

LEON MEJNARTOWICZ

GENETYKA

Istotną rolę w gospodarce leśnej krajów europejskich odgrywają dwa gatunki brzoź: *Betula pendula* Roth, brzoza brodawkowata i *Betula pubescens* Ehrh., brzoza omszona. Badaniom genetycznym brzoź poświęcono wiele miejsca w literaturze światowej, szczególnie zaś zagadnieniom zmienności i mieszańcowości drzew w populacjach. Szczególną rolę w pracach selekcyjnych nad brzozami, ze względu na ich dużą zmienność wewnątrzpopulacyjną, powinno odgrywać poznanie charakteru i zakresu polimorfizmu genetycznego oraz określenie możliwości krzyżowania się wewnątrz- i międzygatunkowego drzew należących do rodzaju *Betula*. Zagadnienia powyższe zostaną omówione ze szczególnym zwróceniem uwagi na te cechy drzew, które mają istotne znaczenie dla praktyki leśnej.

ZMIENNOŚĆ STRUKTURY GENOMU

Pod pojęciem genomu rozumiemy charakterystyczny zespół chromosomów dla danego gatunku. Zmiany w strukturze i liczbie chromosomów są stałym źródłem zmienności dziedzicznej. Innym źródłem takiej zmienności są mutacje, które zostaną omówione w oddzielnym podrozdziale. W rodzaju *Betula* częstym zjawiskiem jest występowanie zwielokrotnienia kompletnych genomów dające w efekcie różne typy poliploidów, które zostały niżej opisane, a które powstały albo na drodze zwielokrotnienia własnego genomu gatunku lub jako efekt krzyżówek międzygatunkowych.

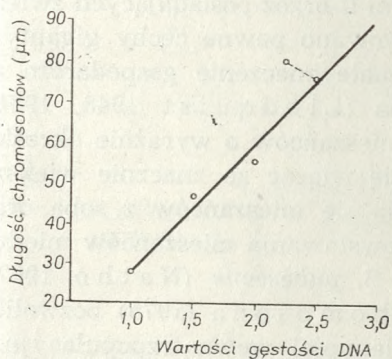
STOPNIE PLOIDALNOŚCI W RODZAJU *BETULA*

Haploidy są to organizmy mające pojedyncze genomy w komórkach ciała. Wśród roślin wyższych rosnących w naturze spotykane są one bardzo rzadko. U drzew prawdopodobnie jedynym haploidem jest *Thuja plicata gracilis* (Pohlheim 1968). Na drodze eksperymentalnej udało się uzyskać haploidalne siewki u topoli i świerka (Kopecki 1960, Stettler 1971, Huhtinen 1972). Dotychczas nie są jednak znane autorowi prace, z których by wynikało, że udało się wyhodować haploidalne osobniki brzoź, chociaż dokonywane są liczne eksperymenty nad tkankową hodowlą drzew z rodzaju *Betula* (Yahyaoglu 1975).

Diploidy są organizmami, u których w komórkach ciała znajdujemy po dwa genomy chromosomów. Morgenthaler (1915) opierając się na pomiarach 13 cech morfologicznych u pięćdziesięciu osobników brzoź zaliczanych do linneuszowskiego gatunku *Betula alba* potwierdził, że składa się on z dwu odrębnych gatunków oraz wykazał istnienie mieszańców między nimi. Opracowanie cytologiczne obydwu wyodrębnionych gatunków wykonali w 1925 roku Helms i Jørgensen, wykonując analizę populacji, w której występowały obok siebie *B. pendula* i *B. pubescens*. Stwierdzono w wyniku tych badań, że haploidalna liczba chromosomów dla *B. pendula* wynosi 14, a u *B. pubescens* 28. Stąd diploidalne tkanki u *B. pendula* mają po 28 chromosomów, a u *B. pubescens* 56. Podane przez Helmsa i Jørgensena liczby chromosomów zostały później wielokrotnie potwierdzone w pracach Woodworth'a (1929), Wettsteina i Propacha (1939), Johnssona (1940), Natho (1959), Skalińskiej i inn. (1959). Obok *B. pendula* do diploidów zalicza się spośród brzoź europejskich także brzozę czarną (*B. obscura* Besser), brzozę ojcowską (*B. oycoviensis* Besser) oraz brzozę karłowatą (*B. nana* L.) i brzozę niską (*B. humilis* Schrk.).

Poliploidy nie stanowią istotnie dużej grupy wśród drzew strefy umiarkowanej, jednak w niektórych rodzajach procent ich bywa bardzo duży. Tak na przykład poliploidy stanowią aż 50% rodzaju *Salix* i 42% rodzaju *Betula*, chociaż w innych rodzajach *Betulaceae*

prawie nie występują (Stebbins 1958). Tak znaczny procent gatunków o zwiększonej liczbie chromosomów u wymienionych rodzajów wiąże się prawdopodobnie ze stosunkowo nagłym powstaniem nowych nisz ekologicznych w postglacjale, kiedy nowo powstające poliploidy mogły osiągnąć przewagę selekcyjną nad już ustalonymi diploidami (Stebbins 1971). W rodzaju *Betula* poliploidy występują w całej serii od $2n=28$ chromosomów do oktoploidów o $2n=112$ chromosomów. Obserwujemy wśród poliploidów brzoź zwiększenie się objętości jąder komórkowych wraz ze wzrostem poziomu ploidalności. Nie towarzyszy jednak temu proporcjonalne zwiększanie się ilości DNA w chromosomie, które jak to widać na ryc. 1 przy $2n=6x=83$ chromosomach jest niższe o 4,5% (Grant 1976). Przyczyna tego zjawiska nie jest znana, sądzi się tylko, że może ono mieć swoje źródło w zmianach strukturalnych chromosomów lub też w występowaniu chromosomów o różnych długościach komplementarnych (Grant i Thompson 1975).



Ryc. 1. Zależność między długością chromosomów a zawartością DNA w jądrach komórek z rodzaju *Betula* przy pięciu poziomach ich ploidalności: $2n=28$ (28, 1.0), $2n=42$ (46, 1.9), $2n=56$ (55, 2.0), $2n=70$ (75.4, 2.5), $2n=84$ (79.3, 2.2). Według Granta (1976)

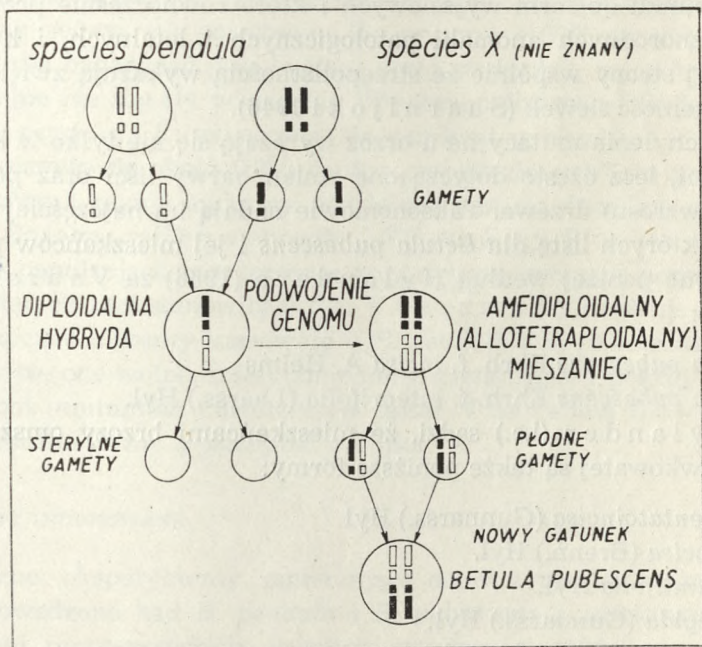
Wśród opisywanych mieszańców *B. pubescens* × *pendula* bardzo rzadko stwierdzano występowanie osobników o cechach pośrednich. Analiza cytologiczna mieszańców wykazuje, że przeważnie mają one niezbalansowany garnitur chromosomów o wartościach $n=21-25$, $n=23-24$, $n=23-27$ oraz $n=26-27$ (Helms i Jørgensen 1925). Ponieważ dane te odnoszą się tylko do

jednej populacji występującej na torfowisku w Danii, można przypuszczać, że także i inne kombinacje chromosomów u mieszańców *B. pendula* × *pubescens* mogą występować.

Szczególnie rzadko spotykane są osobniki triploidalne. Drzewa posiadające triploidalny garnitur chromosomów mogą być albo autotriploidami *B. pendula* ($3 \times 14 = 42$ chromosomy) lub też allotriploidami *B. pendula* × *pubescens*, o genomie $7 + 14$ chromosomów. Dotychczas opisano w literaturze botanicznej jedynie kilka osobników allotriploidalnych brzoź (Helms i Jørgensen 1925, Johnson 1940, 1944, Klæhn 1950). Nieco częstsze są autotriploidy *B. pendula*. Opisy takich drzew podał Dietrich (1963), Johnson (1944, 1946, 1949), Lindquist (1947) i Sarvas (1958). Łącznie jednak nie jest to zbyt liczna grupa osobników, gdyż wynosi zaledwie około 15 opisanych drzew. Interesujące jest również, że przeanalizowane triploidy brzoź nie wyróżniały się cechami gigantyzmu — jak to obserwowano na przykład u triploidalnych osik (*Populus tremula*). Były też one zwykle wysoce sterylne. Wprawdzie czasami u brzoź posiadających zwiększoną liczbę chromosomów obserwowano pewne cechy gigantyzmu, to jednak drzewa te mają małe znaczenie gospodarcze ze względu na niską jakość drewna (Lindquist 1948, 1951). Prawdopodobnie tak mała liczba mieszańców o wyraźnie określonych pośrednich cechach, może się wiązać ze znacznie większą łatwością wzajemnego krzyżowania się mieszańców z sobą oraz krzyżowania się wstecznego, niż powstawania mieszańców między czystymi gatunkami *B. pendula* i *B. pubescens* (Natho 1967). Najnowsze prace Granta i Thompsona (1975) pozwoliły dostrzec jeszcze jedno źródło zmienności wewnątrzpopulacyjnej wzbogacające pulę genową rodzaju *Betula*. Autorzy ci badając brzozy kanadyjskie stwierdzili, że wśród potomstwa poliploidalnej brzozy mającej $2n = 70$ chromosomów pojawiają się niekiedy osobniki o liczbie 56 somatycznych chromosomów, w innym zaś przypadku występowały obok normalnych osobników (70 chromosomów) inne, posiadające 56 i 84 chromosomy, będące wspólnym potomstwem jednego drzewa. Zauważyli oni także spontaniczne pojawienie się triploidów pomiędzy diploidalnym potomstwem *B. cor-*

difolia. Triploidy takie mogą krzyżować się introgesywnie z gatunkami rodzicielskimi, dając w efekcie nowe kombinacje genów.

Z przedstawionych wcześniej liczb chromosomów wynika, że *B. pubescens* jest tetraploidem. Przez długi czas panował pogląd, że jest to autotetraploid powstały na drodze podwojenia garnituru chromosomów z *B. pendula*. Inny punkt widzenia tego zagadnienia przedstawił w 1949 roku Johnson w pracy nad mieszańcami brzozy. Wysunął on hipotezę, że „prawdopodobnie *B. pubescens* nie jest autotetraploidem, lecz allopleidem powstałym z typu brzozy brodawkowatej i innego gatunku diploidalnego”. Również K la e h n (1950) podtrzymuje powyższy pogląd o allotetraploidalności *B. pubescens*, przedstawiając domniemany schemat powstania tego gatunku jak na ryc. 2.



Ryc. 2. Domniemany sposób powstania gatunku *Betula pubescens* Ehrh. Według K la e h n a (1950)

MUTANTY BRZÓZ

MUTANTY SPONTANICZNE

Liczne gatunki drzew mają formy, które powstały w naturze na drodze mutacji jednego lub kilku genów. Obszerne badania genetyczne nad spontanicznymi mutantami u brzóz o liściach postrzępionych wykonał Saarnijoki (1946, 1955, 1956, 1961). Badając rody brzóz strzępolistnych oraz analizując ich mieszańce powstałe ze skrzyżowania brzóz o różnym stopniu pocięcia liści autor ten doszedł do wniosku, że zmiany jakie zaszły w genie typu dzikiego mają charakter alleli recesywnych. Jest zatem prawdopodobne, że gdy mówimy o formach strzępolistnych olsz i brzóz, chodzi wtedy o tak zwane „czynniki mutacyjne”, które są recesywne w stosunku do form wyjściowych i które równocześnie prowadzą do różnorodnych anomalii patologicznych i letalnych, i które z drugiej strony wspólnie ze strzępolistością wykazują zwiększoną śmiertelność siewek (Saarnijoki 1946).

Odchylenia mutacyjne u brzóz wyrażają się nie tylko w kształcie liści, lecz często dotyczą one zmian barwy liści oraz pokroju i siły wzrostu drzewa. Taksonomowie nadają im najczęściej rangę form, których listę dla *Betula pubescens* i jej mieszkańców przedstawiono poniżej według Hyländera (1966) za Vaaramem (1968):

Betula pubescens Ehrh. f. *incisa* A. Helms

Betula pubescens Ehrh. f. *integrifolia* (Laarss.) Hyl.

