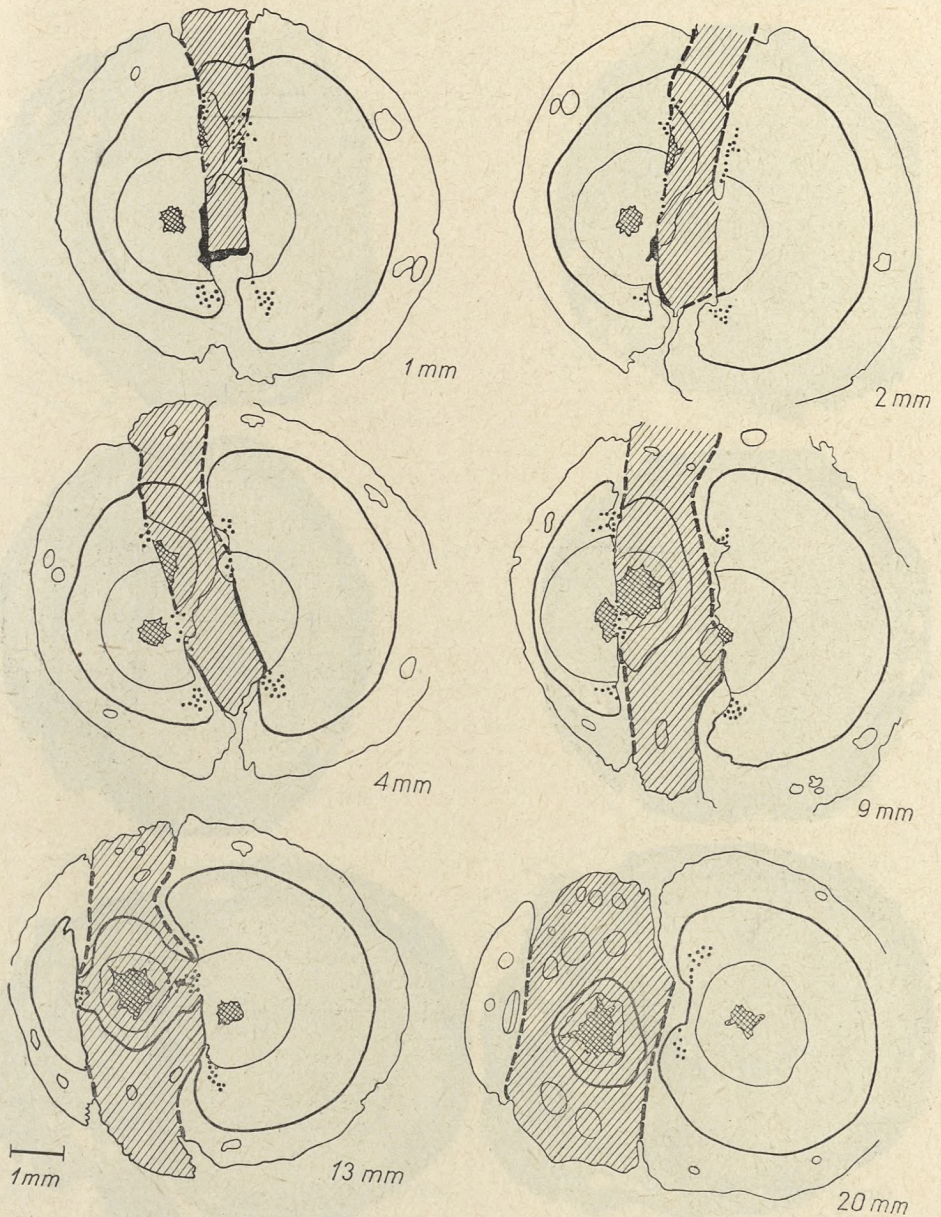


Fig. 3. One year old shoot of *P. cembra* grafted on a stock of *P. silvestris* at the beginning of the second year of its life after seasonal cambial activity has recommenced. Graft studied after one vegetative period



Ryc. 4. Jednoroczny pęd *P. cembra* zaszczerpiony na podkładce *P. silvestris* na początku trzeciego roku jej życia, po wznowieniu sezonowej działalności miazgi. Szczep badany po pierwszym okresie wegetacji

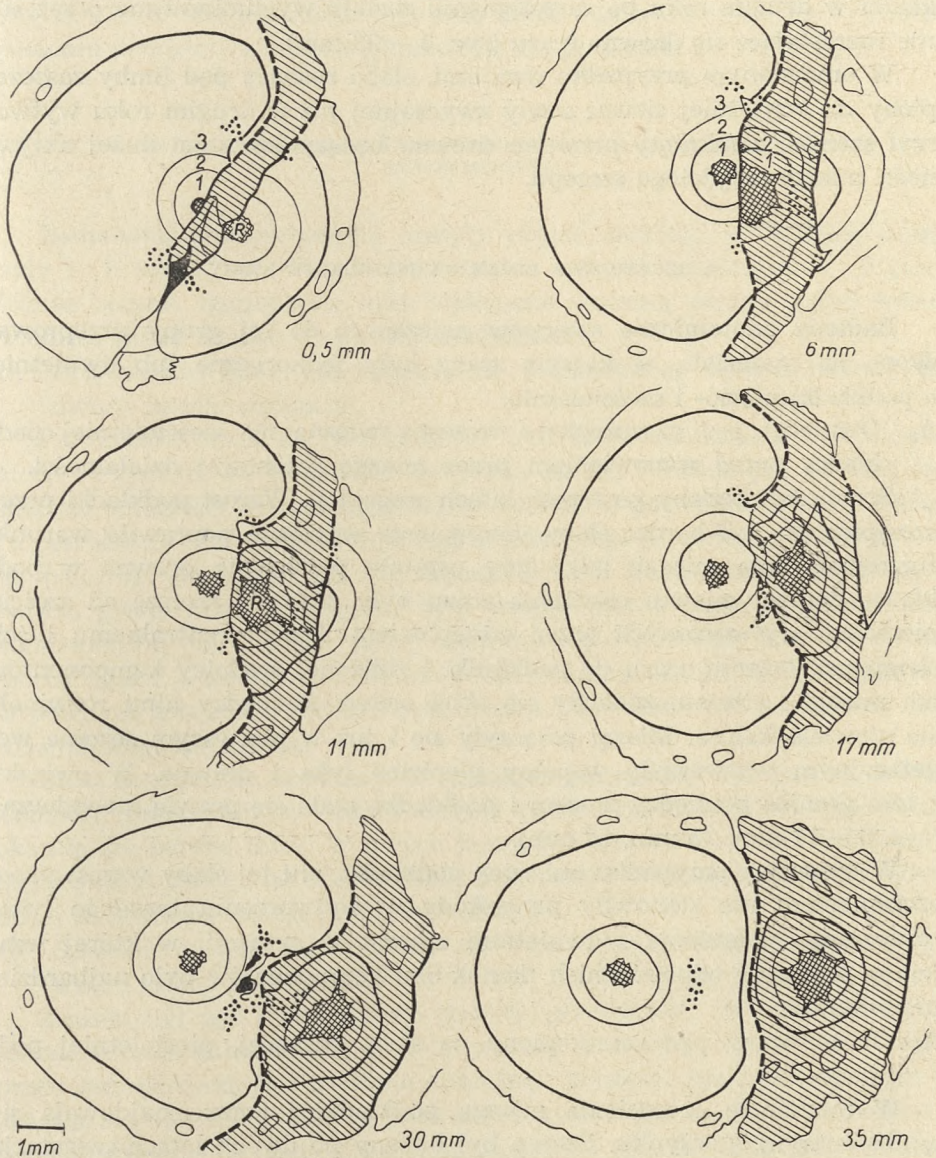


Fig. 4. One year old shoot of *P. cembra* grafted on a *P. silvestris* stock at the beginning of the third year of its life after seasonal cambial activity has recommenced. Graft studied after one vegetative period

(miazgę, łyko, korę i korkowicę). Zostały one w ten sposób oddzielone od podkładki warstwą zgniecionych komórek, w skład których weszły peryferyczne tkaniki tej części zrazu. W górnej partii szczepu obie części podkładki w drugim roku po zaszczepieniu zostały wyeliminowane przez silnie rozrastające się drewno zrazu (ryc. 5 — 23 mm).

W omawianym przypadku dwuletni, słabo rosnący pęd limby zaszczepiony na trzyletniej siewce sosny zwyczajnej już w drugim roku wytworzył szeroki, zamknięty pierścień drewna będący wyrazem dużej aktywności miazgi przyjętego szczepu.

## 2. SZCZEPIENIA LIMBY NA PODKŁADCE LIMBY

Badania anatomiczne szczepów należących do tej grupy przeprowadzono na materiale, w którym zrazy były jednoroczne lub dwuletnie, a podkładki pięcio- i sześćioletnie.

A<sub>6</sub>. Dwuletni pęd zaszczepiony wczesną wiosną na sześćioletniej podkładce przed wznowieniem przez miazgę sezonowej działalności.

Szczep był badany po trzech latach wegetacji. Wzrost podkładki przed szczepieniem był bardzo słaby. Szczepienie wyraźnie poprawiło warunki funkcjonowania miazgi, gdyż trzy ostatnie pierścienie drewna w podkładce poniżej miejsca osadzenia zrazu były znacznie szersze od sześciu pierścieni wytworzonych przed szczepieniem. Dzięki centralnemu i ściślemu przyłożeniu zrazu do podkładki i zbliżonej średnicy komponentów ich miazgi i rdzenie znalazły się obok siebie. Pomiędzy nimi rozwinęło się niewiele kalusa. Miazgi połączyły się i już w pierwszym sezonie wegetacyjnym wytworzyły wspólny pierścień łyka i drewna. W związku z tym granica pomiędzy zrazem i podkładką stała się prawie niewidoczna (ryc. 6 — 11 mm, 15 mm, 16 mm).

W opisanym przypadku ani wiek podkładki, ani jej słaby wzrost przed szczepieniem nie stanowiły przeszkody w wytworzeniu trwałego łyko-drzewnego połączenia z dwuletnim zrazem w sytuacji, w której wzajemne położenie odpowiednich tkanek obu komponentów było najbardziej prawidłowe.

A<sub>8</sub>. Jednoroczny pęd zaszczepiony na słabo rosnącej, pięcioletniej podkładce.

