

ALINA HEJNOWICZ

## ANATOMIA, EMBRIOLOGIA I KARIOLOGIA TOPOLI

### I. WSTĘP

Znajomość mikroskopowej struktury różnych organów topoli jest niepełna. Niektóre organy są opracowane bardzo szczegółowo, o budowie innych istnieją w literaturze tylko wzmianki.

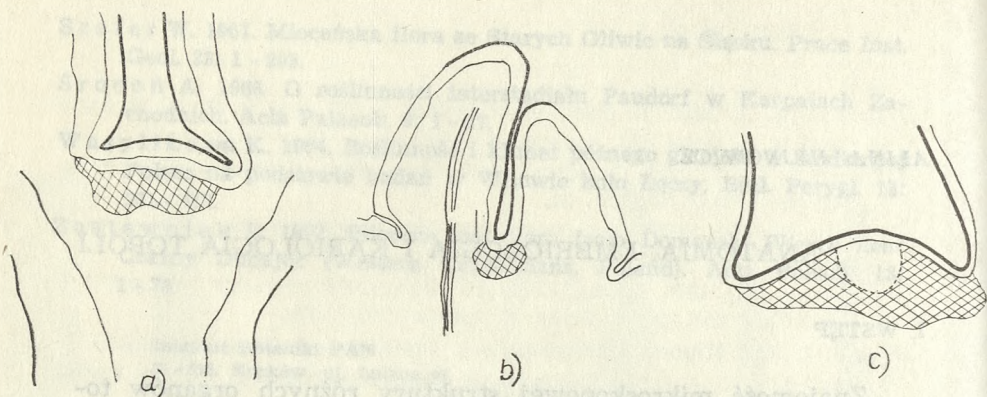
Rodzaj *Populus*, który jest reprezentowany przez wiele gatunków, odmian i form uprawnych, wykazuje ogromną zmienność budowy. Utrudnia to operowanie uproszczonymi schematami przy opisywaniu budowy organów. W pewnych przypadkach przedstawiony schemat jest charakterystyczny dla rodzaju, w innych dla gatunku czy odmiany.

W poniższym opracowaniu będę niejednokrotnie sięgać do danych dotyczących gatunków pozaeuropejskich, zwłaszcza wówczas, gdy brak jest informacji o gatunkach występujących lub uprawianych w Polsce, albo gdy istniejące dane świadczą o tym, że schemat budowy i rozwoju jakiegoś organu u przedstawicieli wielu różnych gatunków jest podobny.

### II. BUDOWA ORGANÓW WEGETATYWNYCH

#### ROZWÓJ I PIERWOTNA BUDOWA PĘDU

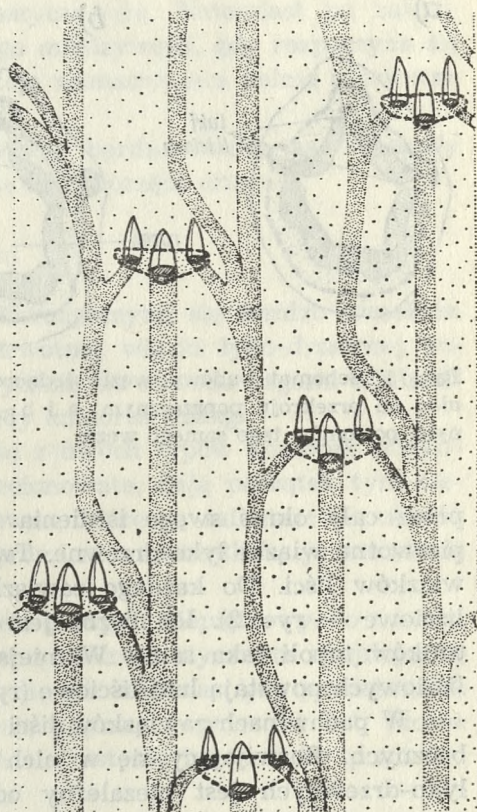
Rozwój osobniczy topoli rozpoczyna się od podziału zygoty. Po licznych podziałach jej komórek potomnych powstaje kulisty zarodek, w którym wyodrębniają się: korzeń zarodkowy (radicula), zawiązki dwóch liścieni i zawiązek pędu (plumula). Początkowo w roślinie zdolne do podziału są wszystkie komórki



Ryc. 1. Ilustracja zmiany kształtu wierzchołka wzrostu pędu *Populus nigra* var. *italica* na przekroju podłużnym (Brodzki 1955): a — w zarodku, b — w dwudniowej siewce, c — w dojrzałym pędzie

zarodka, później strefy dzielących się komórek zostają ograniczone do szczytowych części rośliny, które określa się terminem merystemów wierzchołkowych. Komórki merystematyczne występujące na wierzchołkach wzrostu pędu i korzenia dzielą się, rosną i różnicują w dojrzałe tkanki. Niektóre z nich zachowują zdolność dzielenia się poza strefą wierzchołkową i funkcjonując jako merystemy boczne (miazga łyko-drzewna czyli kambium i miazga korkotwórcza czyli fellogen) powodują wzrost organów na grubość.

Wierzchołek wzrostu pędu u topoli wykazuje w rozwoju osobniczym dużą zmienność kształtu, wielkości i struktury wewnętrznej (ryc. 1). W zarodku jest on niewielki i zupełnie płaski. Jednak już w tym stadium rozwoju rośliny można w nim wyróżnić część centralną (korpus) okrytą pokładem płaszczowym (tuniką). Tunika powstaje wówczas, gdy powierzchniowe komórki wierzchołka dzielą się wyłącznie prostopadle do jego powierzchni. Liczba warstw tuniki u topoli nie jest stała. B r o d z k i (1955) u *P. nigra* var. *italica* znajdował wierzchołki z tuniką jedno- i dwuwarstwową, a K a l b e (1962) u tego samego gatunku opisał wierzchołki z jednokomórkową warstwą tuniki. Redukcja

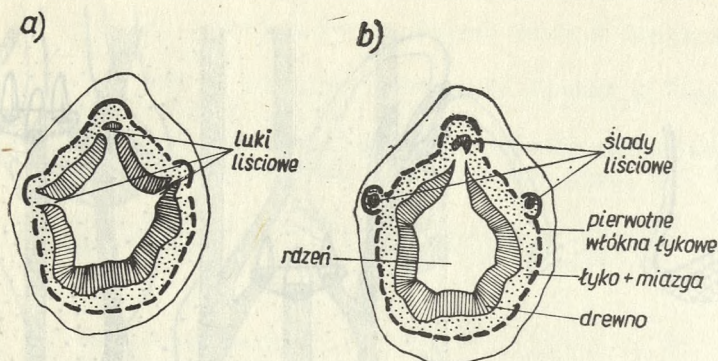


Ryc. 2. Schemat układu pierwotnych wiązek łyko-drzewnych w pędzie topoli (Eames i MacDaniels 1947). Miejsca zakropkowane — wiązki, fragmenty niezakropkowane — luki liściowe. Linia przerywana — granicę śladów liściowych wchodzących do jednego liścia

warstw tuniki, jak stwierdził Brodzki (1955), następuje w okresie intensywnego wzrostu wierzchołka i jest związana z okresowym pojawianiem się zawiązków liści, bowiem w ich tworzeniu główny udział bierze wewnętrzna warstwa tuniki.

W dojrzałej roślinie wierzchołek jest szeroki lecz stosunkowo płaski (ryc. 1c). W porównaniu z wierzchołkiem zarodka czy młodej siewki jest on bardziej zróżnicowany pod względem cyto-histologicznym (Brodzki 1955).

W pobliżu szczytu wierzchołka w zewnętrznej części korpusu wyodrębniają się pasma wąskich wydłużonych komórek pramiędzy (prokambium). Zachowują one zdolność dzielenia się



Ryc. 3. Schemat budowy węzła jednorocznego pędu *Populus alba* na przekroju poprzecznym: a i b — dwa skrawki z różnych poziomów tego węzła

przez cały okres swego istnienia. W pramiardze różnicują się pierwotne wiązki łyko-drzewne. Tworzą one odgałęzienia do zawiązków liści. Do każdego zawiązka wchodzi 3 wiązki (ślady liściowe — ryc. 2). Ich liczba jest u wszystkich zbadanych gatunków topoli taka sama. W miejscach odgałęziania się śladów liściowych powstają łuki liściowe (ryc. 3).

W pachwinach zawiązków liści są zakładane zawiązki pędów bocznych. Rozwijający się w nich system pierwotnych wiązek łyko-drzewnych jest niezależny od systemu wiązek pędu, na którym zawiązki są osadzone. Różnicują się one w kierunku nasady pędu, gdzie łączą się z systemem wiązek pędu macierzystego. Wiązki biegnące w zawiązkach pędów pachwinowych określa się terminem śladów gałęziowych, a powstające w pierścieniu tkanki łyko-drzewnej pędu macierzystego łuki — lukami gałęziowymi.

Opisana wyżej organizacja systemu naczyniowego w węźle młodego pędu topoli jest zachowana i w dojrzałym pędzie.

W młodym, rozrastającym się na długość pędzie funkcję okrywającą pełni skórka, a sztywność roślinie nadaje leżący pod nią pokład kolenchymy tj. żywych, wydłużonych komórek o nieregularnie ale silnie zgrubiałych, celulozowych ścianach, cha-

rakteryzujących się dużą elastycznością. Natomiast po zakończeniu wzrostu wydłużeniowego międzywęźli, gdy rozpoczyna się w nich przyrost wtórny, funkcję wzmacniającą pełnią pierwotne włókna łykowe (ryc. 3).

W młodych organach topoli bardzo liczne są kryształki szczawianu wapnia, pojedyncze lub tworzące druzyny.

#### MIAZGA I WTÓRNA BUDOWA ŁODYGI

Przyrost wtórny u topoli rozpoczyna się bardzo wcześnie. Znajdujące się w środku pierwotnej wiązki łyko-drzewnej komórki pramiazgi dzielą się stycznie do obwodu organu odkładając regularne, promieniste rzędy komórek miazgi.

Miazga u topoli składa się z dwóch typów komórek inicjalnych. Pierwsze, inicjały wrzecionowate, dają początek tym elementom wtórnego łyka i drewna, które są zaliczane do układu podłużnego. Drugie, inicjały promieni, zapoczątkowują promienie łyko-drzewne.

Układ komórek miazgi jest u topoli niepiętrowy, to znaczy, że końce komórek oglądane na przekroju stycznym znajdują się na różnych poziomach. Dzieje się tak wówczas, gdy powiększanie się obwodu miazgi odbywa się poprzez poprzeczne lub skośne podziały komórek inicjalnych i wrastanie ich końców pomiędzy komórki sąsiednie.

Tempo wzrostu komórek potomnych miazgi nie jest jednokowe. Komórki, z których powstaną człony naczyń rosną tylko w poprzek nie wydłużając się i w ten sposób długość członu naczynia może być miarą długości komórki miazgi, z której dany człon powstał. Komórki, z których powstaną człony rurek sitowych powiększają swoją długość dwukrotnie, a te z których powstaną włókna nawet trzykrotnie.

Przeciętna długość inicjałów wrzecionowatych rośnie z wiekiem miazgi i maleje z wysokością pnia. U osiki np. na poziomie 4 m od podstawy pnia w pierwszym roku życia drzewa wynosiła ona 0,25 mm, a w 45 roku życia około 0,70 mm (Hejnowicz i Hejnowicz 1958). Długość inicjałów gwałtownie maleje

z wysokością pnia (Hejnowicz i Hejnowicz 1958, Raskatovi Kosičenko 1968).

