

## Brzoza brodawkowata

Niniejsze wytyczne przeznaczone są dla osób działających na rzecz zachowania zasobów genowych brzozy brodawkowatej, na drodze ochrony cennych źródeł leśnego materiału rozmnożeniowego oraz ich wykorzystania w praktyce gospodarki leśnej. Celem nadrzędnym tych działań jest ochrona różnorodności genetycznej gatunku w skali europejskiej. Przedstawione zalecenia powinny być postrzegane jako podstawa postępowania, przeznaczona do uzupełnienia i rozwoju w lokalnych, krajowych lub regionalnych warunkach. Wytyczne oparte są na dostępnej wiedzy na temat gatunku oraz powszechnie akceptowanych metodach ochrony leśnych zasobów genowych.

## Biologia i ekologia

Brzoza brodawkowata (syn. europejska brzoza biała (*Betula pendula* Roth.)) jest szybko rosnącym, średniej wielkości drzewem liściastym o białej korze, stosunkowo wąskiej koronie i zwisających gałęziach. Rzadko osiąga wysokość 30 m, nawet na najlepszych siedliskach w północnej Europie, średnia wysokość litych drzewostanów zazwyczaj nie przekracza 25 m. Przeciętny maksymalny wiek biologiczny brzozy wynosi ok. 100 lat, choć czasami drzewa dożywać mogą 150 lat.

Brzoza brodawkowata odnawia się przez obsiew nasion (licznych, drobnych i efektywnie roznoszonych przez wiatr). Jest gatunkiem jednopiennym - na drzewie występują męskie i żeńskie kwiatostany. Kwiatostany męskie rozwijają się na koniec lata i są widoczne w okresie zimowym, podczas gdy kwiatostany żeńskie zimą w osłonie pąków i stają się widoczne przy ich wiosennym rozwoju. U brzozy występuje samoniezgodność w postaci mechanizmu chemicznego zapobiegającego wzrostowi łagiewek pyłkowych na znamieniu słupka tego samego osobnika.

Brzozy europejskie stanowią gatunek złożony, w obrębie którego trudna może być prawidłowa identyfikacja brzozy brodawkowatej, która charakteryzuje się nieowłosionymi liśćmi i młodymi pędami oraz bardzo grubą korą u podstawy pni starych drzew. Stosunkowo podobna brzoza omszona (*Betula pubescens*) posiada owłosione liście i pędy. Liście brzozy brodawkowatej mają przeważnie trójkątny kształt a podstawa liści tworzy z ogonkiem kąt prosty (podstawa liści u brzozy omszonej jest zaokrąglona). Dokładniejsza identyfikacja możliwa jest obecnie za pomocą markerów chemicznych i molekularnych.

Dwa ww. gatunki różnią się również cytologicznie - brzoza brodawkowata posiada 28 chromosomów (gatunek diploidalny), a brzoza omszona 56 chromosomów (gatunek tetraploidalny). Pomimo tej różnicy mogą one czasem tworzyć hybrydy.

Wymagania glebowe brzozy brodawkowatej zbliżone są do wymagań świerka pospolitego (*Picea abies*). Najlepiej rośnie ona na glebach dość żyznych i przepuszczalnych, nie przeżywa na glebach mokrych (gliniastych i torfowych).

## Występowanie

Zasięg występowania brzozy brodawkowatej obejmuje niemal całą Europę, od Morza Śródziemnego na południu po niemal 70° szerokości geograficznej na północy. Gatunek najliczniej występuje w lasach mieszanych północnej Europy, gdzie rozmieszczenie ma mniej lub bardziej ciągłe oraz gdzie spotyka się stosunkowo rozległe lite drzewostany. W zachodniej i południowej części zasięgu rozmieszczenie jest bardziej pofragmentowane (na południu występuje głównie w wyższych położeniach). Gatunek nie występuje na Islandii oraz na przeważającej powierzchni Półwyspu Iberyjskiego i Grecji.

## Znaczenie i zastosowanie

Brzoza brodawkowata należy do najważniejszych ekonomicznie gatunków północnej Europy. Jej drewno wykorzystywane jest w produkcji sklejk i w stolarstwie oraz jako papierówka i surowiec opałowy. Drewno brzozy brodawkowatej jest jasno zabarwione, bez znaczących różnic między przyrostami wiosennymi i letnimi oraz między białym i twardzielą. Gęstość drewna jest bardzo wysoka. Włókna drzewne są bardzo krótkie - pulpa brzozowa dodawana jest do pulpy drewna iglastego celem poprawy jakości papieru.

