

STEFAN BIAŁOBOK

## ZAGADNIENIA GENETYCZNE I HODOWLA

### WSTĘP

Historia hodowli topoli w Europie wiąże się najbardziej ściśle ze zjawiskiem zmniejszania się zasobów surowca drzewnego w różnych krajach przy równoczesnym zwiększaniu się zapotrzebowania na drewno dla rozwijających się różnych gałęzi przemysłu, zwłaszcza przemysłu celulozowego. Przypuszczano, że dzięki biologicznym właściwościom tego drzewa będzie można w krótszym okresie czasu, w porównaniu z innymi europejskimi gatunkami drzew, produkować drewno. Wydawało się też, że przez rozszerzenie uprawy topoli na dużych powierzchniach leśnictwo znalazło łatwy sposób wyrównania deficytów surowca drzewnego.

Zachętą do poszukiwań w tym kierunku były pozytywne wyniki w uprawie topoli we Francji i Holandii, gdzie własna produkcja drewna była niewystarczająca, a leśnictwo stało na niskim poziomie. W uprawach topoli w tych krajach wykorzystano mieszańce euroamerykańskie powstałe samorzutnie dzięki sprowadzeniu do Europy zachodniej czarnych topoli amerykańskich. Mieszańce te charakteryzowały się szybszym wzrostem niż rodzime gatunki topoli rosnących w tej części Europy.

W Europie zachodniej, głównie we Francji rozpowszechniano mieszańce topoli już w połowie 18 i na początku 19 wieku, a ich różnorodność pod względem właściwości genetycznych i morfologicznych wystarczała dla zaspokojenia w tym czasie różnych potrzeb w zakresie doboru siedlisk i typów upraw.

Metodyczne prace nad hodowlą tak zwanych szybko rosnących mieszańców topoli rozpoczęto dopiero w okresie międzywo-



jennym, a intensywne badania genetyczne nad tym drzewem rozwinęto po drugiej wojnie światowej. W całokształcie badań genetycznych i prac hodowlanych nad topolą najbardziej charakterystyczną cechą jest ich konsekwencja w ciągu długiego okresu czasu, która doprowadziła do tak znacznego udomowienia tego drzewa w Europie, że uprawiane są prawie wyłącznie mieszańce, a naturalne stanowiska topoli białej i czarnej w Europie zachodniej są niezwykle rzadkie. W Polsce obszar ich naturalnego występowania stale się też kurczy, w związku z rozwijającymi się coraz intensywniej pracami melioracyjnymi w dolinach rzek, chociaż liczba rodzimych osobników topoli jest jeszcze znaczna. Doprowadziło to do zubożenia puli genowej tych gatunków w obrębie naszego kraju i stan ten nie sprzyja dalszej hodowli topoli opartej na wykorzystaniu rodzimych populacji.

#### HISTORIA HODOWLI

Chociaż Klotsch już w 1845 r. zajmował się krzyżowaniem sosny, dębów, wiązów i olchy w celu wywołania u mieszańców zjawiska bujnego wzrostu, to jednak znacznie później zajęto się podobnymi badaniami u topoli. Za ważną datę dla rozwoju genetyki topoli należałoby uznać rok 1914, w którym A. Henry, profesor leśnictwa w Dublinie wyhodował *Populus 'Generosa'* przez skrzyżowanie *P. angulata* × *P. trichocarpa* (Białobok, Bugała 1951).

Następny ważny etap w historii hodowli topoli stanowią prace Stouta i Schreiner'a (1933), którzy na zamówienie The Oxford Paper Company, przy współpracy z Ogrodem Botanicznym w Nowym Jorku, rozpoczęli wiosną 1924 r. prace nad wyhodowaniem mieszańców nadających się do produkcji surowca dla potrzeb przemysłu papierniczego.

W Europie, w okresie międzywojennym zaczęto również interesować się bliżej genetyką topoli, ze względu na coraz silniej występujący deficyt drewna, jak też rozwijające się szczególnie we Francji i Holandii uprawy tego drzewa, w których wykorzystano mieszańce euroamerykańskie powstałe w naturze.



Dość wcześnie, bo w latach trzydziestych bieżącego wieku Wettstein (1933) w Niemczech, w znanej placówce genetycznej założonej w Münchebergu przez E. Baura, rozpoczął hodowlę mieszańców topoli.

W roku 1935 Jabłokow (1953) w ZSRR podjął badania nad hodowlą odpornych na mrozy „piramidalnych topoli srebrzystych”, w celu wykorzystania ich dla zazielenienia miast północnej części ZSRR. Podobne zadanie hodowlane jak Jabłokow postawił sobie na Uralu Konovalov (1959). Berezin (1938) w latach 1934 - 1939 otrzymał wiele siewek mieszańców topoli o bujnym wzroście pochodzących ze skrzyżowania topoli czarnych z balsamicznymi. W tychże latach Bogdanov (1951) rozpoczął też hodowlę mieszańców rosnących intensywniej niż osobniki rodzicielskie. W okresie międzywojennym znany hodowca drzew Albenki (1954) zajmował się również w ZSRR hodowlą szybko rosnących topoli. W ZSRR genetyczne badania nad topolą prowadzone są w wielu leśnych placówkach badawczych (Koc 1970, Barna 1970, Vasilenko 1970).

#### WSPÓLCZESNE PRACE HODOWLANE

Trudno byłoby opisywać w porządku chronologicznym rozwój badań genetycznych nad topolami w Europie w okresie międzywojennym, wojennym, jak też powojennym. W różnych krajach prawie równocześnie rozpoczęto prace hodowlane nad topolą głównie dla podniesienia produkcji drewna dla potrzeb przemysłu celulozowego. Powstały również specjalne grupy robocze dla tych prac, a nawet organizowano placówki naukowe dla badań nad topolą. Wagę, jaką się przywiązuje do uprawy topoli najlepiej scharakteryzuje powołanie Międzynarodowej Komisji Topolowej przy FAO, która ma zadanie inicjować i rozwijać prace naukowe nad topolą, jak też udoskonalać metody uprawy oraz rozszerzać powierzchnię jej uprawy w świecie. W państwach należących do FAO, jeśli zachodziła tego potrzeba, powołano Narodowe Komisje Topolowe, które zajmują się całokształtem spraw



związanych z uprawą i badaniem topoli. W państwach obozu socjalistycznego sprawy uprawy i badań topoli dla podniesienia produkcji surowca drzewnego są wspólnie rozpatrywane i dyskutowane na forum specjalnych komisji.

Wybitne osiągnięcia w zakresie hodowli topoli uzyskali w okresie międzywojennym hodowcy włoscy zgrupowani w instytucie hodowli topoli — Instituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura w Casale Monferrato, prowadzonym swego czasu przez Piccarolo. Kilka mieszkańców topoli wyhodowanych w tej stacji oznaczonych literą I, a w szczególności klon I-214 uprawia się w wielu krajach świata. W kórnickiej kolekcji topoli posiadamy również klony wyhodowane przez Jacometti. Interesujące osiągnięcia w zakresie hodowli topoli we Włoszech mają też Giordano i Sekawin (Castellani i Prevosto 1969).

Dzięki badaniom genetycznym Muhle Larsena (1970) w Institut de Populiculture Union Allumettière S. A., Grammont w Belgii, poznaliśmy lepiej biologię tych drzew, jak też mechanizmy dziedziczenia niektórych ich cech (Muhle - Larsen 1970).

Badania wartości użytkowej mieszkańców otrzymanych ze skrzyżowania *Populus tremula* i *P. tremuloides* zostały w najszerszym zakresie rozpoczęte w Danii (w National Arboretet w Hørsholm) i w Szwecji (w doświadczalnej stacji leśnej Ekebo, należącej do Föreningen Skogsträdsförädlng), a szwedzki przemysł zapałczany w swojej stacji doświadczalnej w Mykinge rozwijał prace, zmierzające do zwiększenia produkcji masy drewna dla celów przemysłowych (Johnson 1963).

W NRF badania genetyczne nad topolą są skoncentrowane głównie w następujących instytucjach: Institut für Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung w Schmalenbeck i w Institut für Forstsaamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt w Monachium. W pierwszej z wymienionych placówek zajmował się tymi badaniami Langner z współpracownikami Grehnem i Seitzem, natomiast w Monachium genetyką topoli zajmuje się Rohmeder z Fröhlichem i Zychą (Schönborn 1965).



W Szwajcarii, w Institut für Waldbau ETH w Zurichu, badania nad genetyką topoli sekcji *Leuce* prowadzi E. Marcet (1961) głównie w zakresie zmienności topoli białej i jej mieszańca z osiką *P. × canescens*. W związku z wielkim deficytem drewna w Japonii prowadzone są tam również prace nad hodowlą topoli, które skupiają się głównie w Oji Institute for Forest Tree Improvement, Kuriyama, Hokkaido. Pracami tymi kieruje Chiba, a koncentrują się one na selekcji szybko rosnących osobników z populacji *P. maximowiczii*, badaniu przydatności poliploidów dla produkcji drewna oraz introdukcji klonów topoli wyhodowanych w innych częściach świata. W Kanadzie wielkie zasługi dla hodowli topoli, głównie z sekcji *Leuce*, położył Heimburger (1940).

W krajach Demokracji Ludowych systematyczno-genetyczne prace nad topolami rozpoczęto po ostatniej wojnie, chociaż uprawami topoli dla szybkiej produkcji drewna interesowano się już w okresie międzywojennym. Wykorzystywano wtedy dla tych celów znane powszechnie mieszańce topoli powstałe samorzutnie we Francji lub Holandii.

W Polsce Zakład Dendrologii i Arboretum Kórnickie podjął badania nad genetyką topoli już w 1949 r. Dla zapoczątkowania tych prac otrzymał z Instytutu Badawczego Leśnictwa dotację pieniężną, ponieważ w tym czasie Zakład Dendrologii należał do Fundacji Zakłady Kórnickie, która nie dysponowała, po zniszczeniach wojennych swych majątków, niezbędnymi funduszami. Zakład posiadał w tym czasie największą kolekcję topoli w Polsce. Dawny dyrektor Antoni Wróblewski zgromadził bogaty ich zbiór, dzięki któremu mogliśmy podjąć hodowlę tych drzew (Białobok 1956).

Rozpoczęliśmy prace badawcze w celu wyhodowania mieszańców charakteryzujących się bujnością wzrostu, odpornością na choroby powodowane przez najgroźniejsze patogeny. Interesowało też nas zagadnienie mechanizmu dziedziczenia niektórych cech, jak też metody selekcji mieszańców mających znaczenie dla uprawy. W latach 1950 - 55 wykonano 184 kombinacje krzyżówek topoli w obrębie gatunków i mieszańców należących do sekcji



*Leuce*, *Aigeiros* i *Tacamahaca*. W wyniku tych prac otrzymano około 50 000 mieszańców. Z tej liczby wyselekcjonowano obecnie do dalszych badań terenowych 18 klonów. W badaniach tych pod kierunkiem Białoboka uczestniczyli: Pohl, Stecki i Bugała.

Hodowlę topoli prowadzi jeszcze u nas od 1956 r. Zakład Nasiennictwa i Selekcji Instytutu Badawczego Leśnictwa. Postawił on sobie (według Chmielewskiego 1969) następujące cele prac hodowlanych: otrzymanie mieszańców o pożądanych dla produkcji drewna cechach, jak też opracowanie metody selekcji mieszańców nadających się do uprawy. Powinny to być mieszańce odznaczające się szybkim wzrostem, odpornością na choroby, korzystnymi właściwościami technologicznymi drewna, dobrym pokrojem, zdolnością łatwego rozmnażania wegetatywnego, jak też odpornością na niekorzystne działanie czynników przyrody nieożywionej, jak i szkodników ze świata owadów. Badania pod kierunkiem Tyszkiewicza prowadził zespół pracowników badawczych, wśród nich Chmielewski i Janson (Tyszkiewicz, Chmielewski 1961).

W Czechosłowacji Vincent i Pospišil (Vincent 1956) krzyżowali topole dla wyhodowania mieszańców charakteryzujących się szybkim wzrostem. Vincent i Polnar (1968) badali genetyczne podstawy heterozji. Ze względu na znaczny deficyt drewna na Węgrzech, rozwinięto tam wszechstronne badania nad topolą, w których prace genetyczne odgrywają szczególnie ważną rolę. Badania te prowadzi Kopecký (1956) w Sarvar, gdzie mieści się znana placówka węgierskiego instytutu leśnego.

Do prac nad genetyką topoli i hodowli mieszańców szybko rosnących przywiązuje się wielkie znaczenie w Rumunii. W tym celu została utworzona stacja badawcza w Cornetu, prowadzona przez Clonaru. W Bułgarii topolą głównie zajmują się Zahariev, Atanasov i Gantshev.

W Jugosławii niedobór drewna był również przyczyną szybkiego rozwoju prac badawczych nad tym drzewem, skoncentrowanych w Nowym Sadzie, gdzie założono Instytut Topolowy.



Na zakończenie tego omówienia chciałbym podkreślić wielką rolę jaką dla hodowli topoli odegrały badania systematyczne Houtzagersa (1952), a w szczególności dotyczące naturalnych mieszańców powstałych w niektórych krajach Europy zachodniej. Również niezwykle doniosłą rolę dla rozwoju genetyki tego drzewa odgrywają specjalne kolekcje topolowe, w których zgromadzono nie tylko okazy reprezentujące gatunki botaniczne, ale też zebrano osobniki obrazujące ich zmienność oraz skolekcjonowano naturalne i sztuczne mieszańce.

Podaję tylko najbardziej charakterystyczne fakty z historii badań nad genetyką topoli, jak też zwróciłem uwagę na ich rozwój w niektórych krajach, ponieważ podanie pełniejszej charakterystyki tego zagadnienia jest tematem samym dla siebie.

Na przykładzie porównania wielkości produkcji masy różnych starych i nowszych odmian mieszańców topoli widoczne są możliwości, jakie osiągnąć można w hodowli drzew (tabele I i II).

Tabela I

Porównanie pierśnic drzew różnych klonów topoli w wieku 6 lat na podstawie doświadczeń francuskich

Odmiana	Przypuszczalny rok wprowadzenia do uprawy	Pierśnica w cm
<i>Populus 'Serotina de Champagne'</i>	koniec XIX w.	22
<i>P. 'Robusta'</i>	1895	26
<i>P. 'I 214'</i>	1929	34

Wymienione w tabelach mieszańce topoli uzyskano za pomocą prostych, nieskomplikowanych metod selekcji, jakimi rolnik posługiwał się w wypadku hodowli roślin uprawnych już w dość dawnych czasach. Człowiek jedynie wybrał najsilniejsze osobniki, rozmnożył je wegetatywnie i wprowadził do uprawy. Były to dopiero początki bardziej racjonalnej hodowli nie tylko topoli, ale i drzew w ogóle.

Z danych liczbowych charakteryzujących wymienione uprzednio topole rosnące na powierzchni w Kórniku (zgodnych z wyni-



Tabela II

Zestawienie pierśnic 13-letnich drzew topoli rosnących na powierzchni doświadczalnej w Kórniku

Odmiana	Przypuszczalny rok wprowadzenia do uprawy	Pierśnica w cm
<i>Populus</i> 'Serotina'	koniec XVIII w.	30,5
<i>P.</i> 'Marilandica'	1800	32,2
<i>P.</i> 'Regenerata'	1814	31,2
<i>P.</i> 'Robusta'	1895	28,7 - 29,6
<i>P.</i> 'I 214'	1929	41,9

kami doświadczeń francuskich) widzimy, że stosunkowo młody mieszańiec topoli 'I 214' ma w obu wypadkach znacznie większe pierśnice, a tym samym też większą produkcję drewna niż starsze mieszańce. Inne wymienione w tabelach mieszańce topoli (nie hodowli włoskiej) mają dość wyrównaną skalę rozpiętości pierśnic, o zbliżonych do siebie wartościach. Wyhodowanie klonu 'I 214' wskazuje wyraźnie na istnienie jeszcze dużych, nie wyzyskanych możliwości hodowli. Mieszańiec ten jest też przykładem celowości zwiększania wymagań w selekcji osobników charakteryzujących się dużą zdrowotnością i produkcją masy. Dzięki swoim zaletom klon 'I 214' jest w wielu krajach europejskich coraz szerzej uprawiany i dlatego też można uznać jego efekty produkcyjne za początek nowego etapu w hodowli tego drzewa.