Strefa miazgi w okresie zimowego spoczynku jest u topoli bardzo wąska i obejmuje 5-8 warstw komórek (Davis i Evert 1968, Evert i Kozłowski 1967). Nie jest też łatwo wyróżnić w niej warstwę właściwych komórek inicjalnych. U topoli w przeciwieństwie do wielu innych przedstawicieli roślin drzewiastych komórki inicjalne miazgi po przezimowaniu dzielą się od razu, bez poprzedzającego ten podział wzrostu promienistego. Jako pierwsze powstają elementy łyka, a dopiero o około 6 tygodni później drewna (Davis i Evert 1968, Evert i Kozłowski 1967). Tempo odkładania przez inicjały miazgi komórek łyka i drewna nie jest jednakowe. W normalnych warunkach ilość odkładanego drewna wielokrotnie przewyższa ilość odkładanego łyka i w rezultacie szerokość warstwy drewna w jednym sezonie wegetacyjnym jest znacznie większa. W sezonie o słabej aktywności miazgi różnice te zmniejszają się i bywa nawet tak, że pierścień łyka jest szerszy niż drewna (Davis i Evert 1968). Osłabienie aktywności miazgi wyraża się więc głównie osłabieniem tempa odkładania komórek w stronę drewna.

Aktywność miazgi jest największa w końcu maja i na początku czerwca. Na początku sierpnia Davis i Evert (1968) w strefie miazgi nie znajdowali żadnej dzielącej się stycznie komórki. Natomiast podziały skośne lub poprzeczne, dzięki którym następuje powiększanie się obwodu miazgi obserwowano aż do końca trwania sezonu wegetacyjnego.

Reaktywacja miazgi na wiosnę rozpoczyna się u topoli 2-3 tygodnie po rozwinięciu pąków (Lobzanidze 1961). Istotny wpływ na to ma temperatura powietrza. Zaprzestanie działalności miazgi jest niezależne od procesu naturalnego zrzucania liści; aktywność miazgi kończy się o 1-2 miesiące wcześniej niż rozpoczyna się opadanie liści. Ścisły związek istnieje pomiędzy długością trwania okresu aktywności miazgi a wysokością n.p.m. Na większych wysokościach później zostaje przerwany spoczynek miazgi i wcześniej kończy się okres jej aktywności. Skraca

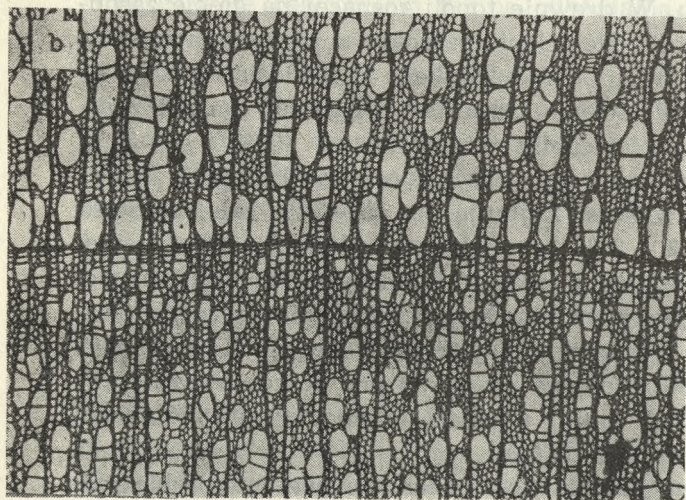
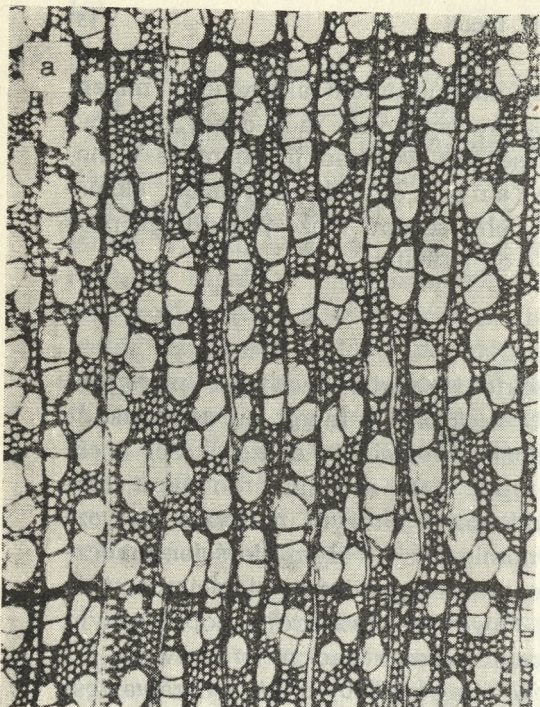
się też odstęp czasu pomiędzy zakończeniem aktywności miazgi a opadaniem liści. Rozwój pąków śpiących zachodzący w pewnych warunkach pod koniec sezonu wegetacyjnego może wznowić aktywność miazgi (Lobżanidze 1971). Natomiast eksperymentalne usunięcie liści w pełni sezonu może przedłużyć proces odkładania drewna (Ruggeri 1960).

#### BUDOWA DREWNA WTÓRNEGO

Drewno topoli jest miękkie i lekkie. Szerokość pierścieni może być bardzo znaczna. U niektórych topoli euroamerykańskich np. u *I-214* spotkać można pierścienie o szerokości 3 cm (Anonim 1958). Drewno topoli jest zaliczane do typu rozpierchłonaczyniowego tj. takiego, w którym naczynia są rozmieszczone mniej więcej równomiernie w całym pierścieniu rocznym (ryc. 4). Na skutek tego granice pomiędzy pierścieniami są niewyraźne i gołym okiem nawet na przekroju poprzecznym zupełnie niedostrzegalne. Rozmieszczenie naczyń w drewnie jak stwierdzili Liphshitz i Waisel (1970) zależy od zawartości wody w podłożu. W drewnie topoli rosnącej na glebie zasobnej w wodę powstają pierścienie szerokie z równomiernie rozmieszczonymi naczyniami. W warunkach o niedostatecznej wilgotności powstają pierścienie wąskie, a większość naczyń znajduje się na początku pierścienia rocznego.

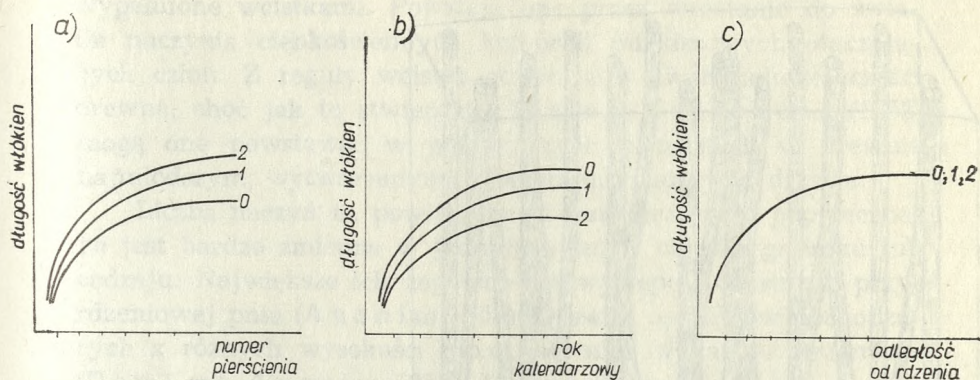
W skład drewna wchodzi naczynia, włókna i miękisz. Główną masę stanowią włókna. Zajmują one 55 - 75% całej objętości drewna, naczynia 20 - 35%, a miękisz zaledwie 5 - 15%. U niektórych gatunków topoli proporcje te mogą się zmieniać nawet w poszczególnych warstwach jednego pierścienia rocznego (Babos 1970) oraz w tym samym pierścieniu, lecz na różnych stronach pnia. W pniu *P. Robusta* np. po stronie południowej tworzy się więcej naczyń a mniej włókien niż po stronie północnej (Meyer-Uhlenried 1958a).

Struktura drewna topoli jest zmienna nawet w obrębie jednego drzewa. Zmienia się z wiekiem drzewa i jego wysokością, a także w ciągu sezonu wegetacyjnego. Na ogół są to różnice ilości



Ryc. 4. Drewno *Populus nigra* (a) i *Populus tremula* (b) na przekroju poprzecznym. Widoczne są różnice w sposobie rozmieszczenia naczyń w pierścieniu i w średnicy naczyń w drewnie wczesnym i późnym.





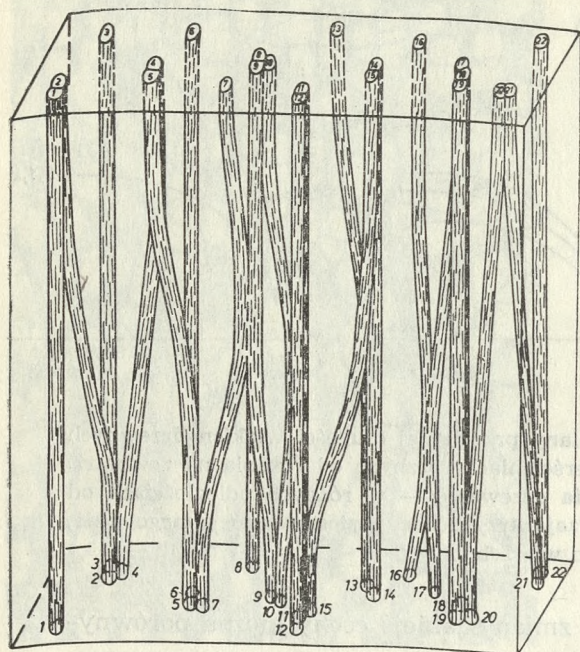
Ryc. 5. Schemat ilustracji zmiany przeciętnej długości włókien drzewnych w pniu: a — w kolejnych pierścieniach rocznych od rdzenia na zewnątrz, b — w kolejnych latach życia drzewa, c — w różnych odległościach od rdzenia. Liczby 0, 1, 2 oznaczają trzy różne poziomy tego samego pnia, w kolejności od jego nasady do wierzchołka

ciowe. Opisując charakter zmiany jakiejś cechy można porównywać ze sobą:

- kolejne warstwy drewna w jednym pierścieniu rocznym,
- kolejne pierścienie roczne na jednym poziomie pnia, gałęzi czy korzenia,
- jeden i ten sam pierścień roczny na różnych wysokościach organu.

Ta sama cecha może się zmieniać wzdłuż pnia w różny sposób. I tak np. długość włókien rośnie od podstawy pnia ku wierzchołkowi w pierścieniach rocznych o tym samym numerze (ryc. 5a), lecz maleje w pierścieniach wytworzonych w tym samym roku kalendarzowym (ryc. 5b) i jest jednakowa w takiej samej odległości od rdzenia na różnych poziomach pnia (ryc. 5c).

Naczynia składają się z członów. Jeden człon w swojej genecie odpowiada jednej komórce miazgi. Przestrzenne rozmieszczenie naczyń w drewnie topoli przypomina zamkniętą sieć (Braun 1963, ryc. 6). Wielkość oczek w sieci jest cechą charakterystyczną dla rodzaju. Określa się ją za pomocą współczynnika



Ryc. 6. Przestrzenne rozmieszczenie naczyń w drewnie topoli (Braun 1963)

gęstości. U topoli współczynnik ten wynosi 4,4 i jest mniej więcej jednakowy w całym pierścieniu rocznym, podczas gdy np. u dębu wynosi on od 0,1 w drewnie wczesnym do 1,9 w drewnie późnym (Braun 1963). Im większy współczynnik tym luźniejsza sieć naczyń.

Naczynia układają się w grupy po 2-8. Spotyka się też naczynia pojedyncze (Wałek-Czernecka 1952, Smilga 1967, Galewski i Korzeniowski 1958). Naczynia są w przekroju owalne lub okrągłe. Poprzeczne ściany są w nich ustawione pod kątem  $45^\circ$  do dłuższej osi naczynia (ryc. 7). W centralnej części ściany poprzecznej znajduje się jeden duży, okrągły lub owalny otwór (przebiecie), który umożliwia swobodny przepływ roztworów. W podłużnych ścianach naczyń występują okrągłe lub 5-6 boczne jamki lejkowate (ryc. 7) pozbawione zatyczek (torusów).

