

Nowoczesne leśnictwo oparte jest o doświadczenia hodowlane oraz selekcję gatunków drzew leśnych, jednak coraz większego znaczenia nabiera stopień szczegółowości badań i możliwość analiz porównawczych. Jest to bezpośrednio związane z głównymi celami hodowli lasu, która w ostatnich dziesięcioleciach podporządkowana była głównie celowi produkcji.

Doskonalenie cech gatunków drzew leśnych opiera się głównie na programach, które uwzględniają potrzeby ekologiczne i ekonomiczne hodowców oraz producentów materiału do zalesień. Bardzo istotną cechą, często decydującą o sukcesie hodowlanym, jest zróżnicowanie genetyczne.



Fot. K. PTAK

Drzewa mateczne modrzewia europejskiego w Nadleśnictwie Suchedniów (RDLP Radom), leśnictwo Świnia Góra, obręb Bliżyn. Właśnie tutaj występuje jedna z najczystszych i najcenniejszych populacji modrzewia europejskiego, stanowiących bazę nasienną Lasów Państwowych.

# Genetyka w leśnictwie przyszłości

W ostatnich dziesięcioleciach odnotowano zmienność preferowanych cech danego gatunku drzewa, często zależną od mody i popytu. Początkowo programy hodowlane nastawione były głównie na kształtowanie samej formy drzewa – mała zbieżność strzały, długość i kształt korony. Kolejnym trendem w selekcji drzew leśnych były cechy odporności na choroby i szkodniki owadzie czy czynniki szkodo-twórcze, np. przymrozki i wiatry. W ostatnich latach cechą zdecydowaną w tej dziedzinie wiodącą jest jakość surowca – ze szczególnym uwzględnieniem gęstości drewna, morfologii

◆ identyfikacji drzew i populacji oraz określenia źródła pochodzenia leśnego materiału rozmnożeniowego (LMR);

◆ opracowania niezbędnej nowej strategii zachowania zasobów genowych *in-situ* i *ex-situ*, mających znaczenie dla ochrony rzadkich genotypów;

◆ ustalenia – również bardzo potrzebnych – zasad regionalizacji i przemieszczania leśnego materiału rozmnożeniowego;

◆ przeprowadzenia analiz procesów krzyżowania w naturalnych i sztucznych populacjach drzew leśnych;

◆ identyfikacji obecności patogenów oraz innych czynników chorobotwórczych.

Aktualnemu stanowi badań i zaawansowaniu analiz zróżnicowania i zmienności podstawowych gatunków lasotwórczych poświęcono seminarium Zakładu Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych IBL nt. „Badania genetyczne drzew leśnych na poziomie molekularnym”. Odbędzie się ono 8 kwietnia 2010 r. w Instytucie Badawczym Leśnictwa w Sękocinie Starym, a referaty wiodące wygłosiły: dr **Małgorzata Sułkowska** („Międzypokoleniowe zróżnicowanie genetyczne populacji buka zwyczajnego w Polsce”), mgr **Anna Jagielska** („Markery DNA – nowe narzędzie do identyfikacji taksonomicznej modrzewia europejskiego i modrzewia japońskiego oraz ich mieszańców”) oraz dr **Iwona Szyp-Borowska** („Genomika drzew leśnych”).

Podjęcie badań mających na celu określenie czystości populacji drzew pozostaje w ścisłym związku z rozporządzeniem Ministra Środowiska, dotyczącym rejestracji plantacji nasennych i drzew matecznych oraz oceny wielkości udziału mieszańców w leśnym materiale podstawowym (LMP).

Sprawdzoną metodą do takiej oceny, zarówno w Europie jak i w Polsce, mogą być marke-

ry DNA. W prezentowanych wynikach badań stwierdzono, że mieszańce międzygatunkowe charakteryzuje w pierwszym pokoleniu zwiększony wigor, jednakże w następnych pokoleniach ulega on istotnemu zmniejszeniu. Dlatego też niewskazane jest promowanie mieszańców w uprawach leśnych. Markery DNA są najbardziej skuteczną z metod wykorzystywanych w selekcji i jednoznaczną w identyfikacji źródła pochodzenia materiału rozmnożeniowego. Należy podkreślić, że wcześniej stosowano również markery morfologiczne, np. kształt liścia, długość igieł czy zawartość barwników, jednak stwierdzono, że cechy te ulegają znacznej modyfikacji pod wpływem zmian środowiska.