Przy opracowaniu tego rodzaju wiele skorzystałem z opracowań Muhle Larsena (1970) i Schreiner'a (1971). Wykorzystałem też w niektórych przypadkach układ treści przyjęty przez wymienionych autorów, gdyż wydał mi się bardzo trafnie wybrany dla tego typu opracowań syntetycznych, dotyczących genetyki drzew.

#### ZMIENNOŚĆ — FENOTYP I GENOTYP

Charakterystyce zmienności morfologicznej niektórych gatunków i mieszańców topoli poświęcił wiele uwagi Bugała (1960, 1967) w swoich badaniach nad tym rodzajem. Znalazła ona



też wyraz w opracowanym przez tego autora rozdziale dotyczącym systematyki, zmienności i rozmieszczenia geograficznego. Ograniczę się przeto do tych przypadków, gdzie mają one związek z omawianym przeze mnie tematem.

Pokrój drzew jest uzależniony między innymi od szerokości geograficznej. W książce „Poplars” (Anonim 1958) jest informacja, że *P. deltoides* rosnąca na naturalnym stanowisku w Long Point, na półwyspie jeziora Ontario (42°30' szer. geogr. półn.), tworzy niewysokie drzewa o źle uformowanych pniach, gdy natomiast pochodząca z doliny rzeki Dutzo, Missouri (38°50' szer. geogr. półn.), tworzy drzewa o wyniosłym pokroju i dobrze wykształconych, grubych, strzelistych pniach.

Na podobną zależność wskazuje też przykład wyglądu drzew *P. tremuloides* z prerii w Alberta, w Kanadzie (Anonim 1958), które są niskie o krzywych pniach, gdy natomiast osobniki z jeziora Lesser Slave, Alberta w Kanadzie, tworzą wysokie drzewa o prostych grubych pniach.

Cechy pokroju drzewa mają istotne znaczenie ze względu na metody uprawy i właściwości ekologiczne szybko rosnących topoli. Hodowców interesują wartości użytkowe pnia, kształt korony, jak też rozmieszczenie i cechy gałęzi. Dlatego też będą pożądane dla nich osobniki charakteryzujące się prostym, mało zbieżnym i regularnie walcowanym pniem, o piętrowo rozmieszczonych konarach (w „niby okółkach”) i cienkich gałęziach. Pokrój drzewa typu *P. 'Robusta'* odpowiadałby na ogół tym warunkom.

Fenotyp drzewa interesuje hodowców w celu: 1) wyboru drzew matecznych, 2) hodowli mieszańców, 3) przy selekcji potomstwa, 4) przy wyborze drzew doborowych do plantacji nasiennej (dotyczy to topoli z sekcji *Leuce*).

Do wyboru drzew doborowych o pożądanym dla hodowcy fenotypie przywiązuje się na ogół duże znaczenie, ponieważ stwierdzono, że wiele jego cech jest dziedzicznych. Ścisłych danych z tego zakresu jest niewiele, a dokładne studia nad cechami drzew doborowych podjęte zostały dla ważniejszych niż topola gatunków lasotwórczych. Szczególnie Syrach Larsen (1956) poświęcił wiele uwagi badaniom dziedziczenia cech fenotypu rodziców



przez potomstwo drzew leśnych. Autor ten zajmował się też obserwacją podobieństwa pokroju klonów do pokroju drzew matecznych. Ogólnie wiadomo, że fenotyp, czyli wygląd osobnika, kształtowany jest przez genotyp, czyli zespół genów danego organizmu oraz wpływy środowiska. Chcąc przeto poznać lepiej fenotyp drzewa doborowego rosnącego w zespole leśnym, powinniśmy je rozmnożyć wegetatywnie i otrzymane sadzonki wysadzić na plantacji doświadczalnej w wyrównanych warunkach siedliskowych. Temu celowi służą również liczne kolekcje klonów topoli i plantacje dla selekcji mieszańców.

#### CHROMOSOMY

U zbadanych dotychczas gatunków topoli stwierdzono diploidalną liczbę chromosomów w komórkach ciała, wynoszącą 38 (Darlington, Janaki Ammal 1945, Tischler, Wettstein, Peto, Suto, za Richensem 1945). Również samorzutnie powstałe mieszańce, jak *P. 'Serotina'*, *P. 'Eugenei'*, *P. 'Generosa'* i inne mają tę samą diploidalną liczbę chromosomów.

Jak podaje Muhle Larsen (1970), Dillewijn (1940) stwierdza, że gatunki z rodzaju *Populus* są wtórnymi poliploidami o podstawowej liczbie chromosomów 8. Johsson za Muhle Larsenem (1956) podaje w tym przypadku następujące wyjaśnienie: „Fakt, że potomstwo krzyżówki osiki diploid  $\times$  triploid zawiera aneuploidy<sup>1</sup> z nierównomierną częstotliwością, jest wskazówką, że topole są wtórnymi poliploidami”. Richens (1945) podaje też informacje, że u naturalnego mieszańca topoli białej i osiki *P.  $\times$  canescens* przebiega regularna mejoza i formuje się w czasie jej przebiegu 19 par chromosomów homologicznych, zwanych też bivalentami.

W naturze znaleziono również drzewa różnych gatunków topoli o wyższej niż podano, diploidalnej liczbie chromosomów. Peto (1938) podaje dla *P. alba*  $3n=57$  chromosomów w komórkach

<sup>1</sup> aneuploid — osobnik, którego liczba chromosomów nie jest dokładnie wielokrotna w stosunku do liczby habloidalnej charakterystycznej dla danego gatunku.



ciała, a Müntzing (1936) ustalił dla osiki znalezionej w południowej Szwecji przez Nilsson-Ehle  $3n=57$  chromosomów. Peto (1938) (za Darlingtonem i Jamaki Ammal 1945) zamieszcza informacje o osice triploidalnej oraz tetraploidalnej, mającej  $4n=76$ .

Sylvén (1942, za Richensem 1945) oraz Johnsson (1940) wskazują na intensywniejszy wzrost i przyrost masy, większą zawartość celulozy, większe szparki oddechowe i liście osiki triploidalnej niż osobników diploidalnych. Einspahr i inni (1963) zajmowali się zmiennością i dziedzicznością triploidalnych drzew *P. tremuloides* powstałych w warunkach naturalnych i znalezionych w obszarze Bruce Crossing w Upper Michigan. Autorzy ci stwierdzili, że klony różnych drzew triploidalnych różnią się istotnie między sobą formą liści oraz zawartością celulozy, i w tym przypadku istnieją możliwości hodowli w zakresie tej cechy. Techniczne właściwości włókien drzewnych są też uwarunkowane dziedzicznie.

Cytologicznymi badaniami mieszańców otrzymanych ze skrzyżowania osobników o diploidalnej liczbie chromosomów z osobnikami o wyższej liczbie chromosomów zajmował się Johnsson (1940, 1942, 1945, 1953, 1956, 1963), Jednak po niepowodzeniach z wykorzystaniem poliploidów dla potrzeb praktycznej hodowli lasu nikt po nim nie podjął tak szeroko zaprojektowanych teoretycznych badań w tej dziedzinie.

Znacznie mniej osobników o triploidalnej liczbie chromosomów znaleziono w obrębie gatunków należących do innych sekcji topoli. Guerreire (1944) podał informacje o znalezieniu triploidalnego klonu w obrębie *P. balsamifera*. Również wśród siewek *P. trichocarpa* ze stanu Waszyngton znaleziono dwa osobniki o triploidalnej liczbie chromosomów (Muhle Larsen 1970).

Seitz (1954 a, b) badając potomstwo klonu topoli szarej stwierdził, że 1/4 zebranych nasion była żywotna, a wyrosłe z niej siewki były przeważnie diploidami. Ale około 10% żyjących roślin stanowiły triploidy o 57 chromosomach.

Obecnie wzrosło zainteresowanie hodowlą topoli o zredukowanej — haploidalnej liczbie chromosomów  $=1n$ . Są one w na-



turze niezwykle rzadkie i hodowcy spodziewają się, że osobniki te odegrają rolę w hodowli mieszańców. Poszukiwano więc haploidalnych egzemplarzy w naturze, które jak stwierdzono, są szczególnie rzadkie. Jak podaje Muhle Larsen (1970), Tra-la u (1957) opisał haploidalną osikę znaną w naturze, a Kopecky (1960) otrzymał sztucznie osobniki haploidalne topoli białej przez zapylenie jej pyłkiem osiki o sztucznie osłabionej sile kiełkowania. W tej krzyżówce tylko 0,2% zapylnych kwiatów wydało nasiona. Również haploidalne osobniki otrzymał ten badacz przez zapylenie kwiatów topoli białej pyłkiem topoli czarnej. Z tej krzyżówki tylko 3,2% nasion wydało żyjące rośliny. Siewki te rosły słabo, a ich liście osiągały tylko trzecią część wielkości liści osobników diploidalnych.

Haploidami drzew leśnych zajmował się też Stettler wraz z współpracownikami (1971). Autor ten oraz Lawson (1968) opracowali metody otrzymywania osobników o haploidalnej liczbie chromosomów.

#### ZAGADNIENIA PŁCI I CECHY ZWIĄZANE Z PŁCIĄ

Topole są drzewami dwupiennymi i mają kwiaty niepozorne, prosto zbudowane, zebrane w kotki. Zjawiskiem determinacji i dziedziczenia płci u topoli odmian powszechnie uprawianych poświęcono dotychczas mało uwagi, a to głównie z powodu łatwego rozmnażania wegetatywnego przy pomocy zrzędów.

Zagadnieniem dziedziczenia płci zainteresowali się wspólnie hodowcy w związku z koniecznością wyboru drzew doborowych osiki europejskiej i amerykańskiej, ponieważ mieszańce ich bujnie rosną. Zauważono wtedy, że drzewa mające cechy osobników doborowych są drzewami męskimi i lepiej przyrastały od drzew żeńskich.

Pierwszym, który do badań nad dziedziczeniem płci u roślin zastosował metodę Mendla był <sup>niemiecki</sup> angielski genetyk Correns.

Mechanizm dziedziczenia płci u roślin, które są najczęściej hermafrodytyczne a rzadko jednopłciowe, jednopienne i dwupienne, jest mało zbadany i skomplikowany. Na podstawie dotychczasowych badań uważa się, że jest on podobny do mechanizmu



dziedziczenia płci u zwierząt. Stosunkowo dobrze poznany jest on u roślin z rodzaju *Melandrium* należącego do rodziny goździkowatych, gdzie stwierdzono istnienie cech sprzężonych z płcią.

Poznano też mechanizm dziedziczenia płci u *Bryonia dioica* z rodziny dyniowatych. Po skrzyżowaniu osobnika żeńskiego z męskim w potomstwie  $F_1$  otrzymuje się 50% osobników heterozygotycznych  $Aa$  czyli męskich i 50% osobników homozygotycznych  $aa$  czyli żeńskich. Zjawisko to jest tego samego typu co u *Drosophila* (Malinowski 1963).

Przypuszcza się istnienie możliwości wykorzystania dla potrzeb hodowli osobników o kotkach mających obupłciowe kwiaty. Kwiaty są rozmieszczone w różnym stosunku na kotkach w obrębie drzewa. Literatura na ten temat jest liczna. Dla zainteresowanych tym zagadnieniem zamieszczam w tabeli III wykaz badaczy (za Muhle Larsenem), którzy zajmowali się tym zagadnieniem.

Najczęściej stwierdzano nienormalności w budowie kwiatów u topoli należących do sekcji *Leuce*. Zauważono też, że kwiaty obojga płci występują w kotce w różnym stosunku ilościowym. Zjawisko hermafrodytycznych kotek obserwowano też na drzewie topoli szarej *P. Rogalinensis* w Arboretum Kórnickim.

Zapylenie kwiatów żeńskich pyłkiem pochodzącym z kwiatów położonych na tej samej kotce nie zawsze daje w konsekwencji normalne zapłodnienie, jak wykazały badania Seitz'a (1952/53). Łagiewki pyłku nie docierają bowiem do wszystkich woreczków zalążkowych. Również okres rozwoju pyłku jest nierównomierny i jedynie część komórek macierzystych pyłku rozwija się normalnie. Autor ten obserwował również nienormalności w rozwoju ziarn pyłku, jak również wielką zmienność w ich średnicy. Liczni badacze tego zjawiska wskazują na dużą zmienność stosunków ilościowych kwiatów obu płci w obrębie jednej kotki, jak też w stosunku kotek jedno i obupłciowych w obrębie jednego osobnika.

W badaniach swych Schlenker (1952/53) wyróżnił 5 typów kwitnienia u topoli szarej i osiki a mianowicie: 1) tylko żeńskie kotki, 2) w przeważającej części żeńskie w mniejszym stop-



Tabela III

Wykaz badaczy zajmujących się odchyleniami w budowie kwiatów topoli (Muhle Larsen 1970)

Gatunek	Źródła
<i>P. alba</i>	Bail (1869), Meehan (1880)
<i>P. grandidentata</i>	Hasting (1918), Cavanaugh (1930)
<i>P. sieboldii</i>	Santamour (1956)
<i>P. tremula</i>	Bail (1869), Hjelmqvist (1948), Runquist (1951), Schlenker (1953), Sauer (1954), Gorjunova (1961), Ruggeri (1963a)
<i>P. tremuloides</i>	Eriansson and Hermann (1927), Schlenker (1953), Santamour (1956), Pauley and Menel (1957), Klaehn (1958), Einspahr (1962), Lester (1961, 1963), Maini and Coupland (1965)
Mieszzańce wewnątrz sekcji <i>Leuce</i>	Seitz (1952, 1953, 1954a), Schlenker (1953), Santamour (1956), Muhle Larsen (1954a, 1960), Jovanovic and Tucovic (1964a), Valcic (1966)
<i>P. candicans</i>	Sauer (1954)
<i>P. deltoides</i>	May (1959, 1961), Muhle Larsen (1964c), Avanzo (1967)
<i>P. deltoides</i> var. <i>occidentalis</i>	Red (1958)
<i>P. nigra</i>	Jovanovic and Tucovic (1962), Nicota (1961), Zufa (1962), Melchior (1967)
<i>P. trichocarpa</i>	Stettler (1966a)

niu obupłciowe (część kotek o pojedynczych kwiatach hermafrodytycznych i męskich kwiatach), 3) tylko męskie, 4) w przeważającym stopniu męskie, a w słabym stopniu obupłciowe (część kotek z pojedynczymi hermafrodytycznymi i żeńskimi kwiatami), 5) tylko kwiaty obupłciowe.

Osobniki pochodzące z samozapylenia się kwiatów znajdujących się na jednej kotce charakteryzują genotyp drzewa matecznego pod względem niektórych cech. Dlatego też badanie ich jest interesujące dla praktycznej hodowli.



Stosunek ilościowy osobników męskich do żeńskich w populacji naturalnej może interesować hodowców topoli głównie przy selekcji drzew dobrowych *P. alba*, *P. tremula*, *P. tremuloides* i ich form geograficznych, zakładaniu plantacji nasiennych, selekcji mieszańców dla potrzeb uprawy, jak też w przypadku zakładania archiwów klonów dla przechowywania zasobów genowych.

Badacze tego zagadnienia ogólnie stwierdzają, że stosunek okazów męskich do żeńskich wynosi 1:1. Badał ten stosunek Langhammer w populacji osiki w Norwegii oraz Einspahr u *P. tremuloides* z północnej części Wisconsin i Upper Michigan (Muhle Larsen 1970). Jednak Pauley i Menel (1957) znaleźli w stanie Minnesota stosunek drzew męskich do żeńskich jak 3:1. Farmer (1964), badając populację *P. deltoides* w naturalnych drzewostanach w dolinie Missisipi, znalazł wśród 551 drzew 54% osobników męskich a 46% żeńskich. Następnie ustalił, że wśród 50 wybranych z tej populacji drzew męskich i 50 żeńskich różnica grubości pni na korzyść osobników męskich nie była istotna. Ale stwierdził za to fakt, że różnica wysokości drzew była istotna, przy czym osobniki męskie były wyższe. Nie znaleziono też istotnej zależności między płcią a prostością pnia, rozgałęzieniami korony i ciężarem właściwym drewna.