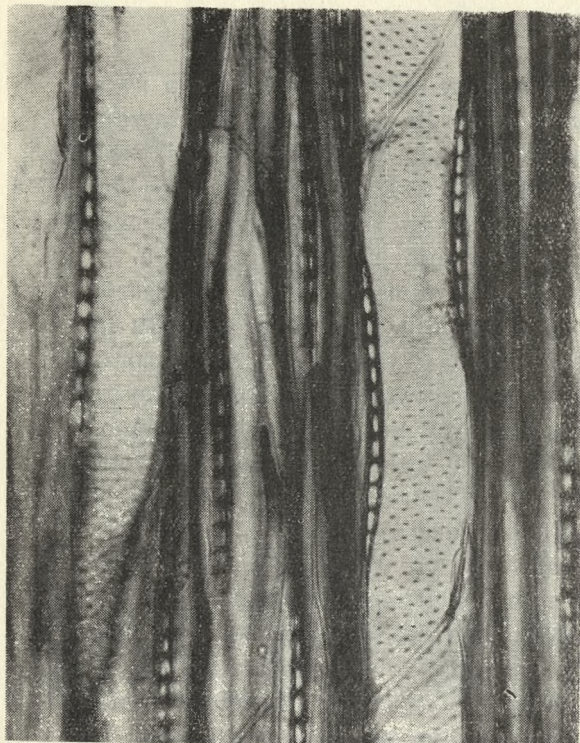
Naczynia w pewnym okresie swego funkcjonowania zostają

wypełnione wcistkami. Powstają one przez wrastanie do światła naczynia cienkościennych komórek miękkiszowych otaczających człon. Z reguły wcistki powstają w twardej części drewna, choć jak to stwierdziła Wałek-Czernicka (1952) mogą one powstawać w pojedynczych naczyniach w drewnie najmłodszym, wytworzonym w ostatnim roku życia drzewa.

Liczba naczyń na powierzchni 1 mm<sup>2</sup> przekroju poprzecznego jest bardzo zmienna w jednym pniu, w obrębie gatunku lub rodzaju. Największe ich zagęszczenie występuje w strefie przyrzeniowej pnia (Anonim 1958). Drewno osobników pochodzących z różnych wysokości n.p.m. również wykazuje zmienność (Demicyt, Anonim 1958). Np. u osiki rosnącej w wyżynnej części Piemontu znaleziono około 2-krotnie więcej naczyń na powierzchni 1 mm<sup>2</sup> niż u osiki pochodzącej z doliny.

Przeciętna długość członów naczyń u przedstawicieli rodzaju *Populus* wynosi 0,4 - 0,8 mm, a ich szerokość 0,05 - 0,10 mm. Średnica pojedynczych naczyń może dochodzić do 0,3 mm. Wałek-Czernicka (1952) stwierdziła, że osika ma naczynia o mniejszej średnicy niż *P. alba* i *P. canescens*. Wymiary naczyń zmieniają się w jednym i tym samym pierścieniu rocznym. Na początku sezonu są tworzone naczynia prawie o 50% szersze i 4 - 5% krótsze od naczyń powstających w okresie późniejszym, ale najmniejsze naczynia znajdują się w bardzo wąskiej strefie drewna po obu stronach granicy pierścienia (Süss i Müller-Stoll 1970, Meyer-Uhlenried 1958a).

Wymiary naczyń powiększają się z wiekiem drzewa. W pobliżu rdzenia są one najmniejsze, w ciągu kilku następnych lat gwałtownie rosną, a w latach późniejszych zmieniają się bardzo nieznacznie (Georgievski i Stefanovski 1968 - 69). Przeciętne wymiary naczyń nie zmieniają się z wysokością pnia, natomiast są inne w jednym i tym samym pierścieniu rocznym w różnych częściach jego obwodu: po stronie południowej naczynia są szersze niż po stronie północnej (Meyer-Uhlenried 1958a). Zmieniają się też z wysokością n.p.m. W drewnie osiki pochodzącej z wyższych wysokości n.p.m. naczynia miały większą średnicę niż z wysokości niższych (Demicyt, Anonim

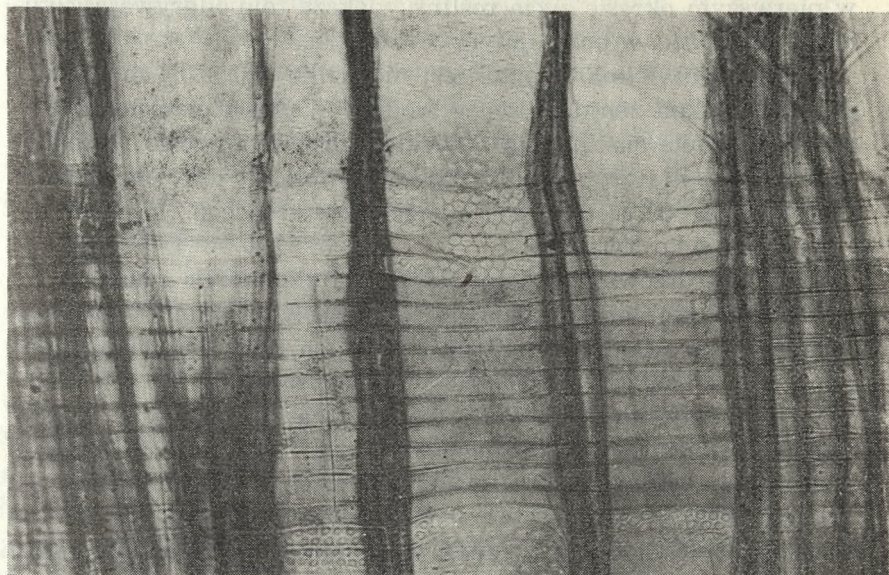


Ryc. 7. Drewno *Populus nigra* na przekroju stycznym. Widoczne są jednorzędowe promienie i jamki lejkowate w ścianach naczyń

1958). Ponadto Foulger i HacsKaylo (1968) ustalili, że w środowisku pozbawionym azotu, siarki lub boru powstaje drewno z naczyniami o mniejszej średnicy w porównaniu z roślinami kontrolnymi.

Pod względem tej cechy nie ma różnic pomiędzy poszczególnymi gatunkami topoli należącymi do jednej i tej samej sekcji, ale pomiędzy sekcjami *Aigeiros* i *Tacamahaca* Meyer-Uhlenried (1958b) znaleźli istotne różnice w wielkości naczyń na korzyść przedstawicieli sekcji *Aigeiros*.

Włókna u topoli są to cienkościenne, silnie wydłużone, martwe komórki z licznymi szczelinowymi jamkami prostymi. Przeciętna ich długość mieści się w granicach 1,0 - 1,5 mm. Długość włókien zmienia się w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego. Najkrótsze włókna występują w drewnie najwcześniejszym i najpóźniejszym, a najdłuższe mniej więcej w środkowej części pierścienia. Długość włókien rośnie z wiekiem (w kolejnych



Ryc. 8. Drewno *Populus nigra* na przekroju promienistym. W ścianach komórek brzożnych promienia drzewnego widoczne są duże jamki proste

pierścieniach rocznych od rdzenia na zewnątrz) i maleje z wysokością pnia w jednym i tym samym sezonie wegetacyjnym. Prawidłowość ta występuje u różnych gatunków i odmian topoli i została opisana przez wielu autorów (Liese i Ammer 1958, Hejnowicz i Hejnowicz 1956, 1958, Zenker 1968, Sárkány, Stieber i Filló 1957, Scaramuzzi 1959, Mutibarić i Čemerikič 1971 i inni).

Istnieje wiele prac z których wynika, że na długość włókien u topoli wpływają zarówno czynniki genetyczne jak i środowiskowe (Meyer-Uhlenried 1959, Vincent i Špalek 1954, Kennedy 1968, Mutibarić 1969, 1971, Schultz cyt. za Kennedym 1968, Gavrilova 1971, Van Buijtenen, Joranson i Einspahr 1958, Einspahr, Benson i Peckham 1968, Posey i inni 1969, Zenker 1968, Šimić 1965, Babos i Filló 1970). Trudno jest jednak ustalić, które z nich mają wpływ decydujący. Wydaje się, że

w pierwszym okresie życia rośliny większą rolę odgrywają czynniki genetyczne, w późniejszym zewnętrzne.

Średnica włókna u topoli jest niewielka (0,02 - 0,4 mm). Najgrubsze włókna znajdują się w środkowej części pierścienia. Cecha ta niewiele się zmienia z wiekiem drzewa i z jego wysokością (Scaramuzzi 1958). Średnica włókna jest pozytywnie skorelowana z szerokością pierścienia rocznego (Foulger i Hacskaýlo 1968).

Miękisz drzewny u topoli składa się z komórek żywych, bogatych w cytoplazmę i substancje zapasowe. Wchodzi on przede wszystkim w skład promieni drzewnych, a w niewielkiej ilości występuje na granicy pierścienia rocznego (miękisz terminalny). Miękisz terminalny tworzy pojedynczą lub podwójną, często nieciągłą warstwę wydłużonych komórek. Powstaje on jako ostatnia w danym sezonie warstwa drewna (Wałek-Czernecka 1952).

Promienie drzewne u topoli są jednorzędowe i homogeniczne, to znaczy, że są utworzone z jednego typu komórek (Greguss 1955, Mayer-Wegelin 1951, Huber 1951, Galewski i Korzeniowski 1958, Vichrov 1959, Schmidt 1941 i inni). Sporadycznie występują u topoli promienie dwurzędowe i szersze (Hermann cyt. za Metcalfe i Chalk 1950). Jednak u niektórych gatunków topoli spotkać można promienie niejednorodne (*P. canadensis*, *P. euphratica* i *P. angustifolia*). *P. euphratica* i *P. angustifolia* ze względu na zbieżność pewnych cech morfologicznych z przedstawicielami rodzaju *Salix* są uważane za ogniwa łączące rodzaje *Populus* i *Salix* (Anonim 1958).

W promienistych ścianach komórek miękiszowych promieni drzewnych znajdują się jamki proste o zmiennej średnicy (ryc. 8).

Zagęszczenie promieni w drewnie mierzone na przekroju stycznym zmienia się w jednym pniu. Na powierzchni 1 mm<sup>2</sup> stycznego przekroju w pobliżu rdzenia promieni jest więcej niż w oddalonych od rdzenia pierścieniach rocznych (Braun 1963, Smilga 1967). Na tej samej powierzchni u *P. nigra* znajduje

się znacznie mniej promieni niż np. u *P. tremula*, *P. alba* i *P. italica* (Galewski i Korzeniowski 1958).

Przeciętna wysokość promienia drzewnego u topoli nie przekracza 1 mm. W pierwszych latach życia drzewa przeważają promienie niskie, złożone z 15 komórek, w późniejszych wysokie, mające większą liczbę komórek (Braun 1963), Šimič 1965) natomiast nie stwierdził istotnych różnic w wysokości promieni w obrębie jednego pnia.

U topoli bardzo często tworzy się drewno napięciowe. Jest to typ drewna reakcyjnego jakie rozwija się u drzew liściastych. Może ono powstawać w pniu, gałęziach a nawet jak to stwierdził Jagels (1963) w korzeniach topoli, pod wpływem pochylenia organu. U topoli drewno napięciowe powstaje np. już przy 4° kącie nachylenia pędu po górnej, doosiowej jego stronie (Kaiser i Pillow cyt. za Kennedym 1968). Jayme (cyt. za Krzysikiem 1957) obserwował tworzenie się drewna napięciowego u szybko rosnących topoli bez bezpośredniego oddziaływania bodźców zewnętrznych. Uważa się obecnie, że rozwija się ono jako reakcja rośliny na niski poziom auksyn względnie obecność inhibitorów wzrostu (Nečesaný 1958).