Hyländer (l.c.) sądzi, że mieszkańcami brzozy omszonej i brodawkowatej są także poniższe formy:

nm. *dentatoincisa* (Gunnarss.) Hyl.

nm. *incisa* (Brenn.) Hyl.

nm. *lamiifolia* Hyl.

nm. *rigida* (Gunnarss.) Hyl.

nm. *urticifolia* (Loud.) Hyl.

nm. *hjelmqvistiana* Hyl.

nm. *mirabilis* Hyl.

Podobne zmiany mutacyjne obserwuje się także u *B. pendula*, których listę w postaci form przedstawiono poniżej według R e h d e r a (1967):

Betula pendula Roth f. *purpurea* (André) Schneid.

f. *dalecarlica* (L.) Schneid.

f. *tristis* (Beiss.) Schneid.

f. *youngii* (Th. Moore) Schneid.

f. *fastigiata* (Clemenceau) K. Koch

f. *viscosa* (Bean) Rehd.

f. *gracilis* Rehd.

Być może, opisane dalej różne formy brzozy o ozdobnym rysunku drewna są także pochodzenia mutacyjnego, dotychczas jednak, z wyjątkiem brzozy karelskiej, nie było ważniejszych prac taksonomicznych dotyczących tych brzozy. Nie jest przeto możliwe ani nadanie im określonej rangi systematycznej, ani też bliższe wyjaśnienie genezy ich powstania. V a a r a m a (1970) przedstawiając wyniki badań nad populacjami brzozy stwierdził, że odchylenia mutacyjne nie sięgały więcej niż 1% przeanalizowanej liczby siewek *B. pendula* i *B. pubescens*. Na przykład w siewkach *B. pendula* pojawiło się około 0,2% typów „rozgałęzionych”, to jest roślin, których region apikalny podzielony jest na dwie lub więcej części. Podobne rośliny stanowiły 0,5% populacji *B. pubescens*, w obu zaś populacjach spontaniczne mutanty nie tworzące normalnie rozwiniętych liści stanowiły 0,2%. V a a r a m a (l.c.) opisuje także spontaniczne mutanty karłowate u *B. pendula* i *B. pubescens*. Rozwijały się one wolno, miały zmieniony kształt liści i pokrój drzewa. Obok mutantów karłowatych opisał V a a r a m a (l.c.) także spontaniczne formy o pstrej barwie liści.

MUTANTY INDUKOWANE

Liczne eksperymenty zmierzające do otrzymania mutantów przeprowadzono nad *B. pendula* i *B. pubescens* z zastosowaniem promieni rentgenowskich, promieni gamma, a także mutagennych środków chemicznych, głównie alkilujących oraz analogów zasad purynowych. Pierwszą pracą w tym zakresie były badania

Nikitina (1934a, 1934b) nad wpływem promieni jonizujących na nasiona i pyłek roślin drzewiastych. Schröck w 1948 roku otrzymał 7000 osobników X_1 , wśród których było 7 mutantów chlorofilowych i 2 mutanty o zmienionym typie ugałęzienia, tj. bez odgałęzień II i wyższych rzędów. Wyniki badań Schröcka opracował Scholz (1957), a otrzymane rezultaty są bardzo podobne do otrzymanych później przez V a a r a m a (1968, 1969) i dadzą się streścić następująco: pod wpływem promieni jonizujących oraz chemicznych środków mutagennych powstają liczne odchylenia od form typowych, a niektóre z nich przypominają spotykane mutanty w naturze. Najliczniejszą grupę stanowią mutanty o zmienionych wymiarach i kształcie liści. Niektóre z nich mają głęboko wcinane liście, często niesymetryczne i ze zmienioną barwą wyrażającą się plamistością lub złotym obrzeżem. U mutantów liście często są grubsze i twardsze niż u form typowych. Częste są mutanty o zahamowanym wzroście, tworzące formy krzewiaste z bardzo grubymi gałązkami o chropowatej korze.

Niektóre mutanty mają interesujące zmiany w strukturze drewna upodobniające je do brzoź „płomiennych”, „lodowych”, czebotowych i innych, posiadających ozdobny rysunek drewna. Praktyczne znaczenie takich mutantów, podobnie jak indukowanych poliploidów, jest niewielkie i nie można liczyć na uzyskanie znacznego postępu w hodowli drzew leśnych przy stosowaniu metod indukujących zmiany w genomach. Istnieją jednak możliwości hodowli mutantów dla potrzeb nasadzeń parkowych oraz dla hodowli form wyjściowych dla krzyżówek z typowymi gatunkami w celu zwiększenia puli genetycznej krzyżowanego gatunku.

POLIMORFIZM GENETYCZNY I ZMIENNOŚĆ CECH W POPULACJACH

W wielu populacjach organizmów żywych, w tym także i drzew leśnych obserwujemy stałe i jednoczesne występowanie form o odrębnych genotypach, pomiędzy którymi nie ma form przejściowych. Zjawisko takie określone zostało przez F o r d a (1964) mianem polimorfizmu genetycznego i jest ono często opisywane w po-

pulacjach brzoź. Stern i Roche (1974) łączą polimorfizm genetyczny ze strategią adaptacyjną gatunku oraz z jego systemem genetycznym uważając, że powstawanie licznych form wewnątrz gatunku wiąże się z jego zdolnością do wykorzystania różnorodnych nisz ekologicznych poprzez konkurencyjność lub uzupełnianie się tych form w zmieniających się warunkach środowiska.

Obfitość form składająca się na polimorfizm genetyczny brzoź zmusza do zastosowania odrębnych metod selekcyjnych przy wyborze drzew i drzewostanów dla celów hodowlanych. Dlatego niektóre formy brzoź o istotnym znaczeniu dla praktyki leśnej zostały omówione poniżej.

FENOLOGICZNE FORMY BRZOŹ

Formy te są klasycznym przykładem polimorfizmu genetycznego u wielu gatunków drzew leśnych. U brzoź obserwuje się stałe występowanie w populacjach drzew wcześniej zakwitających oraz drzew wcześniej rozwijających liście niż większość osobników populacji. Johnson (1967) stwierdził, że wczesnokwitnące brzozy omszone mają w ciągu pierwszych 20 lat życia znacznie szybszy przyrost wysokości niż drzewa normalnie kwitnące. Wyrównanie wysokości między drzewami obu form następuje około 25 roku życia. Podobny przebieg ma wzrost drzew u identycznych form brzozy brodawkowatej obserwowany przez Sterna, który uważa, że fenotypy wczesnokwitnące zostały utrwalone w populacji na drodze konkurencji genotypów (Stern i Roche 1974).

Niezależnie od typu wiosny i jesieni w populacjach brzoź spotyka się osobniki znacznie różniące się okresem rozpoczęcia wegetacji. Petrov (1964) i Dančenko (1974) opisali brzozy wczesnie i późno rozpoczynające wegetację w lasach północnego Kazachstanu. Znane są one jednak w całym zasięgu występowania brzoź. W Polsce między formami późno i wczesnie rozpoczynającymi wegetację zachodzi różnica w czasie około 10 dni. Mahnev (1965) badał wydajność produkcyjną tych form fenologicznych u obydwu gatunków drzewiastych brzoź europejskich. Autor ten

stwierdził, że wydajniejsze są brzozy brodawkowate wcześniej rozpoczynające wegetację, natomiast u brzozy omszonej nie ma istotnych różnic między obiema formami.

ZMIENNOŚĆ CECH KOROWINY I DREWNA

Brzozy, w szczególności brzoza brodawkowata, mają bardzo zmienną fakturę korowiny i rysunku drewna. Lindquist (1948) oraz Jabłokov (1962) zwrócili uwagę, że między cechami korowiny i drewna często zachodzi dość znaczna zależność pozwalająca na wykorzystanie tego zjawiska dla potrzeb selekcji drzew. Nie ma wprawdzie danych o genetycznych uwarunkowaniach dziedziczenia się typu kory u brzoź europejskich, można jednak przypuszczać, że zależności te nie będą znacznie różniły się od tych, jakie opisał Dancik i Barnes (1971) u brzozy żółtej. Autorzy ci brali pod uwagę jedynie drzewa o gładkiej korze, lecz o różnym stopniu złuszczenia się korowiny, pomijając drzewa z grubą korowiną. Stwierdzono, że drzewa o gładkiej korze występowały we wszystkich klasach wieku niezależnie od średnicy pnia, ani od siedliska, na jakim drzewo rosło. Autorzy sądzą zatem, że typ łuszczenia się kory u brzozy żółtej uwarunkowany jest właściwościami dziedzicznymi, modyfikowanymi jedynie warunkami mikrosiedliskowymi.

W populacjach brzoź skandynawskich Lindquist (1948, 1951) wyodrębnił trzy formy drzew różniące się teksturą kory i posiadające różne właściwości mechaniczne drewna. Formy te znalezione zostały także w brzozowych drzewostanach innych krajów, głównie zaś w ZSRR, NRD, Czechosłowacji oraz w Polsce. Najpospolitsze są dwie pierwsze formy:

1. Forma brzoź o korze gładkiej na całej długości pnia. Drewno tej formy brzoź jest miękkie z połyskiem. Zaliczane tu drzewa cechuje szybki przyrost wysokości, mało zbieżyste strzały z dobrze wykształconą, regularną koroną. Forma ta jest jedną z najczęściej spotykanych wśród brzoź szwedzkich.

2. Forma brzoź o korze szarej, gładkiej. Brzozy o takiej korze spotyka się zarówno wśród *B. pendula*, jak i *B. pubescens*. Mają

one dobre właściwości techniczne i stanowią cenny materiał łuszczarski.

3. Forma brzóz o korze w dolnej części pnia grubej, głęboko spękanej. Są to zwykle drzewa *B. pendula* rosnące w południowej części Skandynawii. Charakteryzują się dużą zmiennością kształtu pnia, korony i ugałęzienia, zasadniczo jednak nie spotyka się tu drzew o cienkich, wiotkich gałęziach. Drewno tej formy jest twarde z połyskiem i stanowi cenny materiał meblarski.

Opisana powyżej forma brzóz o grubej porze została podzielona na kilka odrębnych form występujących w olbrzymich populacjach brzóz Związku Radzieckiego. Jabłokov (1962) i Grozdova (1957) potwierdzili występowanie w ZSRR zarówno w części europejskiej, jak i azjatyckiej, form o korze gładkiej na całym pniu oraz form o korze szarej. Łącznie autorzy ci wymieniają następujące formy:

a. Forma brzóz o korze spękanej na cząstki w kształcie rombów. Posiada ona szybki wzrost, dobry kształt pni i twarde, trudno łupliwe drewno o ciężarze objętościowym równym 0,68.

b. Forma o korze spękanej długimi, podłużnymi szczelinami. Pnie ma zwykle dobrze wykształcone, drewno dobrej jakości i dobrej łupliwości, o ciężarze objętościowym 0,67.

c. Forma o korze szarej. Należą tu drzewa wolno rosnące, mające drewno o dobrych właściwościach technicznych i dużym ciężarze objętościowym, wynoszącym 0,76.

d. Forma drzew z grubą spękaną korą, sięgającą ponad 2 m od ziemi. Biała kora występuje dopiero u nasady korony, pnie są zwykle zbieżyste, krzywe i wolno rosnące, Jabłokov (1962) przypuszcza, że wśród tej formy powinno się poszukiwać drzew o wyjątkowo cennym drewnie z tak zwanym „płomiennym” rysunkiem drewna.

e. Forma o korze gładkiej na całej długości pnia. Drewno tej formy jest dobrze łupliwe, pnie zwykle mało zbieżyste, proste o niezbyt mocno rozwiniętych gałęziach, tworzących regularną koronę.

Prócz wyżej opisanych są jeszcze inne, rzadko występujące formy, które tylko wymienimy:

f. Forma o korze ciemnej, spękanej aż do nasady korony. Białej kory prawie zupełnie brak.

g. Forma o korze łuszczącej się płatami jak u *Betula papyrifera* Marsh.

h. Forma o korze brązowej, zwijającej się jak u *Betula ermannii* Cham.

W Polsce ceniona jest tak zwana „brzoza lotnicza”. Forma ta ma korę o barwie szarej do szaroróżowej. Wyrabiano z niej wysokogatunkowe sklejki dla przemysłu lotniczego. Drewno brzóz tej formy jest miękkie, równosłoste, o jednolicie jasnej barwie. Brzoza lotnicza najczęściej występuje w lasach mieszanych ze świerkiem, na żyznych siedliskach (Karney i Pawłowicz 1952).

W porównaniu z dużą liczbą form brzozy brodawkowatej stosunkowo mało jest form brzozy omszonej. Wymieniane są najczęściej cztery:

1. Forma o korze kredowobiałej, słabo spękanej.
2. Forma o korze ciemnej, szorstkiej, słabo spękanej.
3. Forma o korze mocno spękanej.
4. Forma o korze słabo spękanej, koloru brązowego.

Wszystkie wymienione formy, z wyjątkiem czwartej, która ma jedynie znaczenie jako drzewo dekoracyjne na Syberii, różnią się między sobą w istotny sposób wydajnością masy drzewnej produkowanej na jednostkę powierzchni, a także przydatnością do zalesień gleb o różnym stopniu zasolenia (Ozolin 1976).

Bardzo zmienną cechą brzóz jest rysunek drewna. Ponieważ właściwość ta decyduje w znacznej mierze o wartości drewna badaniom tej cechy poświęcono stosunkowo wiele miejsca w literaturze genetycznej rodzaju *Betula*. Za Lindquistem (1947, 1948) oraz innymi autorami niżej wymienionymi opisano najważniejsze formy brzóz na podstawie tekstury drewna.