Badania Pauley'a wykazały podobne zależności. Na 76 klonów wyselekcjonowanych pod względem intensywności wzrostu i formy pnia 23,7% było drzew żeńskich (Bourdeau 1958). Bourdeau (1958) analizując te zjawiska przypuszcza, że jeśli mechanizm determinacji płci reguluje występowanie ilości osobników męskich i żeńskich w stosunku 1:1, to znacznie większą przeżywalność mają osobniki męskie. Muhle Larsen (1954) też wykazał, że średnia wysokość osobników męskich mieszańców *P. tremula* × *P. tremuloides* była większa niż żeńskich. Już Delano i Dick w 1937 r. jak podaje Bourdeau (1958) wykazali, że liście męskich osobników topoli białej zawierały średnio więcej chlorofilu niż żeńskich, a Bourdeau znalazł, że transpiracja liści żeńskich drzew była istotnie wyższa (o 37%), niż liści okazów męskich.

Muhle Larsen (1970) badał też stosunek ilościowy oka-



zów żeńskich do męskich osiki otrzymanej z nasion pochodzących z Polski, której sadzonki wysadzono w Blicquy w Belgii, w 1938 r. Wśród 131 drzew znaleziono 57% osobników męskich i 43% żeńskich, ale nie stwierdzono istotnej zależności między płcią a średnią wysokością drzewek i ich grubością, a zmienność formy drzewek była jednakowa wśród osobników obu płci.

Na ogół przeprowadzono niewiele badań cytologicznych i embriologicznych topoli, dlatego też należałoby wspomnieć o pracach Koca (1970), który chciał wyjaśnić negatywne wyniki krzyżowań *P. candicans* i stwierdził, że niski procent zawiązywania się nasion niezdolnych do kiełkowania był wynikiem rozerwania się makrospor oraz zaburzeń w różnicowaniu się woreczka zalążkowego.

Barna (1970) w związku z międzygatunkowymi krzyżówkami topoli, zajmował się badaniami cytologicznymi. Stwierdził w wielu przypadkach słaby rozwój łagiewki pyłkowej, jak też zaburzenia w rozwoju endospermy, co wpłynęło na wytworzenie się nasion o niskim procencie kiełkowania.

#### FOTOPERIODYZM

Zróznicowanie rytmiki rozwojowej osobników w obrębie populacji, jak też u klonów topoli powszechnie u nas uprawianych, jest powodowane nie tylko przez zespół czynników klimatycznych panujących w miejscu ich uprawy, ale również kierowane jest też przez właściwości fotoperiodyczne tych roślin. Wiele danych dotyczących wpływu warunków klimatycznych na produkcję masy drewna topoli rodzimych i mieszańców obcego pochodzenia podają w swoich opracowaniach Bugała (1973) i Zabielski (1973).

Zróznicowanie faz rozwojowych topoli pod wpływem układów pogody obrazują dane zamieszczone w tabeli IV. Wynika z nich, że w przypadku różnych genotypów topoli nie tylko daty pojawów fenologicznych są odmienne, ale również długość okresu wegetacji jest też wyraźnie zróżnicowana. W porównaniu z topolami rodzimymi topole pochodzące z Chin, jak *P. wilsonii* i *P. lasiocarpa* mają opóźniony przebieg faz rozwojowych w wielu okresach wegetacyjnych. Na przykład daty początku opadania liści



u tych topoli mogą mieć związek z gorszym przystosowaniem ich do naszych warunków klimatycznych.

Podobne zjawisko obserwował w Belgii Muhle Larsen (1970). Również Morgener i Borsdorf (1965) znaleźli zależność między długością okresu wegetacji a odpornością topoli na mróz. Muhle Larsen (1970) podaje też przypadki bardzo silnego wpływu długości dnia w miejscu uprawy tych topoli na przebieg faz rozwojowych *P. trichocarpa* z Alaski i *P. tremuloides* z Yukonu. Kończą one w Belgii wegetację w pełni lata, a *P. deltooides* z Alabamy rośnie aż do końca listopada.

Ekotypową zmiennością i reakcją fotoperiodyczną u niektórych gatunków amerykańskich topoli zajmował się Pauley i Perry (1954) na przykładzie *P. tacamahaca* mającej swój zasięg między 42 a 60 stopniem szerokości geogr. północnej i *P. trichocarpa*, której geograficzny zasięg sięga od 33° do 61° szerokości północnej oraz *P. deltooides* pochodzącej z obszaru położonego między 31° a 46° szerokości północnej. Pauley i Perry (1954) wykazali, że między wzrostem pędów topoli na wysokość a szerokością geograficzną istnieje tym ściślejsza zależność, im jej populacje pochodziły z dalszych szerokości geograficznych. Od równika bowiem do 56° szerokości północnej zwiększa się długość dnia od 12 do 18 godzin, ale na dalsze 10° szerokości geogr. dalej na północ długość dnia przypada w lecie od 18 - 24 godzin. Pauley (1963) otrzymał podobne do wyżej omówionych wyniki, badając reakcję fotoperiodyczną topoli *P. tremula*, *P. tremuloides* i *P. grandidentata* oraz jej mieszańców. Wynika z tego bezpośrednia zależność między tempem zmian czynników otoczenia a presją selekcji działającą na populację drzew, co łączy się ściśle ze zróżnicowaniem genetycznym populacji. Byłoby to jednak, jak sądzę, zbyt wielkim uproszczeniem gdybyśmy zmiany te chcieli tłumaczyć jedynie odmiennymi reakcjami różnej długości okresów świetlnych.

Topole można by podzielić tak jak inne rośliny pod względem reakcji świetlnej na rośliny długiego i krótkiego dnia oraz obojętne na reakcje fotoperiodyczną. Badania Pauley'a i Perry'ego (1954) wykazały, że w przypadku, gdy nasiona



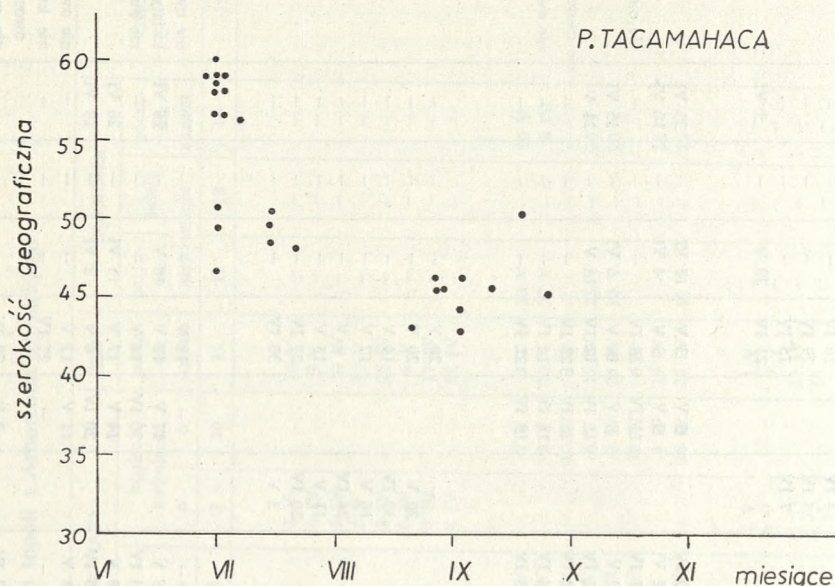
## Wyniki obserwacji fenologicznych topoli z Arboretum Kórnickiego

GATUNEK	LIŚCIE					KWIATY				PEŁDY	NASIONA			UWAGI
	otwieranie się pączków	rozchylenie blaszek	początek przebarwień	początek opadania	koniec opadania	początek kwitnienia		koniec kwitnienia		początek wzrostu	początek dojrzewania	pełnia	początek rozsiew.	
						o	o	o	o					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Populus alba</i> ♂														
1955	8 V	10 V	27 IX	12 X	22 X	28 IV		2 V		10 V	—	—	—	
1956	6 V	9 V	6 X	18 X	26 X	15 IV		25 IV		9 V	—	—	—	
1957	24 IV	24 IV	5 X	7 X	27 X	30 III		8 IV		30 IV	—	—	—	
1958	10 V	15 V	20 X	25 X	3 XI	30 IV		6 V		15 V	—	—	—	
1959	18 IV	25 IV	26 IX	2 X	28 X	28 III		2 IV		25 IV	—	—	—	
1960	29 IV	6 V	3 X	16 X	28 X	23 IV		30 IV		6 V	—	—	—	
1961	15 IV	17 IV	5 X	11 X	25 X	26 III		30 III		17 IV	—	—	—	
1962	20 IV	22 IV	3 IX	—	2 XI	12 IV		18 IV		22 IV	—	—	—	
<i>Populus alba</i> ♀														
1955	1 V	3 V	—	25 IX	24 X		28 IV	2 V	3 V	20 V	—	—	30 V	
1956	7 V	10 V	14 X	20 X	30 X		18 IV	3 V	10 V	27 V	—	—	8 IV	
1957	27 IV	2 V	7 X	10 X	27 X		2 IV	10 IV	2 V	—	—	—	—	nie owocuje
1958	10 V	15 V	18 X	20 X	25 X		30 IV	6 V	15 IV	23 V	—	—	30 V	
1959	18 IV	25 IV	26 IX	2 X	30 X		28 III	2 IV	25 IV	10 V	—	—	20 V	
1960	29 IV	6 V	—	11 X	30 X		23 IV	30 IV	6 V	—	—	—	—	
1961	14 IV	19 IV	—	7 X	27 X		26 X	4 IV	19 IV	—	—	—	18 V	
1962	19 IV	23 IV	—	26 X	30 X		18 IV	26 IV	23 IV	12 V	—	—	20 V	
<i>Populus nigra</i> ♂														
1955	27 IV	1 V	20 X	25 IX	4 XI	29 IV		4 V		1 V	—	—	—	
1956	5 V	9 V	4 X	18 X	31 X	28 IV		8 V		9 V	—	—	—	
1957	24 IV	29 IV	30 IX	7 X	29 X	7 IV		11 IV		29 IV	—	—	—	
1958	6 V	10 V	8 X	20 X	25 X	2 V		6 V		10 V	—	—	—	



1959	10 IV	16 IV	28 IX	4 X	6 XI	10 IV		14 IV		16 IV	-	-	-	
1960	20 IV	29 IV	7 X	22 X	3 XI	19 IV		28 IV		29 IV	-	-	-	
1961	12 IV	15 IV	9 X	14 X	28 X	30 III		7 IV		15 IV	-	-	-	
1962	19 IV	21 IV	17 IX	25 IX	3 XI	20 IV				21 IV	30 V	-	-	9 VI
<i>Populus nigra</i> ♀														
1955	2 V	3 V	-	16 IX	3 XI		30 IV		3 V	3 V	17 VI	-	-	25 VI
1956	5 V	9 V	8 X	18 X	31 X		2 V		9 V	9 V	4 VI	-	-	10 VI
1957	24 IV	28 IV	8 X	25 X	11 XI		7 IV		11 IV	28 IV	-	-	-	nie owocuje
1958	8 V	14 V	12 X	25 X	12 XI		2 V		8 V	14 V	6 VI	-	-	15 VI
1959	12 IV	17 IV	6 X	8 X	6 XI		12 IV		15 IV	17 IV	16 V	-	-	21 V
1960	21 IV	29 IV	11 X	18 X	5 XI		18 IV		28 IV	29 IV	-	-	-	-
1961	11 IV	14 IV	7 X	22 X	1 XI		4 IV		18 IV	14 IV	-	-	-	nie owocuje
1962	18 IV	22 IV	3 X	7 X	5 XI		13 IV		19 IV	22 IV	-	-	-	-
<i>Populus lasiocarpa</i> ♂														
1955	17 V	20 V	-	21 X	3 XI	12 V		-		20 V	-	-	-	-
1956	15 V	20 V	16 X	20 X	31 X	13 V		20 V		20 V	-	-	-	-
1957	3 V	14 V	19 X	17 X	5 XI	24 IV		30 IV		14 V	-	-	-	-
1958	14 V	17 V	20 X	25 X	10 XI	10 V		16 V		17 V	-	-	-	-
1959	28 IV	4 V	-	4 X	26 X	18 IV		24 IV		4 V	-	-	-	-
1960	28 IV	13 V	-	26 X	5 XI	9 V		13 V		13 V	-	-	-	-
1961	18 IV	27 IV	7 X	28 X	10 IV	10 IV		20 IV		27 IV	-	-	-	-
1962	24 IV	30 IV	2 X	29 X	3 XI	22 IV		3 V		30 IV	-	-	-	-
<i>Populus Wilsonii</i> ♀														
1955	10 V	12 V	-	4 X	28 X		-		-	12 V	-	-	-	nie owocuje
1956	13 V	18 V	28 IX	30 IX	31 X		8 V		17 V	18 V	18 V	-	-	26 VI
1957	3 V	14 V	8 X	10 X	5 XI		24 IV		30 IV	14 V	-	-	-	nie owocuje
1958	14 V	17 V	20 X	25 X	8 XI		8 V		14 V	17 V	15 VI	-	-	26 VI
1959	26 IV	4 V	-	4 X	19 X		15 IV		20 IV	4 V	2 VI	-	-	10 VI
1960	9 V	13 V	-	26 X	5 XI		8 V		13 V	13 V	-	-	-	nie owocuje
1961	20 IV	27 IV	9 X	13 X	27 X		-		-	27 IV	-	-	-	nie kwitnie, nie owocuje
1962	22 IV	28 IV	24 IX	27 X	2 XI		23 IV		3 V	28 IV	-	-	-	nie owocuje





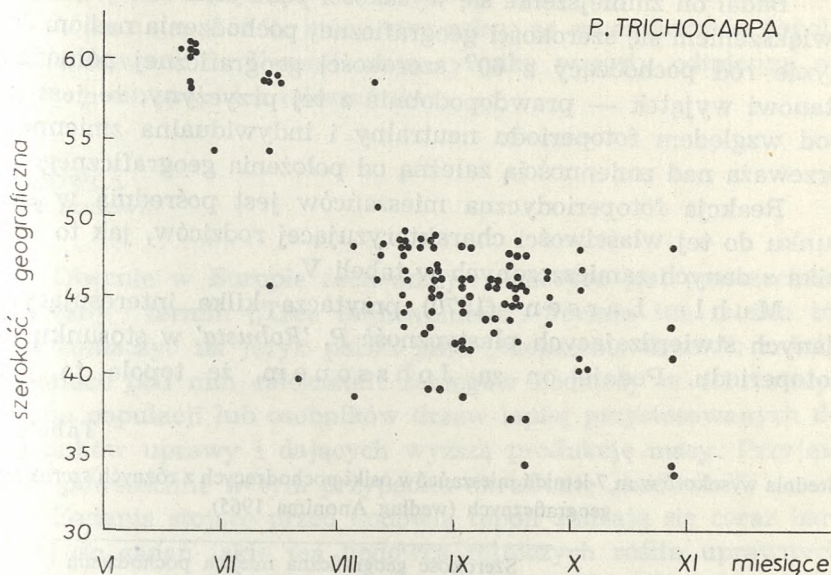
Ryc. 1. Diagram, wykazujący korelację między szerokością geograficzną miejsca pochodzenia a datą zakończenia przyrostu na wysokość u *Populus tacamahaca* w Weston, Mass. USA (Pauley a. Perry 1954, cytuje Anonim 1958)

pochodziły z obszaru północnego o długim dniu, i wykorzystano je w uprawach na południu o długim okresie wegetacji, drzewa powstałe z nich szybko kończyły wzrost, co w konsekwencji doprowadziło do ograniczenia ich przyrostu.

Nasiona populacji topoli z obszaru o krótkim sezonie wegetacji z obszarów górskich reagują w podobny sposób, jak typy pochodzące z obszaru długiego dnia i uprawiane na południu o długim okresie wegetacji. Wreszcie ekotypy pochodzące z obszaru o długim okresie wegetacji nie powinny być stosowane na obszarze o krótkim okresie wegetacji, na tej samej szerokości geograficznej, ze względu na możliwość uszkodzenia osobników przez mrozy.

Rola fotoperiodu w rocznym cyklu wzrostu topoli wydaje się





Ryc. 2. Diagram, wykazujący korelację między szerokością geograficzną miejsca pochodzenia i datą zakończenia przyrostu na wysokość u *Populus trichocarpa* w Weston, Mass. USA (Pauley a. Perry 1954, cytuje Anonim 1958)

być przeto efektem pierwotnym mającym wpływ na procesy fizjologiczne regulujące spoczynek. Znajomość reakcji fotoperiodycznej topoli ma znaczenie dla ich hodowli w innych szerokościach geograficznych niż miejsce ich pochodzenia. Ma to szczególne znaczenie dla nas przy wykorzystywaniu do hodowli populacji lub osobników *P. tremuloides* lub *P. trichocarpa* (ryc. 1, 2, 3) z właściwej szerokości geograficznej.