Odróżnienie gołym okiem drewna napięciowego od normalnego u topoli jest trudne. Pod małym powiększeniem udaje się to osiągnąć dopiero po zastosowaniu specyficznych reakcji mikrochemicznych. Najbardziej różnią się włókna drzewne. W drewnie napięciowym są one dłuższe, mają grubsze ściany i jest ich procentowo więcej niż w drewnie normalnym (Nečesaný 1961, Wardrop 1964). Długość ich jest mniej więcej jednakowa we wszystkich warstwach jednego pierścienia rocznego (Giovanni 1953), podczas gdy w drewnie normalnym na początku pierścienia rocznego włókna są krótsze niż np. w środkowej jego części. Duże różnice pomiędzy włóknami drewna normalnego i napięciowego są widoczne w submikroskopowej budowie ich ścian. Typowa ściana komórkowa jest zróżnicowana na 3 warstwy: blaszkę środkową spajającą dwie sąsiednie komórki, ścianę pierwotną i wtórną. Ściana wtórna z kolei składa się z trzech pokładów. Najszerzy jest pokład środkowy.

Wszystkie trzy pokłady ściany wtórnej w drewnie normalnym są zdrewniałe. Inaczej jest w drewnie napięciowym. Tutaj pokład wewnętrzny jest znacznie szerszy od pokładów: środkowego i zewnętrznego i prawie całkowicie pozbawiony ligniny.

Podstawowym składnikiem ściany komórkowej jest celuloza. Łańcuchy celulozy łączą się, tworząc coraz to większe jednostki strukturalne (fibrylle elementarne, mikrofibrylle, fibrylle właściwe). Fibrylle w stosunku do osi komórki są ustawione pod określonym kątem. W wewnętrznym podkładzie ściany wtórnej włókna drewna normalnego są nachylone pod kątem ostrym. U *P. nigra* wg Jaccarda i Frey'a (cyt. za Frey-Wyslingiem 1959) kąt ten wynosi  $26^\circ$ . W drewnie napięciowym w wewnętrznym pokładzie wtórnej ściany fibrylle układają się równolegle do dłuższej osi włókna (Nečesaný 1957, 1959). Jak tego dowodzi Nečesaný (1957) od kąta nachylenia fibrylli zależy stopień zdrewnienia ściany komórkowej; im kąt ten jest większy tym więcej ligniny odkłada się w przestrzeniach międzyfibryllarnych.

Ilość drewna napięciowego w pniu jest zmienna. Najwięcej tworzy się go w górnych częściach pnia, najmniej u jego podstawy. U niektórych gatunków topoli w takich samych warunkach powstaje więcej drewna napięciowego niż u innych. U *P. Robusta* Zenker (1968) znalazła około 3 razy więcej drewna napięciowego niż np. u *P. serotina* i *P. marilandica*.

#### ROZWÓJ I BUDOWA ŁYKA WTÓRNEGO

Łyko wtórne u topoli ma dobrze widoczne pod mikroskopem pierścienie roczne. Granice wyznaczają włókna, których nie ma w łyku wczesnym, a które są głównym składnikiem łyka późnego. Szerokość pierścienia rocznego wynosi 0,4-0,6 mm i nie zmienia się w późniejszym wieku. Łyko ma budowę niepiętrową, co jest konsekwencją niepiętrowej budowy miazgi.

W skład łyka wchodzi rurki sitowe z komórkami towarzyszącymi (przyrurkowymi), włókna, miękisz podłużny, miękisz promieni i sklereidy.



Rurki sitowe, komórki towarzyszące i miękisz łykowy zajmują  $1/4 - 1/3$  całej szerokości pierścienia. Zawierają one żywy protoplast. Dojrzałe rurki sitowe są jednak pozbawione jądra czym różnią się od komórek miękiszowych. W protoplaście rurki sitowej znajdują się bliżej nieokreślone, sferyczne ciała, które dawniej interpretowano jako wyrzucone jąderka (D e s h a p a n d e i E v e r t 1970). Rurki sitowe pełnią funkcję przewodzenia produktów asymilacji. Okres ich funkcjonowania nie przekracza jednego roku. Jednostką elementarną rurki jest człon powstały z jednej komórki miążgi. Człony rurki sitowej są od siebie oddzielone skośnymi ścianami, zwanymi płytkami sitowymi. Płytkę sitową posiada na swojej powierzchni 7-12 pól sitowych. Pola sitowe są to okrągłe lub owalne perforowane fragmenty płytki. Perforacje mają średnicę 2-3 mikronów. Tą drogą łączą się protoplasty dwóch sąsiednich członów. Pola sitowe znajdują się również na ścianach podłużnych. K a u s s m a n n (1963), podaje, że u topoli perforacje w bocznych polach sitowych są zamknięte błonami zamykającymi podobnymi do tych jakie występują w jamkach. Poprzez te błony przebiegają prawdopodobnie plasmodesmy, tak jak to stwierdzono u innych roślin (E s a u 1958).

W procesie rozwoju rurki sitowej na powierzchni pól sitowych wokół porów odkłada się kalloza. Otacza ona w postaci cylindra każdy por. Ilość odkładanej kallozy stale wzrasta i z czasem zasklepia całe pole, co powoduje izolację poszczególnych członów.

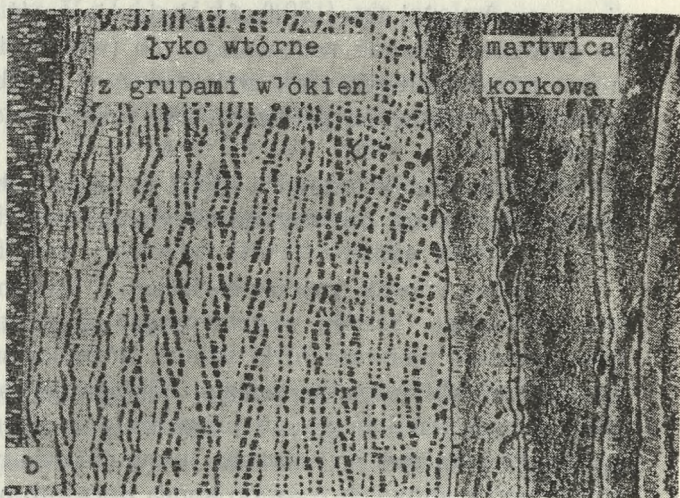
Komórki towarzyszące leżą prawie zawsze w narożniku rurki sitowej, przylegając również do promienia łykowego. Jednemu członowi towarzyszy zwykle 4-6 komórek (D a v i s i E v e r t 1968). Komórki towarzyszące posiadają jądro i nie wytwarzają skrobi, łatwo więc je odróżnić od komórek miękiszowych. Związek komórek towarzyszących z rurkami sitowymi jest bardzo ścisły nie tylko w sensie ontogenetycznym i morfologicznym, ale i fizjologicznym. Powstają one na krótko przed wyodrębnieniem członu rurki sitowej i giną wraz z nim wówczas, gdy ulega dezorganizacji protoplast rurki sitowej.

Włókna łykowe są to wydłużone, martwe komórki. Długość ich wynosi około 1 mm, a grubość 0,02 mm (Raskatov i Kosičenko 1968). Mają one bardzo grube ściany i wąskie, szczylinowate światła. Powierzchnia jaką włókna zajmują i średnica jednej komórki są różne u różnych gatunków. U osiki np. włókien jest mniej i mają średnicę mniejszą niż np. u *P. nigra* (Holdheide 1951). Włókna są zebrane w pasma. Wielkość jednego pasma zmienia się z wiekiem łyka i jest różna w różnych częściach pnia; u nasady pnia jest pięciokrotnie szersza niż na wierzchołku. Łączenie się włókien w większe skupienia następuje przez zgniatanie leżących wokół nich rurek sitowych i komórek miękiszowych (Kosičenko 1969). U osiki np. w jednym sezonie wegetacyjnym powstaje zwykle tylko jedno pasmo (ryc. 9a), a u *P. nigra* dwa do czterech (ryc. 9b, Holdheide 1951).

W najmłodszym łyku włókna są otoczone komórkami miękiszowymi zawierającymi pojedyncze kryształki szczawianu wapnia (Kosičenko 1969, Holdheide 1951, Davis i Evert 1968).

Miękisz łykowy jest rozmieszczony równomiernie w całym pierścieniu rocznym. Jest on, zwłaszcza w młodym łyku, bogaty w substancje zapasowe. W miarę starzenia się łyka ulega przemianom. Część komórek traci protoplast i przekształca się w tkankę sklerenchymatyczną. Inne komórki rozciągają się w kierunku stycznym w miarę jak powiększa się obwód łyka i odzyskując charakter merystematyczny dzielą się. Ten sposób wzrostu komórek miękiszowych, występujący również w miększu promieni łykowych zapobiega rozrywaniu się tkanek znajdujących się pod działaniem napięć powstających w związku z powiększaniem się obwodu organu.

Promienie łykowe u topoli są, podobnie jak promienie drzewne, jednorzędowe. W procesie starzenia się łyka mogą się one łączyć, a ich komórki dzielić i w ten sposób powstają promienie szerokie, wielorzędowe. Istnieją pewne różnice w budowie i rozwoju promieni łykowych u przedstawicieli niektórych gatunków topoli. U *P. nigra* np. w przeciwieństwie do innych



Ryc. 9. Budowa martwicy korkowej i łyka wtórnego w pniu *Populus tremula* (a) i *Populus nigra* (b) na przekroju poprzecznym (Holdheide 1951)

gatunków komórki miękiszowe promieni nie posiadają zdolności dzielenia się i dlatego u tego gatunku nie występuje zjawisko poszerzania się promieni w miarę starzenia się łyka (Holdheide 1951).

Wymiary elementów składowych łyka u topoli zmieniają się z wiekiem. Raskatov i Kosičenko (1968) stwierdzili np., że rurki sitowe w pędzie jednorocznym mają średnicę pięciokrotnie mniejszą niż w 28-letnim pniu. Długość członu rurki sitowej w łyku jednorocznym jest u podstawy pnia prawie o 100% większa niż na wierzchołku, podobnie włókna i komórki miękiszowe promieni łykowych są na wierzchołku dłuższe niż u podstawy pnia. Promienie łykowe natomiast są tej samej wysokości w całym pniu (Raskatov i Kosičenko 1968).

Kosičenko (1969) we wtórnym łyku topoli wyróżnia 3 strefy. Pierwsza obejmuje tylko tkanki powstałe w ostatnim sezonie wegetacyjnym (łyko przewodzące), druga to łyko, w którym rozpoczyna się proces obumierania rurek sitowych (łyko nieprzewodzące) i trzecia strefa obejmuje część łyka, składającą się głównie z tkanek wzmacniających (włókna i sklereidy). Stosunek poszczególnych stref zmienia się w obrębie pnia. W jego wierzchołkowej części przeważa łyko przewodzące, w dolnej mechaniczne.

Rozwój łyka wtórnego u topoli w ciągu jednego sezonu wegetacyjnego został opisany na przykładzie *P. tremuloides* (Davis i Evert 1968).

Wczesną wiosną (marzec-kwiecień) z wytworzonych pod koniec ubiegłego sezonu wegetacyjnego komórek macierzystych łyka powstają pierwsze rurki sitowe. Równocześnie zaczynają się dzielić komórki inicjalne miazgi, odkładając następne elementy łyka. Proces ten kończy się przeważnie w lipcu, ale przeważająca część łyka jest wytworzona już w połowie maja. Różnicowanie się rurek sitowych trwa do końca lipca lub początku sierpnia. W końcu września lub na początku października przestają funkcjonować najwcześniej powstałe rurki sitowe i stopniowo, aż do listopada wszystkie pozostałe rurki sitowe tracą protoplast, a ich pola sitowe wypełnia kalloza.