W momencie szczepienia miazga podkładki i zrazu znajdowała się w absolutnym spoczynku. Szczep był badany po dwóch latach wegetacji. Wzajemne położenie tkanek komponentów w czasie szczepienia nie było tak doskonałe jak w przypadku poprzednim. Prawie na całej długości cięcia zraz został odcięty od głównej części podkładki grubą warstwą korka. Zespolenie nastąpiło wyłącznie pomiędzy zrazem a języczkiem podkładki i to w miejscu, w którym stykały się ich miazgi (ryc. 7 — 6 mm, 13 mm, 22 mm) i tylko po tej stronie rozwinął się szeroki pas

drewna w ciągu dwóch kolejnych okresów wegetacyjnych. Drewno to ma cechy drewna reakcyjnego (ryc. 7 — 6 mm, 13 mm).

Opisany przypadek jest przykładem źle wykonanego szczepienia. Niewłaściwe było przyłożenie zrazu do podkładki. Spowodowało to powstanie dużych ilości tkanek oddzielających, które uniemożliwiły wytworzenie połączeń pomiędzy zrazem a główną częścią podkładki.

### 3. SZCZEPIENIA MODRZEWIA EUROPEJSKIEGO NA PODKŁADCE MODRZEWIA EUROPEJSKIEGO

Badaniami anatomicznymi zostały objęte szczepy, w których zrazy były 1-6 letnie, a podkładki posiadały w miejscu szczepienia 1-3 pierścienie roczne. Szczepienia były wykonane wczesną wiosną przed wznowieniem przez miazgę sezonowej działalności.

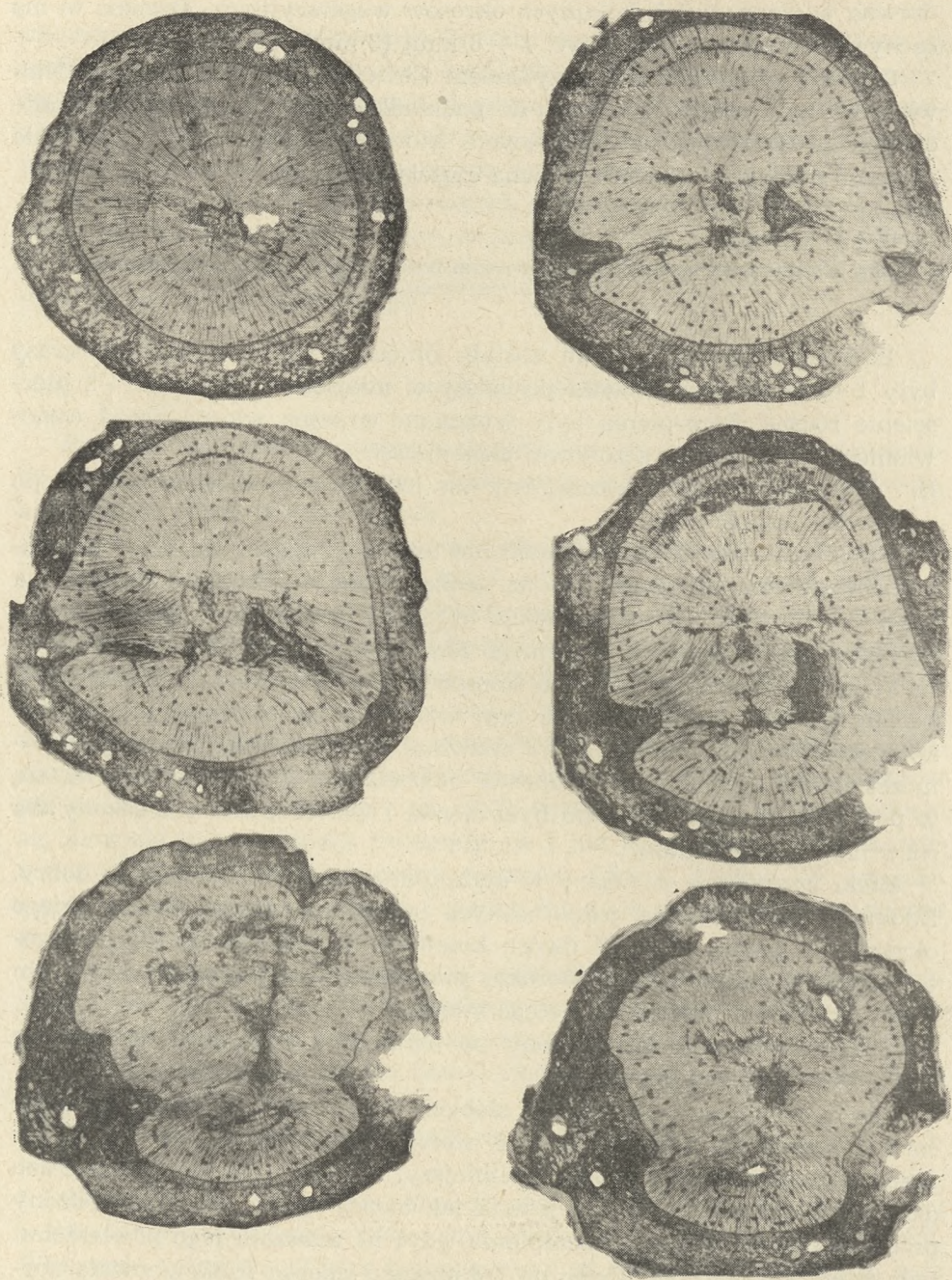
B<sub>1</sub>. Jednoroczny zraz zaszczepiony na jednorocznej siewce, badany po dwóch latach wegetacji.

Przyłożenie zrazu do podkładki nie było zbyt dobre. Zraz był przesunięty względem osi podkładki na jedną stronę i odsunięty od niej na znaczną odległość. Nie przeszkodziło to jednak w powstaniu jeszcze w ciągu pierwszego sezonu wegetacyjnego zamkniętego pierścienia łyka i drewna (ryc. 8), wspólnego dla obu komponentów. Regeneracja miazgi była bardzo gwałtowna. W procesie tym wzięły udział zarówno miazgi obu komponentów jak i kalus, który rozwinął się z pozostałych żywych komórek zrazu i podkładki. Warstwa oddzielająca, która wytworzyła się w pewnych miejscach szczepu była cienka i nie stanowiła przeszkody dla rozwijającego się kalusa.

Efekt szczepienia uzyskany w opisanym przypadku był bardzo dobry. Zdolność regeneracyjna jednorocznych pędów modrzewia europejskiego okazała się bardzo duża. W dwóch kolejnych po zabiegu sezonach wegetacyjnych powstały bardzo szerokie pierścienie drewna będące wyrazem dużej aktywności miazgi przyjętego szczepu.

B<sub>2</sub>. Sześcioletni pęd zaszczepiony na dwuletniej podkładce, badany po trzech latach wegetacji.

Zrazem był pęd o wyjątkowo słabych przyrostach; kolejne jego pierścienie roczne składały się z 2-8 warstw komórek. Wzrost podkładki przed szczepieniem był znacznie silniejszy. Zdolność regeneracyjna zrazu okazała się niewielka. Był on jednak jak można sądzić, silnie uszkodzony przed, względnie w czasie szczepienia, gdyż na znacznej jego powierzchni była zniszczona miazga. Tylko na 1/3 obwodu miazga funkcjonowała normalnie. W rezultacie, w pierwszym roku po szczepieniu łuk drewna powstał tylko tam, gdzie zetknęły się ze sobą miazgi zrazu i jęczyczka podkładki (ryc. 9 — 2 mm, 4 mm, 7 mm). W roku następnym proces regeneracyjny objął dalsze części szczepu, ale na pewnych odcinkach nawet



Ryc. 5. Dwutelni, słabo rosnący pęd *P. cembra* zaszczeplony na podkładce *P. silvestris* na początku trzeciego roku jej życia, po wznowieniu sezonowej działalności miazgi. Szczep badany po dwóch okresach wegetacji