Szczegółowe studia nad fotoperiodyczną reakcją topoli prowadził też Anonim (1965) na przykładzie osiki. Wyniki prowadzonych przez niego pomiarów wysokości 7-letniej osiki, pochodzącej z różnych szerokości geograficznych, a uprawianej na 56° szerokości geograficznej północnej, przedstawione są w tabeli V.



Badał on zmniejszenie się wysokości pędu osiki w związku ze zwiększeniem się szerokości geograficznej pochodzenia nasion. Jedynie ród pochodzący z 60° szerokości geograficznej północnej stanowi wyjątek — prawdopodobnie z tej przyczyny, że jest on pod względem fotoperiodu neutralny i indywidualna zmienność przeważa nad zmiennością zależną od położenia geograficznego.

Reakcja fotoperiodyczna mieszańców jest pośrednia w stosunku do tej właściwości charakteryzującej rodziców, jak to wynika z danych zamieszczonych w tabeli V.

Muhle Larsen (1970) przytacza kilka interesujących danych stwierdzających plastyczność *P. 'Robusta'* w stosunku do fotoperiodu. Podaje on za Johssonem, że topola ta jest

Tabela V

Średnia wysokość w m 7-letnich mieszańców osiki pochodzących z różnych szerokości geograficznych (według Anonima 1965)

		Szerokość geograficzna miejsca pochodzenia			
		56°	60°	63°30'	średnia dla osobników żeńskich
Szerokość geograficzna miejsca pochodzenia	♂				
	♀				
	56°	2,86	3,30	2,69	2,95
	60°	2,95	3,07	2,37	2,78
	63°30'	1,93	2,84	1,20	1,99
	średnia dla osobników męskich	2,91	3,07	2,09	

uprawiana z dobrym skutkiem w Szwecji na 60° szerokości geograficznej północnej, jak również w Katandze w Kongo. Inni autorzy, jak Pryor oraz Willing podają, że roczne sadzonki tej topoli, która jest uprawiana w Brazylii na 29° szerokości geograficznej południowej, osiągają 75 cm wysokości, a w Nowej Południowej Walii (Australia) 3-letnie sadzonki dochodzą do 3 m wysokości. Odmiennie zachowuje się pod tym względem, jak podaje ten autor *P. 'Gelrica'*, która w warunkach Europy środkowej i zachodniej rośnie dobrze, a na 30° szerokości geograficznej po-



ludniowej nie udaje się. Na podobny temat wypowiada się też Chardenon (1954), który stwierdza, że amerykańskie topole introdukowane do Francji mają rytmikę wzrostu odmienną od znanych europejskich mieszańców.

## HODOWLA

### CELE HODOWLI

Obecnie w Europie zachodniej i Ameryce jest powszechnie używany termin „Tree improvement”. Termin ten można by przetłumaczyć na język polski jako „ulepszenie drzew”; należy rozumieć pod nim całokształt zabiegów hodowcy w celu otrzymania populacji lub osobników drzew lepiej przystosowanych do warunków uprawy i dających wyższą produkcję masy. Przyjęto dość powszechne w tym przypadku określenie „hodowla”.

Zadania stojące przed hodowlą topoli zbliżają się coraz bardziej do zadań jakie ma hodowca rolniczych roślin uprawnych w stosunku do badanego obiektu. Obecnie plon roślin uprawnych zależy bardziej od efektu jaki potrafi osiągnąć hodowca dzięki zwiększeniu wartości genetycznej potomstwa, niż od zabiegów agrotechnicznych. Podobną prawidłowość obserwuje się już w hodowli topoli.

Hodowcy topoli koncentrują się na otrzymaniu mieszańców dających wysoką produkcję drewna, charakteryzujących się dobrym przystosowaniem do różnych siedlisk i przede wszystkim odpornych na choroby. Coraz bardziej musimy zwracać uwagę na odporność topoli na groźne dla ich uprawy choroby, które pojawiają się już obecnie w formie epidemii. Zapobiegać im może najskuteczniej hodowca. Ze względu na zagrożenie jakie stanowią dla uprawianych drzew i krzewów zanieczyszczenia środowiska przez przemysł, poszukuje się topoli przydatnych do sadzenia terenów przemysłowych. Dalszą cechą interesującą dla hodowcy jest łatwość rozmnażania wegetatywnego.

Jak widać, ilość cech jakie powinien wziąć pod uwagę hodowca topoli dla wykorzystania ich w uprawie jest poważna. Stwarza to równocześnie coraz większe trudności, ponieważ zwią-



zany jest z tym wzrost ilości krzyżówek, jak też liczebności badanych osobników. Wzrastające coraz bardziej wymagania, jakie stawia się przed hodowcą, zmuszają go również do szukania szybkiej oceny otrzymanego potomstwa.

Dla ustalenia hodowlano-uprawowej wartości mieszańców opracowano wiele metod. Do najbardziej nowoczesnych należy zaliczyć zastosowanie wskaźników odziedziczalności  $h^2$ . Przez termin odziedziczalność rozumiemy część wariacji w populacji, spowodowanej przez wpływy dziedziczne. Jeśli tę wartość wyrazimy w procentach i odejmiemy ją od 100, to różnica określi część zmienności, która jest spowodowana przez środowisko (Płochiński 1968, Ruszczyk 1970). Odziedziczalność wyraża się w „szerokim znaczeniu” stosunkiem:  $h^2$  *sensu lato* =

$$= \frac{\text{wariancja genetyczna}}{\text{wariancja ogólna}} \quad \text{oraz } h^2 \text{ w „wąskim znaczeniu”}:$$

$$h^2 \text{ sensu stricto} = \frac{\text{wariancja efektów kumulatywnych}}{\text{wariancja ogólna}}$$

Sama wartość odziedziczalności *sensu lato* jest zmienna w zależności od zmiennych środowiska i stopnia heterozygotyczności populacji, jak też od metody kojarzenia w jej obrębie par rodzicielskich. W dotychczasowych pracach nad hodowlą nowych mieszańców topoli zastosowano tylko w nielicznych przypadkach mierniki odziedziczalności, np. Giertych i Siwecki (1965), w przypadku obliczania parametrów genetycznych dla cechy ukorzeniania się zrzesów i wysokości jednorocznych mieszańców topoli pochodzących ze skrzyżowania drzew matecznych *P. pyramidalis* i *P. maximowiczii* z drzewami ojcowskimi *P. laurifolia* i *P. nigra*.

Zdolność tworzenia korzeni przybyszowych przez zrzesy ma wysoką odziedziczalność ( $h^2$ ) kontrolowaną przez geny kumulatywne. Wysokość jednorocznych sadzonek jest w 70% wynikiem właściwości dziedzicznych genotypu, a w 30% kształtowana jest przez środowisko. Z analizy przeprowadzonej przez Giertycha i Siweckiego (1965) wynika, że zysk genetyczny różnicy średnich wysokości między wyselekcjonowanymi osobnikami



a średnią populacji wynosić będzie 45%. Cecha ta jest silnie związana z właściwościami indywidualnymi drzew rodzicielskich.

Boyce i Keiser (1961), (za Muhle Larsenem 1970) zajmowali się badaniem genetycznej zmienności długości włókien z 87 drzew *P. deltoides* pochodzącej z różnych części USA, której wartość ocenili na 30%. Fromer i Wilcox (za Muhle Larsenem 1970) badali też zmienność wysokości i grubości pędów młodocianych, właściwości włókien i ciężar właściwy drewna potomstwa pochodzącego z wolnego zapylenia *P. deltoides*. Znaczne różnice w odziedziczalności badanych cech znaleziono w potomstwie 2-letnim. Autorzy ci analizowali również wpływ środowiska na badane cechy. Jokala (za Muhle Larsenem 1970) określał odziedziczalność odporności *P. deltoides* na rdzę *Melampsora*. Žuřa (1969) obliczał odziedziczalność formy pnia 20 mieszańców z sekcji topoli czarnych otrzymanych ze skrzyżowania 16 par rodzicielskich. Wyniki tych badań wskazują na wysoką odziedziczalność tej cechy. Prostość pnia jest cechą dominującą, a jego forma zależy od liczby loci większej niż dwa. Czynniki środowiska wpływają różnorodnie na formę pnia u różnych genotypów, a wysoki stopień dziedziczenia prostości pnia jest skorelowany z mniejszą zmiennością jego formy.

Jak wynika z przytoczonych przykładów, nie mamy wielu tego typu prac, chociaż mają one duże znaczenie dla produkcji drewna. Są to badania już współczesne, rozwijające się pod wpływem potrzeb dyktowanych przez nowoczesną hodowlę drzew, w której osiągnięcie wyników coraz bardziej jest związane z poznaniem mechanizmu dziedziczenia niektórych cech, jak też doskonalenia metod badawczych.

#### SELEKCJA

Metody selekcji topoli były od dawna tematem zainteresowań wielu hodowców, a szczególnie zastanawiano się jak najwcześniej można dokonać wyboru najbardziej wartościowych dla



uprawy osobników, i w jakim stopniu dokonana selekcja da spodziewane wyniki.

Najczęściej hodowcy uważają, że można już dokonać selekcji wartościowych osobników spośród jednorocznych siewek po zakończeniu sezonu wegetacyjnego. W obrębie tego materiału roślinnego dokonuje się selekcji masowej lub selekcji indywidualnej.

Większość hodowców topoli stosowała metodę selekcji masowej. Polegała ona na podzieleniu populacji na dwie grupy. Jedną z nich odrzucano, gdyż siewki nie odpowiadały przyjętym wymaganiom, a dalszymi zabiegami hodowlanymi obejmowano pozostałe osobniki. Usuwano osobniki zaatakowane przez patogeny, o słabym wzroście, skarłowaciałe itp. (Schönbach 1960). Miernik intensywności selekcji zależy od różnicy między ilością osobników wyselekcjonowanych do dalszej hodowli a usuniętych.

Większość hodowców topoli stosuje selekcję pozytywną (Jablokov 1953, Tyszkiewicz i Chmielewski 1961, Chmielewski 1969, Pohl 1962), która polega na wyborze z populacji mniejszej grupy osobników odpowiadających wymaganiom postawionym przed hodowcą, którą przeznaczają się do dalszej hodowli. Bartkowiak i Białobok (1964) podzielili osobniki w obrębie rodu pod względem cech wysokości i grubości jednorocznego pędu na 3 grupy według odchylenia standardowego. Wykazali, że największą wartość dla dalszej hodowli mają osobniki najwyższe i najgrubsze o wartości cech większych od  $\bar{x} \pm \sigma$ . Wstępna selekcja według tych autorów trwa 5-7 lat. Stecki (1963) stosował metodę „bonitacji ogólnej wartości selekcyjnej” według skali pięciostopniowej, która okazała się przydatna dla tego celu. Jednak najostrzejszą selekcję indywidualną zastosowali hodowcy włoscy pracujący w Casale Monferrato (Tyszkiewicz 1958). W tej stacji hodowlanej populacje wyjściowe liczą dziesiątki tysięcy osobników, z których wybiera się roczne siewki najwyższe, co najmniej 180 cm wysokie i pozbawione objawów chorobowych. Selekcjonuje się około 20% najlepszych z ogólnej liczby osobników, co wynosi rocznie 400-500, a niekiedy 1000 siewek. Siewka i jej klon służą do dalszej selek-



cji pozytywnej, która trwa dla najlepszych osobników około 15 lat.

Oryginalny sposób selekcji zastosował Schreiner w USA, który wysadził wyhodowane klonów na powierzchni po wykarczowanym drzewostanie. Po wysadzeniu wybranych klonów, na tej powierzchni obsiały się drzewa i krzewy, i topole miały trudną walkę o byt w środowisku leśnym. Konkurencję z rodzimymi gatunkami drzew wytrzymały tylko najzdrowsze i najsilniej rosnące mieszańce. Ten sposób selekcji, którego wyniki osobiście widziałem, wydawał się bardzo celowy w przypadku selekcji topoli odpornych na choroby i nadających się do środowiska leśnego. Szczegółowy przegląd metod selekcji drzewostanów, drzew doborowych, jak też potomstwa podaje Wright (1962).

Schreiner (1970) proponuje przeprowadzanie selekcji klonów w różnych regionach w doświadczeniach zrandomizowanych, po 30 klonów na 1 akr (0,4 ha) z 10 osobnikami w obrębie klonu. Z tych poletek doświadczalnych zbiera się obserwacje przez okres połowy rotacji uprawy topoli, czyli przez 4 - 15 lat. Przy określaniu użytkowej wartości topoli planuje się najczęściej różną liczbę powtórzeń i liczbę osobników w obrębie klonu, co związane jest najczęściej z wieloma czynnikami niezależnymi od hodowcy. Obecnie próbuje się ustalić standardowy typ układu doświadczenia w różnych warunkach klimatycznych i glebowych dla testowania mieszańców.

Do najważniejszych czynności przy długotrwałej selekcji mieszańców należy ocena ich zdrowotności, produkcji masy, skali ekologicznej i wartości technologicznej drewna.

Wielu hodowców topoli koncentrowało swe wysiłki na opracowaniu testów wczesnych, przy pomocy których mogłyby być ocenione wartości hodowlane mieszańców. Schröck i Stern (1952) próbowali oceniać przyszłościowy wzrost topoli przy pomocy prawa Backmanna.

Inni autorzy chcieli ustalić różne cechy, umożliwiające ustalenie testu wczesnego. Bartkowiak i Białobok (1965) stwierdzili brak zależności między objętością korzeni jednorocznych mieszańców topoli a wysokością pędu, a Stecki (1963)



sądzi, że starsze, a nie jedno- i dwuletnie siewki mogą być pewnym przedmiotem selekcji osobników bujnie rosnących.

Według Muhle Larsena (1970), Santamour w 1961 r. stwierdził, że siewki mieszańców o cienkiej korze na korzeniach charakteryzowały się większym wigorem wzrostu niż osobniki o grubej korze. Hattemer i Seitz (1967) znaleźli korelację między wysokością i pierśnicą mieszańców. Oceniają oni przeto przydatność tych pomiarów w ciągu dwu sezonów wegetacyjnych jako miernika selekcji. Należy też stwierdzić, że najbardziej istotny dla selekcji mieszańców jest test odporności na groźne choroby. Należy nadal poszukiwać testów wczesnych, które by ułatwiły selekcję młodych mieszańców topoli.

#### WOLNE ZAPYLENIE W HODOWLI

Większość topoli uprawianych w Europie zachodniej i środkowej pochodzi z selekcji osobników powstałych z wolnego zapylenia, wobec czego należałoby się zastanowić w jakim stopniu celowe jest wykorzystywanie potomstwa pochodzącego z wolnego zapylenia jako podstawy dla selekcji tych drzew.

Metoda hodowli topoli z nasion otrzymanych z wolnego zapylenia kwiatów wybranych drzew matecznych ma wielu zwolenników. W przypadku gdy dysponuje się poznanymi pod względem genetycznym drzewami matecznymi, które mogłyby być zapylane pyłkiem wielu zróżnicowanych pod względem genotypu drzew ojcowskich, istnieją duże możliwości otrzymania mieszańców zróżnicowanych genetycznie. Warunkiem szybkich i korzystnych efektów z tego typu hodowli jest dysponowanie jako podstawą dla selekcji wielką liczbą mieszańców liczącą dziesiątki, a nawet setki tysięcy osobników.

Dzięki surowym kryteriom selekcji tych mieszańców można otrzymać przydatne dla uprawy odmiany topoli. Wykazali to hodowcy włoscy, którzy uzyskali w ten sposób kilka wartościowych mieszańców z I-214 na czele, które są powszechnie uprawiane w różnych krajach świata. Metoda ta jest już pewnym postępem



w stosunku do pierwotnych sposobów poszukiwania przypadkowo powstałych mieszańców z wolnego zapylenia i wyselekcjonowanych w wyniku przypadkowych wpływów naturalnego środowiska. Włoska metoda hodowli, jeśli mamy warunki dla przeprowadzenia tych prac, wydaje się być tańszą niż korzystanie z kontrolowanego zapylenia, które wymaga udziału wielu pracowników technicznych.

Na obecnym etapie rozwoju hodowli topoli i potrzeb uprawy tego drzewa, selekcja potomstwa otrzymanego z niekontrolowanego zapylenia przy zastosowaniu bardzo ostrych kryteriów ma jeszcze duże możliwości. Ta metoda ma w Europie dawne tradycje, ponieważ prawie wszystkie uprawiane odmiany drzew i krzewów owocowych i ozdobnych były w ten sposób wyhodowane. W selekcji topoli wykorzystujemy też często najlepsze osobniki doborowe z naturalnych populacji, charakteryzujące się wysoką produkcją masy oraz zdrowym drewnem, rozmnażając je generatywnie. W przypadku hodowli osiki jest to najbardziej racjonalna metoda.