Brzoza płomienna (brzoza płomienista)

Nazwa polska tej formy brzozy odpowiada jej nazwom w innych krajach: flambjörk, flamy birch, Flammbirke, plamennaja bereza, plamenná břiza. Formę tę opisał Lindquist (1948) w

południowej i środkowej Szwecji. Występuje w drzewostanie pojedynczo lub małymi grupami po kilka osobników. W Czechosłowacji V a c l a v (1967) podaje, że wśród 383 drzew brzoź w leśnictwie Kostelce nad Černými Lesy było około 60 egzemplarzy brzozy płomiennej i 83 egzemplarze brzozy czeczotowatej. Świadczy to o tym, że niekiedy forma ta może występować dość licznie. Brzozę płomienną opisano także w górskich lasach Szkocji (G a r d i n e r 1965). Brzoza ta wyróżnia się sfalowaniem włókien w środkowej i dolnej części pnia, który ma grubą splekaną bardzo głęboko korę i często rozgałęzia się na kilka grubych konarów tuż nad ziemią. Na pniu mogą występować małe guzy. Według L i n d q u i s t a (1948) forma ta zwykle posiada pnie o niskiej jakości technicznej ze względu na liczne krzywizny. Natomiast V a c l a v (1967) opisując drzewa tej formy w Czechosłowacji podaje, że „Forma ta tworzy pnie i korony w pełni nie gorsze od normalnych brzoź, o pniu prostym przeważnie dobrze wykształconym. Osiąga znaczne rozmiary i tym zazwyczaj różni się od brzozy karelskiej i brzozy czeczotowatej”. W Polsce autor obserwował brzozę płomienną rosnącą w okolicy Stargardu. Miała ona pień dobrze wykształcony (M e j n a r t o w i c z 1977 msk.). Prawdopodobnie brzozę płomienną, rosnącą na wyspie Wolin, opisał Ć w i k l i Ń s k i (1976). Występuje tu kilka egzemplarzy brzoź, mających pnie bardzo krótkie, rozgałęzione nad ziemią. Brzoza na tym stanowisku prawdopodobnie pochodzi z nasion, które przedostały się ze Szwecji.

Inną formą brzozy o ozdobnym rysunku drewna jest brzoza lodowa (ice birch). Według L i n d q u i s t a (1948) forma ta „jest w rzeczywistości niczym innym jak skrajnym typem brzozy płomiennej”. Włókna drzewne u drzew brzozy lodowej przebiegają faliście z licznymi węzłami i skrętami. Dlatego drewno na przekroju podłużnym ma wspaniały rysunek i przedstawia podobnie jak drewno brzozy płomiennej cenny surowiec meblarski, snycerski i sztukateryjny. O genetycznym podłożu przekazywania tej cechy nie wiadomo. Być może są to powtarzające się w populacjach formy mutacyjne.

Brzoza czeczotowata (brzoza oczkowa)

Nazwa pochodzi od dużych narośli na pniu lub w szyi korzeniowej. Zgrubienie zwane czeczotą stanowią bardzo liczne nierozwinięte pąki (oczka) obrośnięte drewnem (V a c l a v 1967). Przekrojona czeczota ma powierzch-



Ryc. 3. Brzoza czeczotowata (Fot. L. Mejnartowicz)

chnię drewna z licznymi „oczkami” i plamkami, stąd też bywa niekiedy zwana brzozą oczkową. Forma ta występuje zarówno u brzozy brodawkowatej, jak i omszonej (J a b l o k o v 1962, V a c l a v 1967). W niektórych drzewostanach brzozowych szczególnie często występuje brzoza czeczotowata z czeczotą przykorzeniową. S o k o l o v (1941) stwierdził występowanie aż 70 takich drzew na niewielkiej powierzchni 0,3 ha, gdzie rosły 102 brzozy.

Pochodzenie czeczot bywa wyjaśniane jako reakcja drzewa na skaleczenia pnia (V l a d i m i r o v 1960). Według J a b l o k o v a (1962) i V a c l a v a (1967) zdolność do tworzenia drewna o zawiłym

przebiegu włókien jest swoistą właściwością fizjologiczną brzozy karelskiej oraz wszystkich wymienionych wyżej technicznych form brzozy, pojawiającą się u drzew gdy rosną one w nie sprzyjających warunkach środowiskowych. Autorzy opierają swój sąd na spo-

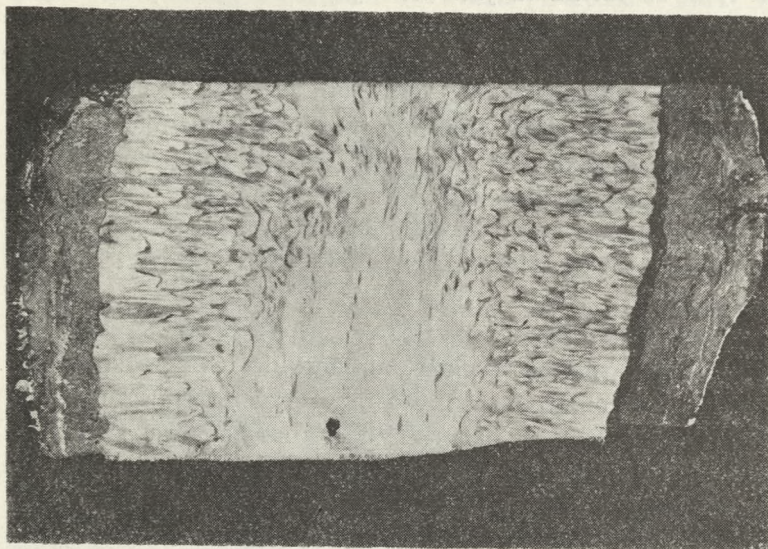
strzeżeniu, że wiele drzew opisanych form rosło na siedliskach zdegradowanych. Na powstawanie czeczot być może mają także wpływ czynniki mikroklimatyczne, wystawa oraz gleba. Tak duża liczba czynników wpływających na tworzenie się czeczot decyduje zapewne o tym, że forma ta jest niezwykle zmienna pod względem kształtów i rozmieszczenia czeczoty na pniu drzewnym. O ile czeczoty dużych rozmiarów występujące na pniu osiągają wagę zaledwie do 15 kg, to czeczoty przykorzeniowe mogą ważyć ponad 1000 kg (J a b l o k o v 1962). Pomimo tak dużych rozmiarów techniczne znaczenie czeczot jest znacznie mniejsze niż brzozy karelskiej; nadają się one jedynie na surowiec rzeźbiarski i snycerski.

Brzoza karelska (*Betula pendula* Roth. var. *carelica* (Merklin) Hejtmánek)

Brzoza karelska jest botaniczną odmianą lub formą brzozy brodawkowej, zaliczaną do grupy brzóz o wzorzystym drewnie. Występuje w znacznej ilości na naturalnych stanowiskach w południowej Szwecji, Finlandii oraz w ZSRR (w Karelii, Litwie, Łotwie, Estonii, Białorusi), wyspowo zaś w Czechosłowacji, Polsce, NRD i północnej Ukrainie. Odmiana ta występuje na terenach o znacznej amplitudzie wilgotności i żyzności gleb. Spotykana jest na siedliskach o glebach suchych, lecz również i na siedliskach o glebach ciężkich, gliniastych lub na wilgotnych piaskach (S o k o l o v 1958). W Polsce opisana została na dwóch stanowiskach na Podkarpaciu: jedno w pasmie Lubania na stoku góry Marszałek, drugie zaś na stoku góry Ostra, w pasmie Jaworzyny (D z i e w o l s k i 1960, J a k u s z e w s k i 1970, S c h o l z 1960). Rośnie tu w zdegradowanych laskach w zmieszaniu z brzozą brodawkową.

Brzoza karelska odróżnia się wieloma cechami od brzozy brodawkowej. Posiada pokrój niskiego drzewa lub krzewu. Na pniu, często także i na konarach, wykształca charakterystyczne zgrubienia wrzecionowate lub podłużne listwy. Drewno jej jest ciemniejsze niż brzozy brodawkowej, z pięknym rysunkiem na powierzchni przekroju. Rysunek ten utworzony jest z brunatnych kresek w kształcie litery V, często towarzyszą im smużki i plamki będące

obumarłymi komórkami łyka (Aleksiejewa 1962). Te cechy drewna brzozy karelskiej powodują, iż jest ono cenniejsze od jakiegokolwiek innego drewna produkowanego w europejskich lasach.



Ryc. 4. Rysunek drewna brzozy karelskiej (Fot. K. Jakusz)

Drzewa brzozy karelskiej w porównaniu z brzozą brodawkowatą w tym samym wieku są niższe, cieńsze, często z licznymi krzywiznami pnia. Kora ich jest gruba, korona nieregularna, o mniejszej liczbie odgałęzień pierwszego rzędu, lecz z dużą liczbą gałązek bocznych. Liście są dłuższe i szersze, osadzone na dłuższych ogonkach niż u brzozy brodawkowatej (Jakuszeński 1973).

Badania brzozy karelskiej w Finlandii, Szwecji i ZSRR wykazały, że odmiana ta jest niezwykle zmienna pod względem wielu cech morfologicznych. Wyróżniono wiele typów pokroju drzew, kształtów zgrubień pnia, grubości kory i rysunku drewna (Jakuszeński 1973, Johnsson 1951, Lindquist 1948, Ljubavskaja 1966, Saarnio 1976, Sokolov 1975, Vaclav 1961,



Ryc. 5. Wrzecionowato zgrubiałe pnie brzozy karelskiej (Fot. K. Jakusz)

1965). Pod względem przekroju wyodrębnia się wśród brzóz karelskich dwa typy ekstremalne: drzewa o pokroju krzewiastym i drzewa z dobrze wykształconą strzałą. Między tymi typami znajduje się cała gama form przejściowych.

Wystające na pniu zgrubienia i guzowatości pozwalają według Saarnio (1976) wyróżnić cztery typy brzóz karelskich:

- a) drzewa z podłużnymi pęgami na pniu,
- b) drzewa ze zgrubieniami pierścieniowymi pnia,
- c) drzewa z wrzecionowatymi zgrubieniami pni,
- d) brzozy o pniach pokrytych drobnymi wypukłościami.

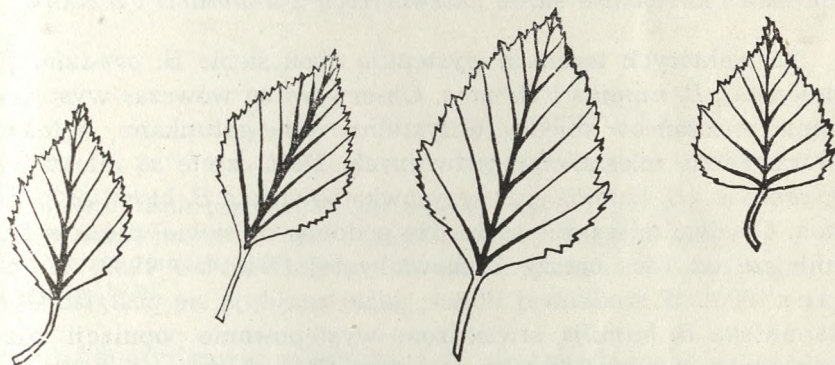
Najczęściej, bo prawie w 80%, obserwuje się wśród brzóz karelskich występowanie drzew o zgrubieniach wrzecionowatych, najrzadsze zaś są drzewa typu pierwszego i drugiego. Na piętnastoletniej plantacji brzozy karelskiej w Leśnictwie Doświadczalnym Zwierzyniec Instytutu Dendrologii PAN, obserwowano ze starzeniem się drzew pojawienie się coraz większej liczby drzew ze zgrubieniami wrzecionowatymi oraz drzew z drobnymi zgrubieniami nieregularnie rozszanymi na powierzchni pnia.

MIESZAŃCE BRZÓZ

MIESZANEC NATURALNE *BETULA PENDULA* × *BETULA PUBESCENS*

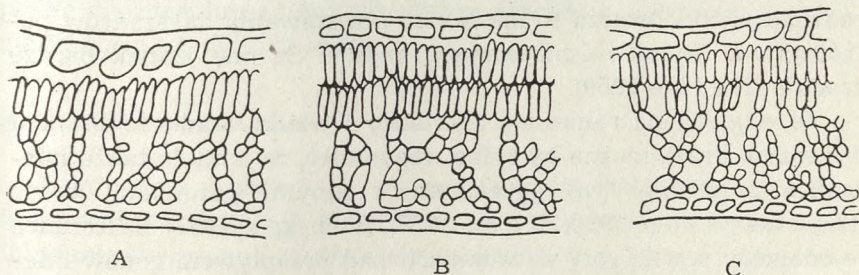
Badania zmienności genetycznej brzóz wiążą się ze szczególnymi trudnościami z powodu znacznego polimorfizmu genetycznego obserwowanego w populacjach brzóz oraz z powodu krzyżowania się gatunków o różnych poziomach ploidalności (Focke 1881, Regel 1865, Stern i Roche 1974). Bardzo wiele prac zostało opublikowanych na temat naturalnych mieszańców *B. pendula* × *B. pubescens*. Opinie wyrażone w tych publikacjach wskazują, że mieszańce między tymi dwoma gatunkami nie są zbyt rzadkie. Winkler (1904), Natho (1959, 1967) opisali mieszańce *B. pendula* × *pubescens* z obszaru środkowej Europy. Petrov (1964) opisał takie mieszańce z wyspowych stanowisk brzozy na południowej granicy zasięgu w Kazachstanie, a Machnev (1964) we

wschodniej części zasięgu brzoź na terenach Pripysminko Zaural'ja. Brown i Tuleń (1971) na podstawie statystycznej analizy cech brzoź w Szkocji, doszli również do wniosku, że w populacjach, gdzie występują obok siebie drzewa brzozy brodawkowatej i brzozy omszonej, gatunki te mogą dawać naturalne mieszańce.