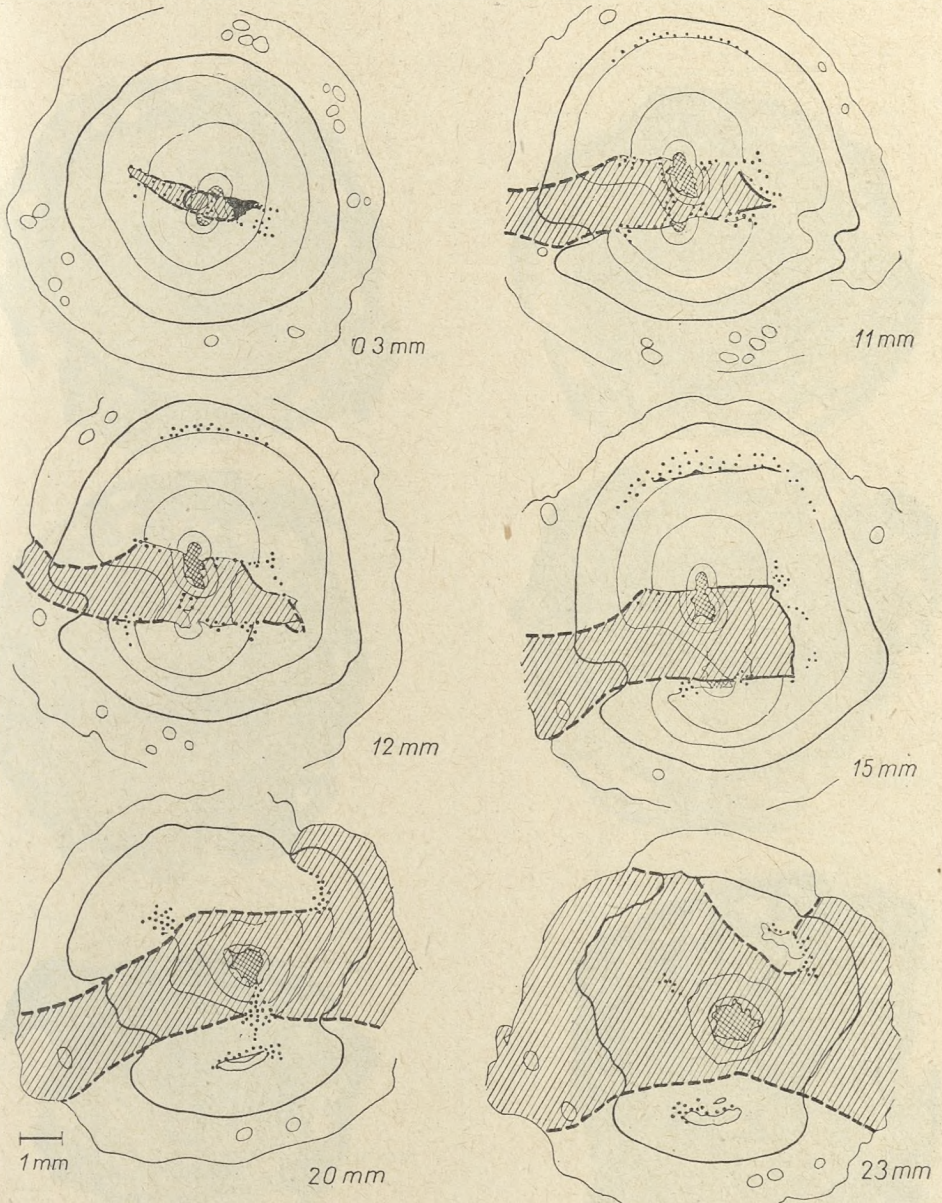
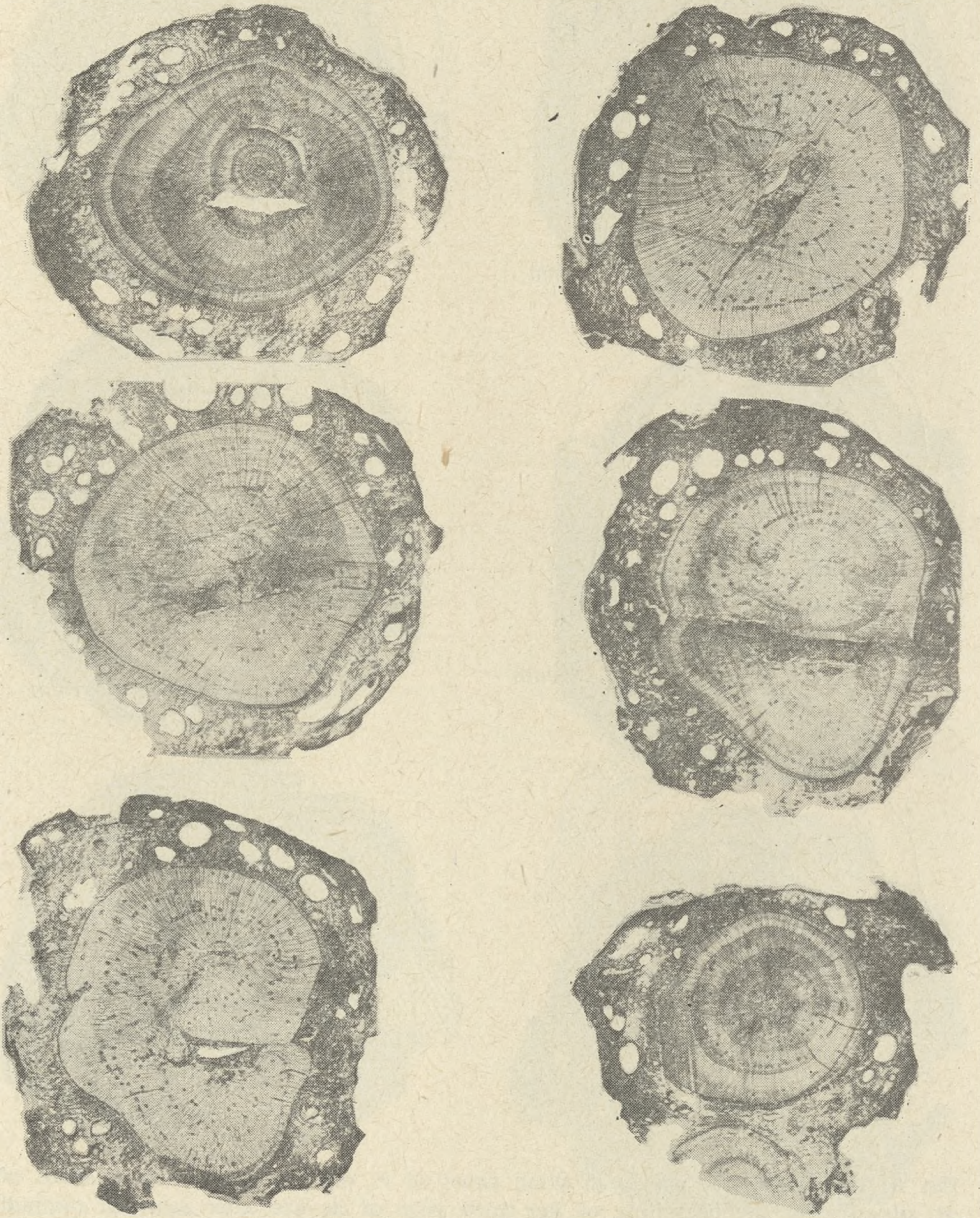


Fig. 5. Two year old, poorly growing shoot of *P. cembra* grafted on a shoot of *P. silvestris* at the beginning of the third year of its life after seasonal cambial activity has recommenced. Graft studied after two vegetative periods



Ryc. 6. Dwutelni pęd *P. cembra* zaszczerpiiony na podkładce *P. cembra* na początku siódmego roku jej życia, przed wznowieniem sezonowej działalności miazgi. Szczep badany po trzech okresach wegetacji



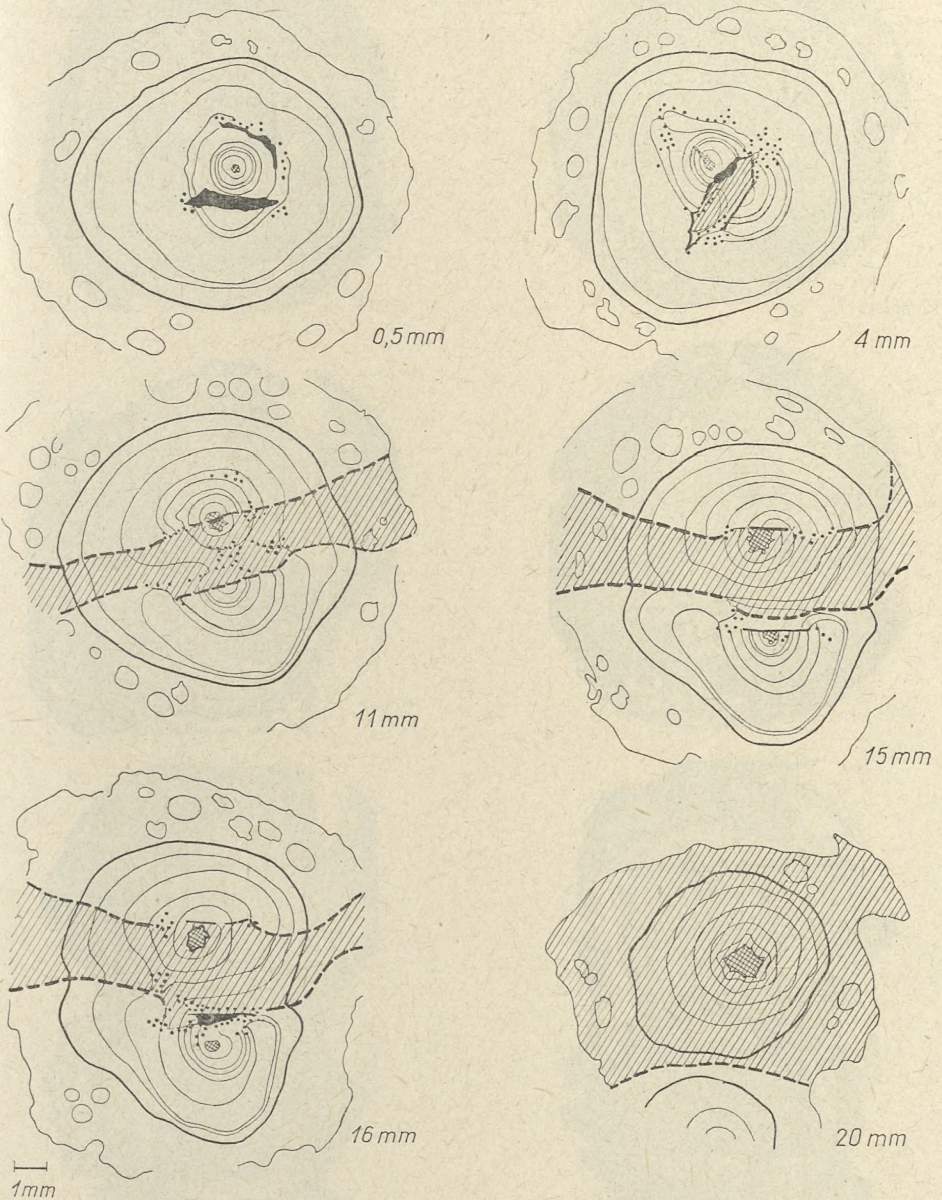
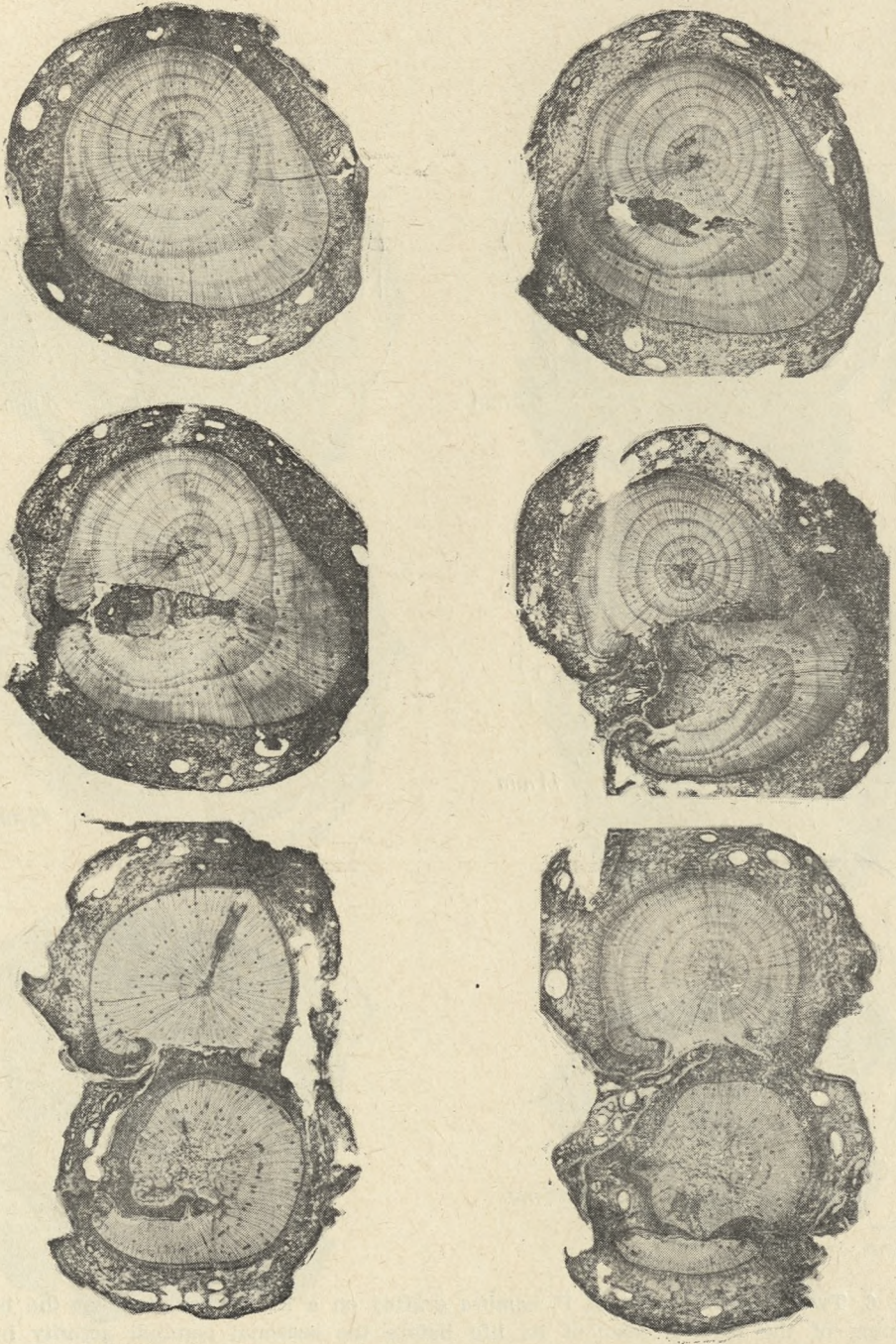