Jednak poszukiwanie osobników o przypadkowo skojarzonych kombinacjach genowych nie zaspokaja w pełni potrzeb współczesnej hodowli topoli. Pragniemy bowiem produkować mieszańce o wyższej wartości genetycznej, coraz lepiej przystosowane do warunków klimatycznych i glebowych, jakie przeznaczamy na powierzchnie uprawne dla tych drzew. Wtedy wykorzystanie krzyżowania jako metody hodowli jest jak najbardziej pożyteczna.

#### METODY KRZYŻOWANIA

Metody krzyżowania topoli są na ogół znane i proste i nie ma potrzeby ich szczegółowego omówienia. Chciałbym jedynie wspomnieć o zasadniczych zagadnieniach związanych z techniką krzyżowania. Można przeprowadzić zapylenie kwiatów żeńskich na drzewach, ale zakładanie izolatorów jest w tym przypadku bardzo utrudnione. Obudowanie drzew rusztowaniami ułatwiłoby dostęp pracowników do korony i wykonanie zapylenia kwiatów.



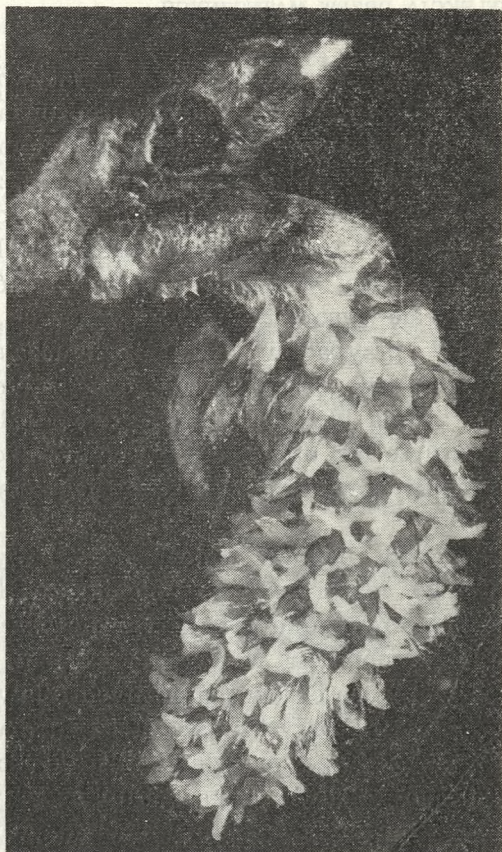
Te urządzenia są jednak bardzo kosztowne i mogą być wykorzystane tylko przy małej ilości drzew.

Dlatego też najczęściej wykorzystujemy metodę opracowaną przez Janczewskiego w 1904 r. i opublikowaną w Izwiestiach Impieratowskiego Lesnowo Instytutu, o czym pisał Smith i Nichols (1941). Tej samej metody w hodowli topoli używał również Wettstein. Polega ona na umieszczeniu gałązek topoli z żeńskimi kwiatami w słojach wypełnionych pożywką powszechnie używaną przy uprawie roślin w kulturach wodnych.

Współcześnie używa się do zapyleń kwiatów topoli najczęściej plastikowych cieplarni, w których umieszcza się ucięte gałązki z kwiatami żeńskimi, umieszczone w słojach. Można również do tych cieplarni wstawić posadzone w kubłach drzewka żeńskie, jak też i męskie, ale tylko tych topoli, które powinny być ze sobą skrzyżowane. W warunkach cieplarnianych można regulować temperaturę, wilgotność i światło oraz zawartość CO<sub>2</sub> w powietrzu, dlatego też można spowodować rozwój kwiatów żeńskich i męskich przed masowym pyleniem topoli rosnących na otwartym powietrzu. Można też w tych warunkach wpłynąć na zwiększenie ilości nasion. Tego sposobu krzyżowania *P. tremuloides* i *P. tremula* używaliśmy również, za przykładem hodowców szwedzkich, w Kórniku.

Często znajduje zastosowanie jeszcze inna metoda przygotowania osobników żeńskich do krzyżowania. Szczepi się gałązkę z kwiatami żeńskimi, której dolny koniec jest zanurzony w szklanym naczyniu z pożywką. Pęd z kwiatami żeńskimi zrasta się z pędem podkładki i czerpie pokarmy również poprzez system korzeniowy podkładki, jak też dodatkowo z pożywki zawartej w naczyniu. Przypuszcza się, że wykształcenie się nasion jest w tym przypadku lepsze niż przy zastosowaniu metody Janczewskiego. Dla wykonania planowych krzyżowań jest konieczne dysponowanie potrzebną ilością pyłków. Pozyskiwanie pyłków w tym samym roku, w którym wykonujemy krzyżówki może być ryzykowne dla wykonania programu krzyżowań w danym roku. Dlatego też możemy użyć pyłku z poprzedniego roku przechowanego w niskiej temperaturze.





Ryc. 4. *Populus alba* —  
Kwiatostan żeński (Fot. K.  
Jakusz)

Można też pozyskiwać pyłek w specjalnych pomieszczeniach mających urządzenie do regulowania temperatury i wilgotności lub w specjalnych aparatach szklanych. Z urządzenia termostatowego do otrzymywania pyłków drzew korzystają w Arboretum Hørsholm w Danii, a szklanym aparatem do pozyskiwania pyłków z kotek drzew iglastych posługują się w Katedrze Genetyki Leśnej Królewskiej Szkoły Leśnej w Sztokholmie. Placówki badawcze mające urządzenia termostatowe dla przygotowywania pyłków mogą pozyskać duże ilości pyłku, niekiedy kilkanaście kilogramów rocznie.



## SELEKCJA DRZEW MATECZNYCH

Zdolność rozmnażania wegetatywnego topoli należących do sekcji *Aigeiros* i *Tacamahaca* sadzonkami zdrewniałymi (zrzezami), jak też niektórych gatunków i mieszańców z sekcji *Leuce* przy pomocy sadzonek korzeniowych, zielnych i zrzezów — nakreśla w pewnym stopniu program badań genetycznych. Jest on odmienny w szczególności od programu hodowli tych topoli, które się rozmnaża wyłącznie z nasion i których populacja charakteryzuje się wysoką heterozygotycznością.

W przypadku drzew rozmnażających się wegetatywnie, z wybranego osobnika matecznego otrzymujemy grupę osobników zwaną klonem. Dlatego też pojedynczy osobnik znaleziony w naturze lub otrzymany w wyniku hodowli może dać początek odmianie uprawnej, jeśli cechy jego odpowiadają stawianym wymaganiom.

Wynik hodowli zależy od: 1) wyszukania gatunku topoli (którego właściwości morfologiczne i fizjologiczne mogłyby zapewnić otrzymanie potomstwa o cechach poszukiwanych), 2) wybrania osobników w obrębie gatunku (dla bezpośredniego rozmnażania) lub drzew matecznych (dla wykonania krzyżowań), by otrzymać najkorzystniejsze efekty hodowli.

Z krótkiego przeglądu historii hodowli topoli wynika, że wybrano zaledwie kilka gatunków dających potomstwo o wysokich wartościach hodowlanych dla ich uprawy w Europie. Do nich należy *P. deltoides*, która z *P. nigra* wydała w Europie zachodniej wiele wartościowych mieszańców. Ze względu na rozległy obszar rozmieszczenia tej topoli nie można obecnie ustalić z jakiej części Ameryki Północnej została ona sprowadzona do Europy zachodniej. Następnie pochodząca ze wschodniej Azji *P. maximowiczii*, przez skrzyżowanie jej z *P. berolinensis*, *P. trichocarpa* i *P. nigra plantieriensis* wydała kilka cennych mieszańców. Wreszcie wysokie wartości hodowlane posiada *P. tremuloides* skrzyżowana z *P. tremula*. J a b l o k o v wyhodował topolę odporną na mrozy dla potrzeb zieleni miejskiej, krzyżując *P. alba*



z *P. alba bolleana*. *P. deltooides* wydała kilka znanych w uprawie mieszańców, z których wielkie uznanie posiada I-214.

Wiele gatunków topoli, jak: *P. alba*, *P. nigra*, *P. deltooides*, *P. tremula*, *P. tremuloides* posiada rozległe zasięgi geograficzne, co wiąże się ze zróżnicowaniem genetycznym i morfologicznym. Wybór osobnika z tego rozległego zasięgu, który by zapewnił najlepszą kombinację genetyczną mieszańców, jakie zamierzamy uprawiać w określonych warunkach klimatycznych, sprawia wielkie trudności.

O znaczeniu wyboru drzewa rodzicielskiego dla wyniku hodowli mieszańców mówi też następujący przykład: *P. tremula* ze Szwecji południowej skrzyżowana z *P. tremuloides* z Ontario tworzą dwie grupy potomstwa pod względem cech kory. Jedna z nich liczy 930 osobników o korze gładkiej, jasnozielonej, druga 127 mieszańców ma korę brzdowatą, brunatną. Występowanie tych dwu grup w rodzie mieszańców spowodowane jest prawdopodobnie obecnością dwu dopełniających się recesywnych genów zlokalizowanych w jednym chromosomie i dającym 25% crossing over. Czyli jeden z rodziców musi być heterozygotyczny dla obu genów, a drugi podwójnie recesywny (Anonim 1965).

Z przykładu zaczerpniętego z pracy P o h l a (1962) wynika również znaczenie wyboru genotypu żeńskiego, jak też i męskiego osobnika dla wartości genetycznej mieszańców. Badacz ten zapylał *P. maximowiczii* pyłkiem trzech drzew ojcowskich — a to: *P. berolinensis*, *P. pyramidalis* i *P. laurifolia*. Wysokość najwyższych drzew po 6 latach wynosiła w pierwszej kombinacji krzyżowań 6,7 m, w drugiej 10,3, a w trzeciej 8,3 m. Potwierdzenie podobnego zjawiska dostarcza praca B a r t k o w i a k a i B i a ł o b o k a (1966) z badań nad hodowlą mieszańców topoli z sekcji *Leuce*.

Zagadnieniu selekcji drzew doborowych na przykładzie *P. deltooides* poświęca wiele uwagi S c h r e i n e r (1970). Jest to możliwe, gdyż cały zasięg tej topoli leży w granicach USA. Zagadnienie wyboru drzew doborowych łączy się też z zabezpieczeniem pełnej puli genowej tej topoli. S c h r e i n e r uważa, że



przynajmniej 500 osobników drzew doborowych powinno się wybrać w granicach naturalnego zasięgu, z czego 200 drzew z regionu, w którym podjęte zostały badania genetyczne, a po 10 drzew z każdego z 30 daleko od siebie oddalonych stanowisk.

Wiek tych drzew powinien być ograniczony do 10 - 25 lat. Wybór drzew doborowych powinien być oparty o kryteria użytkowe. Wybrane drzewa dobrane mogą być użyte do hodowli mieszańców szybko rosnących, odpornych na choroby, o dobrych technicznych właściwościach drewna.

Zasady wyboru drzew do hodowli nie są tak dokładnie opracowane jak w przypadku innych drzew leśnych, np. drzew iglastych i zagadnieniu temu nie poświęcono większej uwagi poza literaturą radziecką. Drzewa doborowe mateczne topoli powinny być rozmnażane wegetatywnie i poddane ocenie przez 3 - 4 lata (Schreiner 1970). Dla topoli rozmnażanej z nasion drzewa doborowe powinny być wykorzystane dla zakładania plantacji nasiennych, w których powinno się dobrać osobniki męskie i żeńskie po dokonaniu ich oceny (Wright 1962 i Muhle Larsen 1970), ponieważ struktura genetyczna potomstwa zależy od właściwego rozmieszczenia zapylaczy w plantacji nasiennej. Duże możliwości w tym zakresie dają również cieplarnie plastikowe, jak to stwierdzono przy produkcji nasion w Finlandii i Szwecji. Na potrzebę tworzenia plantacji nasiennych topoli zwracali uwagę Johnson (1956) i Kopecky (1966).

#### KONTROLOWANE ZAPYLENIE

Uprawiane topole są przeważnie mieszańcami i to najczęściej tych gatunków, które zajmują rozległe obszary ziemi. Dlatego też mieszańce ich charakteryzują się szeroką amplitudą ekologiczną oraz dużą zmiennością właściwości fizjologicznych i morfologicznych. Hodowla mieszańców międzygatunkowych stała się też często stosowaną metodą dla uzyskania topoli odpornych na groźne dla ich uprawy choroby. Jak wynika z dotychczasowych wyników badań, gatunki należące do jednej sekcji krzyżują się między sobą dość łatwo, gdy natomiast krzyżowanie gatunków między sekcjami nie zawsze jest możliwe.



Sekcja *Leuce*

W różnych częściach świata wykonano wiele sztucznych krzyżówek topoli należących do sekcji *Leuce*. Używano do krzyżowania, w obrębie gatunku i między gatunkami następujących topoli europejskich: *P. alba*, *P. tremula*, *P. × canescens*, wschodnioazjatyckich jak: *P. tremula davidiana*, *P. sieboldii*, *P. tomentosa*, *P. alba bolleana* i *P. adenopoda*. Z gatunków amerykańskich krzyżowano *P. tremuloides* i *P. grandidentata*. Naturalne mieszańce międzygatunkowe powstają między *P. alba* a *P. tremula* oraz między *P. tremuloides* i *P. grandidentata*.

Pomimo wielkiego zainteresowania krzyżowaniem topoli w obrębie tej sekcji znaczenie gospodarcze otrzymanych mieszańców jest niewielkie z powodu trudności ich wegetatywnego rozmnażania z sadzonek zdrewniałych, zielnych i korzeniowych. Jedynie mieszańce osiki amerykańskiej i osiki rodzimej są wykorzystane w uprawach głównie w Skandynawii, gdzie rozmnażają je przez siew.

Orientacyjne wyniki krzyżówki między gatunkami topoli z tej sekcji na podstawie doświadczeń w szkółkach przedstawiono w poniższej tabelce (Wright 1962):

Gatunek	<i>P. alba</i>	<i>P. grandidentata</i>	<i>P. tremula</i>
<i>P. alba</i>	—	—	—
<i>P. grandidentata</i>	V	—	—
<i>P. tremula</i>	V	V	—
<i>P. tremuloides</i>	—	V	V
<i>P. sieboldii</i>	L	—	V
<i>P. adenopoda</i>	L	L	L
<i>P. tomentosa</i>	—	V	V

L — wzrost słaby, V — wzrost silny

Badaniem zmienności mieszańców między topolą białą i osiką oraz dziedziczeniem niektórych cech, jak też ich wykorzystaniem w leśnictwie w zajmowało się wielu hodowców jak: Kobendza (1952), Tyszkiewicz i Chmielewski (1961),



Chmielewski (1969), Bartkowiak i Białobok (1966), Bogdanov (1936), Jabłokow (1953), Wettstein (1946), Schönborn (1965), Schönbach (1962), Melchior, Seitz (1966), Grehn (1952), Hattemer, Seitz (1967), Marcet (1961) i Vincent (1956).

Tyszkiewicz i Chmielewski (1961) badali wagę nasion topoli szarej, a Grehn (1952/53) analizował wagę nasion mieszańców innych gatunków topoli z tej sekcji. Wykazali oni, że różnica ciężaru nasion jest statystycznie istotna, oraz że na tę cechę mają wpływ żeńskie jak też i męskie osobniki. Zasadniczą własnością mieszańców *P. × canescens* jest pośredniość większości cech morfologicznych liści długo- i krótkopędów w stosunku do obu gatunków rodzicielskich. W przypadku niektórych badanych cech występują jednak większe lub mniejsze zbliżenia do osiki, zaś zbliżenie do topoli białej wyraża się niewielkimi wskaźnikami podobieństwa. Większość cech morfologicznych kontrolowana jest genami kumulatywnymi. Geny topoli białej są na ogół recesywne wobec genów osiki. Mieszańce charakteryzują się również bujnym wzrostem.

