



Stowarzyszenie  
Inżynierów  
i Techników  
Drzewnictwa

# postępy techniki w leśnictwie 134

Dotychczasowe doświadczenia  
z realizacji programu  
testowania potomstwa

IBL

4291

Herby

Kw. 1

20

# postępy techniki w leśnictwie

# 134

Dotychczasowe doświadczenia  
z realizacji programu testowania  
potomstwa

*Dr inż. Jan Kowalczyk*



Stowarzyszenie  
Inżynierów  
i Techników  
Leśnictwa  
i Drzewnictwa

*Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych rekomenduje publikację do celów szkoleniowych kadry leśnej.*

**Komitet Redakcyjny „Postępów Techniki w Leśnictwie”:**

Przewodniczący i redaktor naczelny – *Krzysztof Jodłowski*

Zastępca przewodniczącego – *Marek Berft*

Sekretarz – *Zbigniew Świącicki*

Redaktorzy – *Olgiert Łęski, Tadeusz Moskalik,  
Jacek Stocki, Anna Tylman, Jerzy Zieliński*

Redaktor wiodący zeszytu – *Jan Kowalczyk*

Treść artykułów zamieszczanych w „Postępach Techniki w Leśnictwie” jest wyrazem poglądów prezentowanych przez Autorów opracowań.

Komitet Redakcyjny zastrzega sobie prawo do dokonywania zmian wynikających z opracowania redakcyjnego artykułów.

© Copyright by Zarząd Główny SITLiD, Warszawa 2016 r.

ISSN 0562-1445



Wydawnictwo Świat, 02-554 Warszawa  
Al. Niepodległości 156/6, tel./fax 22 849-41-96  
[www.wydawnictwo-swiat.pl](http://www.wydawnictwo-swiat.pl)

Okładka: Sadzonka sosny zwyczajnej z etykietą informacyjną (fot. W. Kowalkowski)

Nakład 2000 egz., ark. wyd. 4,00, ark. druk. 3,50 + 0,25 (wkł. barwna) = 3,75.

## Spis treści

<b>Od Komitetu Redakcyjnego</b> .....	5
<i>Maciej Giertych</i>	
<b>Geneza programu testowania drzew leśnych</b> .....	7
<i>Jan Matras</i>	
<b>Założenia programu testowania potomstw w Lasach Państwowych</b> .....	10
<i>Szymon Jastrzębowski, Marcin Klisz</i>	
<b>Praktyczne uwagi do zakładania doświadczeń testujących i opieki nad doświadczeniami w terenie oraz promocja programu</b> .....	18
<i>Kinga Skrzyszewska, Jacek Banach, Łukasz Piela</i>	
<b>Specyfika zakładania powierzchni testujących w warunkach górskich</b> .....	28
<i>Włodzimierz Buraczyk, Henryk Szeligowski</i>	
<b>Oznaczanie doświadczeń testujących w terenie i ich dokumentacja</b> .....	35
<i>Władysław Barzdajn, Wojciech Kowalkowski</i>	
<b>Na co warto zwrócić uwagę przy wyborze powierzchni pod założenie doświadczeń i znaczenie kontaktów z leśnikami realizującymi prace w terenie</b> .....	42
<i>Jan Kowalczyk, Władysław Chałupka, Daniel Chmura</i>	
<b>Co wynika z zebranych doświadczeń w czasie dotychczasowych prac?</b> .....	47
<b>Literatura uzupełniająca</b> .....	55



## Dotychczasowe doświadczenia z realizacji programu testowania potomstwa



Redaktor wiodący: **Jan Kowalczyk**

## ***Od Komitetu Redakcyjnego***

Prace doświadczalne polegające na testowaniu potomstwa drzew leśnych są konsekwencją dotychczas prowadzonych prac nad selekcją drzew leśnych w Polsce. Testowanie jest następnym krokiem w tych działaniach. W każdym cyklu selekcyjnym (wybór – testowanie – rozmnażanie) po wyborze konieczna jest ocena wyselekcjonowanych obiektów. Testowanie jest więc uzupełnieniem zadań określonych w „Programie zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 1991–2010” oraz integralną częścią obecnie realizowanego programu ochrony zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce. Celem testowania potomstwa drzew leśnych jest określenie wartości hodowlanej w znaczeniu dziedzicznie przekazywanych potomstwu cech leśnego materiału podstawowego, wykorzystywanego w gospodarce leśnej. Program ten realizowany już od 10 lat został opracowany przez zespół powołany zarządzeniem nr 44 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 18 kwietnia 2003 r. pod przewodnictwem prof. Macieja Giertycha, a po objęciu przez niego mandatu eurodeputowanego - przez prof. Janusza Sabora. Program został wprowadzony zarządzeniem Nr 85 z dnia 31 grudnia 2004 roku Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych „w sprawie realizacji w jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych Programu testowania potomstwa wyłączonych drzewostanów nasiennych, drzew doborowych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych”. Obecnie, po pierwszym etapie realizacji programu przyszedł czas, aby spojrzeć wstecz i wyciągnąć wnioski. Temu ma służyć ten zeszyt „Postępów Techniki w Leśnictwie”. Formuła tej publikacji pozwoli też na zebranie w jednym miejscu doświadczeń odnośnie różnych aspektów testowania potomstw w ostatnich latach w Polsce.

***Komitet Redakcyjny  
Postępów Techniki w Leśnictwie  
Zarządu Głównego SITLiD***



Maciej Giertych  
Emerytowany pracownik  
Instytutu Dendrologii Polskiej Akademii Nauk w Kórniku

## **Geneza programu testowania drzew leśnych**

**Wybór drzew doborowych, najpiękniejszych w lesie, to jednak tylko wybór fenotypowy, a ich wysoka jakość może być konsekwencją przypadku, zabiegów pielęgnacyjnych, szczególnego miejsca wzrostu itd. Uznano więc za konieczne przetestowanie drzew doborowych pod kątem wartości ich potomstwa. W tym celu zakłada się specjalne powierzchnie badawcze, na których testuje się potomstwo różnych drzew doborowych danego gatunku. Powstał program przetestowania wszystkich drzew doborowych wybranych w polskich lasach. Chodzi o to, by w następnym etapie zakładać plantacje nasienne drugiej generacji, czyli w oparciu o materiał lepszy, już genetycznie sprawdzony. Ważne jest jednak, by raz założone doświadczenia były podtrzymywane w funkcjonalnej użyteczności. Stare doświadczenia mają tę wartość, że dają wiarygodne wyniki oparte o drzewa dojrzałe. Nigdy nie wiadomo, jakie zainteresowania pojawią się w przyszłości. Główny koszt to założenie doświadczenia. Koszty pielęgnacji starych doświadczeń niewiele się różnią od kosztów pielęgnacji upraw gospodarczych. Trzeba tylko zachować dokumentację i odpowiednie oznakowania w terenie. Muszą się znaleźć środki na podtrzymywanie starych doświadczeń w ich funkcjonalności.**

Pierwsze zainteresowanie genetyką w leśnictwie wyraziło się zakładaniem doświadczeń proveniencyjnych. Polegało to na testowaniu kilku populacji drzew na wspólnej powierzchni doświadczalnej w celu ustalenia, która z nich jest najlepsza. Pierwsze doświadczenia proveniencyjne powstały już w XIX w. kiedy to należało do powszechnej praktyki leśnej, że nasiona identyfikowano jedynie gatunkowo. Powstały wielkie wyluszczarne nasion, głównie w Niemczech i Austrii, które załazy Europę nasionami jednej, często nie najlepszej populacji danego gatunku. Po pewnym czasie zorientowano się jednak, że warto ocenić populacje pod względem jakości i przystosowania do danego środowiska. Na początku XX w. założono międzynarodowe doświadczenie proveniencyjne dla sosny zwyczajnej, obejmujące Europę zachodnią oraz analogiczne doświadczenie w Rosji, obejmujące zasięg tego gatunku w imperium. Pod koniec lat trzydziestych przyszły dalsze doświadczenia międzynarodowe dla większej liczby gatunków (sosna, świerk, modrzew). Także po II wojnie światowej założono wiele takich doświadczeń. Wynikało z nich, że populacje różnią się pod względem potencjału wzrostowego i jakościowego i są przystosowane do określonych warunków środowiskowych (szerokości geograficznej, wysokości nad poziom morza itd.). Doświadczenia te uzmysłowiły nam, że podobnie jak u innych roślin i zwierząt można poprawić produkcję drewna na drodze selekcji. Są populacje, które warto promować, a są inne, których rozmnażać nie należy.

W 1912 r. niemiecki leśnik Busse założył powierzchnię doświadczalną testującą potomstwo sosen różniących się wiekiem. W owym czasie sortowano nasiona według wielkości uważając te większe, a więc pochodzące z młodszych drzew, za lepsze. Busse chciał to sprawdzić, chociaż jego doświadczenie nie miało celów genetycznych.

Powierzchnia była założona z powtórzeniami i nadawała się do analizy statystycznej. Po latach okazało się, że potomstwo drzew starszych daje większe przyrosty (Wilusz i Giertych 1974). Oznacza to, że selekcja dokonywana przez leśników w ramach okresowych trzebieży polepsza populację genetycznie. Jest to hołd dla leśników, dla ich praktyk dających ochronę czynną leśnych zasobów genowych. Warto więc prowadzić selekcję drzew, by poprawić produktywność.

Główne zainteresowanie genetyką drzew przyszło z programem zakładania klonowych plantacji nasiennych zaproponowanym przez Duńczyka C. Syracha Larsena. Jego książka „Genetics in Silviculture” (1956) stała się stymulatorem dla leśników w wielu krajach, by wybierać drzewa doborowe, zbierać z nich pędy, szczepić je na siewkach i zakładać coś w rodzaju sadów dla drzew leśnych. Drzewa doborowe to drzewa, które nam się podobają – o dużych rozmiarach, proste, oczyszczone itd. Zakładamy, że w ich jakości tkwi też komponent genetyczny. By zebrać z nich pędy potrzebna była technika wchodzenia na duże drzewa, a do ich szczepienia potrzebne były umiejętności ogrodnicze. Szczepy wymagały hodowli w szkółce, a potem wysadzenia na większych powierzchniach w takim rozmieszczeniu, by klony poszczególnych drzew były jak najdalej od siebie i jak najbardziej wystawione na krzyżowanie się z innymi klonami. Nasiona zbierane z takich plantacji nasiennych uchodzą za cenniejsze genetycznie niż zbierane na zrębach.