Fig. 6. Two year old shoot of *P. cembra* grafted on a *P. cembra* stock at the beginning of the seventh year of its life before the seasonal cambial activity has recommenced. Graft studied after three vegetative periods



Ryc. 7. Jednoroczny pęd *P. cembra* zaszczipiony na słabo rosnącej podkładce *P. cembra* na początku szóstego roku jej życia, przed wznowieniem sezonowej działalności miazgi. Szczep badany po dwóch okresach wegetacji

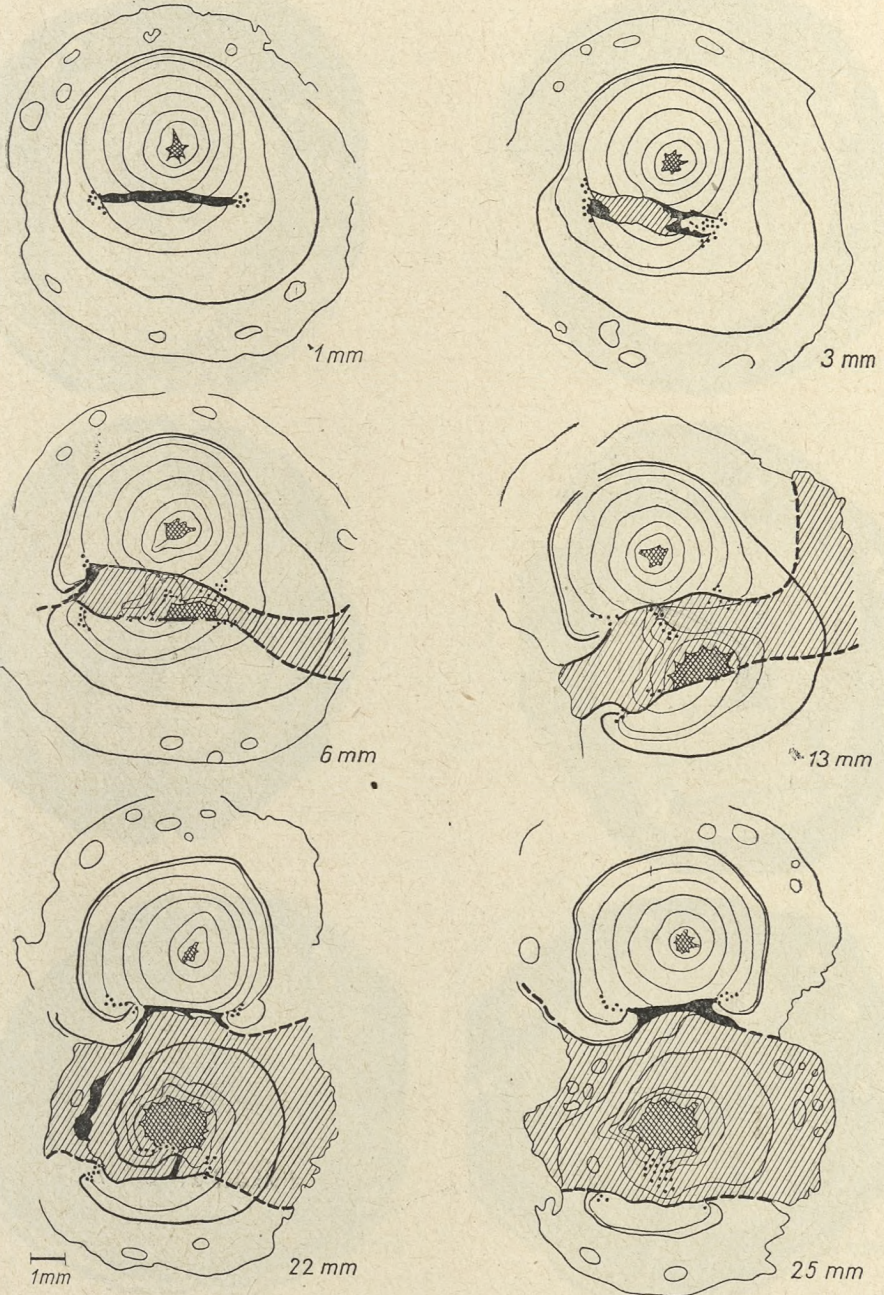
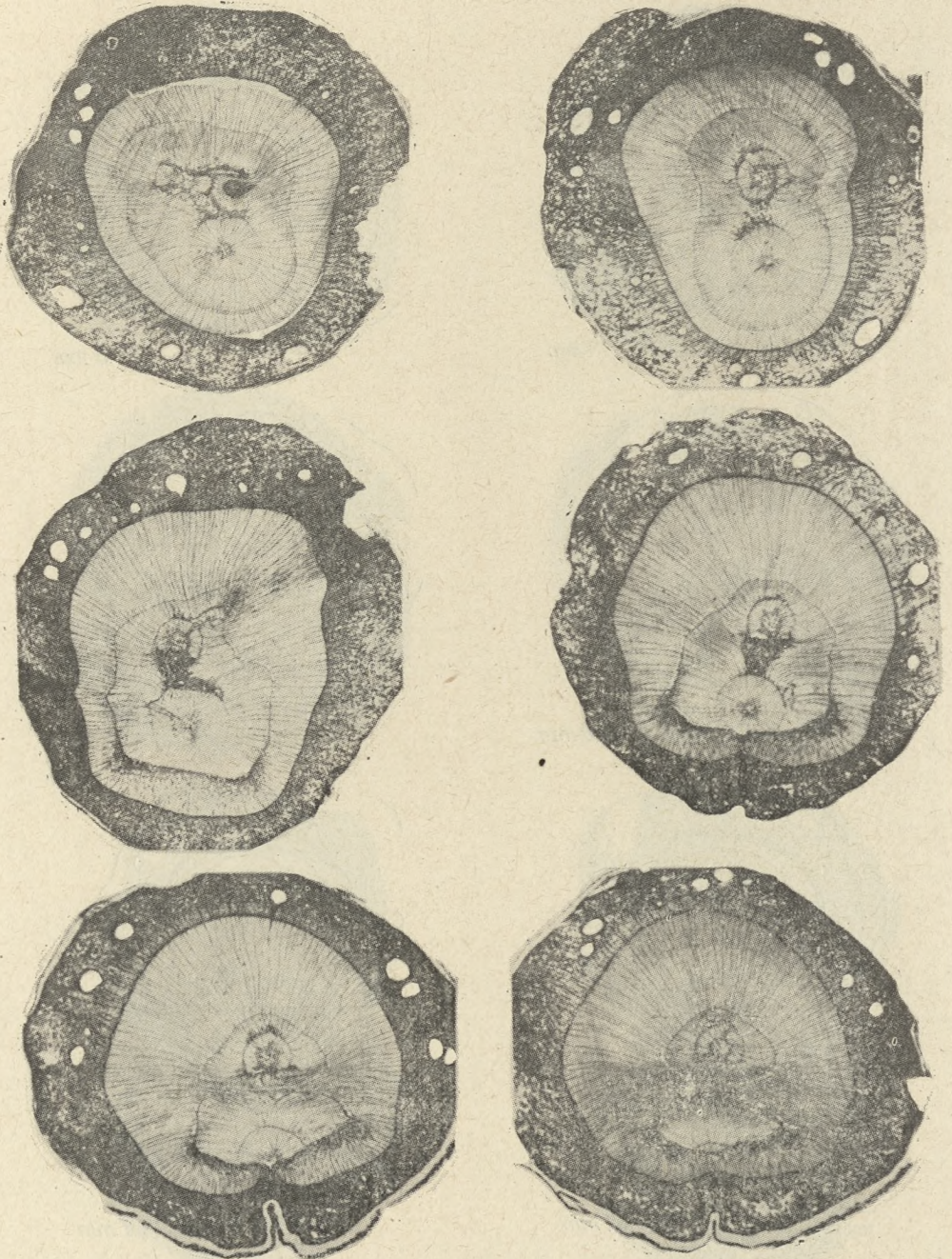


Fig. 7. One year old shoot of *P. cembra* grafted on a poorly growing *P. cembra* stock at the beginning of the sixth year of its life before the onset of the seasonal cambial activity. Graft studied after two vegetative periods



Ryc. 8. Jednoroczny pęd *Larix decidua* Mill. zaszczerpiiony na podkładce *L. decidua* na początku drugiego roku jej życia, przed wznowieniem sezonowej działalności miazgi. Szczep badany po dwóch okresach wegetacji