Brzoza karelska (var. *carelica*), wartościowa odmiana brzozy brodawkowatej, jest wysoko ceniona z uwagi na dekoracyjne zabarwienie drewna. Istnieje kilka dziedzicznych typów takiego zabarwienia, niektóre z nich mogą być identyfikowane na podstawie oględzin pnia. Brzoza karelska wykorzystywana jest w stolarstwie jako okleina oraz w drobnym rękodzielnictwie.

Niektóre formy brzozy brodawkowatej (f. *bircalensis*, f. *crispa* 'Dalecarlica') wykorzystywane są w nasadzeniach ozdobnych z powodu dekoracyjnego kształtu liści. Na południowych krańcach zasięgu brzozę brodawkowatą wykorzystuje się do celów zalesieniowych, a na niektórych obszarach jako karmę dla bydła.

Brzoza brodawkowata (podobnie jak inne brzozy) jest istotnym składnikiem lasów strefy umiarkowanej i borealnej, wykazując pozytywny wpływ na różnorodność ekosystemów. Od występowania brzoź uzależniona jest ponadto obecność dużej ilości roślinożernych owadów i grzybów symbiotycznych.

## Wiedza genetyczna

Genetyczną strukturą brzozy brodawkowatej w głównej części zasięgu kształtuje powszechne występowanie gatunku oraz efektywne rozprzestrzenianie pyłku i nasion. Pyłek może być przenoszony na odległości rzędu kilkuset kilometrów, nasiona brzozy są bardzo lekkie i łatwo roznoszone przez wiatr. Choć większość nasion opada w pobliżu drzewa macierzystego, pozostałe roznoszone są na znaczne odległości.

W rezultacie profil zróżnicowania genetycznego brzozy brodawkowatej jest zbliżony do pospolitych gatunków iglastych (sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris*) czy świerka pospolitego (*Picea abies*)) oraz dębu szypułkowego (*Quercus robur*). Poziom neutralnej adaptacyjnie zmienności wewnątrzpopulacyjnej jest wysoki. Lokalne populacje w północnej Europie są bardzo zbliżone do populacji z pozostałej części zasięgu - zróżnicowanie międzypopulacyjne jest bardzo niskie. Dla cech adaptacyjnych obserwowany jest jednak bardziej zróżnicowany profil zmienności.

Lokalne skandynawskie populacje wykazują duże zróżnicowanie genetyczne cech fenologicznych w kierunku z północy na południe. Jest to ewidentnie wynikiem adaptacji do lokalnych warunków klimatycznych oraz długości okresu wegetacyjnego. Ustanie wzrostu na wysokość pod koniec lata, będące pierwszym etapem procesu hartowania przed zimą, jest kontrolowane głównie przez fotoperiod oraz modyfikowane przez inne czynniki, w tym temperaturę. Populacje brzozy z różnych szerokości geograficznych wykazują różnice krytycznej długości nocy, tj. najkrótszej długości nocy wyzwalającej ustanie wzrostu. Wiosenny rozwój pąków oraz początek wzrostu regulowany jest głównie przez temperaturę.

Wysoki poziom zmienności genetycznej stwierdzono wśród wielu ekonomicznie istotnych cech wzrostowych i jakościowych. Pochodzenia z Finlandii i Szwecji (pomijając marginalne populacje północne) charakteryzują się zazwyczaj lepszą formą pnia niż pochodzenia z Europy Środkowej. Występuje tam również zmienność genetyczna w obrębie populacji. Tradycyjna hodowla selekcyjna w Finlandii znacznie poprawiła cechy przyrostu miąższości oraz jakości materiału sadzeniowego.

Stwierdzono również wyraźną zmienność genetyczną odporności na roślinożerne ssaki i owady. Występuje ona głównie wewnątrz populacji - nie stwierdzono zróżnicowania pomiędzy populacjami. Odporność w stosunku do roślinożernych ssaków koreluje wyraźnie z liczbą pęcherzyków gumowo-żywiczych w pędach. Liczba ta może być łatwo oceniana, ale cechy tej dotychczas nie wykorzystywano w hodowli selekcyjnej.

Genetyczne podstawy występowania brzozy karelskiej (var. *carelica*) - cennej odmiany brzozy brodawkowatej - nie są ostatecznie wyjaśnione. W przypadku potomstwa dwóch brzoź karelskich udział fenotypu „karelskiego” wynosi 60-70%; przy zapyleniu niekontrolowanym jego udział wynosi ok. 50%. Drzewa macierzyste wyraźnie różnią się udziałem fenotypu „karelskiego” w potomstwie.