W ślad za klonowymi plantacjami nasiennymi przyszły tzw. „plantacyjne uprawy nasienne” czyli siewkowe plantacje nasienne. Zamiast szczepów poszczególnych klonów, na plantacji rozmieszcza się siewki pochodzące z różnych drzew doborowych. Każda siewka ma drzewo doborowe jako matkę, ale jej ojciec pochodzi z mieszaniny pyłków drzew całego drzewostanu.

Powstało pytanie, czy rzeczywiście potomstwo różnych drzew doborowych się różni. Można to przetestować na podstawie analizy drzew wyrastających na plantacyjnych uprawach nasiennych. Takiej analizy dla sosny zwyczajnej dokonał Kowalczyk (2005). Okazało się, że potomstwa różnych drzew doborowych różnią się wzrostowo i jakościowo, czyli, można różnicować drzewa doborowe pod kątem widzenia jakości ich potomstwa.

Wybór drzew doborowych, najpiękniejszych w lesie, to jednak tylko wybór fenotypowy, a ich wysoka jakość może być konsekwencją przypadku, zabiegów pielęgnacyjnych, szczególnego miejsca wzrostu itd. Uznano więc za konieczne przetestowanie drzew doborowych pod kątem wartości ich potomstwa. W tym celu zakłada się specjalne powierzchnie badawcze, na których testuje się potomstwo różnych drzew doborowych danego gatunku. Powstał program przetestowania wszystkich drzew doborowych wybranych w polskich lasach. Chodzi o to, by w następnym etapie zakładać plantacje nasienne drugiej generacji, czyli w oparciu o materiał lepszy, już genetycznie sprawdzony.

Jak na razie zostały w Polsce założone dwie plantacje nasienne drugiej generacji dla sosny i świerka, ale w oparciu o udokumentowane zróżnicowanie proveniencyjne, a nie osobnicze. Niestety, z przyczyn czysto administracyjnych nie wolno z nich zbierać nasion, bo drzewa mateczne pochodzą z różnych powierzchni doświadczalnych rozmieszczonych po całym kraju, a więc nie spełniają warunku „rodzimości”, który dziś jest stawiany. Szczególnie plantacja sosnowa (w Nadleśnictwie Susz) pięknie obradza nasiona sosny mazurskiej, ale ponieważ drzewa mateczne rosną nie na Mazurach, nie wolno z niej zbierać nasion. Szkoda!

W planie są plantacje nasienne drugiej generacji w oparciu o wyniki testowania potomstwa drzew doborowych, ale z zachowaniem regionalizacji, by nie przenosić populacji z miejsca na miejsce.



Na pewnym etapie zakładano też doświadczenia proveniencyjno-rodowe. Na powierzchni proveniencyjnej zachowywano odrębność potomstwa poszczególnych drzew danej proveniencji (nie koniecznie doborowych). Pozwala to połączyć rozeznanie wartości proveniencji z selekcją najlepszych populacji rodowych wewnątrz nich (przykładowo Giertych 1985).

Pozostaje pytanie, czy rzeczywiście potomstwo drzew doborowych jest lepsze niż potomstwo z drzewostanów normalnie wykorzystywanych w nasiennictwie leśnym. By uzyskać na to odpowiedź, została założona w Polsce seria pięciu doświadczeń terenowych, na których testowane jest potomstwo z różnych klonowych plantacji nasiennych w porównaniu z nasionami standardowymi pięciu populacji właściwych dla terenów założenia powierzchni.

Po czterech latach wzrostu na wysokość okazało się, że nie ma ogólnej różnicy we wzroście na wysokość między potomstwem z plantacji nasiennych a potomstwem z drzewostanów gospodarczych (Chmura i in. 2003). Po ośmiu latach dla wysokości drzew i trzynastu dla pierśnicy oraz analizując fenologię nadal stwierdzono (Chmura i in. 2012), że generalnie potomstwo klonowych plantacji nasiennych nie przewyższa populacji gospodarczych w cechach wzrostowych. Wykazano natomiast, że nie koniecznie lokalne populacje są najlepsze, co wskazuje, że dzisiejsze upieranie się przy rodzimoci może być gospodarczo nieuzasadnione. Występuje pewien geografizm w cechach fenologicznych, czyli przystosowanie do określonych warunków środowiska. Wyniki te rzucają cień na cały program zakładania klonowych plantacji nasiennych w oparciu o drzewa doborowe. Z czasem to może się zmienić gdy drzewa podrosną, ale - jak na razie - wynik jest niepokojący. Jak dotąd, brak analogicznego doświadczenia dla potomstwa plantacyjnych upraw nasiennych.

Oczywiste jest, że chcąc poprawić genetyczną wartość produkcji leśnej trzeba wpięrcw poznać jakość potomstwa i dopiero potem zakładać plantacje nasienne (drugiej generacji). Stąd też przyszłościowe znaczenie mają wszelkie prace nad testowaniem potomstwa drzew leśnych.

Ostatnio znaczenia nabrało testowanie potomstwa drzewostanów nasiennych. W istocie są to doświadczenia proveniencyjne, tyle że na małą skalę geograficzną, zwykle w ramach jednego regionu nasiennego. Okazuje się, że potomstwo jest zróżnicowane, a więc nie każdy drzewostan nasienny jest jednakowo cenny jako źródło nasion. Po takim przetestowaniu będzie można wskazać, które drzewostany nadają się do wykorzystania jako populacja dająca lepsze, genetycznie sprawdzone potomstwo. Tego typu działanie może być przyszłością programu testowania potomstwa.

Mody i zainteresowania się zmieniają. Ważne jest jednak, by raz założone doświadczenia były podtrzymywane w funkcjonalnej użyteczności. Stare doświadczenia mają tę wartość, że dają wiarygodne wyniki oparte o drzewa dojrzałe. Nigdy nie wiadomo, jakie zainteresowania pojawią się w przyszłości – jak w przypadku doświadczenia Bussego nad wpływem wieku drzew matecznych. Główny koszt to założenie doświadczenia. Koszty pielęgnacji starych doświadczeń niewiele się różnią od kosztów pielęgnacji upraw gospodarczych. Trzeba tylko zachować dokumentację i odpowiednie oznakowania w terenie. Warto zachęcać magistrantów, by na nich prowadzili kolejne obserwacje. Populacje drzew, przetestowane w doświadczeniach, często istnieją już tylko na owych powierzchniach doświadczalnych. Warte są wykorzystania w programie selekcji drzew leśnych. Zadbajmy, by wysiłki wcześniejszych pokoleń leśników nie szły na marne. Muszą się znaleźć środki na podtrzymywanie starych doświadczeń w ich funkcjonalności.



Jan Matras  
Instytut Badawczy Leśnictwa

## **Założenia programu testowania potomstw w Lasach Państwowych.**

**Program hodowli selekcyjnej drzew leśnych realizowany w LP od lat sześćdziesiątych dwudziestego wieku bazował w większości przypadków na selekcji fenotypowej - wyborze populacji i osobników na gruncie po wykonaniu oceny ich cech. Wybór ten jest mało precyzyjny i nie gwarantuje maksymalizacji możliwych do osiągnięcia zysków. Wielokrotnie naukowcy zajmujący się tymi zagadnieniami zwracali uwagę na konieczność stosowania bardziej precyzyjnych metod oceny wartości hodowlanej bazy nasiennej i wyborze populacji i osobników w oparciu o informacje genetyczne w testach potomstwa. Uwzględnienie odziedziczalności określonych cech oraz możliwego do osiągnięcia zysku genetycznego bardzo dokładnie charakteryzujące rzeczywistą wartość hodowlaną badanych obiektów. Na tej podstawie możliwe jest precyzyjne określenie postępu hodowlanego, który jest możliwy do osiągnięcia w wyniku realizacji programów hodowlanych. Ocena genetycznej wartości hodowlanej populacji i osobników stanowiących II i III kategorię bazy nasiennej wykorzystywanej dla celów leśnych jest realizowana w LP od 2006 r. w ramach „Programu testowania potomstwa drzewostanów wyselekcjonowanych, drzew matecznych plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych” Jest to jakościowy postęp w podejściu do tworzenia bazy nasiennej dla celów leśnych.**

### **Wstęp.**

Obowiązująca w Polsce ustawa o leśnym materiale rozmnożeniowym (Dz.U. nr 73 poz. 761) wyróżnia 4 kategorie LMR, pozyskanego lub wytworzonego z leśnego materiału podstawowego, dopuszczonego do wykorzystywania dla celów leśnych:

- „ze zidentyfikowanego źródła”,
- „wyselekcjonowany”,
- „kwalifikowany”,
- „przetestowany”.

Trzy pierwsze kategorie tworzone są na podstawie oceny fenotypowej cech populacji i pojedynczych osobników na gruncie zgodnie z przyjętymi kryteriami określonymi w rozporządzeniu wykonawczym (Dz.U. z 2004 nr 94, poz. 928) do ustawy o leśnym materiale rozmnożeniowym oraz innych uregulowaniach w tym zakresie (Burczyk i in. 2003, Matras i Fonder 2006, Dz.U. z 2004 nr 100, poz. 1026, Dz.U. z 2005 nr 144, poz. 1212, Dz.U. nr 73 poz. 761). Kategoria „przetestowany” tworzona jest z kategorii II i III po wykonaniu oceny wartości hodowlanej (genetycznej) i wykazaniu w testach polowych, że określona populacja, drzewo, plantacja nasienne lub plantacyjna uprawa nasienne różni się pozytywnie przynajmniej pod względem jednej analizowanej cechy hodowlanej przyjętej jako kryterium oceny.