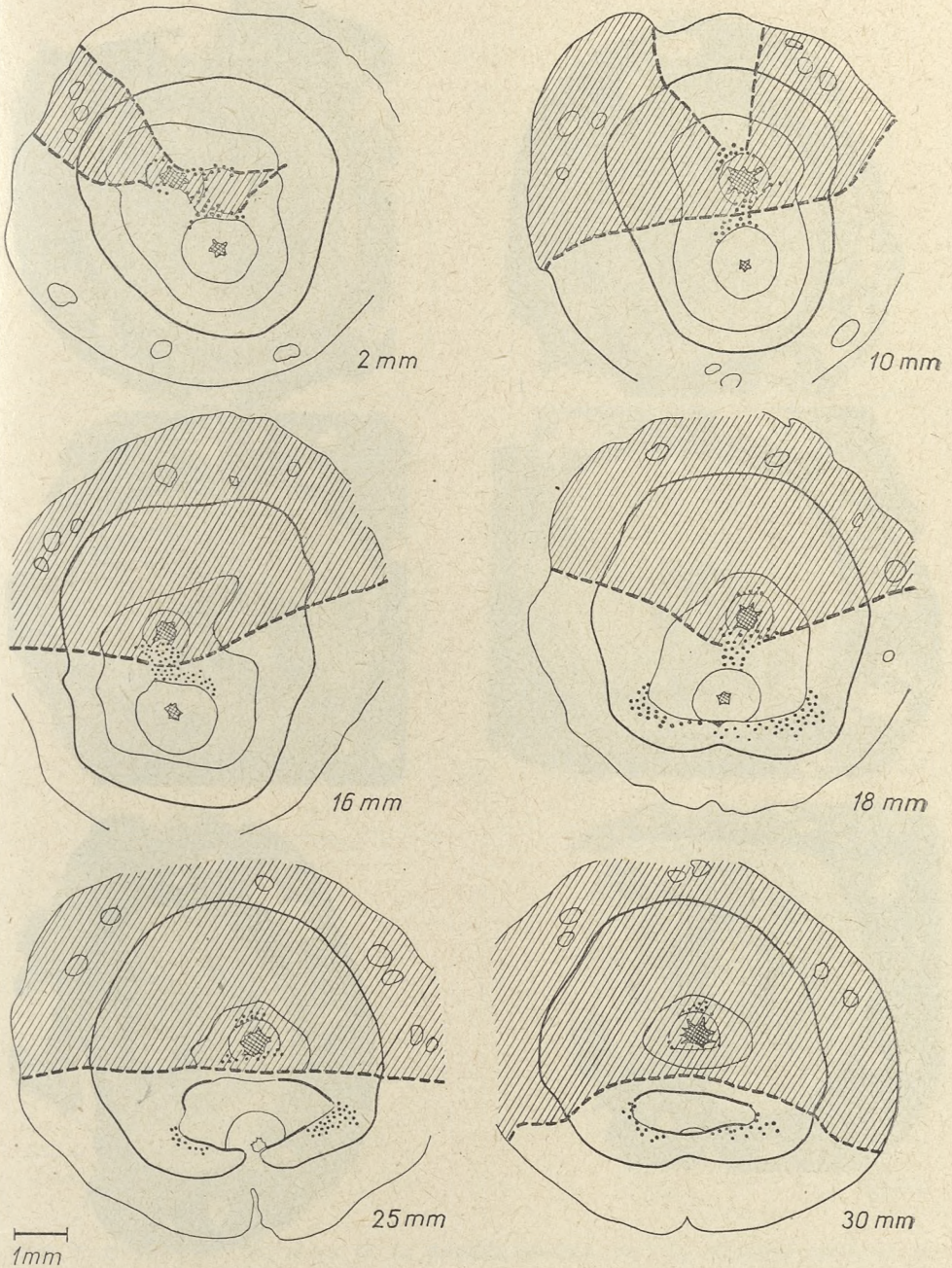
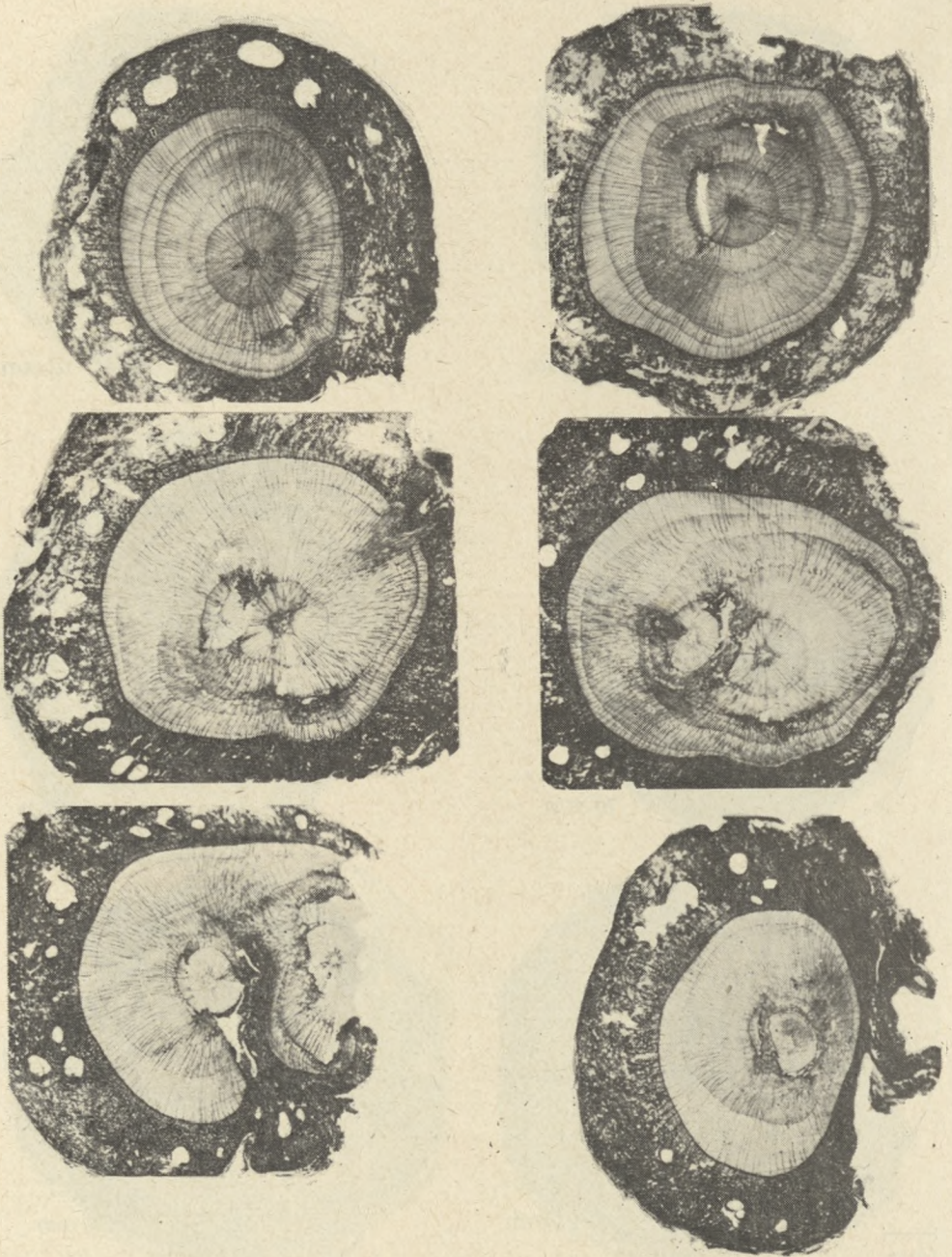


Fig. 8. One year old shoot of *L. decidua* grafted on a *L. decidua* stock at the beginning of the second year of its life, before onset of the seasonal cambial activity. Graft studied after two vegetative periods



Ryc. 9. Sześćcioletni pęd *L. decidua* zaszczerpiony na podkładce *L. decidua* na początku trzeciego roku jej życia, przed wznowieniem sezonowej działalności miazgi. Szczerp badany po trzech okresach wegetacji