## KORKOWICA

Pierwsze informacje o budowie korkowicy (peridermy) u topoli znajdują się w pracy Hansteina z roku 1853.

Korkowica powstaje już w pierwszym roku życia pędu. W przylegającej do skórki (subepidermalnej) warstwie kory pierwotnej zakłada się miazga korkotwórcza (fello-gen). Komórki miazgi dzieląc się stycznie do obwodu organu odkładają regularne, promieniste szeregi korka (fellemu). Natomiast felloderma, powstająca dośrodkowo po pierwszym podziale komórek warstwy subepidermalnej tworzy się tylko u niektórych gatunków topoli. I choć w wielu podręcznikach anatomii roślin topola podawana jest jako przykład budowy korka z typową felloderma (Eames i MacDaniels 1947, Malinowski 1966, Fahn 1967, Metcalfe i Chalk 1950) nie jest to cecha wspólna dla wszystkich gatunków z rodzaju *Populus*. Eames i MacDaniels (1947) opisali występowanie fellodermy w pędzie *P. deltoides*, natomiast Holdheide (1951) nie znalazł jej u *P. nigra* i *P. tremula*.

Fello-gen u wielu gatunków topoli funkcjonuje tylko jeden rok (Holdheide 1951). U innych gatunków może on funkcjonować dłużej: 6 lat (Davis i Evert 1968), a nawet 20 lat (Eames i MacDaniels 1947). Nowy fello-gen zakłada się bezpośrednio pod istniejącą korkowicą zanim jeszcze przestanie funkcjonować fello-gen poprzedni (Holdheide 1951).

## BUDOWA STREFY ODCINAJĄCEJ PĘDU

U topoli większość gałęzi w pewnym wieku (u *P. alba* np. w wieku 1 - 20 lat) zostaje odcięta od pędu macierzystego w czasie gdy są one jeszcze żywe i ulistnione. Średnica odcinanych pędów może dochodzić do 2 cm (Eames i MacDaniels 1947). Po odcięciu, na pędzie macierzystym pozostaje wgłębiona blizna, a na pędzie odciętym poduszkowate, gładkie uwypuklenie.

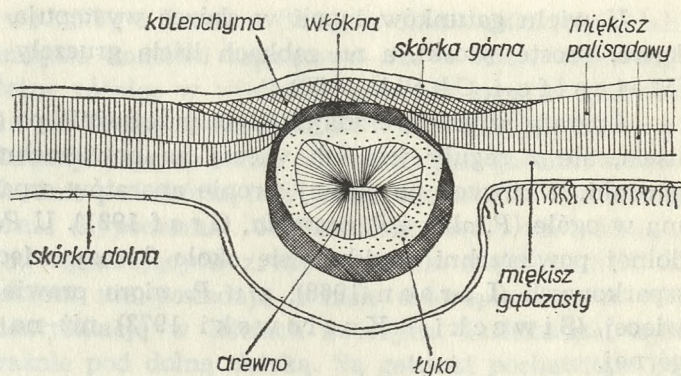
Strefa odcinania u topoli ma bardzo charakterystyczną bu-

dowę. Główną jej masę tworzą komórki mięksiszowe i kamienne. Drewno zajmuje bardzo niewielką przestrzeń. Naczynia w drewnie są krótkie i mają ściany drabinkowate lub siateczkowate czym różnią się od typowych dla topoli naczyń z przebicciem całkowitym i jamkami prostymi w ścianach podłużnych. Żywe komórki mięksiszowe dzielą się wielokrotnie, tworząc delikatną warstwę komórek. W tym miejscu nastąpi oderwanie się pędu. Pod warstwą odcinającą wyodrębnia się fellogen odkładający regularne szeregi komórek korka. Powstała w ten sposób korkowica blizny gałęziowej łączy się z korkowicą pokrywającą pęd macierzysty i stopniowo zarasta powstałą po odcięciu pędu bliznę (Eames i MacDaniels 1947).

#### LISCI

U topoli występuje kilka typów liści. Nawet na jednym i tym samym pędzie znajdują się liście o różnych kształtach, wymiarach i budowie wewnętrznej. Np. liście leżące u nasady długopędu są cieńsze, mają mniej mięksizu gąbczastego ze słabiej rozwiniętym systemem przestrzeni międzykomórkowych niż liście znajdujące się na wierzchołku długopędu. Liście nasadowe, określane przez Critchfielda (1960) jako liście wczesne są zakładane w roku poprzedzającym ich rozwój i w pąku zimowym istnieją jako uformowane już organy. Następne liście rozwijają się albo z zawiązków istniejących w pąku zimowym, albo z zawiązków zakładanych na wierzchołku w roku bieżącym przez cały okres jego rozwoju. Zawiązki liści są zakładane w regularnych odstępach czasu po spirali według wzoru filotaksji 2/5, to znaczy, że w odstępach czasu jaki upływa pomiędzy wytworzeniem na tej samej osi dwóch zawiązków rozwinęło się pięć innych rozmieszczonych po spirali dwukrotnie okrążającej pęd.

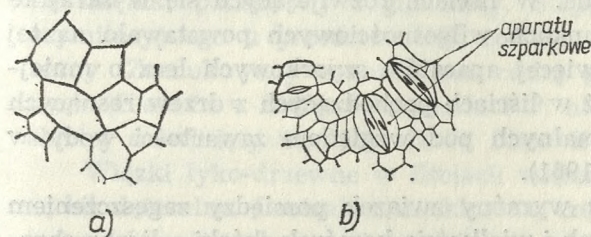
Liść u większości gatunków topoli ma budowę grzbieto-brzuszną (bilateralną, ryc. 10), rzadziej dwustronną (izolateralną). Grzbieto-brzusznym jest wówczas, gdy mięksisz palisadowy występuje wyłącznie po górnej tj. brzusznej jego stronie. W liściu izolateralnym mięksisz palisadowy znajduje się po obu stro-



Ryc. 10. Schemat budowy liścia *Populus alba* na przekroju poprzecznym

nach liścia, a jego centralną część zajmuje mięszysz gąbczasty. Budowę dwustronną posiadają liście *P. nigra*.

Po obu stronach blaszki liściowej znajduje się pokryta na błonką skórka. Na ogół kształt i wielkość komórek skórki po



Ryc. 11. Budowa skórki górnej (a) i dolnej (b) w liście *Populus alba* na przekroju powierzchniowym

obu stronach blaszki liściowej są takie same. U pewnych gatunków komórki obu skórek różnią się. U *P. alba* i *P. tremula* np. po dolnej stronie liścia komórki są znacznie mniejsze niż po górnej, choć kształtem nie różnią się (ryc. 11). U *P. Simonii* komórki skórki górnej są gładkie, dolnej silnie pofałdowane (G a n-  
č e v 1968).

U wielu gatunków topoli w skórcie występują jednokomórkowe, proste włoski, a na ząbkach liścia gruczoły wydzielnicze (Metcalf e i Chalk 1950).

Aparaty szparkowe znajdują się przeważnie po obu stronach liścia, ale z reguły jest ich więcej na powierzchni dolnej. Są gatunki, u których po górnej stronie aparatów szparkowych nie ma w ogóle (*P. alba* i *P. tremula*, Graf 1921). U *P. Robusta* na dolnej powierzchni znajduje się około 2 razy więcej aparatów szparkowych (Larsen 1968), a u *P. nigra* prawie cztery razy więcej (Siwecki i Kozłowski 1973) niż na powierzchni górnej.

Rozwój aparatów szparkowych w warunkach normalnych trwa u topoli przez cały okres rozwoju liścia. Równocześnie powstają nowe komórki szparkowe dzięki czemu ich zagęszczenie w liściu w różnych fazach jego rozwoju nie zmienia się (Larsen 1961, 1968). Niewielkie różnice w zagęszczeniu aparatów szparkowych w liściu młodym i starszym znaleźli Siwecki i Kozłowski (1973).

Duży wpływ na zagęszczenie aparatów szparkowych oraz ich wielkość ma woda. W liściach rozwijających się w skrajnie niekorzystnych warunkach wilgotnościowych powstawało na tej samej powierzchni więcej aparatów szparkowych lecz o mniejszych wymiarach niż w liściach pochodzących z drzew rosnących w warunkach optymalnych pod względem zawartości wody w siedlisku (Larsen 1961).

Istnieje również wyraźny związek pomiędzy zagęszczeniem aparatów szparkowych i wielkością komórek skórki a liczbą chromosomów. Sin-Kyn Hynn i Chung-Suk Kim (1963) u tetraploidalnych form *P. nigra* var. *italica* na powierzchni 1 mm<sup>2</sup> znaleźli blisko 3 razy mniej aparatów szparkowych i o około połowę większych komórkach niż u diploidów. Johnson (1952-53) u triploidalnej osiki również znalazł mniej aparatów szparkowych na tej samej powierzchni i o większych komórkach niż u osiki diploidalnej. Kopecky (1960) w liściach haploidalnego potomstwa *P. alba* × *P. tremula* i *P. alba* × *P. nigra* stwierdził mniejsze komórki skórki niż w potomstwie diploidal-



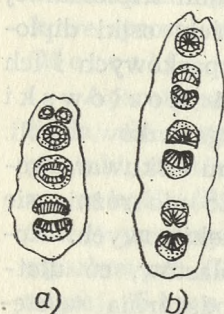
nym. Järvekülg i Tam m (1970) w liściu osiki triploidalnej znaleźli mniejsze komórki szparkowe niż w liściu osiki diploidalnej. Istotne różnice w wielkości komórek szparkowych i ich zagęszczeniu w liściu, stwierdzili Siwecki i Kozłowski (1973) w zbadanych przez siebie klonach kilku gatunków topoli.

Bezpośrednio pod skórką leży jedna, a czasem kilkuwarstwowa podskórnia (hypoderma). Jej komórki często nie różnią się kształtem od sąsiadujących z nią komórek miękiszowych. Komórki podskórni nie posiadają jednak chloroplastów, co ułatwia ich identyfikację w liściach świeżych. Podskórnia występuje przeważnie pod dolną skórką. Są gatunki pozbawione podskórni (*P. alba* i *P. tremula*, Graf 1921, Gaňčev 1968). Bardzo silnie rozwinięta podskórnia występuje u *P. nigra* (Graf 1921, Skvorcov i Golyševa 1966).

Na obu krawędziach liścia i ponad wiązkami łyko-drzewnymi (ryc. 10) znajduje się kolenchyma. Grubość pokładu kolenchymy jest u różnych gatunków różna (Skvorcov i Golyševa 1966).

Miękisz asymilacyjny (mezofil) jest u topoli zróżnicowany na miękisz palisadowy i gąbczasty. Stopień rozwoju miękiszu asymilacyjnego u przedstawicieli różnych gatunków topoli jest różny. Zredukowany mezofil jest cechą gatunków kserofitycznych (Gaňčev 1968). *P. tremula* i *P. alba* mają np. znacznie słabiej rozwinięty miękisz niż *P. Simonii* (Gaňčev 1968).

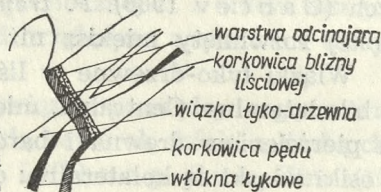
Wiązki łyko-drzewne w liściach większości gatunków topoli są bikolateralne. Centralna, miękiszowa część wiązki jest otoczona pierścieniem drewna i bardziej na zewnątrz łyka (ryc. 10). U osiki wiązki są kolateralne: drewno występuje po górnej stronie liścia, łyko po stronie dolnej. Różnice istnieją również w budowie wiązek łyko-drzewnych znajdujących się w ogonku liściowym (ryc. 12). Liczba wiązek w ogonku liściowym nie jest jednakowa u wszystkich gatunków. Nie jest nawet stała w jednym i tym samym ogonku. U *P. serotina* np. i u innych gatunków z sekcji *Aigeiros* u podstawy ogonka znajdują się 3-4 wiązki, a u nasady blaszki liściowej 5-6. Zdaniem Gaňčeva (1968), zredukowana liczba wiązek jest cechą filogenetycznie starszą.