Wybrane na podstawie przeprowadzonych testów populacje, osobniki, plantacje i plantacyjne uprawy nasienne stanowią materiał do pozyskania lub wytwarzania leśnego materiału rozmnożeniowego kategorii „przetestowany”.

Testowanie potomstwa LMP realizowane jest w LP zgodnie z wprowadzonym przez Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych Zarządzeniem Nr 85 z dnia 31 grudnia 2004 roku w sprawie realizacji w jednostkach organizacyjnych Lasów Państwowych „Programu testowania potomstwa wyłączonych drzewostanów nasiennych, drzew doborowych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych”. Znak spr. ZG – 7132- 58/2004.

### **Pierwotny cel i zakres testowania**

Celem testowania potomstwa drzew leśnych, jest określenie wartości hodowlanej (w ujęciu genetycznym) leśnego materiału podstawowego, który jest wykorzystywany w gospodarce leśnej oraz opracowanie zasad racjonalnego wykorzystania bazy nasiennej przez określenie obszaru możliwego transferu według przyjętych zasad regionalizacji nasiennej. Wyniki testowania posłużą optymalizacji zadań realizowanych w Lasach Państwowych w zachowaniu trwałości lasów, tj. doskonaleniu gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych i zachowaniu leśnych zasobów genowych. Szczegółowe cele testowania potomstwa zdefiniowano w programie jako:

- Określenie wartości genetycznej i hodowlanej wyłączonych drzewostanów nasiennych i drzew doborowych (matecznych) oraz plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych (Barzdajn i in 2004).
- Kwalifikowanie leśnego materiału podstawowego (LMP), tj. wyłączonych drzewostanów nasiennych, drzew doborowych (matecznych), plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych do kategorii przetestowany,
- Weryfikacja istniejących granic regionów pochodzenia i zasad przenoszenia leśnego materiału rozmnożeniowego (LMR),
- Opracowanie bazy danych dotyczących charakterystyki genetycznej LMP zarejestrowanego w Krajowym Rejestrze LMP BNL dla gatunków objętych programem testowania,
- Podniesienie wartości handlowej LMR. 2.2. Uregulowania prawne dotyczące testowania.

Zasady testowania LMP zarejestrowanego w Krajowym Rejestrze LMP BNL określa rozporządzenie ministra środowiska z 23 kwietnia 2004 roku w sprawie sposobu przeprowadzania testów leśnego materiału podstawowego (Dz.U. z 2004 nr 94, poz. 928), potwierdzających spełnienie wymagań niezbędnych do rejestracji leśnego materiału podstawowego w części IV Krajowego Rejestru Leśnego Materiału Podstawowego BNL. Ocena wartości genetycznej potomstwa określonej kategorii bazy nasiennej zgodnie z zapisami Dyrektywy 105 EU (L11/17: (17–40)) prowadzona jest w stosunku do standardu (standardów) będącego drzewostanami (przy testowaniu populacji) lub drzewami (przy testowaniu drzew matecznych), których cechy stanowią wzorzec dla cech testowanego leśnego materiału podstawowego. Standardem może być tylko LMP tej samej kategorii.

W rozporządzeniu określono zasadnicze wymagania, jakie powinny być spełnione przy prowadzeniu testów oraz zakres informacji niezbędny do zgromadzenia, aby ich wyniki mogły ze względów formalnych zostać zaakceptowane.

Zasadnicze, konieczne do spełnienia, wymagania dla testów wynikające z cytowanego powyżej rozporządzenia ministra środowiska są następujące:

- jeżeli to jest możliwe, testy przeprowadza się w odniesieniu do więcej niż jednego standardu. W koniecznych i uzasadnionych przypadkach, standardy mogą być zastąpione przez najbardziej odpowiedni materiał podlegający testowi lub średnią komponentów testu (L11/17: (17–40)),
- dla powierzchni równoległych zakładanych dla danego zestawu, do testowania stosuje się te same standardy,
- przy testowaniu potomstwa sztucznych krzyżówek drzew matecznych, jako standardy należy wykorzystywać, jeżeli jest to możliwe – osobniki obu gatunków drzew rodzicielskich,
- testy przeprowadza się zgodnie z powszechnie dostępnymi i uznanymi metodami,
- metodyka testów powinna umożliwiać weryfikację wyników testów za pomocą powszechnie dostępnych metod statystycznych oraz dokonanie indywidualnej oceny w stosunku do każdej z badanych cech,

Początkowym założeniem była ocena na podstawie wyników testów:

- przystosowania leśnego materiału rozmnożeniowego wyprodukowanego z testowanego leśnego materiału podstawowego do warunków panujących w danym regionie pochodzenia oraz jego zdolności do wzrostu w tym regionie,
- wartości hodowlanej (genetycznej) leśnego materiału rozmnożeniowego,
- zakresu regionów pochodzenia, w których może być wykorzystany leśny materiał rozmnożeniowy;
- warunków ograniczających wykorzystanie i przydatność materiału testowanego,
- informacji o cechach LMR nieróżniących się istotnie od cech standardu.

### **Drzewostany, drzewa oraz plantacje nasienne podlegające testowaniu**

Podstawową jednostką, dla której opracowuje się program testowania potomstwa jest region testowania, za który przyjęto obszar jednej lub kilku regionalnych dyrekcji Lasów Państwowych, na którym zlokalizowana jest baza nasienna LMP danego gatunku. Opis regionów testowania dla poszczególnych gatunków jest znajduje się w opracowaniu źródłowym (Barzdajn i in. 2004). Dotyczą one baz nasiennych następujących gatunków zarejestrowanych w Krajowym Rejestrze Leśnego Materiału Podstawowego BNL: sosny zwyczajnej, świerka pospolitego, modrzewia europejskiego, jodły pospolitej, jedlicy zielonej, sosny czarnej, buka zwyczajnego, dębu szypułkowego, dębu bezszypułkowego, jesionu wyniosłego, klonu jawora, lipy drobnolistnej, brzozy brodawkowatej, olszy czarnej i czereśni ptasiej.

### **Pozyskanie LMR do testowania**

Sadzonki wysadzone na uprawach testujących stanowią potomstwo LMP powstałe z wolnego zapylenia i mają w pełni reprezentować określone obiekty. Dlatego przed przystąpieniem do pozyskania nasion w drzewostanie należy wykonać – zgodnie z obowiązującymi zasadami – przedzbiorową ocenę żywotności i jakości nasion. Aby zmienność drzewostanu była w pełni reprezentowana, zbiór może być wykonywany tylko w latach dobrego urodzaju (minimum 50% drzew bierze udział w tworzeniu

pokolenia potomnego), a powstałe nasiona powinny być prawidłowo wykształcone i bardzo dobrej jakości i zdrowotności (I klasa według przyjętych zasad oceny). Zbiór nasion z danego obiektu dokonuje się w jednym sezonie obradzenia. W ramach jednego drzewostanu nie wolno łączyć nasion zebranych w różnych latach. Natomiast dopuszcza się tworzenie zestawów testowanych obiektów zgromadzonych w różnych latach. Wyjątkowo (drzewostan nie istnieje na gruncie, brak obradzenia pojedynczych drzewostanów z zestawu) dopuszcza się wykorzystywanie do testowania zasobów zgromadzonych w LBG. Testowaną populację reprezentuje 50 drzew. Dopuszczalna odchyłka to jedno, maksimum dwa drzewa. Typowanie drzew odbywa się w sposób losowy (bez zwracania uwagi na cechy morfologiczne i hodowlane). Optymalny sposób to wybór drzew wzdłuż transektów wytyczonych w drzewostanie w minimalnej odległości 20–25 m od siebie (1 wysokość drzewostanu) i minimalnej odległości drzew na transekcie 20–25 m (1 wysokość drzewostanu). Odległość transektów i typowanych na nich drzew należy dostosować do powierzchni drzewostanu tak, aby drzewa wybrano na całej powierzchni drzewostanu. Przyjęcie powyższego schematu typowania drzew nie stanowi problemu dla drzewostanów o powierzchniach większych niż 3 ha. W mniejszych wybór drzew do pozyskania nasion należy do opiekuna naukowego testowania (osoby zapewniającej osłonę naukową testu). Drzewa do pozyskania nasion typuje się wewnątrz drzewostanów. Wyznaczone drzewa powinny być trwale oznaczone w terenie żółtą farbą literą T oraz kolejnymi numerami – od 1 do 50, np. T-1..., T-50. Partie szyszek lub nasion przekazywane do przechowywania lub wysiewu powinny być opatrzone pełną informacją o pochodzeniu drzewostanu, który reprezentują zgodnie z zarządzeniem nr 7 A dyrektora generalnego LP (wytyczne w sprawie ochrony leśnych zasobów genowych na potrzeby nasiennictwa leśnego (Matras i Fonder 2006). Optymalnym rozwiązaniem przy gromadzeniu nasion do testowania byłaby możliwość łączenia jednakowej ilości nasion z poszczególnych drzew, jednak ze względów praktycznych dla gatunków iglastych podjęto decyzję o łączeniu jednakowej ilości szyszek reprezentujących poszczególne drzewa. Aby możliwe było uzyskanie odpowiedniej liczby sadzonek do założenia powierzchni testujących populacje i plantacje nasienne, należy pozyskać z drzewostanu (50 losowo wybranych drzew): dla sosny – 18,8 kg szyszek, dla świerka – 9,4 kg szyszek, dla modrzewia – 12,5 kg szyszek, dla jodły – 12,5 kg szyszek, dla jedlicy – 50,0 kg szyszek, dla dębu szypułkowego – 49,6 kg nasion, dla dębu bezszypułkowego – 44,6 kg nasion, dla buka – 5,0 kg nasion, dla olszy czarnej – 1,3 kg nasion, dla brzozy – 0,4 kg nasion. Aby możliwe było uzyskanie odpowiedniej liczby sadzonek do założenia powierzchni testujących drzewa mateczne, należy pozyskać z każdego drzewa: dla sosny – 0,4 kg szyszek, dla świerka – 0,2 kg szyszek, dla modrzewia – 0,3 kg szyszek, dla jodły – 0,3 kg szyszek, dla jedlicy – 1,0 kg szyszek, dla dębu szypułkowego – 1,0 kg nasion, dla dębu bezszypułkowego – 0,9 kg nasion, dla buka – 0,1 kg nasion, dla olszy czarnej – 0,03 kg nasion, dla brzozy – 0,01 kg nasion.