Ryc. 6. Kształt liści mieszańców *Betula pendula* × *pubescens*. Według Natho (1959)

Jentys-Szaferowa (1938) na podstawie analizy pyłków w czasie kwitnienia drzew w populacjach mieszanych oraz na podstawie analizy morfologicznej liści podtrzymuje wcześniej wysuniętą tezę przez Helmsa i Jørgensena (1925), że mieszańce *Betula pendula* × *B. pubescens* nie osiągają większej częstości



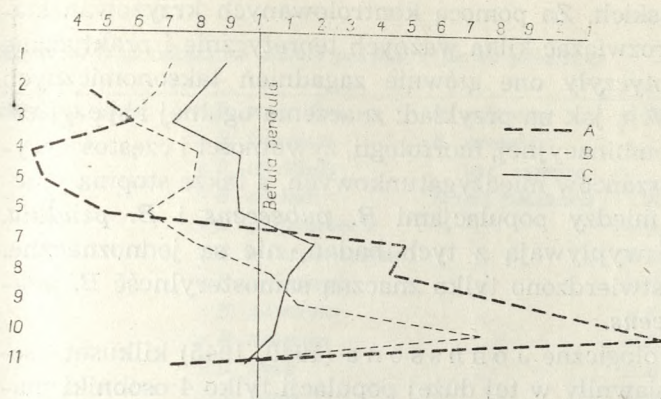
Ryc. 7. Przekrój poprzeczny przez liść: A — *Betula pendula*, B — *Betula pubescens*, C — *Betula pendula* × *pubescens*. Według Natho (1959)

niż 40% w pokoleniu F_1 . Opisywane hybrydy *B. pendula* \times *pubescens* mają kształt liści zbliżony albo do liści *B. pendula*, albo do liści *B. pubescens* (ryc. 6). Również niektóre cechy budowy anatomicznej liści mieszańców, przedstawione na ryc. 7, mają wyraźnie hybrydowy charakter.

MIESZANCE NATURALNE BRZÓZ DRZEWIASTYCH Z *B. HUMILIS* I *B. NANA*

Na niektórych terenach występują obok siebie *B. pendula*, *B. pubescens*, *B. humilis* i *B. nana*. Obserwowano wówczas występowanie mieszańców między wszystkimi tymi gatunkami, a także tworzenie się mieszańców podwójnych. Dość częste są mieszańce *B. pendula* \times *B. humilis* oraz krzyżówka odwrotna *B. humilis* \times *pendula*. Obydwa mieszańce są bardzo podobne do siebie. Liście mają mniejsze od liści brzozy brodawkowatej (Natho 1959, Winkler 1904). W środkowej Polsce, gdzie znajdują się postglacjalne stanowiska *B. humilis*, stwierdzono występowanie populacji mieszańcowych z udziałem tego gatunku i *B. pubescens*. Boińska (1974) wykazała istnienie takiej populacji w okolicy Wierzchlasu, na podstawie analiz biometrycznych liści i owoców. Graficzną linię kształtu dla cech mieszańców z tej populacji przedstawiono na ryc. 8, subpopulację oznaczono literą B, u której wyraźnie widoczny jest pośredni charakter pomiędzy gatunkami rodzicielskimi *B. humilis* i *B. pubescens*. Mieszańce *B. humilis* \times *pendula* oraz *B. humilis* \times *pubescens* są krzewami lub niskimi drzewami, u których czas kwitnienia wypada między tymi fenofazami u gatunków rodzicielskich. Stwarza to możliwość powstawania mieszańców potrójnych *B. humilis* \times *pubescens* \times *pendula*. Są one jednak bardzo rzadkie (Natho 1959).

Ze względu na reliktowy charakter i wielką rzadkość *B. nana* w naszym kraju można by tylko wspomnieć, że istnieją także mieszańce pomiędzy tym gatunkiem a innymi gatunkami brzóz (Gunnarsson 1925, Hegi 1957, Rehder 1967). Mieszańce te odegrały pewną rolę w badaniach nad przepływem genów między populacjami różnych gatunków brzóz. Dzięki temu, że *B. nana* ma tylko 28 chromosomów i jest niskim krzewem, łatwo było wy-



Ryc. 8. Porównanie populacji *Betula pendula* (linia prosta) ze średnimi arytmetycznymi 11 cech z populacji: A — *Betula humilis*, B — *Betula humilis* × *pubescens*, C — *Betula pubescens*. Według Boińskiej (1974)

kryć i zidentyfikować mieszańce z *B. pubescens*, która jest wysokim drzewem i ma 56 chromosomów. U mieszańców tych stwierdzono odrębne właściwości biochemiczne (Kenworthy i inni 1972). Porównując zmienność liści, kotków i owoców w populacjach *B. pubescens* i *B. nana* w obszarze ich wspólnego występowania na Islandii oraz w Szkocji Hagman (1967) i Elkington (1968) stwierdzili, że między tymi gatunkami zachodzi krzyżowanie się o charakterze introgressywnym, przy tym Hagman (l.c.) przypuszcza, że przepływ genów odbywa się raczej wprost od diploidu do tetraploidu lub przez formy pośrednie, niż przez tworzenie się form aneuploidalnych.

MIESZAŃCE KONTROLOWANE

Kontrolowane zapylenia wykonywano zarówno wewnątrz gatunków *B. pendula* i *B. pubescens*, jak i między tymi dwoma gatunkami. Otrzymano także wiele mieszańców z różnymi gatunkami brzoź amerykańskich i azjatyckich, u których starano się zsyntetyzować cenne właściwości dla gospodarki leśnej istniejące u

drzew rodzicielskich. Za pomocą kontrolowanych krzyżowań starano się także rozwiązać kilka ważnych teoretycznie i praktycznie problemów. Dotyczyły one głównie zagadnień taksonomicznych oraz genetycznych, jak na przykład: znaczenia ogólnej i specyficznej zdolności kombinacyjnej, morfologii, żywotności i częstości występowania mieszańców międzygatunkowych, a także stopnia przepływu genów między populacjami *B. pubescens* i *B. pendula*. Wnioski, jakie wypływają z tych badań, nie są jednoznaczne. Bezsprzecznie stwierdzono tylko znaczną samosterylnosć *B. pendula* i *B. pubescens*.

Badania cytologiczne Johnsona (1940, 1945) kilkuset osobników brzoź ujawniły w tej dużej populacji tylko 4 osobniki mające odchylenia od charakterystycznej liczby chromosomów dla gatunku *B. pendula* i *B. pubescens*. Krzyżówki zwrotne wykonane przez tego autora dały tylko 10 drzew na 17 000 teoretycznie możliwych do otrzymania. W kilka lat później Klæhn i Rundquist (1952) wykonali podobne kontrolowane krzyżowania *B. pendula* × *B. pubescens*. Z 1234 normalnie wyglądających orzeszków wyrosła tylko jedna siewka, co stanowiło 0,008% sumy nasion powstałych z kontrolowanego zapylenia. Krzyżówka odwrotna dała nieco więcej płodnych nasion, bo otrzymano 0,02% siewek z ogólnej liczby nasion. Równocześnie wykonane krzyżówki kontrolne dały następujący wynik: *B. pendula* × *pendula* = 19,5% siewek, *B. pubescens* × *pubescens* = 22,3% siewek. Na tej podstawie Klæhn i Rundquist (l.c.), a także Johnson (1945) przypuszczali, że mieszańce międzygatunkowe *B. pendula* × *pubescens* są bardzo rzadkie, a przepływ genów między populacjami tych gatunków praktycznie nie istnieje. Te pozornie sprzeczne rezultaty z wcześniej opisanymi badaniami mieszańców w naturalnych populacjach brzoź zostały w znacznym stopniu wyjaśnione w późniejszych pracach Eifler (1964), Hagmana (1963, 1971) oraz Sterna (1960).

Obszerne badania Eifler (1964) wykazały, że pogląd o dość częstym występowaniu mieszańców międzygatunkowych ma uzasadnienie. Eifler (l.c.) krzyżowała przez kilka lat te same osobniki *B. pendula* i *B. pubescens* ze sobą oraz kontrolnie wykony-

Tabela 1

Kontrolowane mieszańce *Betula pendula* i *Betula pubescens*

<i>Betula pendula</i>	× <i>B. papyrifera</i>	<i>B. pubescens</i>	× <i>B. pendula</i>
„	× <i>B. japonica</i>	<i>B. pendula</i>	× „
„	× <i>B. cordifolia</i>	var. <i>carelica</i>	× „
„	× <i>B. ermanii</i>	<i>Betula pubescens</i>	× <i>B. albo-sinensis</i>
„	× <i>B. alleghaniensis</i>	„	× <i>B. cordifolia</i>
„	× <i>B. maximovicziana</i>	„	× <i>B. alleghaniensis</i>
„	× <i>B. oycoviensis</i>	„	× <i>B. ermanii</i>
„	× <i>B. pubescens</i>	„	× <i>B. japonica</i>
„	× <i>B. dahurica</i>	„	× <i>B. glandulosa</i>
„	× <i>B. lenta</i>	„	× <i>B. nigra</i>
„	× <i>B. nigra</i>	„	× <i>B. lenta</i>
„	× <i>B. glandulosa</i>	„	× <i>B. maximovicziana</i>
„	× <i>B. humilis</i>	„	× <i>B. pendula</i>
„	× <i>B. nana</i>	„	× <i>B. populifolia</i>
„	× <i>B. pumila</i>	„	× <i>B. pumila</i>
„	× <i>B. pendula</i>	<i>B. alleghaniensis</i>	× <i>B. pubescens</i>
	var. <i>carelica</i>	<i>B. glandulosa</i>	× „
<i>B. ermanii</i>	× <i>B. pendula</i>	<i>B. cordifolia</i>	× „
<i>B. humilis</i>	× „	<i>B. humilis</i>	× „
<i>B. japonica</i>	× „	<i>B. ermanii</i>	× „
<i>B. nigra</i>	× „	<i>B. maximovicziana</i>	× „
<i>B. oycoviensis</i>	× „	<i>B. nigra</i>	× „
<i>B. papyrifera</i>	× „	<i>B. papyrifera</i>	× „
<i>B. populifolia</i>	× „	<i>B. pendula</i>	× „
<i>B. pumila</i>	× „	<i>B. populifolia</i>	× „

Opracowano na podstawie publikacji: Clausen K. E. 1964, Clausen K. E., Garret P. W. 1969, Eifler I. 1964, Hagman M. 1963, 1964, Johnsson H. 1945, Jentys-Szaferowa J. 1967, Ljubavskaja A. J. 1962, 1966, Stern K. 1960, 1965, Vaclav E. 1969.

wała krzyżówki między różnymi drzewami tego samego gatunku. W krzyżówkach międzygatunkowych dobre efekty otrzymywała w przypadku, gdy matką była *B. pendula* (do 80% siewek mieszańcowych), a znacznie gorsze efekty przy krzyżówkach odwrotnych. W badaniach tych stwierdzono także bardzo dużą zmienność w zdolności krzyżowania się poszczególnych osobników ze sobą oraz — co jest bardzo istotne — opisano duże różnice między efektami

krzyżowania tych samych drzew w różnych latach. Badania anatomiczne słupków po zapyleniu wykazały, że pyłek *B. pubescens* kiełkuje dobrze i często wrasta głęboko w parenchymę znamion *B. pendula*, natomiast pyłek *B. pendula* kiełkuje bardzo słabo i wrasta płytko w parenchymę znamion *B. pubescens*. Według H a g m a n a (1963) zahamowanie wzrostu łagiewki może być przerywane wpływem niskiej temperatury. Pyłek będzie także znacznie lepiej kiełkował, gdy kwiaty żeńskie będą znajdowały się w późnej fazie rozwoju.

Podłożem niezgodności międzygatunkowej mogą być allele wielokrotne jednego locus. Sterylność zaś mieszańców międzygatunkowych może mieć swoje podłoże w aberracjach chromosomów (H a g m a n 1971).

Wyniki prac E i f l e r (1964), H a g m a n a (1963), S t e r n a (1960), V a c l a v a (1969) i innych autorów badań dotyczących krzyżowań brzoź pozwalają wyciągnąć wnioski uzasadniające częste różnice w wartościach odnoszących się do liczebności uzyskanych mieszańców. Wskazują one, że pomyślnie rezultaty krzyżowania brzoź zależą w znacznej mierze od takich czynników, jak zdolność osobnicza danego genotypu do krzyżowania się, warunki pogodowe w trakcie zapyleń i później w czasie wzrostu łagiewki pyłkowej, stopień rozwoju kwiatów żeńskich, termin zbioru pyłku, a także od czynników bliżej nieznanych, które powodują, że dane drzewo można w jednym roku efektywnie krzyżować, w innym zaś zapylone kwiaty nie zawiązują żywych nasion. Zestawienie rezultatów kontrolowanych krzyżówek europejskich brzoź *B. pendula* i *B. pubescens* z innymi gatunkami przedstawiono na podstawie dostępnej literatury w tabeli 1.