Krzyżówki wsteczne dają typowy obraz rozszczepienia, segregacji i rekombinacji genów. Pojawiają się w potomstwie różne ilości segregantów, osobników pośrednich i przejściowych (Bartkowiak, Białobok 1966; Chmielewski 1969; Marcet 1961; Schröck 1952). Topola szara użyta jako drzewo mateczne lub ojcowskie daje najczęściej potomstwo o słabym i niekiedy karłowatym wzroście (Chmielewski 1969, Bartkowiak i Białobok 1966, Hattemer i Seitz 1967). Wettstein (za Rohmeder i Schönbach 1959) przytacza obserwacje, że *P. alba* × *P. tremula* daje mieszańce o 30% silniej rosnące niż rodzice albo mieszańce z krzyżówki przeciwnej.

Obiecujące dla produkcji drewna są mieszańce między osiką a osiką amerykańską. Pierwsze badania nad tymi mieszańcami rozpoczęto w Danii w 1942 r. (Syrach Larsen 1956). Wykorzystano osobniki osiki amerykańskiej rosnące w Skandynawii, ale w 1946 r. sprowadzono już jej pyłek z Kanady. Anonim



(1962) podaje wyniki pomiarów wysokości mieszańców według Johnssona.

Według Muhle Larsena (1970) najlepsze wyniki krzyżowania dała osika z Polski i osika amerykańska sprowadzone z obszaru położonego w pobliżu Vancouver w Kolumbii Brytyjskiej. Pauley (1963) badał przeżywalność i wzrost osiki amerykańskiej i europejskiej, jak też mieszańców, i wskazał na wpływ fotoperiodu na te właściwości różnych proveniencji drzew. Za przykładem hodowców skandynawskich wykorzystano osikę amerykańską do krzyżówek z osiką europejską. Z tych prac wynika zależność między pochoczeniem rodziców a wigorem wzro-

Tabela VI

Miejsce testowania	Wiek	Relatywna wysokość w %		
		<i>P. tremula</i>	<i>P. alba</i> × <i>tremula</i>	<i>P. tremuloides</i> × <i>tremula</i>
Ekebo I	8	100	—	217
Ekebo II	8	100	—	161
Mykinge I	6	100	—	245
Mykinge II	5	100	—	158
Mykinge III	4	100	—	157
Ekebo	9	100	46	162
Brunsborg A	8	100	—	183
Brunsborg B	8	100	86	163

stu mieszańców (Muhle Larsen 1970). Chmielewski (1969), Heimburger (Muhle Larsen 1970) wskazali na silniejszy wzrost mieszańców *P. tremuloides* × *P. tremula* pochodzącej z Europy południowej aniżeli ze Skandynawii czy też z Europy środkowej. Wyniki te mają też związek z wartością genetyczną różnych proveniencji osiki, co wykazali również Bartkowiak, Białobok (1966), Chmielewski (1969), Schönbach i Dathe (1962).

Należy stwierdzić interesujący fakt, że mieszańce *P. tremuloides* z azjatyckimi gatunkami *P. tomentosa* i *P. adenopoda* są



niezadowolające. Jednak mieszańce *P. grandidentata* i *P. tremula* (Pauley 1963, Heimbürger 1958 — Muhle Larsen 1970) charakteryzują się silnym wzrostem i prawdopodobnie opracowanie metody rozmnażania wegetatywnego tych mieszańców podniesie ich znaczenie gospodarcze.

### Sekcja *Aigeiros*

Mieszańce topoli czarnych mają dotychczas największe znaczenie w uprawie we wszystkich krajach europejskich. Szybka produkcja drewna, dość szeroka skala ekologiczna wielu mieszańców, np. *P. 'Robusta'*, jak też łatwość rozmnażania wegetatywnego ze zrzewów, przedstawiają tak wiele ich cech dodatnich, że uprawiane są one chętnie w dość zróżnicowanych warunkach glebowych i klimatycznych. Do największych wad tych mieszańców należy podatność wielu z nich na groźne choroby, jak *Dothichiza populea* i *Marssonina brunnea*. W hodowli mieszańców największą rolę odegrały gatunki: *P. angulata*, *P. deltoides* i *P. nigra*. Należy wskazać na interesujące zjawisko w przypadku topoli tej sekcji, że dotychczas uprawiane odmiany topoli najczęściej nieznanego pochodzenia są bardzo użyteczne w uprawie, i zainteresowanie hodowlą nowych mieszańców międzygatunkowych w obrębie tej grupy jest duże. Wyhodowanie nowych odmian dających większą masę niż *I-214* oraz większe możliwości uprawy pod względem różnorodności siedlisk, jak *P. 'Robusta'*, nie przedstawia łatwego zadania. Wobec czego hodowla międzygatunkowa w obrębie tej sekcji rozwija się w celu otrzymania mieszańców odpornych na różne choroby, by tym sposobem przystosować je bardziej do potrzeb uprawy i podnieść produkcję masy z jednostki powierzchni. Wykonaliśmy w Kórniku krzyżówki między gatunkami tej sekcji z *P. angulata cordata*, *P. pyramidalis* oraz z *P. nigra*, Pohl i Stecki (1965) stwierdzili w tych badaniach, że cechy *P. angulata cordata* są wyraźnie recesywne w stosunku do cech drzew męskich, a w krzyżówce z *P. pyramidalis* dziedziczą się najsilniej cechy morfologiczne



liścia. Chmielewski (1969) wykonał kilka krzyżówek między topolami należącymi do tej sekcji. Jako drzewa mateczne wziął *P. nigra* i *P. pyramidalis*, które zapyłono pyłkiem z drzew *P. 'Robusta'*, *P. pyramidalis*, *P. 'Serotina'*.

Największe sukcesy w hodowli topoli z tej sekcji odnieśli Włosi, wykorzystując głównie potomstwo nasion *P. deltoides* z wolnego zapylenia. Jak podaje Muhle Larsen (1970), na 1800 testowanych klonów tylko 37 pochodzi ze sztucznego zapylenia.

Na Węgrzech Kopecky (1965) krzyżował wielokrotnie *P. deltoides* × *P. nigra*. Otrzymane przez niego mieszańce charakteryzowały się odpornością na *Marssonina brunnea* i szybkim wzrostem. Mieszańiec między *P. nigra* × *P. serotina* okazał się silniej rosnący niż wiele innych uprawianych w tym kraju klonów. Według Muhle Larsena (1970) w Bosbouw proefstation De Dorschkamp w Wageningen w Holandii również wykorzystują *P. deltoides* jako drzewo mateczne i krzyżują je z *P. nigra*.

Niektóre wyselekcjonowane klony z tego rodzaju charakteryzowały się znacznym wigorem. W tej stacji, jak również w Zakładzie Dendrologii w Kórniku zrobiono krzyżówki w obrębie mieszańców, nie otrzymano jednak potomstwa charakteryzującego się intensywnym wzrostem. Jak widać z tego omówienia, otrzymano niewiele szybko rosnących mieszańców stosując kontrolowane zapylenie, jednak wyhodowano niektóre klony charakteryzujące się wyższą odpornością na *Marssonina brunnea* niż dotychczas uprawiane, szybko rosnące mieszańce.

### Sekcja *Tacamahaca*

Mieszańce międzygatunkowe z tej sekcji są mało rozpowszechnione w uprawie w Europie w stosunku do mieszańców międzygatunkowych z sekcji *Aigeiros*.

Dotychczas w obrębie sekcji *Tacamahaca*, jak wynika z materiałów podanych przez Wrighta (1962), otrzymano następujące mieszańce:



Tabela VII

Gatunek	<i>P. simonii</i>	<i>P. balsamifera</i>	<i>P. trichocarpa</i>	<i>P. suaveolens</i>	<i>P. maximowiczii</i>
<i>P. trichocarpa</i>	L	L	—	—	—
<i>P. purdomii</i>	—	—	L	—	—
<i>P. suaveolens</i>	—	V	L	—	—
<i>P. maximowiczii</i>	L	—	V	—	—
<i>P. koreana</i>	L	—	—	—	V
<i>P. laurifolia</i>	V	V	L	V	V

L — silnie rosnące, V — słabo rosnące

W Zakładzie Dendrologii zajmowano się hodowlą mieszańców międzygatunkowych w obrębie tej sekcji. Z nasion otrzymanych z wolnego zapylenia *P. maximowiczii* otrzymano klony 'Kórnik 6' i 'Kórnik 8', które charakteryzują się intensywnym wzrostem. Dobrze rósł też mieszańiec *P. maximowiczii* × *P. laurifolia*; sześćioletnia siewka osiągnęła 7,8 m (Stecki 1963). Największe zainteresowanie selekcją *P. maximowiczii* okazują w Japonii (Chiba 1966). W stacji doświadczalnej Oji Paper Comp. w Kuriyama oglądałem wyniki selekcji *P. maximowiczii* drzew doborowych z populacji rodzimych, jak też mieszańców z tą topolą. Klony drzew doborowych charakteryzowały się największą produkcją drewna i zdrowotnością. Obecnie hodowcy topoli coraz bardziej interesują się *P. trichocarpa*. W różnych krajach europejskich sadzono tę topolę dla celów ozdobnych, obecnie jednak zainteresowano się nią dla produkcji drewna. W tej sytuacji wielkie zainteresowanie wzbudziła bogata kolekcja Pauleya, reprezentująca proveniencje tej topoli z większej części jej zasięgu obejmującego obszar od Alaski do Kalifornii prawie po 35° równoleżnik szerokości geograficznej północnej. Dalsze prace wykażą przydatność tej topoli do naszych warunków klimatycznych.



## Mieszzańce topoli pochodzących z różnych sekcji

Krzyżówki między topolami z sekcji *Leuce* i *Aigeiros*

W początkowym okresie rozwoju badań genetycznych topoli robiono głównie ze względów poznawczych wiele krzyżówek między gatunkami należącymi do różnych sekcji. Miano również na uwadze cele praktycznej hodowli. Wśród hodowców topoli utrzymuje się ogólna opinia, że zdolność tworzenia mieszańców jest oparta na genetycznym pokrewieństwie poszczególnych sekcji. Berezin (1939) jeszcze przed wojną krzyżował *P. tremula* z *P. nigra*, ale potomstwo rosło słabo, a mieszańce z krzyżówki przeciwnej były bardziej zróżnicowane. Podobne krzyżówki robił Atanasov. Jabłokov (1953) krzyżował z powodzeniem *Populus alba* var. *bolleana* z *P. candicans* i *P. balsamifera*. Richens (1945) zamieszcza dane o następujących krzyżówkach topoli między tymi sekcjami: *P. alba* × *P. deltoides*, *P. alba* × *P. nigra*, *P.* × *canescens* × *P. deltoides*, *P. deltoides* × *P. tremula*. Bogdanov i Vincent (Chmielewski 1969) uważają, że mieszańce między topolami tych dwu sekcji dają potomstwo mało żywotne. Podobną opinię zamieszcza Grehn (1959) o potomstwie *P.* × *canescens* × *P. nigra*. Ale Kopecky (1956) otrzymał najbardziej żywotne mieszańce między *P.* × *canescens* × *P. nigra*. Tyszkiewicz i Chmielewski (1961) informuje, że mieszańce między *Aigeiros* i *Leuce* były żywotne, natomiast między *Leuce* i *Aigeiros* miały wzrost karłowaty i były mało żywotne; dlatego po kilku latach zginęły. Również Białobok (1956) podaje, że mieszańce między topolami *Leuce* i *Aigeiros* były słabe i po kilku latach zginęły.

Krzyżówki między topolami z sekcji *Leuce* i *Tacamahaca*

Należałoby tu wspomnieć jeszcze o krzyżówkach (Rohmer i Schönbach 1959). *P. alba* × *P. trichocarpa* i *P. tremula* × *P. trichocarpa* wykonanych w Grupie NRD, które wydały nie-



co siewek. Krzyżowanie tych topoli powtórzono w 1958 r., nie otrzymano jednak siewek. Jabłokow (Rohmeder i Schönbach 1959) wykonał z powodzeniem krzyżowanie *P. tremula* × *P. suaveolens*. Mieszańce te silnie rosły. Richens (1945) zamieszcza też informacje o kombinacji krzyżówek topoli tych dwu sekcji, np. *P. alba* × *P. tacamahaca*.

#### Krzyżówki między topolami z sekcji *Aigeiros* × *Tacamahaca*

Mieszańce topoli należących do tych dwu sekcji przedstawiają głównie dorobek hodowców amerykańskich (Stout i Schreiner 1933; Białobok i Bugała 1951), chociaż Henry był pierwszym, który skrzyżował *P. deltoides* × *P. trichocarpa*. Stout i Schreiner wykonali około 100 krzyżówek, z których otrzymano około 13 000 siewek. Interesujące w tej hodowli było użycie *P. maximowiczii*, jak też syberyjskiej topoli *P. laurifolia*, amerykańskiej *P. trichocarpa*, oraz *P. nigra* i jej niektórych odmian, oraz naturalnego mieszańca *P. berolinensis*. Selekcja w obrębie tych mieszańców była prowadzona w celu wyboru osobników charakteryzujących się intensywnym wzrostem, łatwym ukorzeniem się ze zrzędów oraz odpornością na choroby. Najczęściej sadzone u nas topole tych hodowców to przeważnie mieszańce *P. maximowiczii*. Należy podkreślić charakterystyczną właściwość topoli z sekcji *Tacamahaca*, polegającą na zdolności do krzyżowania się z topolami sekcji *Aigeiros*. Do nich należą przede wszystkim *P. simonii*, *P. trichocarpa*, *P. suaveolens* i *P. laurifolia*, które krzyżują się dobrze z *P. nigra*. Mieszańce te, odznaczające się niekiedy bujnym wzrostem, ale krzyżówki z *P. deltoides*, są najczęściej mało żywotne. Znane są też mieszańce topoli balsamicznych z *P. fremontii* i *P. sargentii*.

W Zakładzie Dendrologii i Arboretum Kórnickim (Białobok 1956) wykonano krzyżówkę między topolami z *Aigeiros* i *Tacamahaca* (*P. pyramidalis* × *P. simonii*) oraz otrzymano wiele mieszańców między *Tacamahaca* i *Aigeiros*, a mianowicie: *P. Wobstii* × *P. berolinensis*, *P. maximowiczii* × *P. berolinensis*, *P. Wobstii* × *P. 'Serotina'*.



Badania Pohla i Steckiego (1965) pozwoliły na głębszą analizę dziedziczenia niektórych cech mieszańców międzysekcyjnych, a to: *P. angulata cordata* × *P. berolinensis* i *P. angulata cordata* × *P. laurifolia*. Cechy liści topoli ojcowskich były dominujące w stosunku do cech topoli matecznych, a u mieszańców *P. angulata cordata* × *P. berolinensis* niektóre cechy liścia rozkładają się w stosunku 1 : 6 : 1. Stecki (1963) analizuje potomstwo krzyżówek *P. maximowiczii* × *P. berolinensis*, *P. maximowiczii* × *P. laurifolia*, *P. angulata cordata* × *P. laurifolia* i *P. angulata* × *P. laurifolia*. Z analizy wzrostu tych mieszańców w porównaniu z *P. 'Robusta'* wynika, że w okresie 7 lat drzewka żadnego z mieszańców nie osiągają wysokości *P. 'Robusta'*, a wysokości średnie tych mieszańców były prawie jednakowe. Jedynie osobniki najwyższe wybrano w rodzinie *P. maximowiczii* × *P. laurifolia* i *P. angulata cordata* × *P. laurifolia*, chociaż i one nie osiągały najwyższych drzew *P. 'Robusta'*.

Badania genetyczne nad mieszańcami z sekcji topoli czarnych z balsamicznymi przeprowadzali też Vincent i Polnar (1970). Wykazali oni, że stosunek rozszczepienia cech liści siewek *P. 'Grandis'* × *P. tacamahaca* o liściach romboidalnych, typowych dla topoli czarnych i o liściach owalnych typowych dla topoli balsamicznych wynosi 3 : 13.

W Belgii, jak podaje Muhle Larsen (1970), badane są mieszańce skrzyżowań *P. deltoides* i *P. trichocarpa*, u których długość i liczba szparek oddechowych młodych siewek była pośrednia między osobnikami rodzicielskimi. Jednak wzrost siewek był bardzo różnicowany. Dalsze badania wskazały, że wysokość mieszańców  $F_2$  jest zbliżona do wysokości osobników otrzymanych z krzyżowań wstecznych. Dalsze badania wskażą na gospodarcze znaczenie mieszańców międzysekcyjnych topoli.