Szyszki i nasiona pozyskuje się pod nadzorem pracownika odpowiedzialnego za selekcję w RDLP. Nasiona do czasu wykorzystania w testach należy przechowywać w LBG Kostrzyca lub we wskazanych przechowalniach nasion.

### **Ogólne zasady zakładania i prowadzenia powierzchni testujących**

Pojedyncza kolekcja drzewostanów przeznaczona do testowania na jednej uprawie powinna obejmować potomstwo około 30 wyłączonych drzewostanów nasiennych. Nasiona z każdego testowanego drzewostanu należy pozyskać z 50 losowo wybranych drzew i wysiać ich mieszaninę w szkółce. Dla drzew matecznych

(doborowych) tworzy się w regionach testowania kolekcje do zakładania upraw testujących po około 100 rodów. Jeżeli liczba drzew doborowych znacznie przekracza 100 w wyznaczonym regionie testowania, tworzy się większą liczbę kolekcji, stanowiących reprezentację pojedynczych regionów pochodzenia lub ich grup w ramach przyjętego regionu testowania. Poszczególne uprawy testujące należy zakładać dla każdego z gatunków w zakresie warunków siedliskowych określonych w „Programie” uwzględniając w tym również w warunkach górskich zróżnicowanie wysokościowe. Testy potomstwa wyłączonych drzewostanów nasiennych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych zakłada się w układzie bloków losowych, co najmniej z czterema powtórzeniami (blokami). W testowaniu potomstwa drzew doborowych należy stosować poletka jednodrzewowe i metody przyjęte w doświadczeniach rodowych. Instytut Badawczy Leśnictwa opracowuje szczegółowe plany upraw testujących oraz opiniuje lokalizacje upraw testujących wskazane przez RDLP. Pozyskiwanie, gromadzenie i przechowywanie depozytów nasion oraz wyhodowanie materiału do zakładania upraw testujących realizuje Leśny Bank Genów Kostrzyca oraz nadleśnictwa biorące udział w programie. Za minimalną wyjściową liczbę sadzonek reprezentujących potomstwo wyłączonych drzewostanów nasiennych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych przyjmuje się 400, po 100 w jednym powtórzeniu (bloku). Jeżeli pozwalają na to warunki lokalne, należy przyjąć większą powierzchnię poletek, umożliwiającą ocenę potomstwa w dłuższym okresie. Za minimalną liczbę sadzonek reprezentujących potomstwo drzewa doborowego (matecznego) przyjmuje się 60. Do zakładania upraw testujących zaleca się stosowanie sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym. Na uprawach testujących gatunki wymagające ocienienia oraz ochrony przed późnymi przymrozkami, takie jak jodła, buk, dąb, wprowadza się z 2-letnim wyprzedzeniem sadzonki gatunków osłonowych: olszy czarnej, modrzewia europejskiego, brzozy brodawkowatej, lipy drobnolistnej lub innych optymalnych w danych warunkach gatunków. Dla gatunków liściastych i modrzewia europejskiego dopuszcza się lokalizację upraw testujących na gruntach porolnych odpowiedniej klasy jakości. Na uprawach testujących poprawki wykonuje się tylko po pierwszym roku, używając tego samego materiału sadzeniowego, z którego założono uprawę testującą. W celu ograniczenia wypadów, zwłaszcza w pierwszym okresie rozwoju sadzonek, szczególny nacisk należy położyć na zabiegi ochronne przed i w trakcie zakładania uprawy. Wszystkie uprawy testujące muszą być ogrodzone oraz trwale oznakowane w terenie.

## **Zabiegi ochronne**

W celu wyeliminowania czynników zagrażających trwałości zakładanych upraw testujących należy wykonywać zabiegi profilaktyczne z zakresu ochrony lasu. Na gruntach leśnych do prac przygotowawczych na siedliskach borowych należą: przelegiwanie powierzchni pozrębowych przez 1 rok, zwalczanie ryjkowców i zabezpieczanie pni preparatami grzybowymi w celu ograniczenia rozwoju grzybów patogennych; przy silnym zagrożeniu przez ryjkowce – zabezpieczenie preparatami owadobójczymi części nadziemnych sadzonek gatunków iglastych. Na gruntach porolnych przeprowadza się badanie stanu zapędrczenia gleby, a w razie potrzeby stosuje się: –mechaniczne metody ograniczenia występowania szkodników glebowych (w zależności od wielkości zagrożenia oraz stopnia występowania bazy żerowej w postaci chwastów, modyfikuje się spulchnianie gleby od powierzchniowej do pełnej głębokiej orki wraz z utrzymywaniem czarnego ugoru), – doglebowe środki chemiczne

(dopuszcza się je wyłącznie wtedy, jeśli metody mechaniczne nie dadzą pożądanego rezultatu), – zwalczanie owadów doskonałych przy masowym występowaniu szkodnika. Jeżeli gleba jest silnie zapędraczona, należy rozważyć zasadność lokalizacji uprawy testującej.

## **Prowadzenie powierzchni testujących**

Zabiegi pielęgnacyjne na uprawach testujących przeprowadza się od momentu założenia testu aż do jego zakończenia. Zakłada się, że pomiary i obserwacje mogą być prowadzone nawet do połowy wieku dojrzałości rębnej przyjętego dla poszczególnych gatunków. Prace pielęgnacyjne obejmują:

- spulchnianie gleby,
- niszczenie chwastów, nalotów i odrośli,
- czyszczenia,
- trzebieże
- cięcia sanitarne.

Ze względu na odmienność celów stawianych powierzchniom testującym, zabiegi pielęgnacyjne wykonywane na powierzchniach badawczych winny być modyfikowane jeśli chodzi o ich intensywność w stosunku do zwykłych upraw aby zapewnić optymalne warunki wzrostu sadzonek w pierwszym okresie. Trzeba wziąć pod uwagę, że uprawy testujące są monokulturami, a zabiegi pielęgnacyjne mają tę jednogatunkowość zachować. We wszystkich zabiegach niezbędna jest jednorodność postępowania i terminu wykonania zabiegu. Muszą one uwzględniać zasadę zachowania maksymalnie dużej liczby drzew do czasu zakończenia okresu obserwacji. Po osiągnięciu zwarcia powinny być wykonane cięcia rozluźniające, tak aby na uprawie testującej pozostały drzewa reprezentujące zmienność cech poszczególnych populacji i rodów. Na gruntach leśnych spulchnianie gleby wokół sadzonek jest wskazane na glebach suchych, świeżych i skłonnych do zaskorupiania się. Optymalnym terminem wykonania zabiegu jest maj i czerwiec, czas najbardziej intensywnego wzrostu sadzonek, ale jednocześnie największego rozwoju chwastów. Zabieg ten najlepiej wykonać przez motyczenie, które nie powinno być zbyt głębokie (1–4 cm), ponieważ może spowodować uszkodzenie systemu korzeniowego oraz wywołać zakłócenie warunków rozwoju mikroorganizmów w glebie. Czyszczenia w fazie uprawy powinny ograniczyć się do usuwania sadzonek powstałych z samosiewu lub odrostów. Usuwanie chorych, obumierających lub obumarłych drzewek testowanego gatunku dopuszczalne jest po uprzednim określeniu i zaewidencjonowaniu przyczyn tego zjawiska. W wypadku wyprzedzającego wprowadzenia gatunków osłonowych, należy prowadzić cięcia pielęgnacyjne i rozrzedzanie drzew w sposób umożliwiający swobodny rozwój sadzonek gatunku testowanego. Na gruntach porolnych przed przystąpieniem do sadzenia gatunku testowanego lub z wyprzedzeniem gatunku osłonowego, powierzchnia powinna być dokładnie oczyszczona z samosiewów, a gleba odchwaszczona mechanicznie pełną, głęboką orką lub wyjątkowo z użyciem herbicydów. W uprawach testujących zakładanych na gruntach porolnych szczególny nacisk kładzie się na niszczenie chwastów (najlepiej przez motyczenie) zarówno wokół sadzonek, jak i na powierzchni w międzyrzędach (wykaszenie) w całym sezonie wegetacyjnym. W określonych przypadkach można również zakładać osłonki tekturowe ochraniające sadzonki przed konkurencją chwastów. Zastosowanie takich osłonek zabezpiecza sadzonki przez około 3 lata. Pozostałe zabiegi pielęgnacyjne należy przeprowadzać tak, jak na

powierzchniach zakładanych na gruntach leśnych. Po uzyskaniu zwarcia prace pielęgnacyjne obejmują cięcia sanitarne i rozluźniające, w ramach, których wykonuje się następujące czynności: usuwanie zbędnych domieszek, usuwanie drzew chorych, obumarłych i obumierających z zachowaniem ewidencji i określeniem przyczyn, usuwanie drzew osłonowych z powierzchni testujących gatunki wymagające osłony. Drzewka, stykając się koronami, oddziałują wzajemnie na siebie, co powoduje wystąpienie dodatkowego czynnika różnicującego dotychczasową zmienność genetyczną. Czyszczenia oraz dalsze zabiegi na powierzchniach testujących, których celem jest utrzymanie określonego zwarcia i zadrzewienia, różnicuje się w zależności od gatunku, dynamiki rozwoju potomstwa i rodzaju siedliska. Ze względu na doświadczalną specyfikę testowanych obiektów, terminy ich wykonywania oraz zasady ich prowadzenia określa na gruncie opiekun naukowy prowadzący nadzór merytoryczny danej powierzchni testującej. Nie powinny one jednak istotnie odbiegać od stosowanych w leśnictwie zasad w uprawach i młodnikach gospodarczych.