KONTROLOWANE KRZYŻÓWKI *BETULA OYCOVIENSIS* BESSER

Badania nad pochodzeniem *B. oycoviensis* wykazały, że brzoza ta mająca w genomie 28 chromosomów jest mieszańcem powstałym najprawdopodobniej ze skrzyżowania się w naturze jakiegoś nie istniejącego już gatunku brzozy z sekcji *Humiles* Koch z *B. pendula*. Do wniosku takiego doszła J e n t y s - S z a f e r o w a

(1967) na podstawie wyników biometrycznych analiz segregantów uzyskanych z kontrolowanych zapyleń *B. oycoviensis* × *B. oycoviensis*. Potomstwo z takich skrzyżowań segregowała na trzy grupy osobników: jedne o cechach *B. pendula*, drugie o cechach *B. oycoviensis*, trzecie o cechach brzozy nie znanej dotychczas w przyrodzie, a nazwanej przez Jentys-Szaferową *Betula oycoviensis* forma „nova”. Dalsze wsobne krzyżowanie wewnątrz wspomnianych trzech grup osobników wykazało, że tylko *B. pendula* i *B. oycoviensis* forma „nova” utrzymywały się w typie, podczas gdy *B. oycoviensis* nadal segregowała na wyżej wymienione trzy grupy osobników. Jentys-Szaferowa (1967) sugeruje, że *B. oycoviensis* forma „nova” jest obok *B. pendula* drugim gatunkiem rodzicielskim dla *B. oycoviensis*.

MIESZANIE A POLIPLOIDALNOŚĆ BRZÓZ

Zdawać by się mogło, że mieszańce pojawiać się będą częściej między gatunkami o tym samym poziomie ploidalności, a przynajmniej będą wykazywały wyższy stopień zgodności niż w krzyżówkach z gatunkami o wyższej lub niższej liczbie chromosomów (Stebbins 1958). U brzoź stwierdzono jednak, wykonując międzyseksyjne krzyżówki kontrolowane (tab. 2), że uzyskuje się większą liczbę żywych nasion przy krzyżówkach typu diploid × tetraploid, niż w krzyżówkach odwrotnych lub w krzyżówkach diploid × diploid.

Krzyżówki, w których matkami są osobniki z podsekcji *Costatae*, a ojcowie z podsekcji *Albae*, dają większy procent żywych nasion niż krzyżówki wewnątrz podsekcji *Costatae* lub *Albae* (Clause 1970). Podobnie krzyżowanie między gatunkami podsekcji *Nanae* daje mniejszą szansę powodzenia między podsekcjami *Costatae* × *Nanae* lub *Nanae* × *Albae*. Clause (l.c.) sugeruje, że ogólnym modelem zdolności krzyżowania się w krzyżówkach międzygatunkowych rodzaju *Betula* może być układ: niskoploidalna matka × wysokoploidalny ojciec (tab. 2). Grant (1976) sądzi, że różne poziomy ploidalności stanowią niewielką barierę dla płodnego krzyżowania się gatunków, natomiast należy

Tabela 2

Międzyseksyjne krzyżówki w rodzaju *Betula*

Matki gatunki i ploidalność		Liczba żeńskich kotek zapylonych i owocujących ¹											
		Ojcowie ²											
		<i>len</i> 2n	<i>nig</i> 2n	<i>erm</i> 4n	<i>all</i> 6n	<i>pen</i> 2n	<i>pop</i> 2n	<i>pub</i> 4n	<i>pap</i> 4-6n	<i>gla</i> 2n	<i>hum</i> 2n	<i>nan</i> 2n	<i>pum</i> 4n
<i>Costatae</i>	<i>lenta</i> 2n		7	1	1	5	1	4	4	1	1		1
		43	5-2-0	0-1-0	0-0-1	5-0-0	0-0-1	4-0-0	2-2-0	0-1-0	0-1-0		0-1-0
	<i>nigra</i> 2n	10-26-7		43	64	76	41	39	90	19	1	1	22
		22	29	12-4-27	32-27-5	32-11-33	13-21-7	2-13-24	28-56-6	8-4-7	0-4-11	0-0-1	3-9-10
	<i>ermani</i> 4n	5-11-6	9-13-7		3-3-0	8-6-6	4-4-2	3-1-9	4-11-1	3-6-0	0-0-5	0-1-0	3-0-10
	22	45	9		41	2	1	54	10			8	
<i>allegghaniensis</i> 6n	5-8-9	14-29-2	2-3-4		11-30-0	0-1-0	0-0-1	25-20-9	2-4-4				0-3-5
<i>Albae</i>	<i>pendula</i> 2n	31	66	16	31		35	68	71	12	9	4	8
		0-24-7	26-39-1	2-0-14	13-4-14		8-19-8	17-35-16	30-12-29	3-0-9	0-0-9	0-0-4	0-1-7
	<i>populifolia</i> 2n	8	5	8	2	9		11	3	1	1		4
		7-0-1	3-0-2	5-2-1	0-0-2	4-0-5		8-0-3	2-0-1	0-0-1	0-0-1		1-0-3
	<i>pubescens</i> 4n	9	10	1	7	8	14		17	4	2	1	8
	0-9-0	1-1-8	0-0-1	1-0-6	1-2-5	2-11-1		1-2-14	-0-3-1	0-1-1	0-1-0	0-0-8	
<i>papyrifera</i> 4-6n	15	36	3	38	20	9	6		4			7	
	2-4-9	9-1-26	2-0-1	13-0-25	4-1-15	3-4-2	1-1-4		2-2-0				5-0-2
<i>Nanae</i>	<i>glandulosa</i> 2n		52	5	16	33	47	21	26			1	16
		3	47-5-0	5-0-0	14-2-0	32-1-0	45-2-0	14-0-7	26-0-0			1-0-0	16-0-0
	<i>humilis</i> 2n	6	1	4	5	12	9	7	3				6
		0-3-0	2-4-0	0-1-0	3-0-1	4-0-1	4-8-0	4-0-5	2-0-5	1-2-0			4-0-2
	<i>nana</i> 2n	2	13	7		11	13	4	16	7			4
	2-0-0	10-2-1	6-1-0		6-5-0	7-3-3	3-0-1	4-12-0	5-1-1			3-1-0	
<i>pumila</i> 4n	10	31	4	17	11	14	26	22	6	1	1		
	0-10-0	17-14-0	0-3-1	8-9-0	8-1-2	11-0-3	14-4-8	17-1-4	3-3-0	0-0-1	0-1-0		

¹ Dla każdej matki wykazano: u góry liczbę zapylonych kotek; u dołu od lewej ku prawej stronie: liczbę kotek, które nie zawiązały nasion, liczbę niezwywych nasion, liczbę zawiązanych żywych nasion.

² Nazwy gatunkowe ojców są podane skrótami, w kolejności od nazwy gatunkowej matek (wg Clausena 1974).

oczekiwać częstego introgresywnego krzyżowania się powstających mieszańców z formami rodzicielskimi.

Zdolność do krzyżowania się współcześnie istniejących gatunków nie może też być brana jako miara stopnia ich pokrewieństwa. Stern i Roche (1974) opisują eksperyment, w którym użyto *B. pendula* i *B. pubescens* do krzyżowania z dwoma azjatyckimi gatunkami *B. japonica* Sieb. i *B. ermani*. Stwierdzili oni, że *B. pendula* i *B. japonica* bardzo trudno krzyżowały się z *B. pubescens* i *B. ermani*. Natomiast łatwo było można otrzymać mieszańce *B. pendula* × *japonica* oraz *B. pubescens* × *ermani*, jakkolwiek pokrewieństwo filogenetyczne między *B. pendula* i *B. pubescens* jest większe niż brzoź europejskich z wspomnianymi brzożami azjatyckimi.

PRÓBY HODOWLANE Z MIESZANCAMI BRZOŻ

Dla gospodarki leśnej istotne znaczenie mają jedynie mieszańce powstałe z zapyleń brzoź drzewiastych. Najwcześniejsze próby podjęto w tym kierunku w Szwecji, bo w latach 1942 - 1948. Johnson (1951) opisuje wykonanie w 1943 roku krzyżówki *B. pendula* i *B. pubescens* z amerykańską brzożą *B. papyrifera*, posiadającą $2n$ chromosomów o liczbie 70 i brzożę azjatycką *B. japonica*, która posiada $2n=28$ chromosomów. W młodocianej fazie wzrostu mieszańce różniły się bardzo pod względem wysokości, lecz istniała stała tendencja do zaniku różnic. Po siedmiu latach życia suma objętości drzew w przeliczeniu na jednostkę powierzchni różniła mieszańce w istotny jeszcze sposób i przedstawiała się następująco: *B. pendula* × *japonica* — 73,9 m³/ha, *B. pubescens* × *papyrifera* — 54,4 m³/ha, *B. pendula* × *papyrifera* — 48,5 m³/ha. Suma objętości drzew rodzicielskich przedstawiała się następująco: *B. papyrifera* — 59,3 m³, *B. pendula* — 35,7 m³. Jedynie mieszańce powstałe ze skrzyżowań brzoź europejskich i brzoży japońskiej miały nienaganny kształt. Mieszańce z udziałem *B. papyrifera* były krzywe i gałęziste. Pomiaru tych mieszańców wykonane po 24 latach (Johnson 1967) zmieniły nieco kolejność gatunków pod względem intensywności przyrostów drzew na wysokość. Najwyż-

sze okazały się drzewa czystego gatunku *B. pendula*, którym dorównywały mieszańce *B. pendula* × *japonica*, następnie były mieszańce *B. pubescens* × *papyrifera*, najniższe zaś *B. pendula* × *papyrifera*.

W czeskosłowackich doświadczeniach nad mieszańcami brzoź najlepsze rezultaty osiągnięto z *B. alleghaniensis* Brit., której krzyżówki z *B. pendula* miały wysokość 3,98 m w dziewiątym roku życia, a równowiekowe krzyżówki *B. pendula* × *papyrifera* — 3,53 m i *B. pendula* × *pubescens* — 3,84 m. Dobre rezultaty osiągnano w tym doświadczeniu zapylając drzewa mieszaniną pyłków z różnych osobników jednego gatunku, co świadczy o dużym znaczeniu osobniczej zdolności kombinacyjnej w rodzaju *Betula* (V a c l a v 1969).

W Stanach Zjednoczonych wykonano próby z mieszańcami *B. papyrifera* × *B. pubescens* i krzyżówki odwrotnie *B. pubescens* × *B. papyrifera*. Stwierdzono, że lepszymi drzewami matecznymi były osobniki *B. papyrifera*. Jednakże mieszańce w obu przypadkach były po 17 latach życia niższe od równowiekowego potomstwa czystych gatunków. Trudniej jest natomiast ocenić inną krzyżówkę w tym doświadczeniu z zapylenia brzozy azjatyckiej *B. maximowicziana* Regel. (posiadającą $2n=28$ chromosomów) pyłkiem brzozy omszonej, gdyż różnice w wysokości drzew w pokoleniu F_1 były bardzo duże. Krzyżówka odwrotna tych brzoź była bardziej wyrównana; dorównywała wysokością drzew gatunkom rodzicielskim (C l a u s e n i G a r r e t 1969).

Prócz opisanych wyżej kilku krzyżówek brzoź drzewiastych, wykonano także wiele innych, lecz rezultaty uzyskane są podobne i wskazują, że w zasadzie mieszańce międzygatunkowe mają niższą wartość niż czyste gatunki *B. pendula* i *B. pubescens*.

HODOWLA BRZOŹ Z OZDOBNYM RYSUNKIEM DREWNA

Z przedstawionych wcześniej cech różnych form brzoź o ozdobnym rysunku drewna wynikają zadania genetyki w zakresie hodowli tych form. Specyficzną właściwością brzozy jest jej duża zmienność osobnicza, utrudniająca wybieranie ekotypów do dal-



Ryc. 9. Osłona śródpolna z gęsto posadzonych brzoź gruczołkowatych (Fot. K. Jakusz)

szej hodowli. Jediną metodą pozostaje wybór drzew doborowych, których dalsze rozmnażanie dokonuje się za pomocą szczepienia i okulizacji. W tym celu w niektórych krajach inwentaryzuje się różne formy brzóz, a następnie rozmnaża się je przez zakładanie plantacji nasiennych (L j u b a v s k a j a 1970). Najważniejszym problemem jest opracowanie sposobów rozmnażania brzozy płomiennnej i brzozy karelskiej. Ponieważ brzoza płomienna w Polsce występuje niezmiernie rzadko opisano poniżej mnożenia brzozy karelskiej.

Pozyskane zrazy można szczepić na podkładach tej samej odmiany lub na brzozie brodawkowatej czy omszonej (L j u b a v s k a j a 1970). Największe przyrosty szczepów uzyskuje się w hodowli pod namiotami z folii polietylenowej, szczególnie gdy rosną one na glebie torfowej (torf niski) z dodatkiem mikroelementów: Mn, Cu oraz B (S m i r n o v 1973). R i l (1972) podaje, że bardzo dobre rezultaty uzyskiwał przy rozmnażaniu różnych form brzóz za pomocą szczepienia na przystawkę boczną oraz okulizując żywym pączkiem na wysokości około 5 cm nad ziemią. Szczepy mające wysokość od 1 do 1,5 m powinno się sadzić według J o h n s o n a (1951) w więźbie 1,5×1,5 m sadząc obok brzozy karelskiej, brzozę brodawkowatą, która ma spełnić rolę pielęgnacyjną, a dodatkowo w przypadku naturalnego krzyżowania się z brzozą karelską wpłynie na polepszenie kształtu pni u potomstwa.