Ryc. 12. Schemat budowy ogonka liściowego *Populus alba* (a) i *Populus tremula* (b) na przekroju poprzecznym (Metcalf i Chalk 1950)

Liście topoli są jesienią zrzucane zanim jeszcze ulegną obumarciu. Zostają one odcięte od pędu, na którym są osadzone, pozostawiając charakterystyczne blizny. Miejscem odcięcia jest podobnie jak w odcinanym pędzie, strefa żywych, delikatnych, dzielących się intensywnie komórek. Pod nią wyodrębnia się fellogen odkładający regularne szeregi korka. Warstwa ta nosi nazwę korkowicy blizny liściowej. Łączy się ona z korkowicą pędu, która dochodzi aż do warstwy odcinającej (ryc. 13). W roku następnym pod tą korkowicą wytworzy się nowy fellogen, wspólny dla pędu i blizny liściowej.

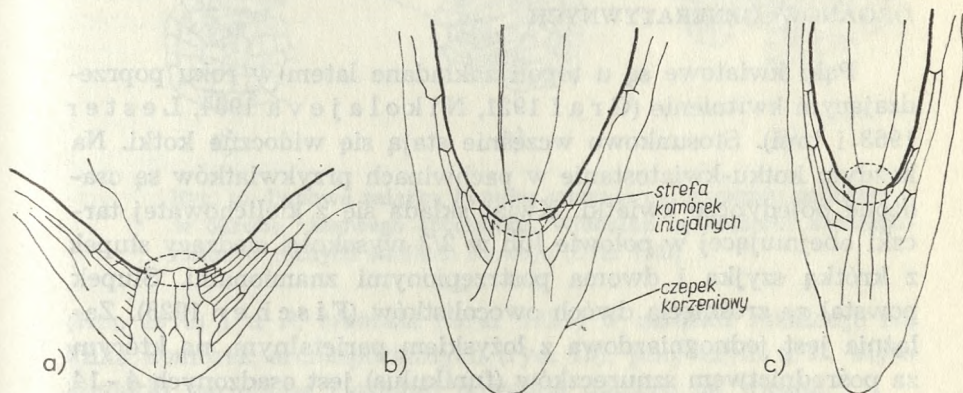
Ryc. 13. Schemat budowy strefy odcinającej w liściu topoli na przekroju podłużnym (Eames i MacDaniels 1947)



Sposób odcinania liści u topoli polegający na powstawaniu korka pod warstwą odcinającą zanim jeszcze liście opadną oraz na zachowaniu ciągłości z korkowicą pędu, jest uważany za zaawansowany typ struktury obronnej rośliny (Eames i MacDaniels 1947). Jest on charakterystyczny dla przedstawicieli rodzajów *Populus* i *Salix*.

## KORZEN

Rozwój korzenia jest zainicjowany w zarodku przez grupę komórek merystematycznych znajdujących się w szczytowej części przeciwległej do merystemu wierzchołkowego pędu. Część merystematyczna wierzchołka jest osłonięta czepkiem. W miarę



Ryc. 14. Schemat budowy wierzchołka korzenia *Populus nigra* var. *italica* na przekroju podłużnym: a — zarodek, b — dwudniowa siewka, c — ośmioldniowa siewka (Brodzki 1955)

złuszczenia się powierzchniowych części, czepek odnawia się z komórek merystemu wierzchołkowego. Kształt wierzchołka korzenia zmienia się w procesie rozwoju rośliny (ryc. 14). Zmiana kształtu we wczesnych fazach rozwoju wiąże się z przesunięciem strefy najintensywniejszego wzrostu korzenia ku jego szczytowi (Brodzki 1955).

U topoli merystematyczna część wierzchołka składa się z dwóch pięter komórek inicjalnych. Piętro górne zapoczątkowuje korę pierwotną, a piętro dolne skórki i czepka (Brodzki 1955). W centralnej części wierzchołka blisko strefy komórek inicjalnych wyodrębniają się pierwsze naczynia i rurki sitowe.

W korzeniu topoli istnieje przyrost wtórny. Łyko wtórne posiada mniej tkanek wzmacniających i rurek sitowych, a więcej miększu niż łyko wtórne w pniu. Rurki sitowe są mniejsze, ze

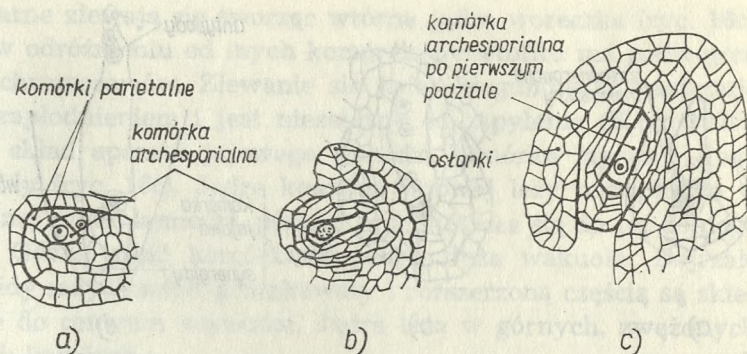
słabiej rozwiniętymi perforacjami w płytkach sitowych. Drewno korzenia składa się z naczyń o bardziej zróżnicowanych wymiarach w obrębie jednego pierścienia rocznego niż drewno pnia (V o n M o h l 1862).

### III. ROZWÓJ I BUDOWA ORGANÓW GENERATYWNYCH

Pąki kwiatowe są u topoli zakładane latem w roku poprzedzającym kwitnienie (G r a f 1921, N i k o l a j e v a 1964, L e s t e r 1963 i inni). Stosunkowo wcześniej stają się widoczne kotki. Na każdym kotku-kwiatostanie w pachwinach przykwiatków są osadzone pojedyncze kwiatki. Kwiat składa się z kielichowatej tarczki obejmującej w połowie lub w 2/3 wysokości siedzący słupek z krótką szyjką i dwoma postrzępionymi znamionami. Słupek powstał ze zrośnięcia dwóch owocolistków (F i s c h e r 1928). Założnia jest jednogniazdowa z łożyskiem parietalnym, na którym za pośrednictwem sznureczków (funikulus) jest osadzonych 4 - 14 zalążków (B a r n a 1967). Liczba zalążków w zalążni jest różna. B a r n a (1967) u osiki triploidalnej znalazł 4 - 8 zalążków w jednej zalążni, a u osiki triploidalnej 4 - 14. G r a f (1921) stwierdził u osiki 6 - 10 zalążków a u *P. alba* tylko 4. U *P. canadensis* występuje więcej niż 10 zalążków w jednej zalążni.

#### MEGASPOROGENEZA I ROZWÓJ ŻEŃSKIEGO PRZEDROSLA

Zawiązki zalążków powstają jesienią. Równocześnie w leżącej pod skórką warstwie ośrodka (nucellusa) wyodrębnia się zwykle jedna, pierwotna komórka archesporialna. Dzieli się ona na komórkę archesporialną właściwą i komórkę parietalną. Ta ostatnia dzieli się wielokrotnie, tworząc kompleks komórek somatycznych. U *P. alba* w tym czasie wyodrębnia się pierwsza osłonka (integumentum), a zalążek początkowo wyprostowany zagina się. Tak więc jesienią i w okresie spoczynku zimowego u *P. alba*, a podobnie jest i u *P. ×canescens*, w zalążku znajduje się jedna komórka archesporialna, grupa komórek parietalnych i niewielki wzgórek pierwszej osłonki (K o c 1970). Natomiast u *P. nigra*



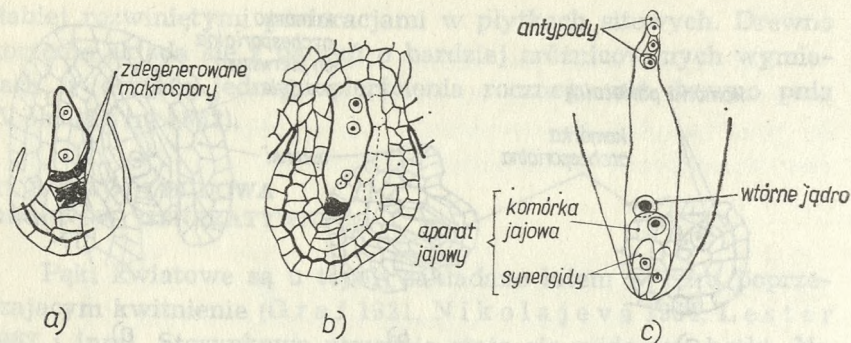
Ryc. 15. Budowa zalążka *Populus tremula* na przekroju podłużnym w okresie zimowego spoczynku. Widoczne są komórki archesporialne w różnych stadiach rozwoju (Graf 1921)

(Koc 1970) i u *P. tremula* (Graf 1921) w zalążku różnicuje się kilka komórek archesporialnych (ryc. 15), przy czym u *P. nigra* komórki parietalne i osłonki powstają dopiero na wiosnę.

U większości gatunków topoli wczesną wiosną można dostrzec dwie osłonki. Jednak w miarę dojrzewania zalążka osłonki łączą się i w dojrzałym zalążku zawsze jest widoczna osłonka pojedyncza (Koc 1970, Nikolajeva 1964 — ryc. 17).

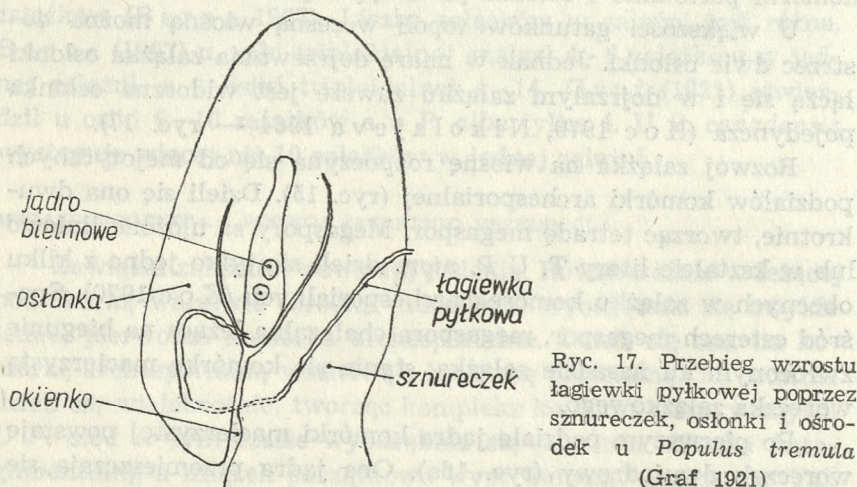
Rozwój zalążka na wiosnę rozpoczyna się od mejotycznych podziałów komórki archesporialnej (ryc. 15). Dzieli się ona dwukrotnie, tworząc tetradę megaspor. Megaspory są ułożone liniowo lub w kształcie litery T. U *P. nigra* dzieli się tylko jedna z kilku obecnych w zalążku komórek archesporialnych (Koc 1970). Spośród czterech megaspor, megaspóra chalazalna leżąca na biegunie zwróconym ku nasadzie zalążka, stanie się komórką macierzystą woreczka zalążkowego.