### **Pomiary i obserwacje na powierzchniach testujących oraz ocena wyników badań**

Zgodnie z określonymi w metodyce testowania zasadami ocena testowanego potomstwa dotyczy m in.:

- przeżywalności po 1, 2, 3, 5 i 10 roku od założenia uprawy,
- wysokości całkowitej po 5 i 10 roku,
- pierśnicy po 10 roku,
- cech jakościowych: prostości i oczyszczenia strzały,
- cech korony oraz ugałęzienia w wieku 10 lat i w kolejnych okresach pomiarowych
- odporności na mróz i przymrozki, o ile takie szkody wystąpią w okresie trwania testów,
- szkód od owadów i grzybów, o ile takie szkody wystąpią w okresie.

Pomiary i obserwacje na równoległych powierzchniach testujących wykonuje się w tym samym czasie, a do oceny cech jakościowych stosuje się te same skale zmienności. Uzyskane wyniki poddawane są ocenie statystycznej według uzgodnionych wcześniej procedur odmiennych dla powierzchni poletkowych i jednodrzewowych. Podstawowym kryterium oceny jest porównanie cechy badanego potomstwa cechą potomstwa standardem lub średnią komponentów testu. Założenia teoretyczne oraz zasady oceny potomstwa WDN, DD, PN i PUN, określono w programie (Barzdajn i in. 2004). Testy wykonuje się na zlecenie właściciela lub zarządcy leśnego materiału podstawowego. Do przeprowadzenia testów upoważnione są podmioty wymienione w rozporządzeniu ministra środowiska w sprawie podmiotów upoważnionych do przeprowadzania testów i oceny leśnego materiału podstawowego oraz badań leśnego materiału rozmnożeniowego (Dz.U. z 2003 nr 97, poz. 975). Kryteriami zasadniczymi kwalifikacji testowanych populacji i osobników do kategorii „przetestowany” są cechy przyrostowe i jakościowe oceniane w przyjętych okresach testowania. Kryteriami uzupełniającymi są przeżywalność i cechy odpornościowe, które w razie braku istotnych różnic między testowanymi obiektami a standardami pod względem cech przyrostowych i jakościowych mogą stanowić zasadnicze kryterium kwalifikacji. Zgłoszenie LMP do zarejestrowania w kategorii „przetestowany” jest możliwe po 10 latach prowadzenia testów.

**Dotychczas przyjęty harmonogram testowania zaproponowany w „Programie”**



Zakres rzeczowy programu dotyczy gromadzenia nasion, wysiew i hodowlę sadzonek oraz założenie upraw testujących potomstwo. Prace te zostaną wykonane przez jednostki organizacyjne LP. Program testowania potomstwa będzie realizowany etapowo, w miarę gromadzenia materiału nasiennego. Zaproponowano aby do 2035 roku założono uprawy testujące obejmujące około:

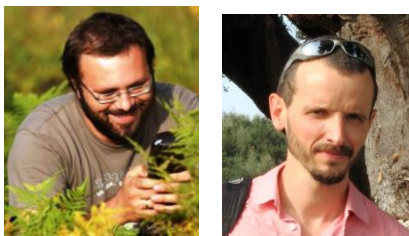
- 40 kolekcji potomstwa większości drzewostanów wyselekcjonowanych,
- 95 kolekcji potomstwa drzew matecznych,
- 25 kolekcji potomstwa plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych.

Uprawy te będą zakładane w wyznaczonych regionach testowania docelowo dla większości gatunków objętych programem. Dla gatunków, które nie mają wystarczającej bazy nasiennej, np. jesionu wyniosłego, klonu jaworu, lipy drobnolistnej, wiązu górskiego oraz czereśni ptasiej i topoli osiki, przewiduje się rozpoczęcie testowania ich potomstwa w ostatnim, III etapie realizacji programu, po zwiększeniu liczby wyłączonych drzewostanów nasiennych, drzew matecznych (doborowych), plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych. Etap I (lata 2005–2015) obejmie zakładanie w poszczególnych RDLP powierzchni testujących potomstwo WDN, DD, w ilości ok. 30% planowanych do założenia upraw. Etap II (lata 2016–2025) będzie kontynuacją etapu I odnośnie drzewostanów wyselekcjonowanych i drzew matecznych w którym planuje się założenie ok 50% wszystkich planowanych do założenia upraw. Etap III (lata 2026–2035) przewiduje założenie upraw testujących pozostałych 20% kolekcji przewidzianych w programie do testowania.

## **Wykonawcy programu**

Jednostkami realizującymi program testowania potomstwa WDN, DD, PN i PUN są wszystkie jednostki organizacyjne LP oraz jednostki naukowo-badawcze, zajmujące się problematyką genetyki leśnej, w szczególności Instytut Badawczy Leśnictwa, Instytut Dendrologii PAN, SGGW w Warszawie oraz UP w Poznaniu i UR w Krakowie. Jednostki LP wykonują prace techniczne związane ze zbiorem nasion, hodowlą sadzonek, zakładaniem upraw oraz ich pielęgnacją i ochroną, a także prace pomiarowe przewidziane programem pod nadzorem opiekunów merytorycznych. Placówki badawcze bezpośrednio w programie wykonują prace naukowo-badawcze oraz prowadzą nadzór merytoryczny realizacji programu w ramach prac zleconych. Badania i nadzór obejmują prace terenowe na uprawach testujących, wykonanie oceny statystycznej wyników pomiarów i obserwacji, ocenę wartości genetycznej i hodowlanej potomstwa oraz przygotowanie informacji do zgłoszenia i rejestracji wybranych obiektów w kategorii „przetestowany”. Działalność LBG Kostrzyca obejmuje nadzór, koordynację, pozyskanie, ocenę jakości, przechowywanie i przygotowanie przedsiwne materiału do testowania, założenie baz danych o testowanym LMP i produkowanym LMR oraz powierzchniach testujących, szkolenie pracowników LP w ramach programu, a także założenie wybranych upraw testujących i nadzór merytoryczny nad nimi. Leśnicy zawsze czuli się odpowiedzialni za przyszły kształt lasu, za który oceniać ich będą przyszłe pokolenia. Odwiecznym dążeniem leśników jest pozostawienie lasu w stanie lepszym niż go zastali. Temu podporządkowujemy wszelkie działania hodowli lasu. Trafnie określił je Giertych (1989) „Jest oczywiste, że to, co teraz zrobimy, a co może rzutować na jakość genetyczną lasu, ujawni się dopiero za wiele, wiele lat, gdy nas już nie będzie, a przyszłe pokolenia leśników będą nas za to przeklinać lub błogosławić”.





Szymon Jastrzębowski, Marcin Klisz  
Instytut Badawczy Leśnictwa

## **Praktyczne uwagi do zakładania doświadczeń testujących i opieki nad doświadczeniami w terenie oraz promocja programu**

**Realizacja “Programu testowania...” wiąże się z koniecznością koordynacji bardzo wielu zadań. Tak rozbudowany program badawczy wymaga ścisłego współdziałania oraz zaangażowania wielu osób zarówno po stronie administracji leśnej jak i wspierających ich naukowców. W artykule omówiono poszczególne etapy zmierzające do założenia upraw testujących oraz praktyczne doświadczenia w zakresie dalszego ich wykorzystania. Przedstawiono także działania dotyczące promocji i upowszechniania wyników badań nad testowaniem potomstwa drzew leśnych.**

### **Przygotowanie materiału sadzeniowego**

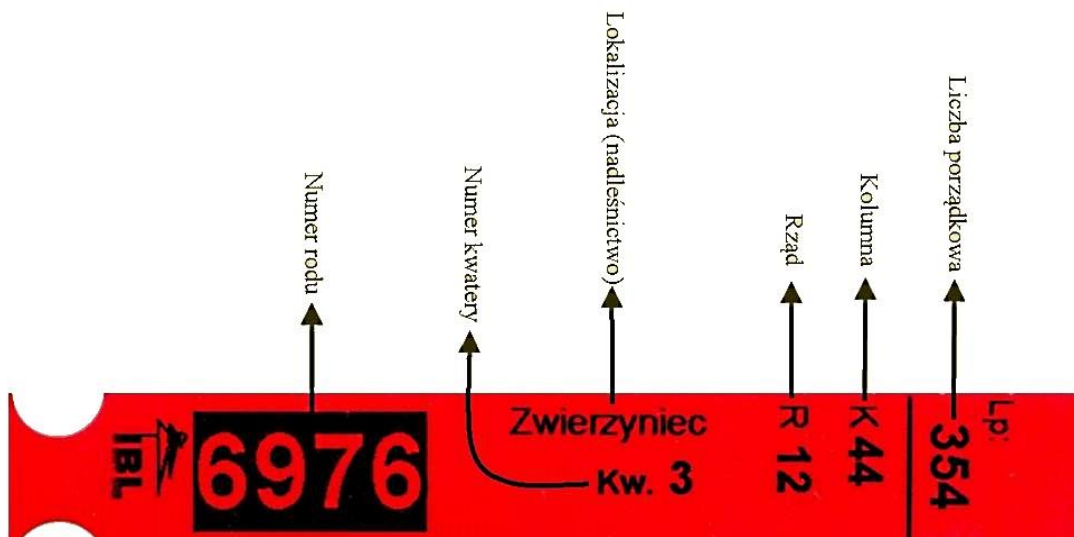
Produkcja materiału sadzeniowego to jeden z najważniejszych etapów w procesie przygotowywania doświadczenia testującego. Wszelkie zaniedbania i błędy popełnione na etapie szkółki leśnej mogą istotnie wpływać na uzyskane wyniki i prowadzić do wyciągania fałszywych wniosków. Dlatego tak dużą rolę przypisuje się wyborowi szkółki leśnej. Liczy się przede wszystkim doświadczenie w produkcji kontenerowej, która różni się od tradycyjnej hodowli sadzonek w gruncie. Koordynator “Programu testowania...” wraz z właściwą komórką organizacyjną DGLP typując gospodarstwa szkółkarskie do produkcji materiału sadzeniowego biorą także pod uwagę odległość do powierzchni doświadczalnych. Chodzi tu nie tylko o późniejszy transport sadzonek ale także o podobieństwo klimatycznych warunków wzrostu pomiędzy szkółką a uprawą testującą. Długość cykli produkcyjnych dla poszczególnych gatunków nie odbiega od obowiązujących w praktyce leśnej.