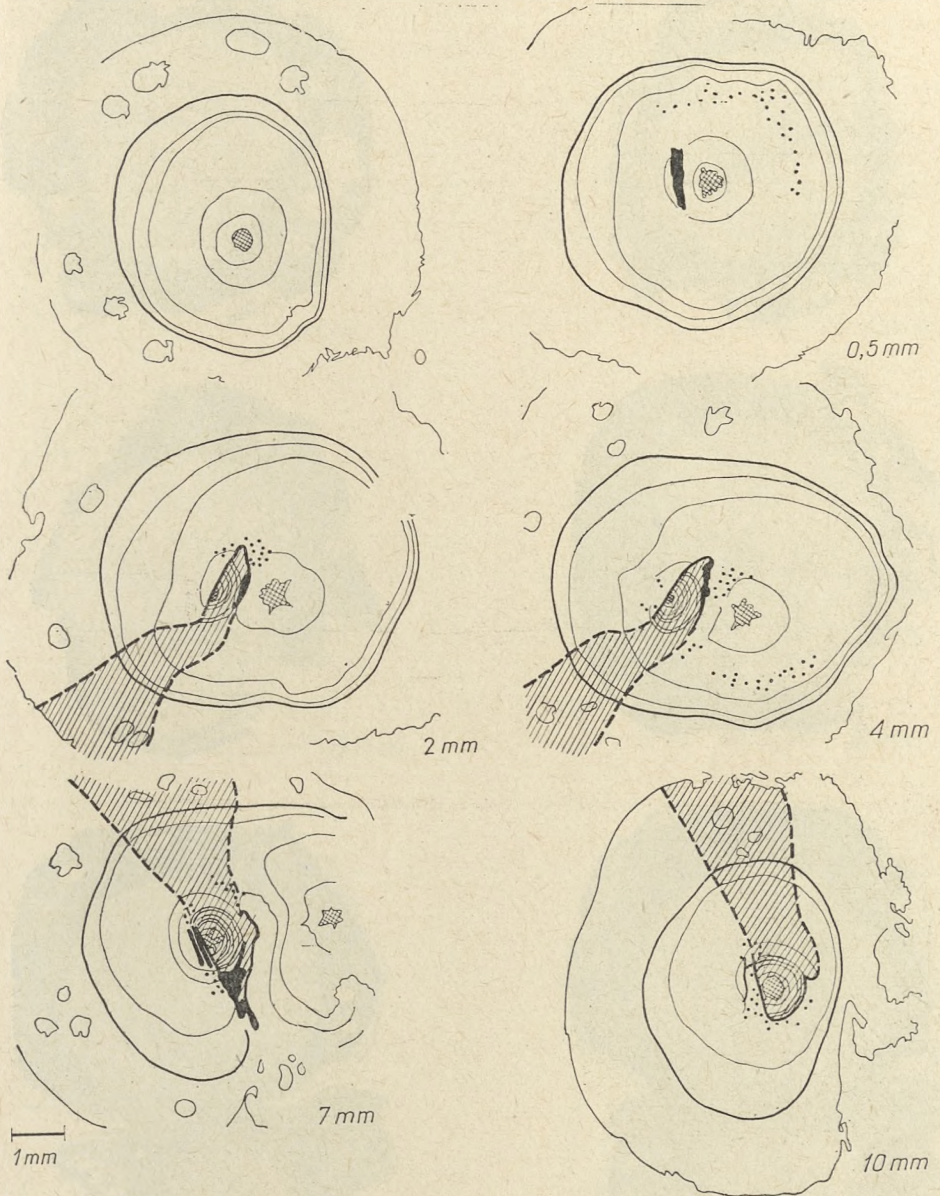
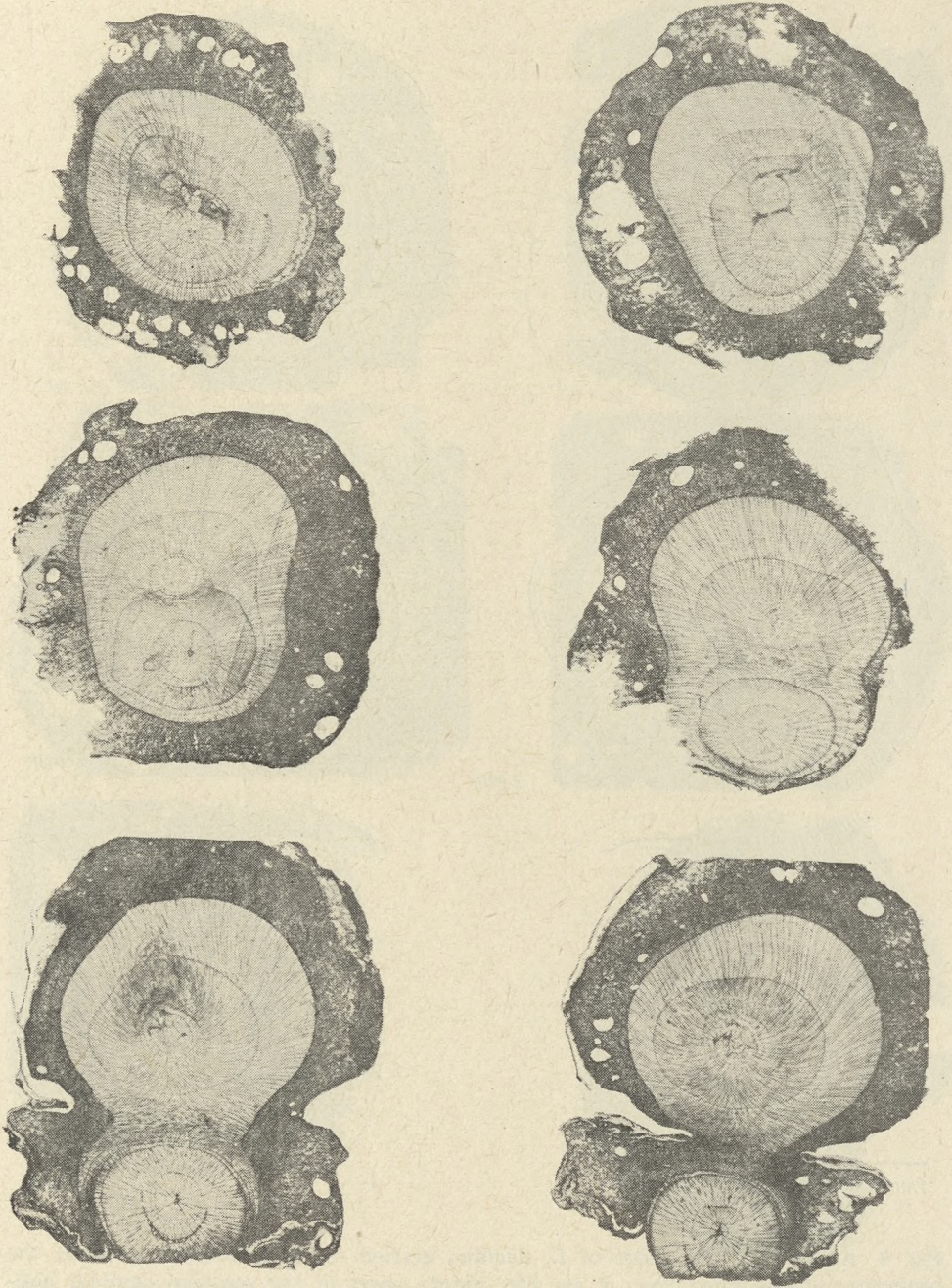


Fig. 9. A six year old shoot of *L. decidua* grafted on a *L. decidua* stock at the beginning of the third year of its life, before onset of the seasonal cambial activity. Graft studied after three vegetative periods



Ryc. 10. Trzyletni, słabo rosnący pęd *L. decidua* zaszczerpiony na podkładce *L. decidua* na początku trzeciego roku jej życia, przed wznowieniem sezonowej działalności miazgi. Szczep badany po trzech okresach wegetacji



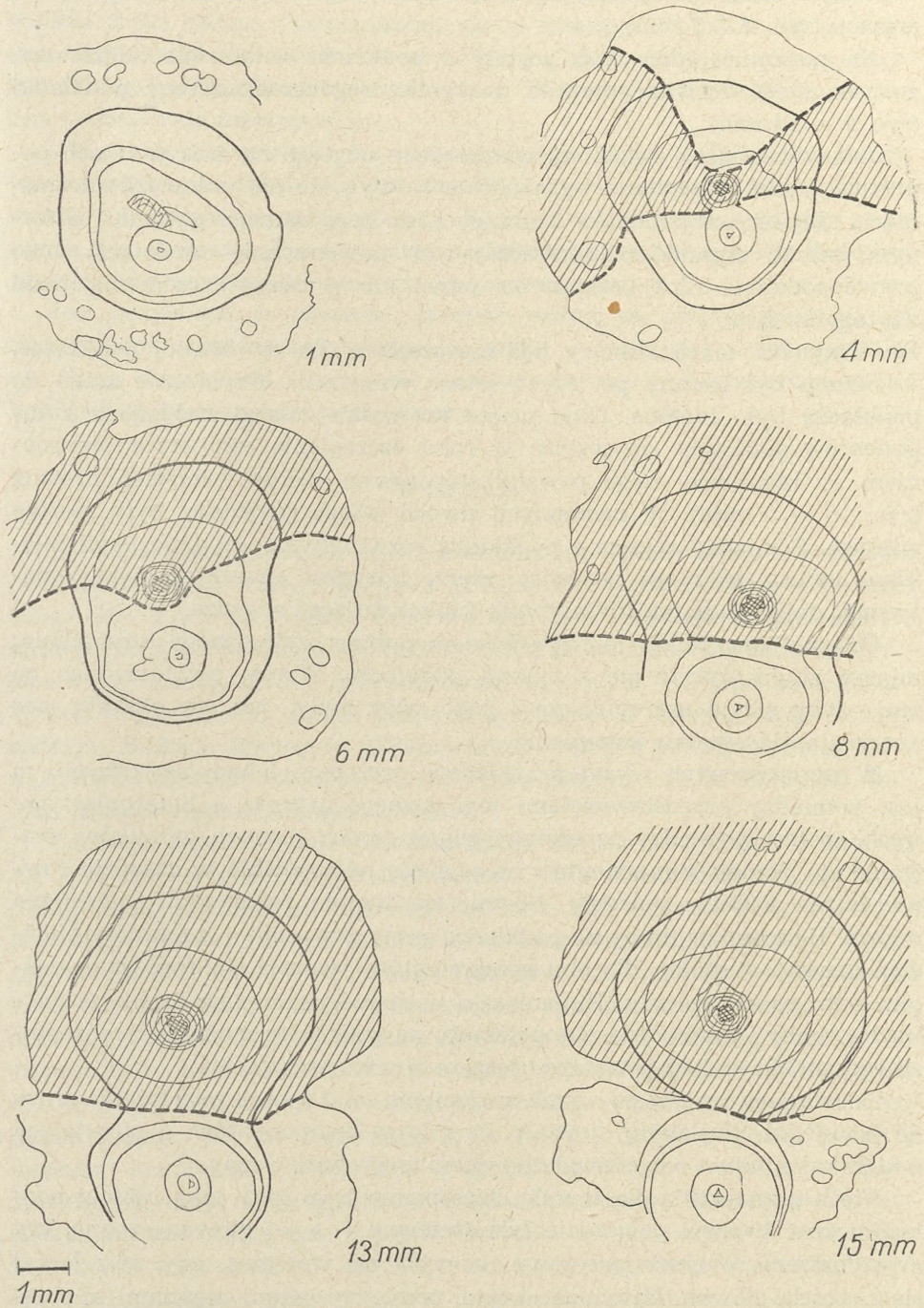


Fig. 10. Three year old, poorly growing shoot of *L. decidua* grafted on a *L. decidua* stock at the beginning of the third year of its life, before the onset of the seasonal cambial activity. Graft studied after three vegetative periods

w trzecim sezonie wegetacyjnym nie wytworzył się zamknięty pierścień drewna (ryc. 9 — 7 mm).

Na poziomie, gdzie zraz został od podkładki całkowicie oddzielony, znaczna część drewna powstała w wyniku regeneracji miazgi podkładki (ryc. 9 — 10 mm).

Jak widać, silnie osłabiony wzrost pędu użytego na zraz w latach poprzedzających szczepienie wyraźnie ograniczył, ale nie uniemożliwił zrośnięcia tkanek komponentów należących do tego samego gatunku. Głównym jednak czynnikiem ograniczającym powierzchnię zrośnięcia było prawdopodobnie silne uszkodzenie przed lub w czasie szczepienia, pędu użytego na zraz.

B<sub>5</sub>. Trzyletni, słabo rosnący pęd zaszczipiony na dwuletniej podkładce.