Sz szczególnie interesujące wyniki dotyczące czystości populacji i genetycznego zróżnicowania uzyskano dla modrzewia (*Larix sp.*). W Polsce naturalnie występuje modrzew europejski (*Larix decidua*), w ramach którego wyróżnia się dwa podgatunki: modrzew europejski (*Larix decidua sensu stricto*) i modrzew polski (*Larix decidua polonica*). Jednocześnie występuje w naszym kraju modrzew japoński (*Larix kaempferi*), którego naturalny zasięg ograniczony jest wyłącznie do wysp japońskich. Gatunek ten został sprowadzony do Europy na przełomie XVIII i XIX wieku. Początkowo sadzono go w parkach i ogrodach, później trafił także do upraw leśnych. Do naszego kraju sprowadzono go, według źródeł historycznych, w 1861 r., a na przełomie XIX i XX wieku



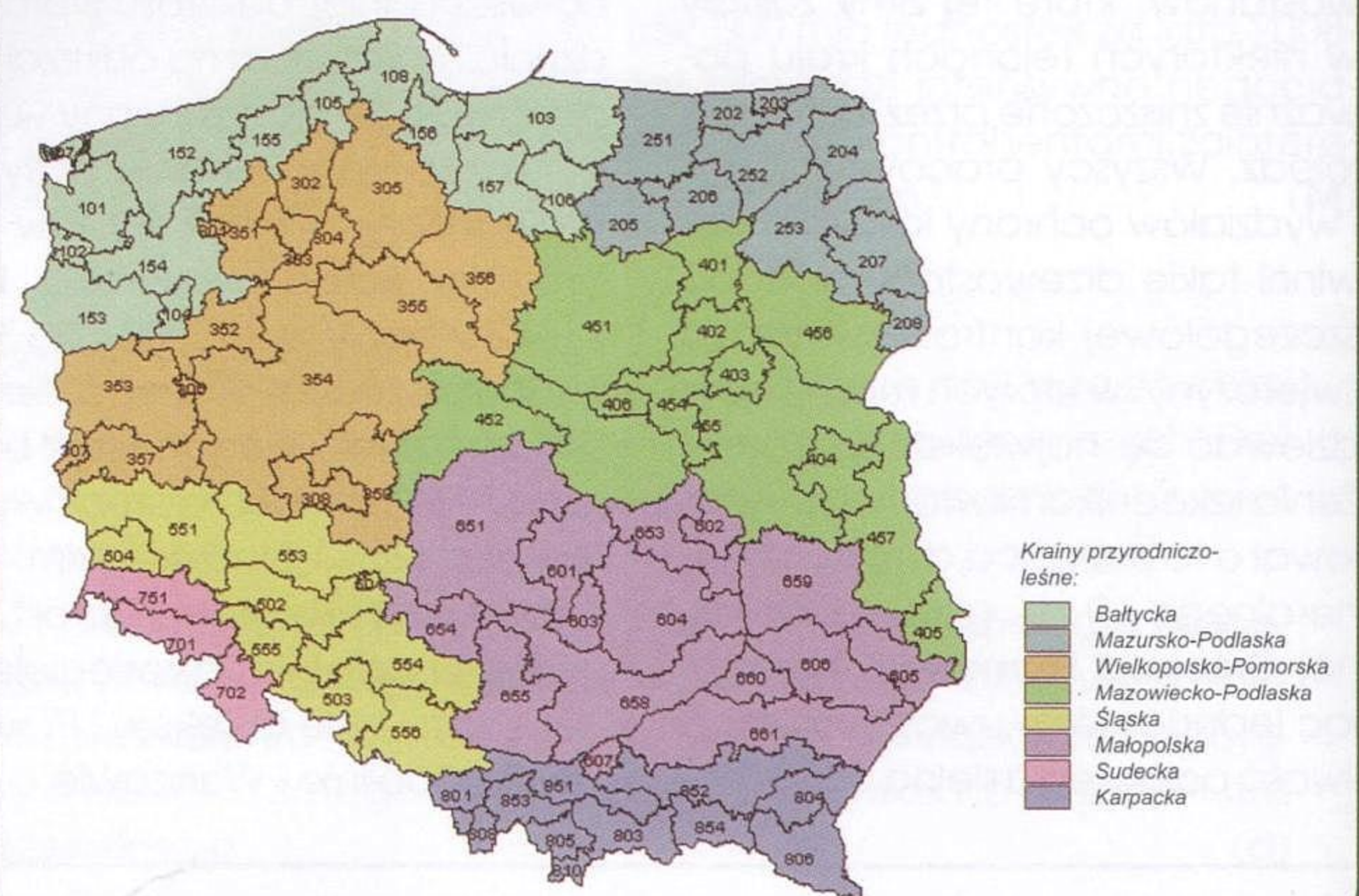
Fot. W. GIL

**Szyszczyki modrzewia. Przy rozróżnianiu i identyfikacji mieszańców oraz gatunków modrzewia europejskiego i japońskiego, metoda z zastosowaniem markerów molekularnych jest znacznie skuteczniejsza od wcześniej stosowanej metody markerów morfologicznych.**

włókien oraz wysokiej zawartości celulozy. Aktualnie do powyższych kryteriów często dołączana jest również zdolność adaptacji do globalnych zmian klimatu.

W badaniach nad skutecznością selekcji należy wziąć pod uwagę również wpływ warunków środowiskowych. Przykładem efektu środowiska może być gęstość drewna sosny, która w optymalnych warunkach wynosi 0,8 g/cm<sup>3</sup>, podczas gdy na siedlisku boru bagiennego wynosi tylko 0,2 g/cm<sup>3</sup>. Chcąc zapewnić gospodarce leśnej efektywność i sukces hodowlany, konieczne jest wykorzystanie wyników szczegółowych badań i analiz genetycznych, mających istotne znaczenie praktyczne. Na ich podstawie istnieje możliwość:

**Regiony pochodzenia leśnego materiału podstawowego w Polsce na tle krain przyrodniczo-leśnych (stan z 2004 r.)**



był już obecny w uprawach leśnych. Preferowano go ze względu na szybki wzrost w młodości, a także odporność na choroby, przede wszystkim raka modrzewiowego.

Należy tu podkreślić, że gatunki modrzewi łączy się ze sobą krzyżują i jedyną barierą stanowi izolacja geograficzna. Dlatego też powstał mieszańce międzygatunkowy modrzewia europejskiego i japońskiego – modrzew eurojapoński (*Larix x eurolepis*). Aktualnie w naszym kraju spotyka się zarówno modrzew japoński, jak i mieszańce modrzewia japońskiego i europejskiego, zwłaszcza w północno-zachodniej części kraju, w pasie od Szczecina do Gdańska. Warto wspomnieć, że modrzew japoński po II wojnie światowej dostał się do upraw leśnych przez błąd popełniony przy zbiorze nasion. Przewaga modrzewia japońskiego zaznacza się szczególnie w RDLP w Szczecinku. W tej sytuacji istniała pilna konieczność określenia metody skutecznie rozróżniającej i identyfikującej mieszańce oraz gatunki modrzewia europejskiego i japońskiego.

Na bazie wyników badań przeprowadzonych we współpracy IBL i INRA (Narodowy In-



Fot. W. Gil

stitut Badań Rolniczych) we Francji przeprowadzono identyfikację gatunkową i osobniczą z kontrolowanych krzyżówek. Kolejnym etapem była analiza 8 populacji – 4 populacji modrzewia z południowej części kraju, stanowiących bazę nasienną Lasów Państwowych, oraz 4 populacji z północno-zachodniej Polski.



**Prelegentki „genetycznego” seminarium. Od lewej: dr Małgorzata Sułkowska, mgr Anna Jagielska i dr Iwona Szym-Borowska.**

Wyniki badań genetycznych dowiodły czyściwości analizowanej bazy nasiennej modrzewia europejskiego. Natomiast w przypadku populacji z północnego-zachodu Polski uzyskano dane świadczące, że w przypadku populacji pochodzącej z Ustki około 90% to modrzew japoński, a w przypadku populacji „Gdańsk” i „Okonek” mieszańce modrzewia japońskiego i europejskiego stanowiły ok. 50%.