Ze względu na używanie nasion pochodzących zarówno z drzewostanów jak i pojedynczych drzew matecznych możliwości automatyzacji siewu są bardzo ograniczone. Ten etap produkcji szkółkarskiej różni się od standardowych metod i często wymaga zastosowania pracochłonnego siewu ręcznego. Zmieszanie nasion przekreśliłoby sens dalszych badań.

Po zakończeniu hodowli w szkółce następuje kolejny etap przygotowywania materiału sadzeniowego - etykietowanie. Jest to czynność niezbędna dla szybkiej i łatwej identyfikacji poszczególnych pochodzeń lub rodów. Zwłaszcza w przypadku tych ostatnich niezwykle ważne jest właściwe oznakowanie pojedynczych sadzonek, zgodnie z planem ich rozmieszczenia na uprawie. Przyjęty układ doświadczenia (losowo rozmieszczonych poletek jednodrzewowych) wymaga używania etykiet pętlowych z naniesionymi w technologii termodruku informacjami dotyczącymi testowanego obiektu (ryc. 1).



Fot. 1. Etykietowanie sadzonek to praca wymagająca dużego skupienia (fot. M. Klisz)



Ryc. 1. Etykieta stosowana do identyfikacji potomstwa drzew matecznych

Cała operacja wymaga koordynacji kilkunastu osób pracujących przy wyjmowaniu, znakowaniu, układaniu i przewożeniu zaetykietowanych sadzonek. Najmniejszy błąd sprawia, że praca tych wszystkich osób musi zostać wstrzymana do czasu jego naprawienia. Etykietowanie potomstwa populacji jest znacznie łatwiejsze i wymaga oznakowania tylko niewielkiej liczby (4-12 szt.) sadzonek pochodzących z danej proveniencji. Ostatnim etapem prac na szkółce leśnej jest przewiezienie

sadzonek na tzw. pola hartowania gdzie oczekiwać będą na transport do poszczególnych nadleśnictw.

Transport sadzonek wymaga rozwiązania wielu problemów logistycznych. W krótkim czasie cały materiał sadzeniowy musi zostać rozwieszony do nadleśnictw oddalonych niejednokrotnie o wiele kilometrów. Sadzonki ładowane są na stelaże lub pakowane w folię i przewożone za pomocą wózka widłowego na samochód wysokotonażowy. Załadunek jest przeprowadzany zgodnie z kolejnością wyładowywania u odbiorców. Czynności te powinny przebiegać w sposób uniemożliwiający uszkodzenie pączków szczytowych. Bardzo ważne jest także właściwe zaplanowanie trasy przejazdu oraz wcześniejsze ustalenie miejsca składowania kontenerów z sadzonkami. Nie może być to miejsce przypadkowe, ponieważ do czasu założenia uprawy sadzonki powinny być podlewane oraz odpowiednio zabezpieczone.

Po dotarciu do miejsca docelowego należy zwrócić uwagę na jakość materiału sadzeniowego oraz sprawdzić czy dotarły wszystkie kontenery z danego zestawu. Podczas wyładunku kontenery układa się według ich kolejnych numerów. Ułatwia to późniejsze przewożenie na uprawę oraz samo sadzenie.

Po zgromadzeniu kompletnego zestawu rodów lub pochodzeń dla konkretnego regionu testowania, regionalne dyrekcje Lasów Państwowych przedkładają propozycje lokalizacji upraw testujących do koordynatora Programu. Podczas wizji lokalnej w poszczególnych nadleśnictwach, komisja w składzie: przedstawiciel IBL, RDLP i nadleśnictwa, weryfikuje wydzielenia pod względem zgodności z wymaganiami zawartymi w Programie. Pod uwagę brane jest m.in. siedlisko zgodne z wymaganiami ekologicznymi testowanego gatunku, topografia terenu, sąsiedztwo otaczających drzewostanów, dotychczasowe formy zagospodarowania (las, grunt porolny), wystawa i wysokość n.p.m. Szczególnie w przypadku gatunków iglastych istotny jest także fakt tzw. przelegiwania zrębu. Ma to znaczenie w kontekście późniejszego zagrożenia ze strony szkodników owadzych (głównie ryjkowcowatych). Ze względów logistyczno-organizacyjnych możliwe jest lokalizowanie powierzchni testujących potomstwo drzew matecznych i drzewostanów wyselekcjonowanych na terenie tego samego nadleśnictwa. Ułatwia to planowanie kosztów oraz samo zakładanie i pielęgnowanie upraw testujących.

### **Opracowanie planów przestrzennych (szkice terenowe, plany rozmieszczenia kwater/bloków, losowanie rodów/populacji)**

Podstawą do opracowania planu rozmieszczenia rodów lub pochodzeń jest szkic sytuacyjny wybranego wydzielenia. Nadesłany przez Nadleśnictwo (w wersji cyfrowej) szkic powinien zawierać informacje dotyczące ilości i kierunku wyoranych bruzd w odstępnie 1,5 metra oraz lokalizacji i granic wszelkiego rodzaju obiektów liniowych (drogi, rowy itp.) i powierzchniowych (kępy starodrzewu, wymokliska i głązowiska itp.) - ryc.2.



**Ryc. 2.** Przykładowy szczegółowy szkic powierzchni testującej

Szkic powinien być przygotowany w skali 1:1000 wraz z podziałką liniową. Powinien być także zorientowany względem stron świata oraz dowiązany do otaczających drzewostanów i sieci dróg leśnych. Wszystkie granice powinny być zwymiarowane. Uwzględnienie na szkicu wszystkich wymienionych wyżej elementów umożliwia obliczenie powierzchni zredukowanej niezbędnej do posadzenia sadzonek. Liczba pasów i talerzy planowana jest według przyjętej więźby sadzenia (1,5 x 1,5m). Jeśli na uprawie przewidziana jest osłona z innego gatunku niż testowany, także powinno znaleźć to odwzorowanie na szkicu.

Dalszy etap planowania wykonywany jest przez pracowników Zakładu Hodowli Lasu i Genetyki Drzew Leśnych IBL. Na podstawie otrzymanych szkiców oraz danych ze szkółek leśnych, w których produkowany jest materiał sadzeniowy, projektowany jest układ rozmieszczenia kwater i bloków oraz rodów lub populacji w ich obrębie. Przyjęty w programie losującym porządek przestrzenny wyrażający się układem rzędów i kolumn ułatwia zarówno przebieg samego procesu sadzenia jak i dalszych etapów pomiarowych. Umożliwia on także zastosowanie złożonych analiz przestrzennych.

Dokumentacja dotycząca powierzchni przesyłana jest drogą elektroniczną do właściwego Nadleśnictwa. Na bazie wygenerowanych planów drukowane są plastikowe identyfikatory sadzonek. Etykieta, w zależności od typu powierzchni, zawiera informacje o lokalizacji każdej sadzonki (tylko powierzchnie rodowe), przynależności do rodu lub populacji oraz jednostce administracyjnej Lasów Państwowych na terenie, której została założona powierzchnia. Wymagania ekologiczne testowanego gatunku determinują termin prac na uprawach testujących. Gatunki cieniażadne testowane są pod okapem drzewostanu panującego bądź sztucznie wprowadzoną osłoną z gatunków światłożądnych i szybko rosnących np. modrzewia. Etap ten rozpoczyna się 3 lata przed sadzeniem właściwego gatunku. Gatunki światłożądne wprowadza się bezpośrednio na otwarte powierzchnie.

Przygotowanie gleby wykonywane jest jesienią roku poprzedzającego sadzenie. Najczęściej stosowaną metodą jest wyoranie bruzd pługiem leśnym lub frezem. Powierzchnia badawcza różni się od uprawy gospodarczej. Sposób wyorania bruzd lub pasów powinien umożliwić wyznaczenie regularnej siatki miejsc sadzenia. Rzędy muszą być wyorane w równych odległościach, równoległe do siebie. Dzięki temu możliwe jest zachowanie przyjętej więźby sadzenia i rozmieszczenia sadzonek.



**Fot.2.** Przygotowanie powierzchni frezem leśnym (fot. M. Klisz)

### **Organizacja sadzenia**

Organizacja sadzenia zależy od rodzaju powierzchni testującej. Na powierzchniach populacyjnych trzeba zwrócić uwagę na właściwą dystrybucję kontenerów w czasie sadzenia zgodnie z planem rozmieszczenia populacji. Związane jest to z tym, że każda populacja testowana jest na poletkach (10 x 10 sadzonek), a tylko część sadzonek posiada etykiety. Powierzchnie rodowe, z uwagi na jednostkowe zmieszanie, wymagają stałego nadzoru poprawności sadzenia. Umożliwia to bieżące korygowanie ewentualnych pomyłek, które w konsekwencji mogłyby prowadzić do zaburzenia losowego układu doświadczenia. W przypadku obu typów powierzchni, dla zachowania regularnej siatki miejsc sadzenia stosowane są najczęściej tak zwane sznury więźbowe. Nie w każdym przypadku zachowanie regularnej więźby jest możliwe. Przyczyną mogą być pniaki, pojedyncze głazy lub inne przeszkody terenowe, które ze względu na ich wielkość nie zostały naniesione na szkic. W tym przypadku miejsce sadzenia zostaje przesunięte wzdłuż sznura (w bruzdzie), tak aby ominąć przeszkodę. Po wyznaczeniu wewnętrznego podziału powierzchni można przystąpić do sadzenia. Dotychczasowe doświadczenia w zakładaniu rodowych powierzchni testujących wskazują, że optymalnym podziałem pracy jest równoczesne rozpoczęcie sadzenia przez cztery pary pracowników. Każda z nich odpowiedzialna jest za jedną kwaterę. Ułatwia to pracę zarówno sadzącym jak i kontrolującym, a ewentualne pomyłki korygowane są na bieżąco. Rozpoczynając sadzenie na powierzchniach populacyjnych, pracownicy zajmują kolejne poletka. Każda para sadi "swoje" poletko,

a następnie przechodzi na kolejne. Przy sadzonkach hodowanych w systemie Hikko pewną niedogodnością jest fakt, że na każde poletko przypadają sadzonki z dwóch i pół kontenera (w trzecim kontenerze połowa sadzonek jest już innego pochodzenia). Oznacza to konieczność pozostawienia niepełnego kontenera do momentu rozpoczęcia sadzenia następnego bloku. Aby uniknąć pomyłki sadzonki z niepełnego kontenera należy posadzić w pierwszej kolejności.