Szczep był badany po trzech latach wegetacji. Przyłożenie zrazu do podkładki było idealne. Obie ucięte krawędzie miazgi każdego z komponentów połączyły się jeszcze w roku szczepienia wspólnym pierścieniem, w rezultacie czego powstał stosunkowo szeroki pierścień drewna (ryc. 10 — 1 mm). W następnych dwóch latach przyrosty były jeszcze większe. Pomiedzy zrazem a podkładką rozwinęły się znikome ilości miększu kalusa, który w znacznej mierze odzyskał charakter merystematyczny, dając początek intensywnie funkcjonującej miazdze.

Opisany przypadek jest przykładem dobrze wykonanego szczepienia; miazga zrazu stykała się z miazgą podkładki. Wzrost pędu użytego na zraz słaby przed szczepieniem i jego wiek były, jak się okazało, bez znaczenia dla wyniku szczepienia.

W przytoczonych wyżej przykładach szczepień homoplastycznych, to jest pomiędzy przedstawicielami tego samego gatunku i heteroplastycznych, to jest pomiędzy przedstawicielami dwóch różnych gatunków, zrastanie się tkanek komponentów szczepienia następowało w zasadzie równie łatwo. Różnice polegały głównie na tempie regeneracji pierścienia miazgi. U szczepów limby na podkładce sosny zwyczajnej zamknięty pierścień drewna, wspólny dla obu komponentów, tworzył się dopiero w drugim roku po szczepieniu. Natomiast u większości szczepów limby na podkładce limby i modrzewia europejskiego na podkładce modrzewia europejskiego, pierścień taki powstawał jeszcze w roku szczepienia.

Decydujący wpływ na wynik szczepienia miał sposób przyłożenia zrazu do podkładki. Najłatwiej zrastały się miazgi komponentów, a powstający z nich kalus łatwo odzyskiwał charakter merystematyczny.

Nie bez znaczenia dla wyniku szczepienia było to, z jaką częścią podkładki zraz tworzył połączenie łyko-drzewne — z jej główną częścią, czy z języczkiem. Większe przyrosty tworzyły się wówczas, gdy zraz łączył się z częścią główną. Natomiast o tym, pomiędzy jakimi częściami to połączenie nastąpi, decydowała wielkość szczeliny powstałej pomiędzy zrazem a podkładką. Gdy była ona większa od strony języczka, zraz łączył się z częścią główną i odwrotnie. Dla większości połączeń łyko-drzewnych naj-

korzystniejsza była jak najmniejsza szczelina. Wypełniały ją wówczas niewielkie ilości kalusa różnicującego się w miążgę. Szczelina stosunkowo duża wypełniała się obficie kalusem, który jednak nie był zdolny odzyskać charakteru tkanki merystematycznej. W krańcowym przypadku szczelina pozostawała niewypełniona.

W zasadzie nie stwierdzono ograniczającego wpływu wieku komponentów na proces zrastania się ich tkanek. Zarówno szczepy młode, jednoroczne lub dwuletnie, jak i szczepy 5- czy 6-letnie łatwo tworzyły połączenia łyko-drzewne. Nie stwierdzono również różnicy w sposobie zrastania się szczepów wczesno-wiosennych i późno-wiosennych.

Jest oczywiste, że czynniki, których wpływ na sposób zrastania się tkanek komponentów szczepienia nie został w niniejszej pracy ujawniony, mogą decydować o procencie udanych szczepień. Zagadnienie to nie było jednak tematem niniejszej pracy.

#### DYSKUSJA

Z badań anatomicznych nad zrastaniem się tkanek zrazu i podkładki u przedstawicieli klasy *Coniferae* (Dormling 1962, 1963; Ciampi 1964, 1966; L a u n a y 1964 i inni) wynika, że w prawidłowo wykonanym szczepieniu nie ujawniają się bariery uniemożliwiające regenerację i zrastanie się tkanek dwóch komponentów należących do tego samego gatunku, względnie do dwóch różnych gatunków w obrębie tego samego rodzaju. Badania dotyczyły głównie przedstawicieli rodzajów *Picea* i *Pinus*, wśród których nie było jednak *Pinus cembra* i *Larix europaea*, którym jest poświęcona niniejsza praca.

Zdolność regeneracyjna poszczególnych tkanek jest różna. Różnią się też pod tym względem zbadane gatunki. Jak stwierdziła Dormling (1963) najaktywniejszymi w produkowaniu kalusa są komórki wyściełające przewody żywiczne kory i łyka, oraz miękisz promieni łykowych. W dalszej kolejności układają się: miążga łyko-drzewna (inicjały wrzecionowate i inicjały promieni) łącznie z komórkami macierzystymi łyka i drewna oraz miękisz kory i łyka. Miękisz drzewny, który u świerka i sosny występuje tylko w powiązaniu z przewodami żywicznymi oraz miękisz rdzenia, są mniej aktywne, a u świerka nie posiada w ogóle zdolności do tworzenia kalusa, jak to stwierdziła Dormling, gdyż zarówno komórki miękiszu drzewnego występujące w promieniach, jak i wokół przewodów żywicznych, mają silnie zgrubiałe i zdrewniałe ściany. Tkanki wysoko wyspecjalizowane, takie jak dojrzałe komórki sitowe, cewki i korkowica, w żadnych warunkach nie są zdolne odzyskać charakteru merystematycznego, a tym samym uczestniczyć w produkowaniu kalusa.

Dormling (1963) stwierdziła również, że aktywność poszczególnych tkanek wzrasta w strefie śladów liściowych i gałęziowych. Świadczy to o tym, że tkanki znajdujące się w najkorzystniejszej sytuacji z punktu

widzenia zaopatrzenia ich w składniki odżywcze posiadają większą zdolność regeneracyjną, niż tkanki położone w innych częściach rośliny.

Wysoka zdolność jakiejś tkanki do proliferacji, to jest do tworzenia kalusa nie oznacza, że bierze ona czynny udział w tworzeniu połączeń łyko-drzewnych pomiędzy zrazem i podkładką. Niektóre tkanki, np. miękisz rdzenia i miękisz promieni drzewnych, proliferują łatwo, ale powstały z nich kalus różnicuje się w miazgę łyko-drzewną tylko wówczas, gdy zetknie się z miazgą drugiego komponenta. Inne tkanki, a zwłaszcza sama miazga, proliferują słabiej, ale powstający z nich kalus jest zdolny przekształcić się w miazgę nawet wówczas, gdy nie wchodzi w bezpośredni kontakt z żywymi komórkami partnera. Powstała na tej drodze tkanka merystematyczna funkcjonuje jako pełnosprawny merystem boczny.

Trwałe połączenie pomiędzy zrazem i podkładką polega na tym, że ich miazgi łączy grupa komórek twórczych, które wspólnie odkładają łyko i drewno z ich elementami przewodzącymi, to jest z komórkami sitowymi i cewkami. Im większa jest powierzchnia takiego zrośnięcia, tym lepszy jest efekt szczepienia. W najkorzystniejszym przypadku powstaje w wyniku takiego połączenia zamknięty, wspólny dla obu komponentów pierścień łyka i drewna. U większości zbadanych przeze mnie szczepów limby na podkładce limby i modrzewia europejskiego na podkładce modrzewia europejskiego taki wspólny pierścień drewna powstawał jeszcze w roku szczepienia, w przeciwieństwie do limby na podkładce sosny zwyczajnej, gdzie tworzył się on dopiero w roku następnym. Lebedenkó (1964) obserwowała tworzenie się zamkniętego pierścienia drewna w homoplastycznych szczepach *Picea abies* również w ciągu pierwszego sezonu wegetacyjnego pod warunkiem, że szczepienie było wykonane wczesną wiosną. Szczepy późnoletnie pierścienie takie tworzyły dopiero w roku następnym. Autorka ta zwraca uwagę na fakt, że przedwczesne usunięcie wierzchołka pędu podkładki uniemożliwia różnicowanie się kalusa w miazgę, a tym samym w roku szczepienia nie tworzy się zamknięty pierścień drewna. Związane to jest niewątpliwie ze znaną współzależnością, jaka istnieje pomiędzy regulatorami wzrostu wytwarzanymi przez wierzchołek wzrostu pędu a działalnością miazgi.

Wszyscy autorzy zajmujący się sprawą zrastania się tkanek po szczepieniu są zgodni co do tego, że główną rolę w tym procesie odgrywa miazga (Launay 1964, Mergen 1954, Ciampi 1964, Corti i inni 1968, Copes 1969 i inni). U szczepów limby i modrzewia odgrywała ona decydującą rolę w tworzeniu połączeń łyko-drzewnych, które powstawały tylko tam, gdzie miazga łyko-drzewna jednego z komponentów stykała się bezpośrednio lub była w bliskim sąsiedztwie z żywymi, zdolnymi do proliferacji komórkami drugiego komponenta.

Duży wpływ na tworzenie się połączeń pomiędzy komponentami szczepienia ma ściśle przyleganie ich tkanek do siebie. Nierówna powierzch-

nia cięcia i słabe przymocowanie zrazu do podkładki powodują, że tworzy się szeroka, nieregularna warstwa niezróżnicowanej tkanki kalusowej pokrytej korkiem, na skutek czego na powierzchniach styku zrazu i podkładki powstaje szpara. Zwracają na ten fakt uwagę wszyscy autorzy, którzy badali przyczyny wypadania zrazów (Artsch w a g e r cyt. za M e r g e n e m 1954, B r a u n cyt. za D o r m l i n g 1963, C i a m p i 1968 i inni). Nacisk, jaki wywierają na siebie tkanki komponentów, ułatwia ich zrastanie. Wzrost tego nacisku następuje na skutek intensywnego tworzenia się kalusa pomiędzy zrazem i podkładką. B r a u n (cyt. za D o r m l i n g 1963) stwierdził, że połączenia tworzyły się tylko wówczas, gdy nacisk ten był dostatecznie duży. D o r m l i n g (1963) natomiast obserwowała łączenie się komponentów bardzo wcześnie, już po kilku podziałach komórkowych, kiedy nie następował pomiędzy nimi jakiś znaczny przyrost ciśnienia. Niemniej autorka ta docenia znaczenie silnego przymocowywania pędu zrazu do podkładki dla uzyskania dobrego połączenia.