Nie rozwiązany problemem dotychczas jest system dziedziczenia się kompleksu cech brzozy karelskiej. Najprawdopodobniej jest to dziedziczenie typu chromosomowego, gdyż wątpliwe jest, ażeby były to tak licznie występujące mutacje. S t e r n i R o c h e (1974) stwierdzają, że odziedziczalność cech brzozy karelskiej jest duża i być może cechy te kodowane są przez pojedyncze geny. Trudno jest jednak zgodzić się z tym przypuszczeniem z uwagi na fakt, że brzoza karelska jest odmianą wyróżniającą się licznymi cechami, przy czym niektóre z nich mają charakter ilościowy, typowy dziedziczeniu się wielogenowemu.

Ponieważ podawane są niekiedy informacje o pojawianiu się cechy wzorzystego rysunku drewna u brzóz pod wpływem być może działania wirusów, dlatego dla ścisłości przytaczamy poniżej

niektóre prace na ten temat. Saks i Banders (1971, 1973, 1974, 1975) publikowali wiele prac z badań nad brzożą karelską w Łotwie, z których wynika, że można otrzymać drzewa o cechach brzoży karelskiej mocząc przed wysiewem nasiona brzoży brodawkowej w soku brzoży karelskiej lub wysiewając nasiona brzoży brodawkowej w glebę wziętą spod drzew brzoży karelskiej.

Okolo 70% drzew powstałych z nasion brzoży karelskiej z wolnego zapylenia, wykształca w wieku 15 - 20 lat drewno o ozdobnej strukturze, która jednak zmienia się w zależności od miejsca, z jakiego na pniu pobrano próbkę (Lindquist 1948, 1951, Saks i Banders 1971, Sokolov 1950). W celu polepszenia jakości technicznej drzew brzoży karelskiej wykonano liczne kontrolowane zapylenia między dorodnymi osobnikami tej odmiany. Potomstwo z takich skrzyżowań, podobnie jak z wolnego zapylenia, zawsze było niejednorodne, złożone z różnych form brzoży karelskiej i typowej brzoży brodawkowej. Potomstwo o cechach brzoży karelskiej złożone było z osobników drzewiastych, osobników krzewiastych i drzew o bardzo krótkim pniu, długości 0,5 - 1 m, rozgałęzionego na grube konary. Stosunek brzoż karelskich do liczby drzew typowej brzoży brodawkowej wynosił jak 7 : 1 przy krzyżówkach typu *B. pendula* var. *carelica* × *carelica*, a przy krzyżowaniu *B. pendula* var. *carelica* × *B. pendula* jak 1 : 3 (Lubavskaja 1972).

W najnowszych badaniach fińskich (Saarnio 1976) nad wewnątrzodmianowymi krzyżówkami u brzoży karelskiej stwierdzono, że zapyłając między sobą formy drzewiaste uzyskuje się 42% drzew i 11% krzewów o cechach typowych dla odmiany. Krzyżowanie zaś form krzewiastych daje rozszczepienie w potomstwie na grupę osobników drzewiastych wynoszącą 21% i grupę osobników krzewiastych stanowiących 35% drzew o cechach typowych dla odmiany.

Rezultaty krzyżowania zależą w dużej mierze od właściwości drzew rodzicielskich. Johnson (1951) prowadząc kontrolowane krzyżowania i hodowlę rodową mieszańców *B. pendula* var. *carelica* × *carelica* uzyskiwał od 44,7 - 61,8% drzew brzoży karelskiej.

Udane są także krzyżówki brzozy omszonej z brzozą karelską. B a g a j e v (1974) uzyskał z takich krzyżówek aż 86⁰/₀ drzew o cechach omawianej odmiany, gdy zapytał piętnastoletnie drzewa brzozy karelskiej pyłkiem sześćdziesięcioletnich brzóz omszonych. Tak wysoki procent płodnych nasion wskazywałby na inne mechanizmy kontrolujące wzrost łagiewki pyłkowej w zalążkach brzozy karelskiej, niż ma to miejsce u brzozy brodawkowatej, gdzie procent płodnych nasion ze skrzyżowań *B. pendula* × *pubescens* jest bardzo niski.

BADANIA PROWENIENCYJNE

DOŚWIADCZENIA PROWENIENCYJNE Z UDZIAŁEM BRZÓZ AMERYKAŃSKICH I AZJATYCKICH

Dzięki wykorzystaniu badań proweniencyjnych, to jest specyficznych metod analizy populacji drzew leśnych, na podstawie porównawczych powierzchni doświadczalnych, można już wydać w miarę dokładny sąd o zakresie i charakterze zmienności między populacyjnej wśród wielu lasotwórczych gatunków drzew. Wyniki tych badań wskazują, że niektóre cechy drzew leśnych mają klinalny, czyli ciągły charakter zmienności, inne zaś ekotypowy. Stwierdzono także istnienie tak zwanych „nie dopasowanych” ras lokalnych do warunków środowiska, w których występują, tak że w porównaniu z innymi, introdukowanymi rasami, drzewa z tych populacji mają mniejszą wysokość i żywotność (S t e r n i R o c h e 1974).

Obszerne badania proweniencyjne z różnymi gatunkami brzóz najwcześniej rozpoczęto w Skandynawii, ponieważ tam właśnie rodzaj ten ma znacznie większą rolę gospodarczą i lasotwórczą niż w innych krajach zachodniej i środkowej Europy. J o h n s s o n (1951, 1967) podaje, że w latach 1942 - 1948 założono wiele doświadczeń proweniencyjnych z licznymi populacjami brzóz różnych gatunków amerykańskich i europejskich, wysadzając olbrzymią liczbę 47 000 drzew. Wyniki z tych doświadczeń przedstawiają się następująco: najwyższe były drzewa *B. pendula*, nieco niższe *B. pubescens* i północnoamerykańskiego gatunku *B. papyrifera*,

które to drzewa, choć szybko rosnące, miały jednak krzywe pnie i były bardzo gałęziste. Najniższe były drzewa *B. alleghaniensis*.

Porównanie europejskich brzoź z gatunkami azjatyckimi *B. mandshurica* Nakai, *B. costata* Trautv. i *B. platyphylla* Sukacz. wykazało w badaniach proveniencyjnych założonych na Ukrainie, że żaden z wymienionych gatunków brzoź azjatyckich nie przewyższał pod względem wysokości drzew rodzimych gatunków brzoź, natomiast drzewa innych gatunków azjatyckich uwzględnionych w tych doświadczeniach, jak *B. ermanii* Cham., *B. schmidtii* Regel., *B. dahurica* Pall., były znacznie niższe od drzewiastych brzoź europejskich (K o r e c k i j i K a l i n i c h e n k o 1971).

Wyniki doświadczeń introdukcyjnych założonych w centralnej Rosji, w których porównywano brzozę brodawkowatą i brzozę omszoną z gatunkami amerykańskimi i azjatyckimi wykazały, że w wieku 30 - 50 lat drzewa brzoź europejskich były najwyższe, a następnymi z kolei były: *B. japonica*, *B. coerulea-grandis* Blanchard, *B. turkiestanica* Litvin. (B r j u k o v 1973). W Jugosławii T u c o v i c h i S t i l i n o v i c h (1971) stwierdzili, że przyrost wysokości i średnicy *B. papyrifera* był w porównaniu z *B. pendula* i *B. pubescens* znacznie gorszy. Powyższe wyniki badań proveniencyjnych wykazują raczej jednoznacznie przewagę brzoź europejskich nad introdukowanymi gatunkami tego rodzaju. Być może rozszerzenie liczby populacji takich gatunków jak *B. papyrifera*, *B. platyphylla* oraz *B. dahurica*, które brane do badań proveniencyjnych niekiedy zbliżają się pod względem wartości przyrostu wysokości do brzoź europejskich, mogłoby zmienić dotychczasowe wnioski płynące z tych badań. Wskazują na to rezultaty doświadczenia założonego w USA w Williamstown Mass., opracowane przez C l a u s e n a i G a r r e t a (1969). Wyniki pomiarów wysokości drzew po 17 latach życia ujawniły, że niektóre proveniencje japońskie *B. platyphylla* oraz *B. dahurica* miały znacznie wyższe średnie wartości wysokości drzew od *B. pendula* i *B. pubescens* z północnoeuropejskich proveniencji, podczas, gdy obydwie te gatunki przewyższały znacznie pod względem opisywanej cechy drzewa *B. platyphylla* var. *japonica* z proveniencji koreańskich.

ZRÓŻNICOWANIE PROWENIENCYJNE *B. PENDULA* I *B. PUBESCENS*

Nie ma zbyt wielu prac, które by dotyczyły badań proveniencyjnych z *B. pendula* i *B. pubescens*. Dane, które są do dyspozycji wskazują, że przynajmniej na obszarze Skandynawii i ZSRR *B. pendula* ma znacznie wyższą wartość hodowlaną niż *B. pubescens*.

Erken (1972) na podstawie pomiarów drzew z pięciu proveniencji z Norrland stwierdził, że w skrajnych przypadkach *B. pendula* przewyższa pod względem masy drewna nawet o 50% *B. pubescens*. W doświadczeniu tym także średnia wartość wysokości drzew *B. pendula* była wyższa niż u *B. pubescens*, z wyjątkiem proveniencji leżących dalej niż 3° na północ od miejsca założenia doświadczenia. Także Johnson (1967) stwierdza przewagę *B. pendula* nad *B. pubescens* pod względem wysokości drzew. Zwraca on także uwagę na to, że zarówno *B. pendula*, jak i *B. pubescens* z proveniencji północnych rosną słabiej w porównaniu z lokalnymi proveniencjami, gdy zostaną przeniesione na południe. Różnice między tempem przyrostu na wysokość drzew obydwu gatunków brzoź europejskich mogą wynikać z różnych zdolności do wykorzystania okresu wegetacyjnego przez poszczególne gatunki. Główny przyrost masy drzewnej u *B. pubescens* odbywa się na terenie Białorusi w maju i trwa zaledwie 45 dni, podczas gdy okres wzrostu *B. pendula* trwa około 63 - 70 dni, a jego kulminacja przypada na znacznie korzystniejszy pod względem warunków termicznych miesiąc — czerwiec (Dzjarugina 1975).

Warto także zauważyć, że nawet na krańcach zasięgów brzozy utrzymują się podobne relacje między tymi gatunkami. Machnev (1975) analizując 9 powierzchni doświadczalnych w Pripieńskim Kraju na Syberii stwierdził znacznie wyższą produkcję masy drzewnej u drzew *B. pendula* niż u drzew *B. pubescens*. Również na tym obszarze okres wegetacji *B. pendula* trwa dłużej o około 2 tygodnie niż u *B. pubescens*. Niekiedy jednak, gdy porównawcze doświadczenia proveniencyjne z obydwoma gatunkami omawianych brzoź założono na glebach ciężkich lub zabagnionych, o wysokim poziomie wód gruntowych, wtedy lepsze przyrosty wysokości drzew i ich średnicy obserwowano u *B. pubescens* (Kudrjašov 1972).

Badania proveniencyjne omawianych gatunków brzoź wskazują na bardzo dużą zmienność mierzonych cech wewnątrz populacji. Johnson (1967) zauważa, że tylko przy porównaniach proveniencji z bardzo odległych terenów (z północy i z południa) zauważa się pewną tendencję do zmienności klinalnej niektórych cech. I tak brzozy brodawkowate z proveniencji północnych rosną słabiej w porównaniu z brzożami z południowych proveniencji Szwecji (Johnson 1967). Według H a b j ø r g a (1972), który

Tabela 3

Niektóre dane biometryczne brzozy brodawkowatej i brzozy omszonej oraz ich form o różnej teksturze korowiny (Ozolin 1976)

Gatunki i formy brzoź	Numery badanych powierzchni	Wiek drzew	Liczba mierzonych drzew	Średnia wysokość [m]	Średnia średnica pnia [cm]	Średnica korony [m]	Wysokość osadzenia korony [m]
Brzoza brodawkowata							
f. podłużnie spękana	2	21	47	12,7	14,3	3,0	3,3
	4	22	192	13,6	15,3	3,1	6,1
	33	21	22	11,7	13,3	3,2	2,4
f. rombówo spękana	2	21	24	14,7	17,6	3,7	4,0
	4	22	169	15,0	17,9	3,8	6,7
	33	21	15	13,3	19,2	4,3	2,5
f. gładko korowa	2	21	31	14,7	13,3	2,1	5,5
	4	22	129	14,1	13,2	2,0	7,2
	33	21	6	11,7	12,7	2,0	2,2
Brzoza omszona o korze nie spękanej							
f. szorstkokora	2	21	51	9,2	8,5	2,1	2,2
	33	21	18	9,6	10,6	2,5	2,2
f. jasnokora	33	21	2	9,4	11,8	3,2	2,5
Brzoza omszona o korze spękanej							
	2	21	11	10,6	12,7	2,2	2,2
	33	21	11	10,6	12,7	2,2	2,2
Brzoza brodawkowata							
	24	14	432	9,3	8,7	2,5	2,1
	40	12	439	9,2	8,3	1,9	2,1
Brzoza omszona							
	24	14	58	6,7	5,5	1,7	1,2
	40	12	104	6,9	5,0	1,5	1,4

przewodził proweniencyjne badania fitotronowe, populacje *B. pubescens* z północy wymagają dla intensywnego wzrostu wierzchołkowego światła bardziej czerwonego i o większej intensywności niż brzozy z proveniencji południowych. Podobnie porównanie proveniencji *B. pendula* z wysokich stanowisk górskich z proveniencjami nizinnymi wykazało znacznie słabszy przyrost populacji z gór i to zarówno w północnych rejonach zasięgu tego gatunku w Szwecji (H a b j ø r g 1972), jak i w południowej części zasięgu w Bułgarii (B u z o v 1975).