W programie testowania założono wykorzystanie sadzonek z zakrytym systemem korzeniowym. Obecnie najbardziej powszechną technologią stosowaną na szkółkach kontenerowych produkujących materiał dla potrzeb testowania potomstwa drzew leśnych jest system szwedzkiej firmy BCC wykorzystujący plastikowe kasety typu Hikko. Rzadziej spotkany jest francuski system Robin, w którym sadzonki hodowane są w kontenerach styropianowych. Niezależnie od zastosowanego systemu produkcji sadzonki powinny być posadzone przy użyciu specjalnego kostura. Używanie innego rodzaju narzędzi takich jak szpadle, motyki leśne czy klasyczne kostury może prowadzić do powstawania szczelin powietrznych z boku i od spodu bryłki uniemożliwiających normalny rozwój korzeni.

Oprócz sadzonek stanowiących właściwy materiał badawczy na każdej powierzchni lub w jej bezpośrednim sąsiedztwie posadzone zostają także sadzonki stanowiące rezerwę każdego rodu lub pochodzenia, którą należy wykorzystać do wykonania poprawek. Sadzonki rezerwowe powinny zostać jednoznacznie oznakowane. Sadzenie można wykonać w więźbie przyjętej dla upraw gospodarczych poszczególnych gatunków. Na pasach rozdzielających poszczególne poletka lub kwatery można posadzić gatunki biocenotyczne. Należy przy tym zwrócić uwagę aby gatunki te charakteryzowały się wolniejszym tempem wzrostu od testowanego gatunku oraz nie powodowały tzw. efektu brzegowego.

Tymczasowe oznakowanie wewnętrznej organizacji powierzchni powinno zostać zastąpione trwałymi, jednolicie opisanymi słupkami wykonanymi z drewna lub betonu. Powierzchnie populacyjne wymagają oznakowania każdego pojedynczego poletka, natomiast na powierzchniach rodowych słupki wyznaczają granicę pomiędzy kwaterami. Informacje o numerze pochodzenia (wg Rejestru Leśnego Materiału Podstawowego Lasów Państwowych) bloku lub kwaterze najczęściej umieszczane są na tabliczkach wykonanych z różnego rodzaju materiału. Najważniejsze aby przez cały czas trwania testów informacje tam zawarte były czytelne i jednoznacznie odnosiły się do opisywanych przez nie testowanych potomstw. Jest to bardzo ważne dla prowadzenia pomiarów i obserwacji oraz poprawnego wnioskowania i rekomendowania najlepszych populacji i rodów do rejestracji w kategorii "przetestowany".

Uprawy testujące jako obiekty na których prowadzi się badania naukowe objęte są stałym zakazem wstępu. Taka informacja powinna zostać zawarta na tablicy umieszczonej w widocznym miejscu, najlepiej od strony głównej drogi dojazdowej. Na tablicy umieszcza się także informacje dotyczące między innymi tematyki prowadzonych badań, rodzaju powierzchni, ilości testowanych populacji lub rodów, powierzchni, roku założenia uprawy i jej lokalizacji.

## **Opieka nad doświadczeniami**

Po etapie założenia uprawy niezwykle ważne staje się jej utrzymanie w stanie umożliwiającym prowadzenia badań naukowych. Na pierwszy plan wysuwa się konieczność ochrony sadzonek przed szkodami powodowanymi przez zwierzynę, gryzonie i owady.



Metodą standardowo stosowaną dla ochrony upraw przed zwierzyną jest ogrodzenie. Wybór rodzaju ogrodzenia, wysokość i ewentualne dodatkowe elementy (np. żerdzie w połowie wysokości lub nad siatką) zależy od gatunku zwierzyny i presji jaką wywiera na uprawy leśne. Najczęściej przyjmuje się rozwiązanie na ogół stosowane w danym Nadleśnictwie. Należy jednak pamiętać, że samo choćby najlepiej wykonane ogrodzenie, nie spełni swojej roli jeśli będzie nieszczelne. Dlatego bardzo ważne jest monitorowanie stanu ogrodzenia i niezwłoczne naprawianie pojawiających się uszkodzeń.



**Fot. 3.** Uszkodzone ogrodzenie na powierzchni testującej – słupki drewniane wytrzymały 6 lat (Fot. J. Kowalczyk)

W celu udostępnienia powierzchni dla pracowników wykonujących prace pielęgnacyjne i ochronne oraz dla potrzeb prowadzenia pomiarów i obserwacji, konieczne jest wykonanie w kilku miejscach przejść. Najbardziej praktycznym rozwiązaniem wydają się być przełazy nad siatką. To rozwiązanie eliminuje możliwość dostania się zwierzyny na powierzchnię przez nie zamknięte bramy lub furtki. Jednocześnie dobrze jest zaplanować możliwość wjazdu na uprawę ciągnika. Brama taka może być trwale zamknięta i otwierana tylko w konieczności.

Oprócz zwierzyny, na części upraw testujących, dość znaczne szkody wyrządzają gryzonie. Problem ten dotyczy głównie powierzchni zlokalizowanych w pobliżu pól uprawnych i tych na których mamy do czynienia z zaległościami w wykonywaniu pielęgnacji gleby. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że ochrona sprowadza się głównie do wykładania i systematycznego kontrolowania pułapek żywołownych. Czatownie zwykle stanowią dobry element uzupełniający ale nie powinny być traktowane jako jedyny sposób ochrony przed gryzoniami.

Bez wątpliwości największe szkody na uprawach testujących (zwłaszcza gatunków iglastych) mogą powodować owady. Dlatego metody ich zwalczania powinny być bardzo szybkie i skuteczne. Ochrona rozpoczyna się już na etapie kwalifikowania powierzchni pod uprawę oraz planowania jej założenia. Przelegiwanie

zrębów zmniejsza ryzyko masowego pojawu szkodników (głównie ryjkowcowatych). Niedopuszczalne jest także lokalizowanie upraw w pobliżu pędraczych.

W przypadku braku skuteczności stosowania klasycznych metod ochrony (pułapki, dołki chwytne itp.) możliwe jest uzyskanie zgody na zastosowanie chemicznych środków ochrony roślin po wcześniejszym uzyskaniu zgody Zespołu Ochrony Lasu.

Wszelkie nietypowe symptomy świadczące o zagrożeniu ze strony grzybów patogenicznych lub innych czynników biotycznych oraz uszkodzenia wynikające z działania czynników abiotycznych wymagają zgłoszenia i interwencji właściwego terytorialnie Zespołu Ochrony Lasu i opiekuna naukowego. Zabiegi pielęgnacyjne, zgodnie z zapisem w "Programie testowania..." powinny być przeprowadzane od momentu założenia uprawy aż do zakończenia testów. Celem zabiegów pielęgnacyjnych jest zapewnienie jednolitych warunków wzrostu na całej powierzchni. W pierwszych latach prace te będą skupiać się głównie na pielęgnacji gleby wokół sadzonek oraz na międzyrzędach. Silnie zachwaszczające się powierzchnie będą wymagały większej ilości nawrotów i intensywności zabiegów niż uprawy założone na uboższych siedliskach. Niezależnie od żyzności siedliska, w przypadku pojawienia się odnowienia naturalnego, zachodzi konieczność jego całkowitej eliminacji. Ma to szczególne znaczenie w przypadku powierzchni testujących potomstwo drzewostanów nasiennych gdyż na pojedynczych poletkach tylko kilka sadzonek posiada etykiety. Pozostawienie nalotu mogłoby w przyszłości uniemożliwić identyfikację testowanych osobników. Zbyt duża konkurencja ze strony roślinności zielnej może natomiast prowadzić do obniżenia przeżywalności, zaburzenia tempa wzrostu i w konsekwencji do nadmiernego zróżnicowania warunków w obrębie uprawy.



**Fot. 4.** Pielęgnacja gleby to bardzo ważny zabieg wyrównujący warunki wzrostu na powierzchni (fot. M. Klisz)

Oдноśnie terminu wykonania pielęgnacji oraz jej intensywności, decyzję podejmuje leśniczy, na podstawie swojego doświadczenia, lokalnych warunków siedliskowych i pogodowych. Ustalanie "sztywnych" terminów i ilości zabiegów może

okazać się ekonomicznie i przyrodniczo nie uzasadnione. Wszelkie wątpliwości dobrze jest rozwiązywać na bieżąco z opiekunem naukowym powierzchni.

Koszty poniesione przez Nadleśnictwo na wszystkich etapach życia uprawy testującej rozliczane są za pomocą specjalnych funduszy przeznaczonych na ten cel i dlatego czynnik ekonomiczny nie powinien być decydującym przy podejmowaniu decyzji odnośnie tych powierzchni.

## **Pomiary i obserwacji na powierzchniach testujących**

Wykonaniem pomiarów i obserwacji zajmują się pracownicy naukowcy jednostek badawczych zaangażowanych w projekt. Ten etap także wymaga ścisłej koordynacji działań z nadleśnictwami. Wykonanie wszystkich zadań wymaga podziału pracy pomiędzy pięć głównych ośrodków zajmujących się badaniami leśnymi: Instytut Badawczy Leśnictwa, Instytut Dendrologii PAN w Kórniku, Szkołę Główną Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie oraz Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu.