W przypadku buka zwyczajnego wyniki badań wskazują na znaczne zróżnicowanie genetyczne tego gatunku w Polsce. Jednocześnie oceny z użyciem markerów molekularnych świadczą co prawda również o zróżnicowaniu populacji tego gatunku, jednak nie stanowiącym podstawy do wydzielenia regionów geograficznych charakteryzujących się podobnym poziomem zmienności genetycznej. Ponadto zmienność ta ma charakter ekotypo-

wy (czyli związany z charakterem czynników zewnętrznych – siedliska i środowiska). Praktycznym aspektem przeprowadzonych badań jest wykorzystanie ich wyników w zmniejszeniu ryzyka hodowlanego, a także możliwości wykorzystania leśnego materiału rozmnożeniowego (LMR) zgodnie z warunkami siedliskowymi optymalnymi dla buka.

Oceny i analizy genetyczne sosny zwyczajnej, jako gatunku o największym znaczeniu gospodarczym w lasach polskich, mają szczególne znaczenie praktyczne. Wyniki badań opartych na markerach molekularnych MAS (Marker-Assisted Selection, czyli markery molekularne stosowane do selekcji materiału hodowlanego – przyp. red.) miały na celu zwiększenie produkcji oraz poprawę jakości otrzymywanego drewna. Użycie markerów genetycznych, o których wiadomo że są sprzężone z pożądanymi cechami, może uczynić selekcję bardziej wydajną. Przenoszą one hodowlę drzew na poziom molekularny, na którym selekcja i hodowla wartościowych genotypów oparta jest bezpośrednio na DNA.

W trakcie dyskusji przedstawiciel Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych **Tomasz Grądzki** podkreślił istotność i wagę badań genetycznych, jako jedynej metody weryfikacji działań w hodowli i selekcji prowadzonych w ostatnich dziesięcioleciach. Wyniki tych badań mogą być bardzo pomocne zwłaszcza w przypadku selekcji modrzewia, gdyż dają jednoznaczną odpowiedź na pytanie o czystości danej populacji i decydują o praktycznych możliwościach wykorzystania określonego materiału rozmnożeniowego.

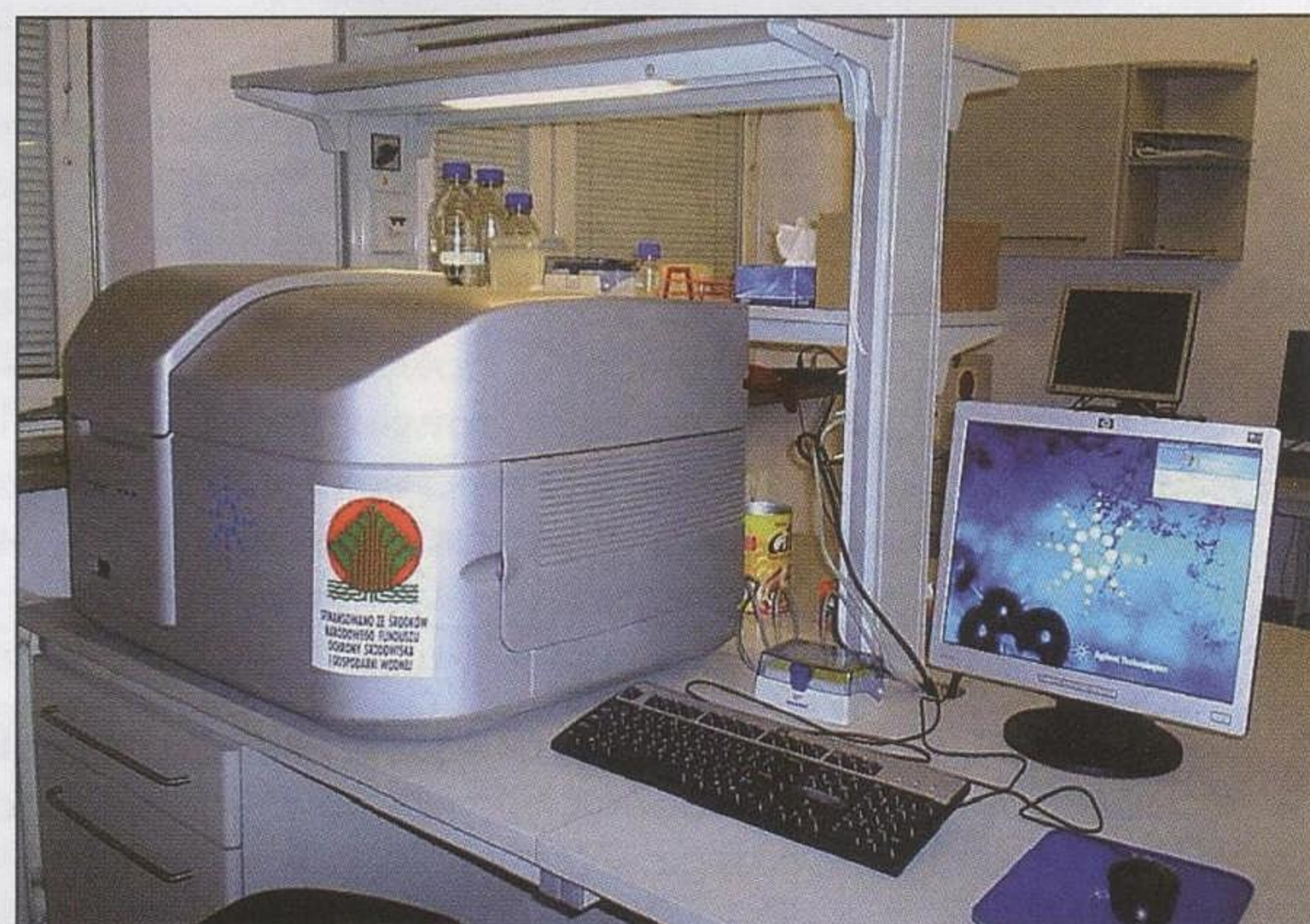
Istotną konkluzją w wypowiedzi Tomasza Grądzkiego było podkreślenie, że człowiek prowadząc od wielu dziesięcioleci gospodarkę leśną, na tyle zmienił naturalne warunki śro-