Po pierwszym podziale jądra komórki macierzystej powstaje woreczek dwujądrowy (ryc. 16a). Oba jądra przemieszczają się do przeciwległych biegunów, dzielą się. Powstaje w ten sposób woreczek czterojądrowy (ryc. 16b), a następnie ośmiejądrowy (ryc. 16c). Wokół trzech jąder znajdujących się na biegunie chalazalnym wyodrębniają się komórki, tak zwane antypody. Są one



Ryc. 16. Kolejne fazy rozwoju woreczka zalążkowego *Populus tremula*: a — woreczek dwujądrowy, b — woreczek czterojądrowy, c — dojrzały woreczek ośmiejądrowy po zlanii się jąder biegunowych (Graf 1921)

nietrwale i zanikają albo jeszcze przed zapłodnieniem (K o c 1970, G r a f 1921), albo bezpośrednio po zapłodnieniu (N i k o l a j e w a 1964). Jądro czwarte, zwane biegunowym przemieszcza się do



Ryc. 17. Przebieg wzrostu łagiewki pytkowej poprzez sznureczek, osłonki i osrodek u *Populus tremula* (Graf 1921)

centrum woreczka. Z czterech jąder leżących na biegunie przeciwnym (mikropylarnym) powstaje trzykomórkowy aparat jajowy i drugie jądro biegunowe. Oba jądra biegunowe: chalazalne i mi-

kropylarne zlewają się tworząc wtórne jądro woreczka (ryc. 16c), które w odróżnieniu od innych komórek gametofitu ma podwojoną liczbę chromosomów. Zlewanie się jąder biegunowych następuje przed zapłodnieniem i jest niezależne od zapylenia (K o c 1970).

W skład aparatu jajowego wchodzi komórka jajowa i dwie synergidy (ryc. 16c). Jądro komórki jajowej leży początkowo w centralnej części komórki, później przemieszcza się do jej dolnego końca. Górną część komórki wypełnia duża wakuola. Dojrzałe synergidy mają kształt gruszkowaty i rozszerzoną częścią są skierowane do centrum woreczka. Jądra leżą w górnych, zwężonych końcach komórek.

W miarę rozwoju woreczka ulegają degeneracji tkanki ośrodka. W górnej, przylegającej do okienka części zalążka zniszczeniu ulega również skórka co powoduje, że woreczek zalążkowy na tym odcinku zostaje całkowicie odsłonięty (rys. 17 — G r a f 1921).

#### MIKROSPOROGENEZA

Rozwój ziarn pyłku (mikrosporoogeneza) jest jednakowy u wszystkich zbadanych gatunków topoli. Rozpoczyna się on podobnie jak rozwój woreczka zalążkowego latem w roku poprzedzającym kwitnienie, a pylniki przezimowują w stadium komórek archesporialnych (L e s t e r 1963, N i k o l a j e v a 1964). Komórki archesporialne, z których powstanie gametofit męski różnicują się o około 6 tygodni wcześniej niż komórki archesporialne przyszłego woreczka zalążkowego (L e s t e r 1963).

Na wiosnę komórki archesporialne powiększają swoją objętość i zaokrąglają się. Każda z nich dzieli się mejotycznie przy czym wrzeciono podziałowe powstające podczas anafazy drugiego podziału ustawia się równolegle lub prostopadle do wrzeciona pierwszego podziału. Powstają w ten sposób tetrazy mikrospor (T u c o v i ć i V u l e t i ć 1969). Brak jest danych na temat rozwoju męskiego przedrośla u topoli. Wiadomo tylko, że dojrzałe ziarna pyłku są dwukomórkowe (N i k o l a j e v a 1964). Ich średnica wynosi około 29 mikronów (D y a k o w s k a 1959, P r a g ł o w s k i 1962).

## ZAPŁODNIENIE

Zapłodnienie u topoli następuje parę dni po zapyleniu (Nikolajeva 1964). Ziarno pyłku po dostaniu się na znamię słupka kielkuje. Łągiówka przerasta ścianę zalążni i w poprzek sznurczka i osłonkę dochodzi do woreczka tuż w pobliżu aparatu jajowego, omijając okienko (Graff 1921 — ryc. 17). Ten typ wzrostu łągiówki występujący u bardzo nielicznych gatunków roślin określa się terminem mesogamii (Maheshwari 1950). Do dolnego końca łągiówki przemieszczają się komórki plemnikowe. Rosnąca łągiówka niszczy synergidy i pęka. Jej zawartość wylewa się. Jedna z uwolnionych komórek plemnikowych łączy się z komórką jajową, druga z wtórnym jądrem woreczka.

Z połączenia jądra komórki jajowej z jądrem komórki plemnikowej powstaje zygota, a ze zlania się wtórnego jądra woreczka z jądrem drugiej komórki plemnikowej — triploidalne jądro bielmowe.

Pierwszy podział zapłodnionej komórki jajowej (zygoty) jest prostopadły do dłuższej osi woreczka (Graff 1921). Podział ten jest poprzedzony podziałem jądra bielmowego. Przez wielokrotne podziały jądra bielmowego powstaje wielojądrowe bielmo (endosperm). Oddzielenie jąder bielmowych ścianami komórkowymi następuje dopiero wówczas, gdy w zarodku zaczynają wyodrębniać się wzgórki liścieniowe (Nikolajeva 1964), a równocześnie najwcześniej powstałe komórki bielma ulegają wakuolizacji i stopniowo degenerują. W niedojrzałym nasieniu bielmo jest jednowarstwowe, a w dojrzałym nie występuje zupełnie. Rozwój nasienia od zapylenia do osiągnięcia pełnej dojrzałości trwa u topoli około dwóch miesięcy (Nikolajeva 1964).

## IV. KARIOTYP

Podstawową liczbą chromosomów u topoli jest 19 (Darlington i Janaki 1945). Kontrowersyjna jest sprawa ich budowy, gdyż chromosomy topoli są bardzo małe i nawet pod największym powiększeniem mikroskopu optycznego widoczne są



jako kropki lub krótkie pałeczki. W późnej profazie lub wczesnej metafazie, gdy chromosomy są lekko rozciągnięte, kilka z nich wykazuje budowę dwuramienną (Stettler i Bawa 1971). Pierwotne przewężenie znajduje się w ich centralnej części (chromosomy metacentryczne) lub jest przesunięte ku jednemu z końców (chromosomy submetacentryczne). Kopecky (1960) podaje, że u topoli wszystkie chromosomy mają budowę dwuramienną.

Dillewijn (1939) wysunął przypuszczenie, że rodzaj *Populus* jest wtórnym poliploidem, a podstawową liczbą chromosomów jest 8.

Wśród wielu gatunków topoli można spotkać odmiany, klony lub osobniki o liczbie chromosomów różnej od 19 (Johnsson 1940, 1945a, 1945b, 1952-53, Dillewijn 1939, Tralau 1957, Fedorova-Sarkisova 1946). Tralau (1957) opisał osikę z Uppland o haploidalnej liczbie chromosomów ( $2n = 19$ ), Graf (1921) osikę o  $2n = 8$ , a Muhle Larsen (1970) w potomstwie *P. trichocarpa* znalazł dwa osobniki o  $2n = 57$ .

Osobniki o liczbie chromosomów innej niż 19 otrzymywano sztucznie. Johnsson (1945b) np. w potomstwie osiki triploidalnej skrzyżowanej z tetraploidalną znalazł osobniki o liczbach chromosomów od 50 do 102. Kopecky (1960) w potomstwie *P. alba* skrzyżowanej z *P. tremula* i *P. nigra* otrzymał pewien procent osobników z haploidalną liczbą chromosomów, a Sin-Kyn Hynn i Chung-Suk Kim (1963) otrzymywali sztuczne tetraploidy z nasion *P. nigra* var. *italica* i *P. tremula* poddanych działaniu kolchicyny.

#### LITERATURA

- Anonim. 1958. Poplars in forestry and land use. FAO Forestry and forest products studies 12: 399 - 499.
- Babos K. 1970. Faserlängen — und Rohdichteverteilung innerhalb der Jahrringe einer Robustapappel. Holztechnologie 11 (3): 188 - 192.

- Babos K., Filló Z. 1970. Beziehung der Faserlängenverteilung zur Jahrringbreite bei verschiedenen Pappelsorten. *Holztechnologie* 11 (2): 91 - 3.
- Barna M. M. 1967. Osoblivosti rozvitku žinočoga gametofita u triploidnoj osiki (*Populus tremula* L. var. *gigas* Münt.). *Ukrainskij Botaničnij Žurnal* 24 (6): 42 - 9.
- Braun H. J. 1963. Die Organisation des Stammes von Bäumen und Sträuchern. Stuttgart.
- Brodzki P. 1955. Wstępne badania nad ontogenezą wierzchołka pędu, wierzchołka korzenia i układu przewodzącego u *P. nigra* var. *italica*. (Praca magisterska). Wrocław.
- Critchfield W. B. 1960. Leaf dimorphism in *Populus trichocarpa*. *Amer. J. Botany* 47 (8): 699 - 711.
- Darlington C. D., Janaki-Ammal E. K. 1945. Chromosome atlas of cultivated plants. London.
- Davis J. D., Evert R. F. 1968. Seasonal development of the secondary phloem in *Populus tremuloides*. *Bot. Gaz.* 129 (1): 1-8.
- Deshapande B. P., Evert R. F. 1970. A reevaluation of extruded nucleoli in sieve elements. *J. Ultrastructure Res.* 33: 483 - 94.
- Dillewijn C. van. 1939. Cytologie en veredeling van *Populus*. *Ned. Boschb. Tijdsch.* 12: 470 - 81.
- Dyakowska J. 1959. Podręcznik palynologii. Warszawa.
- Eames A. J., MacDaniels L. H. 1947. An introduction to plant anatomy. New York, London.
- Esau K. 1958. Plant anatomy. New York, London.
- Einspahr D. W., Benson M. K., Peckham J. R. 1968. Wood property variation in *Populus*. *Proc. 8 Lake St. For. Tree Impr. Conference. U. S. Forest Service Res. Paper NC-23: 24-7.*
- Evert R. F., Kozłowski T. T. 1967. Effect of isolation of bark on cambial activity and development of xylem and phloem in trembling aspen. *Amer. J. Bot.* 54 (8): 1045 - 54.
- Fahn A. 1967. Plant anatomy. Oxford, London.
- Fedorova-Sarkisova O. V. 1946. O čisle chromosom nekotorych vidov iv i topolej. *Doklady Akad. Nauk SSSR* 54 (4): 357 - 63.
- Fisher M. J. 1928. The morphology and anatomy of the flowers of the *Salicaceae*. *Amer. J. Bot.* 15 (5, 6): 372 - 94.
- Foulger A. N., HacsKaylo J. 1968. Stem anatomy in cottonwood growing under nutrient-deficient conditions. *Proc. 8 Lake St. For. Tree Imp. Conf. 1967; U. S. For. Serv. Res. Paper NC-23: 41 - 7.*
- Frey-Wyssling A. 1959. Die pflanzliche Zellwand. Berlin.
- Galewski W., Korzeniowski A. 1958. Atlas najważniejszych gatunków drewna. Warszawa.