Istotny wpływ na różnice międzyproweniencyjne u brzozy brodawkowej i brzozy omszonej może mieć częstość występowania w danej proveniencji różnych form tych gatunków. Przyrost wysokości i średnicy może istotnie różnić się między poszczególnymi formami, na co wskazują niektóre dane biometryczne z pomiarów kilku form brzozy oraz średnie wartości dla gatunków *B. pendula* i *B. pubescens* przedstawione w tabeli 3, według O z o l i n a (1976). Wyraźnie widoczna jest znaczna przewaga wysokości i średnicy drzew brzozy brodawkowej nad równowiekowymi drzewami brzozy omszonej. O z o l i n (l.c.) stwierdza, że spośród trzech wymienionych form brzozy brodawkowej (tab. 3) najcenniejsza jest brzoza o korze rombowo spękanej, która ma jednak znaczne wymagania pod względem wilgotności gleb. Znacznie mniejsze wymagania wodne ma forma o podłużnie spękanej korze, która znosi też niewielkie zasolenie gleby.

SELEKCYJNE BADANIA RODZINOWE

W badaniach nad populacjami *B. pendula* i *B. pubescens* z racji wielkiego polimorfizmu tych gatunków, zwrócono uwagę na metodę selekcji rodzinowej. W metodzie tej jednostką wyselekcjonowaną lub wybraną jest cała rodzina, w zależności od średniej wartości cechy, którą bierze się pod uwagę. Szczególnego znaczenia nabiera ta metoda u brzozy, gdzie wiele cech ma losowy charakter rozkładu w populacji, a rodziny o najwyższych wartościach badanej cechy można znaleźć w każdej populacji, niezależnie od jej proveniencji (E r k e n 1973, R a u l o i K o s k i 1975).



<http://rcin.org.pl>

Ryc. 10. Brzoza w Puszczy Nadnoteckiej (Fot. K. Jakusz)

U *B. pendula* na przykład ciężar właściwy drewna ma większą zmienność wewnątrzproweniencyjną niż między proveniencjami (E r k e n l.c.).

Bardzo obszerne badania brzoź metodą selekcji rodzinowej wykonano w Finlandii. W badaniach tych uwzględniono 163 rodziny z wolnych i kontrolowanych zapyleń z różnych części Finlandii (R a u l o i K o s k i 1975). Ponieważ w wielu przypadkach brano znaczną liczbę drzew matecznych z jednego drzewostanu, pozwoliło to połączyć selekcję rodzinną z metodami badań proveniencyjnych. Wyniki potwierdziły wcześniej wspomniany losowy charakter zmienności wielu cech u *B. pendula*. Różnice w wysokości drzew w potomstwie jednej proveniencji były tak duże, jak między proveniencjami oddalonymi o setki kilometrów. Badania rodzinowe brzoź wykazały, że wysiew nasion nawet w odległych rejonach od miejsca pochodzenia, nie wpływa na skrócenie lub wydłużenie okresu wegetacji oraz nie zmniejsza odporności drzew na choroby (R a u l o i K o s k i 1975). Obserwowano istotny wpływ działania genów addytywnych na średnie wartości wysokości drzew w różnych rodzinach. Każda rodzina mieściła się w rozkładzie normalnym cechy, utworzonym z danych dla wszystkich badanych rodzin. R a u l o i K o s k i (l.c.) sądzą, że można by zwiększyć wysokość drzew brzozy o 10 - 20%, jeśli by stosować rodzinną selekcję drzew. Zakładają oni bowiem, że znaczenie specyficznej zdolności kombinacyjnej u *B. pendula* dla cech wzrostowych obserwowanych u tego gatunku, jest niewielkie.

W wyniku dotychczas wykonanych badań genetycznych nad brzożami można stwierdzić, że nie ma potrzeby poszukiwania populacji drzew matecznych i drzew doborowych poza terenem przyszłej hodowli potomstwa z wybranych populacji lub pojedynczych osobników, gdyż w każdej populacji można wybrać cenne osobniki i wartościowe biogrupy. Również krzyżówki między oddalonymi populacjami nie wykazują efektów heterozji, jakkolwiek efekt taki często widoczny jest u innych gatunków drzew. R a u l o i K o s k i (1975) sądzą, że prawdopodobnie różnice między populacjami brzoź istnieją, lecz są one zbyt małe, ażeby można je było wykryć dotychczas stosowanymi metodami badań.

Można przypuszczać, że opisana zmienność cech w populacjach *B. pendula* i *B. pubescens* nie jest zjawiskiem wyjątkowym w rodzaju *Betula*. Wskazują na to wyniki badań nad brzożami północnoamerykańskimi. Na przykład badania zmienności w populacjach drzew *B. alleghaniensis* wykazały, że wysokość drzew u tego gatunku brzoży nie była skorelowana ani z długością, ani z szerokością geograficzną proveniencji, nie wiązała się także z jej klimatem i położeniem w odniesieniu do poziomu morza (Clausen 1967).

Instytut Dendrologii PAN
ul. Parkowa 5
63-120 Kórnik

LITERATURA

- Bagajev S. N. 1967. New methods of hybridization of Birch. Lesn. Žurn., Archangel'sk 10 (3) : 165 - 166. For. Abs. 1968 I No. 176.
- Bagajev S. N. 1974. Gibridologičeskij analiz potomstva karelskoj berezy. Metody selekcii drevesnych porod. Riga, Zinatne.
- Boińska U. 1974. Zmienność liści, owoców i łusek *Betula humilis* Schrk. w północnej Polsce. Studia Soc. Scient. Torunensis 19(6), Sectio D; 1 - 107.
- Biryukov V. I. 1973. Results of testing different species of Birch in the forest-steppe experiment and Breeding Station. Lesn. Žurn. 16 (5); 16 - 19. For. Abs. 1974 35 No. 6792.
- Brown J. R., Tuley G. 1971. A study of population of Birches in Glen Gairn. Trans. Bot. Soc. Edinb. 41 (2); 231 - 243.
- Buzov B. 1975. Proučivanija v'rchu b'trevidova ekotipova izmenčivost na brezata (*Betula verrucosa* Ehrh.) v basejna na r. Rilska. Gorsko-stopanska Nauka 12 (5); 43 - 48.
- Clausen K. E. 1967. Variation in height growth and growth cessation of 55 Yellow Birch seed sources. Proc. of the eight Lakes States Forest Tree Impr. Conf. Sept. 12 - 13. US. For. Serv. Pap. No. NC-23.
- Clausen K. E. 1970. Interspecific crossability test in *Betula*. Proc. Work. Group JUFRO Sect. 22 on Sex. Repr. of For. Trees. Finland.
- Clausen K. E., Garret P. W. 1969. Progress in birch genetics and tree improvement. Birch. symp. proc. N. E. For. Exp. Sta. Upper Derby; 86 - 94.
- Clausen K. E., Godman R. M. 1969. Bark characteristics indicate age

- and growth rate of yellow birch. U.S.D.A. Forest Serv. Research Note NC-75; 1-4.
- Ćwikliński E. 1976. Rzadko spotykane okazy brzozy (*Betula*) w Wolińskim Parku Narodowym. Rocznik Dendrol. 29; 97-102.
- Dančenko I. 1974. Izmenčivost' v fenologičeskich javlenijach berezy borodovčatoj i pušistoj v Severnom Kazachstane. Lesa i drevesnyje porody Severnogo Kazachstana. Nauka; 154-158.
- Dancik B. P., Barnes B. V. 1971. Variability in bark morphology of yellow birch in an even-aged stand. The Mich. Bot. 10: 34-38.
- Dietrych H. 1963. Untersuchungen zum ökologischen und genetischen Birkenproblem. Silvae Genet. 12 (4): 110-124.
- Dziewolski 1960. Rola brzozy w krajobrazie przełomowego odcinka Dunajca przez Beskidy. Chrońmy Przyrodę Ojczyzną 16 (2); 23-28.
- Dzjarugina T. 1975. Rytm rostu gadawych parastkau nekotorych vidau rodu *Betula*. Vesci AN BSSR. Ser. bial. nauk. Izv. BSSR, No. 2; 15-19.
- Eifler I. 1964. Untersuchungen zum Bestäubungsvorgang und der samenentwicklung bei Birkenastkreuzungen. Züchter 34 (8); 305-312.
- Elkington T. T. 1968. Introgressive hybridization between *Betula nana* L. and *Betula pubescens* Ehrh. in north-west Iceland. New Phytol. 67 (1); 109-118.
- Erken T. 1972. Planter björk i mellersta och övre Norrland. Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift 70 (5): 435-465.
- Erken T. 1973. Variation in the basic density of *Betula verrucosa*. Skogen 60 (1); 1-24. For. Abs. 1974 35 No. 2619.
- Focke W. O. 1881. Die Pflanzenmischlinge. Beitrag zur Biologie der Gewächse. Verl. Gebrüder Borntraeger.
- Ford E. B. 1964. Ecological genetics. Methuen. London.
- Gardiner A. S. 1965. Flamy birch and its frequency in some Highlands populations. Scott. Forestry 19 (3); 180-186.
- Grant W. F. 1976. The evolution of karyotype and polyploidy in arboreal plants. Taxon 25 (1); 75-83.
- Grant W. F., Thompson B. K. 1975. Observations on Canadian birches *Betula cordifolia*, *B. neoalaskana*, *B. populifolia*, *B. papyrifera*, and *B. × caerulea*. Can. J. Bot. 53: 1478-1490.
- Grozdoва N. B. 1957. Posobie dlja taksatorov lesovodov i studentov pri opredelenii različnyh form berezy v smešannyh lesach lesnoj zony evropejskoj časti SSSR. Brjansk, L. Ch. I.
- Gunnarson J. G. 1925. Monografi över skandinavians *Betulae*. Röhrs Boktryckeri, Malmö.
- Habjerg A. 1972. Effects of photoperiod and temperature on growth and development of three latudinal and three altitudinal populations of

- Betula pubescens* Ehrh. Meldinger fra Norg. Landbrukskøghskole 51 (2); 1 - 27.
- Habjerg A. 1972a. Effects of light quality, light intensity and night temperature on growth and development of three altitudinal populations of *Betula pubescens* Ehrh. Meldinger fra Norg. Landbrukskøghskole 51 (26); 1 - 17.
- Hagman M. 1963. Incompatibility in *Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh. Genetics today. Pergamon Press, Oxford, 1; 1 - 211.
- Hagman M. 1964. The use of disc electrophoresis and serological reactions in the study of pollen and style relationships. Pollen physiology and fertilization, Amsterdam; 244 - 250.
- Hagman M. 1967. Genetic mechanisms affecting inbreeding and outbreeding in forest trees; their significance for microevolution of forest tree species. Proc. 14th Congr. Int. Union For. Res. Organ., Munich, Pt. III Sect. 22; 346 - 365.
- Hagman M. 1971. On self- and Cross-incompatibility shown by *Betula verrucosa* Ehrh. and *Betula pubescens* Ehrh. Commun. Inst. For. Fenn. 73 (6); 1 - 125.
- Hegi G. 1957. Illustrierte Flora von Mittel-Europa III/1; 143 - 163. München.
- Helms A., Jørgensen C. A. 1925. VIII Birkene paa Maglemøse. Meglemøse i grib skov undersøgelser over vegetationen paa en nordsjællandsk mose udgivet. Ved. H. E. Petersen. Bot. Tidsskr. 39; 57 - 134.
- Huhtinen O. 1972. Production and use of haploids in breeding conifers. IUFRO Genetis-SABRAO Joint Symposia, Tokyo; D-3 (I); 1 - 7.
- Hylander N. 1966. Nordisk kärlväxtflora II. Almqvist i Wiksell, Stockholm.
- Jablokov A. S. 1962. Selekcja drevesnych porod. Isd. Sel'sk. Chos. Lit. i Žurn. i Plakatov. Moskva.
- Jakuszewski T. 1970. Nowe stanowisko brzozy czeczotowatej *Betula verrucosa* Ehrh. var. *carelica* K. Merklin w Beskidzie Sądeckim. Roczn. Sek. Dendrol. PTB (24); 31 - 33.
- Jakuszewski T. 1973. Badania zmienności i dziedziczności populacji brzozy karelskiej z Górców. Arboretum Kórnickie 18; 35 - 81.
- Jentys-Szaferowa 1938. Z badań biometrycznych nad zbiorowym gatunkiem *Betula alba* L. II, O możliwościach krzyżowania się gatunków *Betula verrucosa* Ehrh. i *Betula pubescens* Ehrh. Inst. Bad. Las. Państw. Rozpr. i Spraw. Ser. A (40), Warszawa; 1 - 84.
- Jentys-Szaferowa J. 1967. Badania systematyczno-doświadczalne nad *Betula oycoviensis* Besser. Roczn. Sek. Dendrol. 21.
- Johnsson H. 1940. Växtförädling av björk mal och medel. Svensk Papperstidning; 450 - 456.
- Johnsson H. 1944. Triploidy in *Betula alba* L. Bot. Not.; 85 - 96.