**◀ Badania wskazują na znaczne zróżnicowanie genetyczne buka zwyczajnego w Polsce, choć jego zmienność ma przede wszystkim charakter ekotypowy, związany z warunkami siedliskowymi.**

dowiska, że aktualnie konieczna jest ingerencja mająca na celu przywrócenie stanu równowagi. I jest to możliwe z wykorzystaniem nowoczesnych, sprawdzonych i skutecznych metod genetycznych.

W podsumowaniu seminarium dr inż. **Tomasz Oszako** z Zakładu Ochrony Lasu IBL stwierdził, że dzięki wprowadzeniu w szerokim zakresie analiz genetycznych możliwe jest wyeliminowanie importowanego drewna niewiadomego pochodzenia. Aktualnie jest to problem, gdyż sprowadzanie drewna do Europy z wielu krajów świata (18% pochodzi obecnie ze źródeł nieokreślonych) stwarza groźbę zubożenia różnorodności biologicznej i niekontrolowanego wylesiania powierzchni leśnych w skali globalnej. Problematyka ta znalazła swoje odzwierciedlenie w programie FLEGT (ang. Forest Law Enforcement, Governance and Trade – Przestrzeganie Prawa Leśnego, Zarządzanie i Handel) ogłoszonym przez Komisję Europejską, który ma być formą przeciwdziałania tym niekorzystnym zjawiskom. Nielegalne użytkowanie lasów i związany z tym handel nielegalnym drewnem jest przyczyną ogromnych szkód środowiska naturalnego w krajach rozwijających się. Zubaża także lokalne społeczności, których życie w znaczący sposób zależy od użytkowania miejscowych zasobów leśnych. Każdego roku rządy krajów rozwijających się tracą z powodu nielegalnego użytkowania lasów około 10 do 15 miliardów euro.

Jednocześnie globalne zmiany klimatu stwarzają konieczność wzmożonej pracy naukowców nad poszukiwaniem gatunków drzew odpornych m.in. na stres wodny i najlepiej przystosowanych do zmieniających się warunków klimatycznych.



**Automatyczny sekwenator kapilarny – nowoczesny sprzęt będący na wyposażeniu Laboratorium Biologii Molekularnej IBL.**

Szczegółowe badania genetyczne w zakresie gospodarki leśnej i ochrony przyrody mają przed sobą ogromną przyszłość i wraz z postępowaniem wiedzy w tym zakresie, z pewnością przed genetyką będą się otwierały kolejne możliwości.

**ARTUR SAWICKI**

Institut Badawczy Leśnictwa