#### ZWIĘKSZENIE INTENSYWNOŚCI WZROSTU ROŚLIN POPRZEZ HODOWLĘ POLIPLOIDÓW

Upřednio wskazaliśmy na jedną z metod hodowli osobników charakteryzujących się heterozją wzrostu, a mianowicie na krzyżówki międzygatunkowe. Wyjaśnienie przyczyn tego zjawia-



ska jest trudne. Gustafsson (za Ruebenbauerem 1964) poczynił próbę uporządkowania definicji heterozji. Wyróżnia on trzy grupy tych zjawisk:

1) Typ heterozji somatycznej, który może być wywołany różnicami w składzie genetycznym, bezpośrednio przy korzystnym połączeniu się dwu lub więcej alleli lub skombinowaniu ich serii, warunkujących odpowiedni rozwój, oraz pośrednio przez pośrednie działanie czynników dziedzicznych.

2) Typ heterozji adaptacyjnej, jest wynikiem większej zdolności adaptacyjnej, czy też szerszej amplitudy ekologicznej mieszańców niż osobników rodzicielskich i jest często wynikiem działania naddominacji.

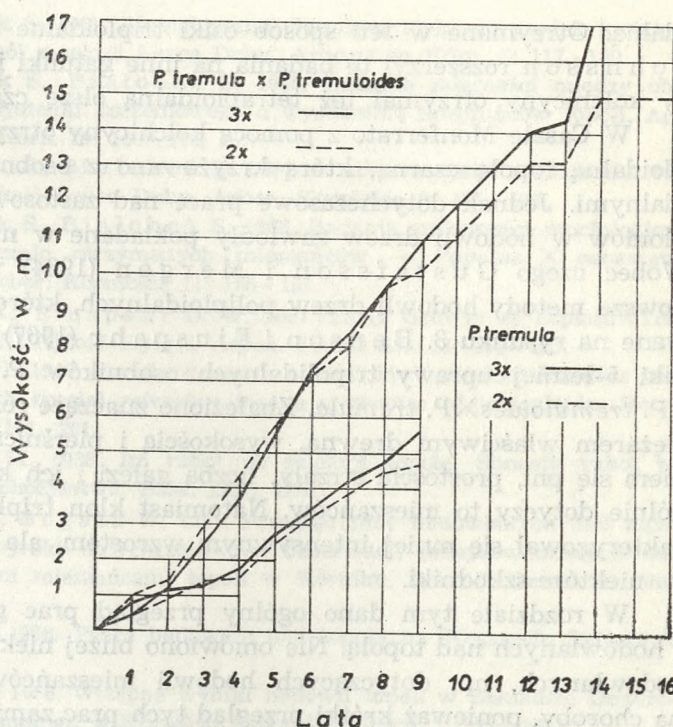
3) Wreszcie typ heterozji generatywnej przejawia się większą zdolnością do rozmnażania. Zasadniczą rolę odgrywają tu czynniki wpływające na rozwój. Wobec czego czynniki klimatu, jak: temperatura, światło i woda decydują w pewnych warunkach o bujności np. wzrostu w określonych warunkach, a wpływają na degenerację organizmu w innych warunkach siedliska.

Zjawisko heterozji u niektórych mieszańców międzygatunkowych topoli w obrębie sekcji *Aigeiros*, obserwuje się niekiedy nawet bez szczegółowych badań. Jak sądzę rzadziej spotyka się je u mieszańców topoli należących do innych sekcji. Ocenę tego zjawiska znajdziemy w pracach Richensa (1945), Johnssona (1956), Schönbacha (1962), Pauleya (za Muhle Larsenem 1970), Muhle Larsena (1970) i innych.

Metody oceny wzmożonego wzrostu drzew w przypadku drzew dwupiennych są szczególnie trudne, gdyż istnieje najczęściej możliwość porównania potomstwa z jednym z rodziców, a rzadziej z dwoma (Schönbach 1970). Pauley (za Muhle Larsenem 1970) wskazuje na możliwość pomieszczenia efektu heterozji z reakcją fotoperiodyczną niektórych gatunków topoli. Typ heterozji adaptacyjnej jest prawdopodobnie najczęstszym zjawiskiem z jakim się spotykamy w przypadku topoli. Dotychczas zjawisko heterozji u topoli nie jest bliżej poznane.

Zmiany zakresu zmienności roślin powodują też zmiany w





Ryc. 3. Różnica w wysokości drzew triploidalnych i mieszańców osiki (według Gustafssona 1964).

obrębnie liczby chromosomów. Zjawisko to zostało opisane na przykładzie powstałej samorzutnie triploidalnej osiki znalezionej przez Nilsson-Ehle na półwyspie Lillo w Szwecji południowej.

Osika triploidalna miała szybszy wzrost, większą masę, jak też większą powierzchnię blaszki liściowej, co zachęciło hodowców do dalszych prac w kierunku hodowli form poliploidalnych.

Poliploidy mogą być wytworzone sztucznie przez działanie bodźców temperatury, kolchicyny, różnych narkotyków, alkaloidów, chloroformu, promieni Roentgena, lub przy pomocy izotopów promieniotwórczych itp.

W Szwecji Johnson (1963) zajmował się zastosowaniem poliploidów w leśnictwie, krzyżując osikę tetraploidalną z diplo-



idalną. Otrzymane w ten sposób osiki triploidalne silniej rosły. Johnson rozszerzył te badania na inne gatunki i przy pomocy kolchicyny otrzymał też tetraploidalną olszę czarną.

W Casale Monferrato z pomocą kolchicyny otrzymano tetraploidalną topolę czarną, którą krzyżowano z osobnikami diploidalnymi. Jednak dotychczasowe prace nad zastosowaniem poliploidów w hodowli drzew zawiodły pokładane w nich nadzieje. Wobec czego Gustafsson i Mergen (1964) wskazują na nowsze metody hodowli drzew poliploidalnych, które są zilustrowane na rysunku 3. Benson i Einspahr (1967) opisują wyniki 5-letniej uprawy triploidalnych osobników *P. tremuloides* i *P. tremuloides* × *P. tremula*. Znalezione znaczące różnice między ciężarem właściwym drewna, wysokością i pierśnicą, oczyszczaniem się pni, prostością strzały, liczbą gałęzi i ich kątem. Szczególnie dotyczy to mieszańców. Natomiast klon triploidalny charakteryzował się mniej intensywnym wzrostem, ale był odporny na niektóre szkodniki.

W rozdziale tym dano ogólny przegląd prac genetycznych i hodowlanych nad topolą. Nie omówiono bliżej niektórych zadań hodowlanych, np. dotyczących hodowli mieszańców odpornych na choroby, ponieważ krótki przegląd tych prac zamieszczony został w części omawiającej choroby topoli. Również nie omówiono zadań hodowlanych dla specjalnych siedlisk np. zadrzewień okręgów przemysłowych; terenów narażonych na erozję, zieleni miejskiej, zadrzewień śródpolnych i innych. Cele te wykraczają bowiem poza ogólną charakterystykę opracowanego zagadnienia.

#### LITERATURA

- Albenski A. W. 1954. Metody ulużenia drewnianych porod. Moskwa.
- Anonim 1965. Poplars in forestry and land use. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma.
- Barna N. N. 1970. Citoembriologičeskie osobennosti formirovanija semian pri otdalenoj gibrizaciji topolej. Lesovodstvo i agrolesome-lioracija: 86 - 95.
- Barnes B. V. 1969. Natural variation and delineation of clones of *Populus tremuloides* and *Populus grandidentata* in Northern Lower Michigan. *Silvae Genetica* 18: 130 - 142.



- Bartkowiak S. 1961. Biometryczna charakterystyka przysadek kwiatowych topól z sekcji *Leuce* DUBY. Arboretum Kórn. 6: 117 - 130.
- Bartkowiak S., Białobok S. 1965. Badanie zależności między objętością systemu korzeniowego a wysokością mieszańców topoli. Arboretum Kórn. 10: 169 - 173.
- Bartkowiak S., Białobok S. 1964. Analiza wzrostu mieszańców topoli z sekcji *Leuce* DUBY. Arbor. Kórnickie 9: 175 - 196.
- Bartkowiak S., Białobok S. 1966. Badania zmienności morfologicznej sztucznie otrzymanych mieszańców — *Populus* × *canescens* Smith. Arbor. Kórnickie 11: 105 - 151.
- Benson M. K., Einspahr D. W. 1967. Early Growth of Diploid × Triploid and Triploid Hybrid Aspen. Forest Sci. 13: 150 - 155.
- Bergström I. 1940. On the progeny of diploid × triploid *Populus tremula* with special reference to the occurrence of tetraploidy. Hereditas 26: 191 - 201.
- Berezin A. M. 1938. Im rabot po selekcji topole. Sbornik rabot po lesnomu chozjastwu. Bašk. LOS. Ufa.
- Białobok S., Bugała W. 1951. Przegląd prac hodowlanych nad topolami i wyniki dotychczasowych obserwacji przeprowadzonych nad niektórymi mieszańcami topoli w Kórniku. Rocznik Dendr. 7: 130 - 158.
- Białobok S. 1956. Prace badawcze nad topolą na Węgrzech. Sylwan 2: 21 - 28.
- Białobok S. 1956. Wstępne wyniki hodowli topoli w Zakładzie Dendrologii i Pomologii w Kórniku. Arboretum Kórn. 2: 175 - 193.
- Białobok S. 1956. Problematyka i metodyka prac nad topolami w Zakładzie Dendrologii i Pomologii w Kórniku. Arboretum Kórn. 2: 145 - 173.
- Białobok S. 1967. Perspektywy uprawy topoli na tle doświadczeń zagranicznych. Las Polski 9: 10 - 11.
- Białobok S. 1968. Możliwości wprowadzenia topoli szarej do upraw leśnych. Las Polski 3: 11 - 12.
- Bogdanov P. L. 1936. Topola i ich kultura. Charkomles SSSR. Centralny naučno-issledovatel'skij institut lesnogo chozajstva.
- Bogdanov P. L. 1951. Itogi raboty po selekcji topolej v Leningradzie. Trudy Instituta Lesa 8: 72 - 78.
- Bojarczuk T., Stecki Z. 1970. O nowy dobór topoli dla Polski Zachodniej. Las Polski 1: 9 - 13.
- Bourdeau P. F. 1958. Photosynthetic and respiratory rates in leaves of male and female quaking aspens. Forest. Sci., 4: 331 - 334.
- Bugała W. 1951. Kilka nowych odmian i mieszańców *Populus alba* L. Acta Soc. Bot. Pol. 21: 43 - 57.



- Bugała W. 1951. Euro-amerykańskie mieszańce topoli czarnych, ich znaczenie oraz krótki przegląd dotychczasowych osiągnięć hodowli topoli w ZSRR. Sylwan 3/4: 324 - 338.
- Bugała W. 1952. Prace hodowlane nad topolami w Zakładzie Dendrologii i Pomologii w Kórniku. Las Polski 9: 13 - 15.
- Bugała W. 1952. Dotychczasowe wyniki hodowli topoli w Kórniku. Sylwan 1: 31 - 41.
- Bugała W. 1955. Topole krajowe i obce, ich znaczenie gospodarcze. Rocznik Dendrol. 10: 415 - 472.
- Bugała W. 1955 - 1959. Kolekcja topoli w Arboretum Kórnickim. Część I - III. Arboretum Kórnik. 1: 43 - 60; 2: 79 - 116; 4: 123 - 164.
- Bugała W. 1958. Północnoamerykańskie topole sekcji *Tacamahaca* Spach. i ich uprawa w Europie. Rocznik Dendrol. 12: 359 - 381.
- Bugała W. 1960. Krytyczny przegląd odmian geograficznych i mieszańców *Populus alba* L. oraz studia nad tym gatunkiem w dolinie Wisły. Arboretum Kórnik. 5: 5 - 140.
- Bugała W., Stecki Z. 1961. Mieszańce *Populus Maximowiczii* Henry i dotychczasowe wyniki ich uprawy w Kórniku. Arboretum Kórnik. 6: 93 - 116.
- Bugała W. 1967. Systematyka euroazjatyckich topoli z grupy *Populus nigra* L. Arboretum Kórnik. 12: 45 - 219.
- Bugała W. 1973. Systematyka i zmienność. Topole. XII. PWN. Warszawa—Poznań.
- Castellani E., Prevosto M. 1969. Effect of research on the economy of poplar culture. Second World Consultation on Forest Tree Breeding: 1559 - 1575. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome International Union of Forestry Research Organizations.
- Chardenon J. 1954. Les peupliers americains d'importation recente. Inst. Bot. Congr. Paris. Sect., 13: 144 - 145.
- Chiba S. 1966. Studies on the tree improvement by means of hybridization and polyploidy in *Alnus* and *Populus* species. Bull. Oji Inst. For. Tree Improv. Hokkaido, 1: 1 - 165.
- Chmielewski W. 1952. Technika krzyżowania osiki i wychowywanie siewek. Sylwan 2: 153 - 161.
- Chmielewski W. 1969. W sprawie hodowli i uprawy osiki. Las Polski 9: 14 - 17.
- Chmielewski W. 1969. Uprawa topoli i innych szybko rosnących drzew we Włoszech. Sylwan 10: 41 - 52.
- Chmielewski W. 1969. Mieszańcowe topole hodowli Instytutu Badawczego Leśnictwa i ich wstępna ocena. Prace Instytutu Badawczego Leśnictwa 372: 1 - 111.
- Chmielewski W. 1970. Z badań nad topolą. Sylwan 3: 7 - 14.



- Cottam W. P. 1954. Prevental leafing of aspen in Utah Mountains. Journ. of Arnold Arboretum 35: 239 - 250.
- Darlington C. D., Janaki Ammal E. K. 1945. Chromosome Atlas of cultivated Plants. G. Allen Unwin LTD, London.
- Einspahr D. W., Buijtenen J. P., Peckham J. R. 1963. Natural Variation and Heritability in Triploid Aspen. *Silvae Genetica* 12: 51 - 58.
- Farmer R. E. 1964. Sex Ratio and Sex Related Characteristics in Eastern Cottonwood. *Silvae Genetica* 13: 116 - 118.
- Farmer R. E. 1970. Variation and inheritance of Eastern cottonwood growth and wood properties under two soil moisture regimes. *Silvae Genetica* 19: 5 - 8.
- Grehn J. 1952. Das Verhalten von *P. canescens* in der Kreuzung. Zeits. f. Forstgen. u. Forstpfl. Zücht., 2: 21.
- Grehn J. 1952/53. Das Samengewicht bei Kreuzungen innerhalb der Sektion *Populus Leuce* als Funktion des weiblichen und männlichen Partners. Zeits. f. Forstgen. u. Forstpfl. Zücht., 2: 8 - 16.
- Gustafsson Å., Mergen F. 1964. Some principles of tree cytology and genetics. *Unasylyva*, 1: 7 - 20.
- Günther H. 1959. Die Abhängigkeit des Stecklingsertrages von der Bandsweite, der Länge der Ausgangsstecklinge und der Rutenzahl am Wurzelstock bei der Anlage von Pappelmutterquartieren. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Wissenschaft. Abhandlung, 40: 7 - 80.
- Günther H. 1961. Schattenerträglichkeit verschiedener Pappelsorten. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Wissenschaft. Abhandlung, 52: 37 - 52.
- Haasemann W. 1966. Züchtmaterial von Aspe aus Nordostpolen. Sozialistische Forstwirtschaft. 1 - 12: 363 - 365.
- Hattmer H.H., Seitz F. W. 1967. Einige Ergebnisse von Testanbauten mit Aspenhybriden. *Silvae Genetica* 16: 6 - 13.
- Heimburger C. 1940. Report on Poplar Hybridization II. 1937 - 1938. rep. from the Forest Chronicle 16. 2: 149 - 160.
- Hejmanowski S. 1962. Topolowe drzewa doborowe. *Las Polski* 4: 1 - 3.
- Hejmanowski S. 1970. Możliwości nowelizacji krajowego doboru topól. *Las Polski* 7: 5 - 8.
- Hoffman D. 1953. Die Rolle des photoperiodismus in der Forstpflanzenzüchtung. Zeits. f. Forstgen. u. Forstpfl. Zücht., 2: 45 - 47.
- Houtzagers G. 1937. Het geslacht *Populus* in verband met zijn betekenis voor de houtteelt. H. Veenman Zonen. Wageningen.
- Houtzagers G. 1952. Forest genetics and poplar breeding in the Netherlands. *Euphytica* 1: 10 - 14.
- Ivannikov S. P. 1965. Sohraniene proznakov materinskich derevev pri