- Johnsson H. 1945. Interspecific hybridization within the genus *Betula*. *Hereditas* 31 : 163 - 176.
- Johnsson H. 1946. Progeny of triploid *Betula verrucosa* Ehrh. *Bot. Not.*; 285 - 290.
- Johnsson H. 1949. Studies on birch species hybrids I. *Betula verrucosa* × *B. japonica*, *B. verrucosa* × *B. papyrifera* and *B. pubescens* × *B. papyrifera*. *Hereditas* 35 : 115 - 135.
- Johnsson H. 1951. Lövträd, Svensk Växtförädling II: 759 - 776.
- Johnsson H. 1967. Avkommeprövning av björk. Fören. Skogsträdsförädling, årsbok 1966 : 90 - 135.
- Karney J., Pawłowicz A. 1952. Brzoza. PWRiL, Warszawa.
- Kenworthy J. B., Aston D., Bucknall S. A. 1972. A study of hybrids between *Betula pubescens* Ehrh. and *Betula nana* L. from Southernland — an integrated approach. *Transactions, Botanical Society of Edinburgh* 41(4): 517 - 539.
- Klaehn F. U. 1950. Untersuchungen über das Artproblem des Formenkreises *Betula alba* L. unter morphologisch — zytogenetischer Betrachtungsweise. Diss. Hann. Münden.
- Klaehn F. U., Rundquist E. 1952. Die Birke. Eine Zusammenfassung der neusten Untersuchungsergebnisse in forstbotanischer und forstbenutzlicher Hinsicht und zur waldbaulichen Behandlungsweise dieser Holzart. *Allg. Forst- und Jagdzeit* 123.
- Kopecky F. 1960. Experimentelle Erzeugung von haploiden Weisspappeln (*Populus alba* L.) *Silvae Genet.* 9: 102 - 105.
- Koreckij G. S., Kaliničenko A. A. 1971. Osobennosti rosta dalnovostočnych berez na Ukraine. *Naučn. tr. Ukr. s-ch. akad.* 65: 125 - 127.
- Kudrjašov P. V. 1972. Formovoj sostav bereznjakov i produktivnost' otdelnych form berezy v zavisimosti ot počvennyh uslovii. *Nauč. tr. Mosk. lesotechn. inst.* (40): 79 - 84.
- Lindquist B. 1947. On the variation in Scandinavian *Betula verrucosa* Ehrh. with some notes on the *Betula* series *verrucosae* Sukacz. *Sv. Bot. Tidsr.* 41 : 45 - 80.
- Lindquist B. 1948. Genetics in Swedish forestry practice. Svenska Skogsvarvforeningens Förslag, Stockholm.
- Lindquist B. 1951. Tree improvement of Birch. *Quarterly Jor. of Forestry* XLV, 3: 156 - 161.
- Ljubavskaja A. Ja. 1962. Vlijanije gibrizicacii na rost i nasledovanie priznakov karelskoj berezy. *Izvest. vysš. uč. zaved. Les. žurnal* 4 : 10 - 15.
- Ljubavskaja A. Ja. 1966. Selekcija i razvedenije karelskoj berezy. *Izdatelstvo Lesnaja Promyšlennost'*. Moskva.
- Ljubavskaja A. Ja. 1970. Klonovoje sortovodstvo karelskoj berezy. *Sb. rabot Mosk. Lesotechn. In-t.* 31: 76 - 94.

- Ljubavskaja A. Ja. 1972. Osnovnyje napravlenija sortovodstva karelskoj berezy. Nauč. Tr., Mosk. Lesotechn. In-t. 43: 10 - 24.
- Mahnev A. K. 1964. Physical and mechanical properties of the wood of some of Birch in the Pysma forests of the Trans-Urals forest steppe. Lesn. Ž. Archangel'sk, 7(2): 127 - 131. For. Abs. 1965 26. No. 2735.
- Mahnev A. K. 1965. Interrelations of *Betula verrucosa* and *B. pubescens*, and the productivity of their individual forms in connection with phenological features. Lesn. Ž. Archangel'sk, 8(3): 29 - 33. For. Abs. 1966 27 No. 5400.
- Mejnartowicz L. 1977. msk. Brzoza płomienista.
- Natho G. 1959. Variationsbreite und Bastardbildung bei mitteleuropäischen Birkensippen, in Feddes rep. nov. regni veg. 61(3): 211 - 279.
- Natho G. 1967. Zum Problem der introgressiven hybridisation. Feddes Rept. 75: 55 - 60.
- Nikitin I. N. 1934a. Vlijanie lučej Rentgena na semena i pyl'cu drevesnyh porod. Sbornik Trudov Centralnogo Nauč. Issled. Inst. Lesn. Chözjajstva. 1: 86 - 104.
- Nikitin I. N. 1934b. Vlijanie lučej Rentgena na pyl'cu drevesnyh i travjanistych rastenii. Sovet. Botan. 1: 66 - 74.
- Ozolin G. P. 1976. Dostiženija selekcii drevesnyh porod — v zaščitnoe lesorozvedenie. Lesn. choz. 2: 52 - 56.
- Petrov C. A. 1964. Izmenčivost' drevesnyh porod v ostrovnyh borach kazachskogo melkosopočnika. Bot. Ž. 49 (12): 1789 - 92.
- Pohlheim F. 1968. *Thuja gigantea gracilis* Beissn.-ein Haplont unter den Gymnospermen. Biol. Rundschau 6: 84 - 86.
- Raulo J., Koski V. 1975. Erliasten raduskoviu-jälkeläistöjen pituuskasvu etaja-ja Keski Suomessa. Metsantutkimuslaitoksen julkaisuja 84(7): 1 - 30.
- Rehder A. 1967. Manual of cultivated trees and shrubs. II th. ed. Macmillan Co, New York: 129 - 132.
- Ril T. P. 1972. Razmnoženie dekorativnyh form berezy privivkoi v usloviach srednego Urala. Biul. Glavn. Bot. Sada 86: 100 - 103.
- Saarnijoki S. 1946. Die Schlitzblättrigkeit der Erlen und die Birken. Comm. Inst. forest. Fenn. 34(2): 1 - 68.
- Saarnijoki S. 1955. Anatomisch-morphologische Untersuchungen über die Schlitzblättrigkeit bei einigen Bäumen und Sträuchern. Comm. Inst. forest. Fenn. 44(2): 1 - 118.
- Saarnijoki S. 1956. Über die Loimam-Birke nebst einigen anderen in Finland hauptsächlich zu zierzwecken gezogenen Schlitzblättrigen Birken. Comm. Inst. forest. Fenn. 47(3): 1 - 30.
- Saarnijoki S. 1961. Untersuchungen über die Vererbung der Blattform bei einigen in Parken gezogenen schlitzblättrigen Birken. Comm. Inst. forest. Fenn. 54(3): 1.

- Saarnio R. 1976. Viljeltyjen visakoivikaiden laatu ja kehitys Etelä-Suomessa. *Folia Forestalia* 263: 1 - 28.
- Saks K. A., Banders V. A. 1971. Vyraščivanie karelskoj berezy v Latvijskoj SSR. Nauč. tr. Ukr. s-ch. akad. 65; 128 - 129.
- Saks K. A., Banders V. A. 1973. Novoe v razvedenii berezy karelskoj. Lesn. chozjajstvo 1; 40 - 41.
- Saks K. A., Banders V. A. 1974. Daži izmēginājumi rakstainās Karelijas bērza koksnes izaudzēšana. Latv. luksaimn. akad. raksti 75; 11 - 14.
- Saks K. A., Banders V. A. 1975. Novye dannye o proischoždenii karelskoj berezy. Tr. in-ta ekol. rast. i životnych. Ural'sk. nauč. centr. AN SSR 91; 91 - 97.
- Scholz E. 1957. Röntgenmutationen bei der Birke. *Züchter* 27; 54 - 60.
- Scholz E. 1960. Forstliche Samenplantage. *Forst und Jagd*. 2; 28 - 36.
- Skalińska M., Czapik R., Piotrowicz M. 1959. Further studies in chromosome numbers of Polish Angiosperms (*Dicotyledones*). *Acta Soc. Bot. Pol.* 28; 487 - 529.
- Smirnov A. D. 1973. Rezultaty inventarizacii berezy karelskoj. Tr. Petrozavodsk. les. opyt. stancii. 2; 81 - 83.
- Sokolov N. O. 1941. Kapokoreškovaja bereza. LTA im. S. M. Kirova.
- Sokolov N. O. 1950. Karelskaja bereza. Petrozavodsk.
- Sokolov N. O. 1958. Itogi izučenija i zadači po širokomu zavedeniju karelskoj berezy v lesach Karelskoj ASSR. Mater. nauč. techn. konf. po razv. les. prom. i les. choz. Karel. ASSR. Petrozavodsk; 159 - 170.
- Sokolov N. O. 1975. Othbor karelskoj berezy v lesach i kulturach Severo-Zapada. Tr. in-ta ekol. rast. i životnych Ural'skij nauč. centr. AN SSSR 91; 111 - 114.
- Stebbins G. L. 1958. Zmienność i ewolucja roślin. PWN Warszawa; 17 - 18.
- Stebbins G. L. 1971. Chromosomal evolution in higher plants. *Contemporary biology*. E. Arnold, London.
- Stern K. 1960. Über einen grundsätzlichen Unterschied der forstlichen Saatgutgesetzgebung in der Schweiz und der Bundesrepublik. *Schweiz. Z. Forstwesen* 111; 145 - 163.
- Stern K. 1965. Tetrasome Spaltung bei *Betula pubescens*. *Silv. Gen.* 14; 56.
- Stern K., Roche L. 1974. Genetics of forest ecosystems. *Ecol. Stud.* No. 6. Springer-Verlag. Berlin — New York.
- Stettler R. F., Howe G. E. 1965. The production of homozygous tree material. Joint Proc. 2. nd Genetics Workshop Soc. Amer. Foresters and 7.th Lake States Forest Tree Improvement Conf. U. S. Forest Serv. Res.; 67 - 69.
- Tucovič A., Stilinovič S. 1971. Obrazlikama u ranom razvitku gene-

- rativnog potomstva nekih vrsta breza na staništu Sladuna-Cera. Glas. Sumarskog fak. Univ. Beogradu. 39; 113 - 119.
- V a a r a m a A. 1968. Induced mutations and polyploidy in Birch, *Betula* spp. Final report P. L. 480, part IV.
- V a a r a m a A. 1970. Induced mutations and polyploidy in Birch, *Betula* spp. Final report P. L. 480, part V.
- V á c l a v E. 1961. Rozšíření, vlastnosti a pěstování svalovité břízy v ČSSR. Přír. čas. Slezský 22 (2); 151 - 174.
- V á c l a v E. 1965. Dědičné vlastnosti a šlechtění svalcovité (karelské) břízy. Sb. Vedec. Lesn. ústavu Vysoké školy zemed. v Praze. 8; 269 - 290.
- V á c l a v E. 1967. Očkova (f. *oculosa*) a plamenná (f. *flammifera*) bříza dvě důležité formy břízy. Sb. Vedec. Lesn. Ústavu Vysoké školy Zemed. v Praze. 10; 117 - 137.
- V á c l a v E. 1969. Height increment of birch and alder hybrids. Sec. World Cons. on For. Tree Breeding, Washington, 7 - 16 August 1969, Section II-2/11.
- V l a d i m i r o v V. N. 1956. Kapokoreškovaja bereza v severnoj časti olchonskogo leschoza i projekt jejo razvedeniija. Dipl. Rab. M.LTI. Moskva.
- Walters S. M. 1964. *Betula*. In Flora Europaea, I; 57 - 58.
- Wettstein W., Propach H. 1939. Sichtungsarbeit zur Birkenzüchtung. Der Züchter 11; 279 - 280.
- Winkler H. 1904. *Betulaceae*. — A. Engler: Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. IV. 61. Weinheim.
- Woodworth R. H. 1929. Cytological studies in *Betulaceae*, I — *Betula*. Bot. Gaz. 87; 331 - 363.
- Y a h y a o g l u Z. 1975. Versuche zur vegetativen vermehrung von Fichte (*Picea abies* Karst.) und Birke (*Betula pendula* Roth.) mit Hilfe der Gewebekulturtechnik. Dissertation. Georg-August Universität zu Göttingen.

GENETICS

Summary

The author presents genetic problems in the birches *Betula pendula* and *B. pubescens*. Variability in the structure of genome is described together with ploidy and mutations in birches. A major part of the chapter is devoted to the genetic polymorphism and variability in populations describing forms that have been recognised on the basis of wood, bark and phenological characters.

In the part of the chapter concerning birch hybrids data was presented concerning natural hybrids between *B. pubescens* and *B. pendula*, and those obtained artificially between these birches and other American and Asiatic species. Cultivation trials of birch hybrids have shown that in Europe the most valuable species is *B. pendula* and its hybrids with other species have not given progenies of any value to silviculture. The cultivation of various birch forms with valuable wood, particularly of the Karelian birch, is discussed.

Provenance studies of birches have shown that there exists a considerable variability within provenances for many characters of value to forestry. For this reason the author considers the selection of birches by the family method as being of greatest value.