Analiza procesu zrastania się tkanek szczepów badanych w niniejszej pracy wskazuje na to, że im mniejsza była szpara pomiędzy komponentami, tym łatwiej dochodziło do powstania połączeń łyko-drzewnych. Od wielkości tej szpary zależało, z jaką częścią podkładki zraz połączenie takie wytworzy. Tam, gdzie powstawały duże ilości kalusa, nie obserwowaliśmy jego różnicowania się w elementy przewodzące lub w miazgę. Wyjaśnienie tego zjawiska można znaleźć w pracy Browna (1964). Autor ten stwierdził, że istotnym czynnikiem w procesie różnicowania się komórek w kulturach tkankowych (między innymi sosny) jest ciśnienie. Gdy było ono niedostateczne tworzył się jednorodny, miękiszowy kalus. Zastosowanie pewnego minimalnego ciśnienia powodowało, że proliferacja ulegała zahamowaniu, a komórki kalusa wchodziły w stadium różnicowania.

Należy sądzić, że niedostateczne przymocowanie zrazu do podkładki sprzyja powstawaniu znacznych ilości kalusa, w którym ze względu na zbyt słabe, międzykomórkowe ciśnienie nie następują procesy różnicowania się.

#### WNIOSKI

1. Zrastanie się tkanek w procesie szczepienia limby na podkładce sosny zwyczajnej, limby na podkładce limby i modrzewia europejskiego na podkładce modrzewia europejskiego zachodziło równie łatwo. Różnice pomiędzy szczepieniami wewnątrzgatunkowymi (homoplastycznymi) i międzygatunkowymi (heteroplastycznymi) dotyczyły tempa regeneracji miazgi. U szczepów limby na podkładce sosny zwyczajnej zamknięty, wspólny dla obu komponentów pierścień drewna powstawał dopiero w drugim roku po zaszczepieniu, u szczepów homoplastycznych najczęściej jeszcze w roku szczepienia.

2. Trwałe przyjęcie się szczepu zależy od tego, w jakim tempie i na

jakiej powierzchni powstają pomiędzy komponentami połączenia łyko-drzewne.

3. Decydujący wpływ na wynik szczepienia miało to, jakie tkanki znajdowały się w czasie szczepienia w bezpośrednim kontakcie. Najlepszy efekt dawało łączenie się miazgi z miazgą lub miazgi jednego partnera z innymi, zdolnymi do proliferacji komórkami drugiego.

4. Połączenia łyko-drzewne powstawały przede wszystkim tam, gdzie szpara pomiędzy zrazem i podkładką była niewielka, to jest gdy niewielka była ilość wypełniającego ją kalusa. Wyjaśnia to rolę, jaką dla przeżycia szczepu ma silne przymocowanie zrazu do podkładki wzdłuż całej powierzchni cięcia.

5. Nie bez znaczenia dla wyniku szczepienia był fakt, z jaką częścią podkładki zraz tworzył połączenia łyko-drzewne. Większe przyrosty tworzyły się wówczas, gdy zraz łączył się z częścią główną obejmującą rdzeń.

6. Nie stwierdzono ograniczającego wpływu wieku komponentów na proces zrastania się tkanek.

7. Słabe zrastanie się szczepów wyrażało się powstawaniem wzdłuż znacznej powierzchni cięcia, zwłaszcza od strony zrazu, grubej warstwy martwych, skorkowaciałych komórek.

#### LITERATURA

1. Ahlgren C. E. — 1962. Some factors influencing survival, growth and flowering of intraspecific Pine grafts. Jour. For. 60: 785 - 789.
2. Baccari V., Ciampi C., Corti R., Firenzuoli A. M., Guerritore A., Magini E., Mastronuzzi E., Ramponi G., Vanni P., Zanobini A. — 1968. Ricerche sull'incompatibilita d'innesto nelle Conifere. Estratto dagli Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali 17: 35 - 100.
3. Brown C. L. — 1964. The Influence of External Pressure on the Differentiation of Cells and Tissues Cultured in Vitro. The Formation of Wood in Forest Trees: 389 - 404.
4. Ciampi C. — 1965. Studio anatomico su innesti di Conifere. Innesti omoplastici ed autoplastici di *Pinus pinea* L.; considerazioni sulla importanza della tecnica d'innesto. Istituto di Botanica Agraria e Forestale — Universita di Firenze.
5. Ciampi C. — 1966. Anatomical investigations on Pine grafts. Memoria presentata al VI Congresso Forestale Mondiale di Madrid.
6. Copes D. — 1969. Graft union formation in Douglas-fir. Am. Jour. Bot. 56 (3): 285 - 289.
7. Corti R., Magini E., Ciampi C. — 1968. Note sur l'incompatibilité de greffe chez les conifères. Silvae Genetica 17 (4): 121 - 130.
8. Dormling I. — 1962. Ympningsmetoder für tall och gran. Medd. Stat. Skogsf. 51 (2): 1 - 23.
9. Dormling I. — 1963. Anatomical and Histological Examinations of the Union of Scion and Stock in Grafts of Scots pine (*Pinus silvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* Karst.). Studia Forestalia Suecica 13.
10. Jakovleva L. V. — 1967. Opyt me zvidovoj i me zrodovoj privivki chvojnych v otkrytom grunte. Lesnoe choziajstvo 6: 29 - 32.

11. Launay J. — 1964. Étude physiologique et histologique du greffage chez *Pinus pinaster* Soland. Mém. soc. sci. physic. et nat. de Bordeaux 4: 145-250.
12. Lebedenko L. A. — 1964. Anatomia privivok jeli obyknovennoj. Sbornik naučno-issl. rabot po lesnomu choz. 8: 219-228.
13. Madeyski C. — 1970. Zagadnienie produkcji nasion rodzimych gatunków drzew w Tatrzańskim Parku Narodowym. Arboretum Kórnickie 15.
14. Mergen F. — 1954. Anatomical Study of Slash Pine Graft unions. Quart. Jour. Fla. Acad. Sci. 17 (4): 237-245.
15. Nenjuhin V. N. — 1966. Anatomy of grafts in certain *Pinus* species. Lesn. Z. Arhangelsk 9 (3). For. Abstr. 28 (3) 1967.
16. Nienstaedt H., Cech F. C., Mergen F., Wang, Chi-Wu, Zak B. — 1958. Vegetative Propagation in Forest Genetics Research and Practice. Jour. Forest. 56 (11): 826-839.
17. Nikitin I. N. — 1963. Rezultaty meźvidovych i meźrodovych privivok cennyh chojnyh porod. Lesnoe chozajstvo 16 (6): 32-35.
18. Severova A. I. — 1958. Vegetativnoe rozmnoženie chojnyh drevesnyh porod.

ALINA HEJNOWICZ

*Anatomical studies on the grafts of Pinus cembra L.  
and Larix decidua Mill.*

Summary

During spring of the years 1965-1967 grafts have been made in the Tatra National Park of *Pinus cembra* on stocks of both *P. cembra* and *P. silvestris* and of *Larix decidua* on stocks of *L. decidua*. The age of shoots used for scions and of the stocks varied between 1 and 6 years.

The anatomical studies conducted on the graft unions in the first, second and third vegetative season after grafting have shown that:

1. The union of tissues when the two grafting partners were of a different species (*Pinus cembra* on *Pinus silvestris*) was just as easy as when the partners were of the same species (*P. cembra* on *P. cembra*, *Larix decidua* on *L. decidua*). Differences between interspecific (heteroplastic) and intraspecific (homoplastic) grafting concern the rate of cambium regeneration. In the grafts of *P. cembra* on *P. silvestris* stocks the complete common to both the grafting components growth ring developed only in the second year. In homoplastic grafts this usually occurred in the year of the grafting.

2. The result of grafting is dependent on the type of tissues that become apposed to each other following the operation. Easiest unions are obtained between cambium of one component and either cambium or cells of the grafting partner capable of proliferation.

3. The permanent success of a graft depends on the rate and size of the surface on which vascular connections become established between the grafting components.

4. Vascular connections were formed primarily in the regions where the gap between scion and stock was small, that is where the amount of callus filling the gap was small. This explains the importance of the strong binding of the scion with the stock along the whole length of the cut.

5. The part of stock that established a vascular connection with the scion was not without significance to the grafting result. The growth increment of the scion

was greater when it was connected with the main part of the stock stem than when it was united only with the bark flap.

6. The age of the grafting components has had no significant influence on the success of the unions. The best unions were obtained when both the shoots used for scions and the stocks were up to three years old.

7. Poor unions were characterized by the formation of a thick layer of dead, corky cells along a major part of the cut surface, particularly on the side of the scion.

АЛИНА ХЕЙНОВИЧ

*Анатомические исследования над прививками кедра  
(Pinus cembra L.) и лиственницы (Larix decidua Mill.)*

Резюме

В весенние месяцы 1965 - 1967 годов в Национальном парке Татры проводились следующие прививки: *Pinus cembra* на *P. silvestris*, *P. cembra* на *P. cembra*, *Larix decidua* на *L. decidua*. Возраст побегов, использованных в качестве подвоев и привоев, составлял от одного до шести лет.

В результате анатомических исследований, проведенных после первого, второго либо третьего вегетационного периода, установлено следующее:

1. Срастание тканей представителей двух разных видов (кедр и сосна) осуществлялось так же легко, как и срастание тканей особой одного и того же вида (кедр и кедр, лиственница и лиственница).

Разница между прививками внутривидовыми (гомопластическими) и межвидовыми (гетеропластическими) касалась темпа регенерации камбия. У прививок кедра на подвое сосны обыкновенной заключенное кольцо древесины, совместное обоим компонентам, возникало во второй год после прививки, у прививок гомопластических — больше всего в год прививки.

2. На результаты прививок влияет характер тех живых клеток, которые приходят в непосредственный контакт. Легче всего срастаются камбиальные клетки обоих компонентов, либо камбий одного из них с другими, способными к делению клетками другого компонента.

3. Прочность срастания зависит от того, в каком темпе и на какой площади между привоем и подвоем возникают соединения посредством проводящих тканей.

4. Соединения эти возникают прежде всего там, где щель между подвоем и привоем была незначительная, а следовательно невелико количество каллюса, заполняющего щель. Это обстоятельство объясняет ту роль, которую играет в приживаемости привоя прочность скрепления прививочных компонентов по всей поверхности среза.

5. Для результатов прививки большое значение имело то, с какой частью подвоя привой образовал проводящие соединения; с его главной частью, охватывающей сердцевину, или с долькой (рис. 1). Самые лучшие результаты получались во втором случае.

6. Возраст компонентов не имел существенного значения для приживаемости привоя. Нужно всё-таки помнить, что возраст исследованных побегов не превышал шести лет.

7. Слабое срастание прививочных компонентов объясняется образованием на значительной части поверхности срезов (особенно у привоев) толстого слоя мёртвых, опробковелых клеток.