- semennon i vegetatyvnom rozmnażeni. Möglichkeiten der Beurteilung von Auslesebaumen der Forstpflanzenzüchtung. Tagungsberichte. 69: 93 - 96.
- Jabłokow A. S. 1953. Hodowla i rozmnażanie zdrowej osiki. PWRiL, Warszawa.
- Jabłokow A. S. 1953. Nowe gatunki piramidalnych topól srebrzystych, odpornych na mrozy. Selekcja drzew. PWRiL, Warszawa.
- Jančevski K. 1904. On the peculiarities of the germination of the seeds of aspen and of some species of Willow. Proc. Imper. Forest Inst., 11: 269 - 274.
- Joachim H. F. 1954. Probleme der Pappelforschung. Arch. Forstw., 3 (5 - 3): 487 - 502.
- Joachim H. F. 1957. Phänologische Beobachtungen an der Gattung *Populus*. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin. Wissen. Abhandl., 27: 75 - 97.
- Joachim H. F. 1957. Über Frostschaden an der Gattung *Populus*. Arch. Forstw., 6 (9): 601 - 678.
- Johnsson H. 1940. Cytological studies of diploid and triploid *Populus tremula* and of crosses between them. Institute for Forest Tree Breeding. 321 - 352.
- Johnsson H. 1942. Cytological studies of triploid progenies of *Populus tremula*. Institute for Forest Trees Breeding. 306 - 312.
- Johnsson H. 1945. The triploid progeny of the cross diploid × tetraploid *Populus tremula*. Institute for Forest Trees Breeding. Ekebo. 411 - 440.
- Johnsson H. 1953. Development of triploid and diploid *Populus tremula* during the juvenile period. Zeits. f. Forstgen. u. Forstpfl. Zücht., 2: 73 - 77.
- Johnsson H. 1956. Heterosiserscheinungen bei Hybriden zwischen Breitengrassrassen von *Populus tremula*. Zeits. f. Forstgen. u. Forstpfl. Zücht., 5: 156 - 160.
- Johnsson H. 1963. Experimental plantation. Aspen Breeding and Research. Swedish Match Company. Uppsala. 6 - 13.
- Kobendza R. 1952. Topole sekcji *Leuce* Duby w Polsce. Rocznik Dendr. 8: 32 - 98.
- Kobendza R. 1953. Czym jest topola rogańska? Rocznik Dendr. 9: 153 - 166.
- Koc Z. P. 1970. Citoembriologičeskiye dannye o pričinach neskreščivaiemnosti topolia krupnolistnogo (*Populus candicans* Ait.). Lesovodstvo i agrolesomeliacija 96 - 108.
- Konovalev N. A. 1959. Uralskije piramidalnyje topolia. Sviardlovsk.
- Kopecky F. 1956. Problems of breeding black poplars in Hungary. Acta Agronom. Ac. Sci. Hung., 6: 307 - 320.



- Kopecky F. 1960. Experimentlle Erzeugung von haploiden Weisspapeln (*Populus alba* L.). *Silvae Genetica* 9: 102 - 105.
- Kopecky F. 1966. Poplar seed orchards. Meeting of IUFRO section 22 members to Hungary. 1: 7 - 8.
- Krupej N. S. 1970. Nasledovane piramidalnosti kron u gribov piramidalnoga topola *Populus pyramidalis*. *Lesovodstvo i agrosomelioracija* 71 - 79.
- Lawson L. i inni 1968. The use of Heat-Treated Pollen for Aspen Haploid Production. *Forest Sci.*, 14: 406 - 407.
- Makowiecki S. 1928. Topola piramidalna (*Populus fastigiata* Pers.). *Rocznik Polsk. Tow. Dendr.* 2: 66 - 68.
- Malinowski E. 1963. *Genetyka*. 1: 1 - 581. PWN. Warszawa.
- Marcet E. 1961. Taxonomische Untersuchungen in der Sektion *Leuce* DUBY der Gattung *Populus* L. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchsw.*, 37:269 - 321.
- Melchior G. H., Seitz F. W. 1966. Einige Ergebnisse bei Testanbauten mit Aspenhybriden. *Silvae Genetica* 15: 127 - 133.
- Melchior G. H., Hattmer H. H. 1966. Unterscheidung von Schwarzpappelklonen mit physiologischen Merkmalen. *Silvae Genetica* 15. 4: 111 - 120.
- Melchior G. H., Seitz F. W. 1968. Interspezifische Kreuzungssterilitt innerhalb der Pappelsektion *Aigeiros*. *Silvae Genetica* 17: 88 - 93.
- Morgeneyer W., Borsdorf W. 1965. Phänologische Untersuchungen im Pappelsortenregister Graupa. *Archiv. f. Forstwes.*, 14: 369 - 386.
- Muhle Larsen C. 1970. Recent Advances in Poplar Breeding. *Intern. Rev. of Forestry Res.* 3: 11 - 67. Academic Press. New York—London.
- Mller R. 1968. *Populus* × *generosa* Henry — Phnomen oder Phantom? *Silvae Genetica* 17: 93 - 106.
- Mntzing A. 1936. The chromosomes of a giant *Populus tremula*. *Hereditas* 21: 383 - 393.
- Nilsson-Ehle H. 1936. Über eine der Natur Gefundene Gigasform von *Populus tremula*. *Hereditas* 21: 379 - 382.
- Nilsson-Ehle H. 1938. Production of forest trees with increased chromosome number and increased timber yield. *Plant. Breed. Abstr.*, 10: 883.
- Pauley S. S., Perry T. O. 1954. Ecotypic variation of the photoperiodic response in *Populus*. *Journ. of Arnold Arboretum* 35 (2): 167 - 188.
- Pauley S. S. 1956. Natural hybridization of the aspen. *Minn. For. Not.*, 47.
- Pauley S. S., Mennel G. F. 1957. Sex ratio and hermaphroditism in a natural population of quaking aspen (*Populus tremuloides*). *Minn. For. Not.*, 55.
- Pauley S. S., Johnsson A. G., Sautamour F. S. 1963. Results of



- aspen screening tests. 4 F. Hybrid Progenies Involving european, Qualings. Bigtooth. Minn. For. Not., 139.
- Pauley S. S. 1963. Performance of some Aspen Seed Sources and hybrids in Eastern Massachusetts. World. Cons. on For. Genetics a. Trees Impr., 26/2: 1 - 17.
- Persson-Hüppel A. 1963. Enzymatic splitting of sucrose by some strains of *Valsa nivea* F. Studia For. Sve., 7: 1 - 29.
- Płocinski N. 1968. Odziedziczalność. 1: 1 - 258. PWRiL. Warszawa.
- Pohl Z. 1962. Studia nad wzrostem i morfologią kórnickich mieszańców *Populus Maximowiczii* Henry. Arboretum Kórn. 7: 115 - 187.
- Pohl Z. 1964. Dziedziczenie piramidalnego pokroju korony u mieszańców *Populus pyramidalis* Roz. Arboretum Kórn. 9: 199 - 222.
- Pohl Z., Stecki Z. 1965. Dziedziczenie niektórych cech morfologicznych liści u krzyżówek *Populus angulata cordata* Sim. Louis. Arboretum Kórn. 10: 143 - 167.
- Pol W. 1872. Dzieła prozą Wincentego Pola. Pierwsze wydanie zupełne. Tom II. Północny wschód Europy część III. Obrazy z życia i natury. Nakładem F. H. Richtera. 477 - 507. Lwów.
- Pospišil J. 1965. Využití polyploidních jedinců osiky, vyskutuujících se v přírodě — *Populus tremula* L., pro hybridizační práce. Sborník Vysoké Školy Zemědělské v Brně, Spisy Fakulty Lesnické.: 211 - 228.
- Pospišil J. 1966. Some results from a study of microsporogenesis in the plus-tree of *Populus alba* L. No 333. Sborník Vysoké Školy Zemědělské v Brně, Spisy Fakulty Lesnické.: 225 - 232.
- Richens R. H. 1945. Forest Tree Breeding and Genetics. Joint Publ. 8: 1 - 75. Imperial Bur. of Plant Breeding and Genetics. Camb. England.
- Rohmeder E., Schönbach H. 1959. Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg.
- Romberger J. S., Mikola P. 1970. International Review of Forestry Research. Vol. 3. Academic Press, New York — London.
- Ruebenbauer T. 1964. Genetyczne podstawy hodowli roślin. (w: Hodowla roślin). PWRiL, Warszawa.
- Ruszczyc Z. 1970. Metodyka doświadczeń zootechnicznych. PWRiL. Warszawa.
- Scott S., Pauley S. S. 1963. World Consultation of Forest Genetics and Tree Improvement. Stockholm.
- Schlaegel B. E. 1971. Growth and yield of quaking aspen in north-central Minnesota. N. Cent. Forest. Exp. Sta., St. Paul, Minn.
- Schlenker G. 1952/53. Beobachtungen über die Geschlechtsverhältnisse bei jungen Graupappeln und Aspen. Zeits. f. Forstgen. u. Forstpfl. Zücht.



- Schlösser L. A. 1969. Über *Marssonina* — Resistenz einer Population von tetraploiden Pappeln. *Silvae Genetica* 18: 192 - 194.
- Schönbach H. 1956. Untersuchungen über Cellulosegehalt und Raumgewicht von Pappelholzern im Rahmen der Züchtung. Mitt. aus der Arbeit des Pappelforschungskollektivs. Berlin.
- Schönbach H. 1960. Einige Erbenise achtjähriger Züchtungsversuche mit Pappelsorten der Sektion *Leuce*. *Wissenschaftliche Abhandlungen*, 44: 7 - 21. Deutsche Akademie der Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.
- Schönbach H. 1961. Ergebnisse eines Anbauversuches mit Aspe (*Populus tremula* L.) auf gleyartigen Boden. *Archiv f. Forstwes.*, 2: 150 - 170.
- Schönbach H., Dathe B., 1962. Ergebnisse 12-jähriger Züchtungsarbeiten mit bodenständigen Herkünften der Aspe und Vorschläge zur Übertragung der Resultate in die Praxis. *Sozialistische Forstwirtschaft*, 10: 309 - 315.
- Schönbach H. 1962. Ergibt die Kreuzung *Populus tremula* × *Populus alba* (und reziprok) luxureiende Bastarde? *Silvae Genetica* 11: 3 - 11.
- Schönborn A. 1965. Die Züchterische Bearbeitung der Pappeln in Deutschland. *Holz- Zentralblatt*. Stuttgart. 108.
- Schreiner E. J. 1970. Genetics of eastern cottonwood. USDA Forest Serv. Res. Pap.
- Schröck O., Stern K. 1952. Untersuchungen zur Frühbeurteilung der Wuchsleistung unserer Waldbäume, zugleich ein Beitrag zur Pappelzüchtung. *Der Züchter*, 22: 134 - 143.
- Seitz F. W. 1952/53. Über anomale Zwitterblüten eines klonen der Gattung *Populus*, Sektion *Leuce*. *Zeit. f. Forstgen. u. Forstpfl. Zücht.*, 2: 77 - 90.
- Seitz F. W. 1954a. Über das Auftreten von Triploiden nach der Selbstung anomaler Zwitterblüten einer Graupappelform. *Zeit. f. u. Forstpfl. Zücht.*, 3: 1 - 6.
- Seitz F. W. 1954b. Über den Selbstungs- und Kreuzungserfolg bei Verwendung des Pollens der zwittrigen Graupappel von Dillingen. *Zeit. f. Forstgen. u. Forstpfl. Zücht.*, 3: 141.
- Siwecki R., Giertych M. 1965. Obliczanie parametrów genetycznych dla ukorzeniania się zrzeczów i wysokości jednorocznych mieszańców topoli. *Acta. Soc. Bot. Pol.* 3: 533 - 548.
- Smith E. Ch., Nichols Ch. 1941. Species Hybrids in Forest Trees. *Journ. of Arnold Arboretum*, 22: 443 - 454.
- Sokołowski A. W. 1966. Cenna forma osiki występująca w Puszczy Augustowskiej. *Sylvan* 8: 21 - 26.
- Starova N. V. 1970. Meżwidovaja gibridizacija w rode *Populus* L. *Lesovodstvo i agromelioracija* 23: 65 - 70.



- Stawecka W. 1967. Niektóre aspekty uprawy topoli w Iranie (tłum. streszczenia ze sprawozdania Chardenona J.) Sylwan 2: 93 - 95.
- Stawecka W. 1970. Wartość uprawowa topoli „Hybrida 277”. Las Polski 21: 10 - 11.
- Stecki Z. 1963. Badania nad wzrostem mieszańców topoli w zastosowaniu do ich sekcji. Arboretum Kórn. 8: 155 - 218.
- Stecki Z. 1967. Studia nad zmiennością i dynamiką wzrostu siewek i wegetatywnie mnożonych mieszańców topoli. Arboretum Kórn. 12: 283 - 328.
- Stettler R. 1971. Variation in Sex Expression of Black Cottonwood and Related Hybrids. *Silvae Genetica* 20: 42 - 46.
- Stettler R. 1971. Experimental Induction of Haploid Parthenogenesis in Black Cottonwood. *Silvae Genetica* 20: 15 - 25.
- Stout A. B., Schreiner E. J. 1933. Results of a project in Hybridizing poplars. *Journal of Heredity* 24: 217 - 229.
- Tyszkiewicz S. 1952. Selekcja topoli w Zakładzie Nasiennictwa. Sylwan 4: 469 - 472.
- Tyszkiewicz S. 1958. Selekcja topoli we Włoszech. Sylwan 3: 87 - 97.
- Tyszkiewicz S., Chmielewski W. 1961. Hybrydyzacja topoli. *Prace IBL*, 203: 1 - 190.
- Tyszkiewicz S. 1967. W trosce o perspektywę uprawy topoli. Las Polski 10: 5 - 8.
- Wettstein W. 1933. Die Kreuzungsmethode und die Beschreibung von  $F_1$  Bastarden bei *Populus*. *Pflanzenzüchtung*.
- Wettstein W. 1937. Die Vermehrung und Kultur der Pappel. *Sauerländer*. Frankfurt am Main. 1: 1 - 3.
- Wettstein W. 1946. Die Zellulosepappel. *Ihr Kultur und Züchtung*. *Der Züchter*, 1: 13 - 19.
- Wilcox J. R., Farmer R. E. 1967. Variation and Inheritance of Juvenile Characters of Eastern Cottonwood. *Silvae Genetica* 16: 162 - 165.
- Wolski B. 1966. Analiza wzrostu kilku odmian topól i ich przydatność do zadrzewień w dolinie Popradu. Sylwan 11: 65 - 72.
- Wright J. W. 1962. *Genetics of Forest Tree Improvement* FAO Roma.
- Vasilienko I. D. 1970. Dimorfizm sieman i vtoričnoie sootnošenie pola u topolei. *Lesnovodstvo i Agromelioracija*: 80 - 85.
- Vincent G. 1956. Šlechtění lesných dřevin. *Sborník Československé Akademie Zemědělských Věd*. 29: 453 - 468.
- Vincent G., Polnar M. 1968. Genetické predpoklady heterozního rustu topolových kříženců. *Lesnický Časopis*. 14: 701 - 718.
- Vincent G., Polnar M. 1970. Heterosiseffekt bei Pappelhybriden *Silvae Genetica* 19: 69 - 73.
- Vincent G., Polnar M. 1971. Wechselwirkung zwischen nicht allelen Genen bei Pappelhybriden. *Silvae Genetica* 20: 214 - 218.



- Vojtuš M. 1953. Pestkowanie osikowych, topolowych a vrbových sazenic. Rychle rostoucí dřeviny i jejich pěstování. SZN Praha: 49 - 93.
- Zabielski S. 1969. Prace nad topolą w stacji Sautiens we Francji. Sylwan 7: 71 - 74.
- Zabielski S. 1973. Uprawa topoli w Polsce. Topole XIII. PWN. Warszawa—Poznań.
- Žuřa L. 1969. The heritability of the stem form of black poplar (*Populus nigra*). Sec. World. Cons. on For. Tree Breeding 1: 333 - 349.

Zakład Dendrologii i Arboretum Kórnickie PAN  
63 - 120 Kórnik

STEFAN BIAŁOBOK

## GENETICS AND BREEDING

### Summary

In the first chapter the author presents an outline of poplar breeding, starting from the introduction into cultivation of the spontaneous euro-american hybrids, to the more recent achievements in breeding throughout the world. Then he goes on to discuss the question of the natural geographic variability of genotypes, the number of chromosomes and the occurrence of polyploids. He considers also the problem of sexuality and photoperiodism in the genus *Populus* and their importance in breeding work. Modern methods of selection are discussed in detail as well as the technique of pollination and principles of hybridization within and between various sections. The last chapter is devoted to the question of heterosis.