## Zagrożenia dla różnorodności genetycznej

Główne zagrożenia dla genetycznej różnorodności brzozy brodawkowatej występują na granicach zasięgu, gdzie gatunek charakteryzuje się nieciągłym występowaniem w postaci izolowanych populacji. Proces fragmentacji zachodzi zwłaszcza na południowych (Hiszpania, Włochy, Francja) i, w mniejszym stopniu, północnych krańcach zasięgu. Bardzo mało

wiadomo na temat poziomu i struktury zmienności genetycznej południowych, marginalnych części zasięgu.

W głównym obszarze zasięgu występowania nie ma bezpośrednich zagrożeń dla genetycznej różnorodności brzozy brodawkowatej. Przeważa tam odnowienie naturalne, a sadzenie na większą skalę realizowane jest tylko po uzyskaniu odpowiedniej wiedzy genetycznej i kontroli pochodzenia materiału sadzeniowego. Cenne odmiany wymagają jednak większej uwagi - zagrożone zanikiem mogą być np. rodzime genotypy brzozy karelskiej.

Brak zrównoważonego wykorzystania LMR może prowadzić do utraty zmienności genetycznej. W przypadku brzozy brodawkowatej możliwość tą należy traktować poważnie, z powodu wyjątkowo dużej zdolności wytwarzania nasion. W sprzyjających warunkach produkcja nasion w klonalnych plantacjach nasiennych jest tak wysoka, że jedna plantacja może produkować wystarczającą ilość nasion dla bardzo dużych obszarów, w związku z czym należy rozważyć wprowadzenie limitów wykorzystania nasion.

## Ochrona i wykorzystanie zasobów genowych

Ponieważ brzoza brodawkowata występuje w szerokim spektrum warunków środowiska, priorytety i metodyka zachowania zasobów genowych różnią się w zależności od części zasięgu występowania. Brzoza brodawkowata występuje powszechnie w północnej Europie, charakteryzując się praktycznie ciągłym rozmieszczeniem na dużych obszarach. Przy braku bezpośrednich zagrożeń dla różnorodności genetycznej, charakter ochrony zasobów genowych ma tam głównie formę ostrożności. Działania ochronne obejmują ograniczenie wykorzystania pojedynczych źródeł nasion i wegetatywnego rozmnażanych klonów oraz stosowanie odpowiednio zaadaptowanego LMR.

W północnych częściach zasięgu występowania (Finlandia i Szwecja), kontrola odległości przemieszczania pochodzeń jest kluczowa dla prawidłowego wykorzystania materiału sadzeniowego. W celu uniknięcia ryzyka szkód od przymrozków (wczesnych i późnych), rekomendowana maksymalna odległość transferu w Finlandii wynosi 150 km, zarówno w kierunku północnym jak i południowym. Odległości te mogą być większe w niższych położeniach krajów środkowej Europy.

Dodatkowym działaniem ochrony naturalnej zmienności genetycznej jest wybór powierzchni *in situ* do ochrony zasobów genowych, zarówno wśród drzewostanów litych jak i mieszanych. Powierzchniami takimi mogą być obiekty ochrony przyrody lub podlegające zagospodarowaniu drzewostany zachowawcze. W obu przypadkach preferować należy odnowienie naturalne, a jeśli konieczne jest odnowienie sztuczne, stosować należy miejscowy materiał rozmnożeniowy.

W obszarach o rozproszonym występowaniu wykorzystanie obiektów zachowawczych może nie być możliwe. Lokalne drzewostany mogą być zbyt małe i zagrożone różnymi czynnikami w takim stopniu, że bardziej odpowiednia będzie ochrona *ex situ*. Kolekcje *ex situ* zakładać można poprzez siew lub szczepienie.

Szczególnym obiektem ochrony zasobów genowych jest brzoza karelska, występująca zwykle w formie pojedynczych drzew lub jako grupy kilku osobników w lasach naturalnych. W takich przypadkach podejście populacyjne jest nieskuteczne - właściwym działaniem jest zakładanie kolekcji *ex situ* indywidualnych klonów (genotypów). Kolekcje te pochodzić mogą również z siewu lub szczepienia.

Przekład: Marcin Beza, Leśny Bank Genów Kostrzyca.