- Gančev P. 1968. Vrhú anatomických izmenení na topolovite listu i listnité držíkú kato špecifická projava na hibridizácia. Gorskostop. Nauka 5 (6): 23 - 39.
- Gavrilova I. A. 1971. Srovnatelná ocena anatomických osobienno-stiej drevesiny nekotorych vidov i gibridov topolej. Autoreferat, Leningrad.
- Georgievski Ž., Stefanovski V. 1968/69. Prilog kon proučavanie anatomických elementi (drvní vlákna i trahei) na *Populus regenerata* i klon I-214, Godišen zbornik na zemi.-sum. Fakultet Skopje 22: 123-39.
- Giovanni M. U. di 1953. Dati dimensionali sulle fibre di tensione del legno di pioppo. Nuovo G. bot. ital. (n. s.) 60 (1 - 2). F. A. 1957, No 3294.
- Graf J. 1921. Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Populus*. Beih. Bot. Centralblatt. 38: 405 - 54.
- Greguss P. 1955. Xylotomische Bestimmung der heute lebenden *Gymnospermen*. Budapest.
- Hanstein J. 1853. Untersuchungen über den Bau u. Entwicklung der Baumrinde. Berlin.
- Hejnowicz A., Hejnowicz Z. 1956. Badania anatomiczne nad drewnem topoli. Arboretum Kórnickie 2: 195 - 218.
- Hejnowicz A., Hejnowicz Z. 1958. Variations of length of vessel members and fibres in the trunk of *Populus tremula* L. Acta Soc. Bot. Pol. 27 (1): 131 - 59.
- Holdheide W. 1951. Anatomie mitteleuropäischer Gehölzrinden. In: Handbuch der Mikroskopie in der Technik hsg. H. Freund, Frankfurt am Main: 193 - 367.
- Huber B. 1951. Mikroskopische Untersuchung von Hölzern. In: Handbuch der Mikroskopie in der Technik, H. Freund, Frankfurt am Main: 79 - 192.
- Jagels R. 1963. Gelatinous fibres in the roots of quacking aspen. For. Sci. 9: 440 - 3.
- Järvekülg L., Tamm U. 1970. Triploidne haab eestis. Metsanduslikud Uurimused 8: 10 - 35.
- Johnsson H. 1940. Cytological studies of diploid and triploid *Populus tremula* and of crosses between them. Hereditas 26: 321 - 52.
- Johnsson H. 1945a. The triploid progeny of the cross diploid  $\times$  tetraploid *Populus tremula*. Hereditas 31: 411 - 40.
- Johnsson H. 1945b. Chromosome numbers of the progeny from the cross triploid  $\times$  tetraploid *Populus tremula*. Hereditas 31: 500 - 1.
- Johnsson H. 1952/53. Development of triploid and diploid *Populus tremula* during the juvenile period. Z. Forstgen. 2 (4): 73 - 7.

- Kalbe L. 1962. Histogenetische Untersuchungen an Sprossvegetationspunkten dikotylter Holzpflanzen. *Flora* 152: 279 - 314.
- Kaussmann B. 1963. Pflanzenanatomie, Jena.
- Kennedy R. W. 1968. Anatomy and fundamental wood properties of poplar. In: Growth and utilization of poplars in Canada. For. Branch Dep. Publ. 1205, ed. J. S. Maini, J. H. Cayford.
- Koc Z. P. 1970. Citoembriologičeskoje izučenje topolej. *Lesnaja genetika, selekcija i semenovodstvo*. Petrozavodsk: 33 - 38.
- Kopecky F. 1960. Experimentelle Erzeugung von haploiden Weisspappeln (*Populus alba* L.). *Silvae Genetica* 9: 102 - 5.
- Kosičenko N. E. 1969. Vozrastnyje izmenenija anatomičeskoj struktury floemy osiny (*Populus tremula* L.). *Naučnyje Doklady vyšej školy, Biologičeskije nauki* 61 (1): 61 - 8.
- Krzysik F. 1957. Nauka o drewnie. Warszawa.
- Larsen C. M. 1961. Development des stomates de peupliers au cours d'une année sèche. *Physiologia Plantarum* 14: 877 - 89.
- Larsen C. M. 1968. Development of stomata in the genus *Populus* during the course of leaf growth. *Silvae Genetica* 17 (2 - 3): 73 - 82.
- Lester D. T. 1963. Floral initiation and development in quaking aspen. *For. Sci.* 9 (3): 323.
- Liese W., Ammer U. 1958. Untersuchungen über die Länge der Holzfaser bei der Pappel. *Holzforschung* 11 (5 - 6): 169 - 74.
- Lipschitz N., Waisel Y. 1970. The effect of water stresses on radial growth of *Populus euphratica* Oliv. *La-Yaaran* 20 (3): 84 - 80.
- Lobzanidze E. D. 1961. Kambij i formirovanie godičnych kolec drevesiny. Tbilisi.
- Lobzanidze E. D. 1971. Zakonomernosti dejatelnosti kambia i radialnogo prirosta drevesiny. Autoreferat. Tbilisi.
- Maheshwari P. 1950. An introduction to the embryology of Angiosperms, New York.
- Malinowski E. 1966. Anatomia roślin. Warszawa.
- Mayer-Wegelin H. 1951. Das Pappelholz. In: Das Pappelbuch, hgg. Hesmer, Bonn.
- Metcalf C. R., Chalk L. 1950. Anatomy of the Dicotyledons, Oxford.
- Meyer-Uhlenried K. H., 1958a. Holzanatomische Untersuchungen an der Pappel. *Holzforschung* 11 (5 - 6): 150 - 7.
- Meyer-Uhlenried K. H. 1958b. Untersuchungen über die Vererbung eines Merkmals bei Kreuzungen von Pappeln verschiedener Sektionen. *Der Züchter* 28 (5): 209 - 16.
- Meyer-Uhlenried K. H. 1959. Über die Vererbung der Holzfaserlängen bei verschiedenen Arten der Gattung *Populus*. *Der Züchter* 29 (3): 117 - 23.

- Mohl H. von. 1862. Einige anatomische und physiologische Bemerkungen über das Holz Baumwurzeln. Bot. Ztg. 20: 281 - 7, 289 - 95.
- Muhle Larsen C. 1970. Recent advances in poplar breeding Int. Rev. For. Res. 3: 1 - 67.
- Mutibarič J. 1969. Morfološke karakteristike drvnih vlaknaca i zapremninska tezina juvenilnog drveta evroameričkih topola. Topola 13 (75 - 76): 42 - 7.
- Mutibarič J. 1971. Comparative qualitative relationships of wood properties of euramerican poplars. Silvae Genet. 20 (5 - 6): 199 - 204.
- Mutibarič J., Čemerikič M. 1971. Struktura drveta i fizičko mehanička svojstva autohtonih vrsta topola i vrba. Topola 15 (86 - 87): 3 - 48.
- Nečesaný V. 1957. The nature of the so-called tertiary lamella. Svensk Papperstidning 60 (1): 10 - 6.
- Nečesaný V. 1958. Effect of  $\beta$  - indoleacetic acid on the formation of reaction wood. Phytion 11 (2): 117 - 27.
- Nečesaný V. 1959. A note on the structure of microfibrils in native cell walls. Svensk Papperstidning 62 (3): 73 - 6.
- Nečesaný V. 1961. Bewertung „normalen“ Holzes vom Standpunkt der Struktur. Faserforschung und Textiltechnik 12 (4): 169 - 78.
- Nikolajeva E. S. 1964. K embriologii topola *Populus balsamifera* L. Bot. Žurnal 49 (11): 1644 - 9.
- Posey C. E., Bridgwater F. E., Buxton J. A. 1969. Natural variation in specific gravity, fiber length, and growth rate of eastern cottonwood in the Southern Great Plains. Tappi 52 (8): 1508 - 11.
- Pragłowski J. R. 1962. Notes on the pollen morphology of swedish trees and shrubs. Grana Palynologica 3 (2): 45 - 65.
- Raskatov P. B., Kosičenko N. E. 1968. K charakteristikie elementov floemy v različnyh učastkach stvola osiny (*Populus tremula* L.) Bot. Žurn. 53 (11): 1612 - 6.
- Ruggeri C. 1960. Attività cambiale in *Populus x euramericana* cv. „I 214“. Pubbl. Centro Sper. Agric. For. 4: 151 - 64.
- Sárkány S., Stieber J., Filló Z. 1957. Investigations on the wood of hungarian *Populus species* by means of quantitative xylotomy. Ann. Univ. Budapestensis Sec. Biol. 1: 219 - 29.
- Scaramuzzi G. 1958. Variazioni dimensionali delle fibre nel fusto in *Populus x euramericana* cv. „I-214“. Pubbl. Cent. Sper. Agric. For. 2: 87 - 118.
- Scaramuzzi G. 1959. Indagini tecnologiche sul legno di alcuni ibridi euramericani di pioppo. Il Dati anatomici. Pubbl. Cent. Sper. Agric. For. 3: 193 - 216.
- Schmidt. E. 1941. Mikrophotographischer Atlas der mitteleuropäischen Hölzer. Neudamm.

- Šimić P. 1965. Untersuchungen über den anatomischen Aufbau des Holzes in Pyramidenpappeln (*Populus nigra* cv. *italica* Moench. und *P. thevestina* Dode) aus Mazedonien, Archiv für Forstwesen 14 (11 - 12): 1271 - 84.
- Sin - Kyn Hynn, Chung - Suk Kim. 1963. Some characteristics of autotetraploids of tree species induced by colchicine treatment. FAO World Cons. For. Gen. Stockholm. FAO (Forgen. 63 - 1) 3.
- Siwecki R., Kozłowski T. T. 1973. Leaf anatomy and water relations of excised leaves of six *Populus* clones... in press.
- Skvorcov A. K., Golyševa M. D. 1966. Issledovanije anatomii lista iw v svazi s sistematikoj roda. Acta Bot. Acad. Sci. Hung. 12: 125 - 74.
- Smilga J. J. 1967. Anatomske strojenije drevesiny osiny proizrastajušcej v Latvijskoj SSR. Lesovedenije 4: 71 - 5.
- Stettler R. F., Bawa K. S. 1971. Experimental induction of haploid parthenogenesis in Black Cottonwood. Silvae Genet. 20 (1 - 2): 15 - 25.
- Süss H., Müller - Stoll W. R. 1970. Änderung der Zellgrößen und des Anteils der Holzelemente in zerstreutporigen Hölzern innerhalb einer Zuwachsperiode. Holz als Roh- und Werkstoff 28: 309 - 17.
- Tralau H. 1957. Über eine haploide Form von *Populus tremula* aus Uppland. Botaniska Notiser. 110 (4): 481 - 3.
- Tucović A., Vuletić D. 1969. Karakteristike procesa majoze kod domace jasike, bele i crne topole. Topola 71 - 72: 21 - 5.
- Van Buijtenen J. P., Joranson P. N., Einspahr D. W. 1958. Diploid versus triploid Aspen as pulpwood sources with reference to growth, chemical, physical and pulping differences. Tappi 41: 170 - 5. F. A. 1959 (20) 1214.
- Vichrov V. E. 1959. Diagnostičeskije priznaki drevesiny glavnijšich lesochozijaistvennyh i lesopromyšlennyh porod SSSR, Moskva.
- Vincent G., Špalek V. 1954. Topoly jejich pěstování a dřevní produkce. Praha.
- Wałek - Czernecka A. 1952. Anatomia porównawcza drewna *Populus alba* L., *Populus tremula* L., *Populus canescens* Sm. Rocznik Sekcji Dendr. 8: 1 - 31.
- Wardrop A. B. 1964. The reaction anatomy of arborescent Angiosperms. In: The formation of wood in forest trees, M. H. Zimmermann, London: 405 - 56.
- Zenker R. 1968. Untersuchungen über Zugholzanteil und Faserlänge im Stammholz verschiedener Pappelsorten. Faserforsch. u. Textiltechnik 19 (1) 1 - 10.

ALINA HEJNOWICZ

## ANATOMY, EMBRYOLOGY, KARYOLOGY

## Summary

The microscope structure, development of vegetative and generative organs and the karyotype of some representatives of the genus *Populus* are presented. The microscopic structure of tissues and organs shows a considerable variability even within one specimen, but the nature of the variability of individual anatomical characters in various representatives of the genus is similar.

The genus *Populus* has a characteristic method of leaf and branch abscission, which takes place at the end of the vegetative season. The abscission layer has a specific structure.

The development of the generative organs has been initiated in the year preceding flowering. The development of the embryo sac is of the *Polygonum* type, and the growth of the pollen tube from the stigma of the style to the embryo sac is mesogamous.

The chromosome complement of the poplars consists of 19 pairs of homologous chromosomes. The genus *Populus* is very plastic as regards the chromosome number. Polyploid and aneuploid specimens are readily obtained through hybridization or the use of some physical or chemical agents (X-rays, colchicine).