Każdorazowo roczny harmonogram pomiarów i obserwacji na każdej powierzchni ustalany jest przez poszczególnych opiekunów naukowych z właściwą RDLP i nadleśnictwami. Uzgadnianie terminów pozwala uniknąć nieporozumień oraz zsynchronizować pomiary z zabiegami pielęgnacyjnymi. Po zakończeniu sezonu pomiarowego opiekunowie naukowcy przesyłają właściwym nadleśnictwom i rdLP zestawienie wyników wraz ze wskazówkami dotyczącymi dalszego postępowania na powierzchni badawczej. Wszelkie wątpliwości powinny być, w miarę możliwości, rozwiązywane na bieżąco.

Zakres pomiarów i obserwacji oraz ogólny czas ich wykonania dopasowany do fazy rozwojowej uprawy określone został w zapisach "Programu testowania...". W celu określenia zdolności adaptacyjnych testowanych pochodzeń lub rodów do warunków środowiska, po pierwszym, drugim i trzecim sezonie wegetacyjnym wykonywana jest ocena przeżywalności. Wyniki przeżywalności po pierwszym sezonie są też podstawą do zaplanowania ewentualnych poprawek.

Piąty sezon wegetacyjny rozpoczyna etap pomiarowy na uprawach testujących. Pierwszą analizowaną cechą ilościową jest wysokość. Niejako automatycznie uzyskiwana jest także informacja o przeżywalności. Po kolejnych pięciu latach dołączana jest kolejna cecha ilościowa - pierśnica. Następne pomiary wysokości i pierśnicy wykonywane są w cyklach pięcioletnich, aż do zakończenia testów. W zależności od dynamiki przyrostowej testowanego gatunku termin przystąpienia do pomiarów może różnić się od ogólnych wytycznych. W wieku około 20 lat, na podstawie wysokości i pierśnicy obliczona zostanie także miąższość poszczególnych drzew oraz produktywność danej populacji lub rodu.

Cechy pokrojowe możliwe są do określenia co najmniej po 10 latach wzrostu. Dotychczas oceny tych cech dokonano jedynie na najstarszych, założonych w 2006 roku, powierzchniach testujących potomstwo drzewostanów nasiennych buka zwyczajnego. Zgodnie z założeniami "Programu testowania...", ocenę cech jakościowych przeprowadza się na podstawie oceny prostości pnia, grubości gałęzi i architektury korony. Ocena wymienionych cech będzie powtarzana co 10 lat, aż do zakończenia testu. Oprócz cech jakościowych i ilościowych "Program testowania..." uwzględnia także ocenę tempa i stopnia oczyszczenia pnia oraz pomiar gęstości drewna po dwudziestu latach od posadzenia drzew.

Minimum raz w ciągu trwania testów powinny zostać przeprowadzone obserwacje fenologiczne oraz określenie odporności poszczególnych populacji i rodów

na działanie stresowych czynników abiotycznych (susze, przymrozki późne itp.). Ocena wpływu czynników abiotycznych możliwa jest tylko w przypadku ich wystąpienia. Dlatego tak istotna jest szybka i dobra komunikacja pomiędzy opiekunami naukowymi a nadleśnictwami. Na części powierzchni badawczych prowadzony jest stały monitoring warunków meteorologicznych, co w przyszłości ułatwi interpretację wyników przyrostowych.

Podczas trwania "Programu testowania..." zdarzają się także sytuacje nieprzewidziane. Te szczególne przypadki wymagają szybkiego reagowania i współdziałania administracji leśnej i opiekunów naukowych. Przykładami takich zdarzeń mogą być między innymi choroby grzybowe, gradobicia, gradacje owadów, ekstremalne temperatury itp. Każdorazowo taka sytuacja analizowana jest przez Zespół Ochrony Lasu, opiekuna naukowego i specjalistów z RDLP i nadleśnictwa. Szybkie ustalenie przyczyn i sposobów dalszego działania może niejednokrotnie pomóc w utrzymaniu danej uprawy w stanie spełniającym formalne wymagania stawiane powierzchniom doświadczalnym. Jeśli te wszystkie zabiegi się nie powiodą uprawa przestaje pełnić funkcję badawczą. Dotychczas odnotowano tylko jeden taki przypadek.

## **Promocja Programu**

Niezwykle istotnym elementem "Programu testowania..." jako całości są szkolenia prowadzone dla jego bezpośrednich wykonawców czyli pracowników administracji Lasów Państwowych. Szkolenia te mają za zadanie dostarczyć wiedzę zarówno na etapie przygotowania do założenia uprawy jak i w późniejszych okresach jej życia.

Szkolenia wstępne odbywają się najczęściej na terenie szkółki leśnej produkującej w danym roku materiał sadzeniowy dla potrzeb testowania potomstwa. W jego trakcie omawiane są zagadnienia związane z przygotowaniem powierzchni, sposobem wyznaczenia organizacji wewnętrznej uprawy testującej oraz przygotowania i przeprowadzenia sadzenia. Ponieważ na takim spotkaniu obecni są przedstawiciele nadleśnictw, w których zostaną założone powierzchnie testujące, podnoszone są także kwestie dotyczące logistyki transportu sadzonek i ich przechowywania do momentu sadzenia.

Platformą do wymiany doświadczeń, oprócz wspomnianych wcześniej szkoleń, są także różnego rodzaju seminaria i konferencje naukowe zarówno krajowe jak i międzynarodowe. Bardzo ważne dla leśników-praktyków oraz naukowców są spotkania mające formę seminarium naukowo-technicznego. Organizowane jest ono najczęściej na terenie jednej z rdLP wchodzącej w skład regionu testowania dla gatunku, który będzie na takim spotkaniu omawiany. W seminarium udział biorą leśniczowie, specjaliści ds. selekcji z rdLP oraz nadleśnictw, naczelnicy właściwych wydziałów rdLP ds. hodowli lasu, a także nadleśniczowie i ich zastępcy. Podczas obrad prezentowane i omawiane są poszczególne powierzchnie testujące. a referentami są przede wszystkim leśniczowie opiekujący się tymi uprawami. W trakcie ich wystąpień toczy się dyskusja o ewentualnych problemach oraz, jeśli jest taka potrzeba, ustalane są wskazówki do dalszego postępowania na powierzchniach. Ważną i ciekawą częścią seminarium jest część terenowa podczas, której można zobaczyć efekty pracy oraz wymienić się doświadczeniami.

W kolejnych latach wraz z rozwojem upraw i przechodzeniem do fazy młodnika pojawi się zapewne potrzeba przeprowadzenia szkoleń związanych z cięciami pielęgnacyjnymi. Specyfika powierzchni testujących odróżnia je od upraw

gospodarczych, a tym samym determinuje sposób usuwania drzew z poletka lub kwatery. W przypadku powierzchni testujących potomstwo drzew matecznych kolejność usuwania poszczególnych osobników jest zdeterminowana już na etapie losowania rozmieszczenia sadzonek i będzie jedynie wymagała uwzględnienia korekty wynikającej z rzeczywistej przeżywalności. Na poletkach gdzie testowane jest potomstwo drzewostanów nasiennych zastosowany zostanie prawdopodobnie wariant cięcia schematycznego. Istotnym, z punktu widzenia obliczeń statystycznych, jest utrzymanie liczby żywych osobników poszczególnych rodów lub populacji na poziomie nie mniejszym niż 25 sztuk na poletku lub kwaterze.



**Fot. 5.** Uczestnicy pierwszego seminarium podsumowującego testowanie w regionie białostockim (fot. M. Klisz)

“Program testowania...” jest wieloletnim programem naukowo-badawczym. Ilość założonych upraw oraz testowanego materiału wymaga administrowania bardzo dużą ilością danych. W tym celu założona została strona internetowa oraz zintegrowana baza danych. Obecnie funkcjonująca strona WWW wymaga jednak modernizacji i aktualizacji.



### Ryc. 3. Logo programu testowania

Promocja “Programu testowania...” nierozzerwalnie związana jest z rosnącą świadomością leśników odnośnie celów i założeń testowania potomstwa bazy nasiennej w Polsce. Obecnie na całym świecie badania naukowe traktowane są podobnie do produktów marketingowych. Wiąże się to między innymi z posiadaniem łatwo rozpoznawalnego znaku - logotypu, z którym mogą identyfikować się wszyscy uczestnicy projektu i który służy jego promocji. Spośród zaproponowanych podczas jednego z seminariów naukowo-technicznych logotypów “Programu testowania” uczestnicy wybrali jeden, którym obecnie można firmować m.in. oficjalną korespondencję – ryc. 3. Logo może być także umieszczane na tablicach informacyjnych oraz wszelkich materiałach promujących “Program testowania...”.

Wyniki uzyskane dzięki badaniom zmienności cech jakościowych i ilościowych testowanego potomstwa umożliwiają wyciąganie konkretnych wniosków dla praktyki leśnej. Stopniowo powstaje szereg artykułu publikowanych w periodykach naukowych.

Zebrane doświadczenia prezentowane były w prasie leśnej i mogą służyć jako kompendium wiedzy dla następných realizatorów “Programu testowania...”. (Klisz i Jastrzębowski 2013, Jastrzębowski i Klisz 2013a, Jastrzębowski i Klisz 2013b, Jastrzębowski i in 2013, Jastrzębowski i Klisz 2014, Matras i in. 2014, Klisz i in. 2016)



Kinga Skrzyszewska, Jacek Banach, Łukasz Piela  
Uniwersytet Rolniczy im Hugona Kołłątaja w  
Krakowie

## **Specyfika zakładania powierzchni testujących w warunkach górskich.**

**Specyfika zakładania upraw testujących w terenach górskich wiąże się z trudnościami i zagrożeniami wynikającymi z ukształtowania terenu oraz zróżnicowanych lokalnie warunków klimatycznych. Elementy te mają istotny wpływ na lokalizację, prowadzenie uprawy oraz wzrost i jakość testowanych gatunków. Duże trudności sprawia lokalizacja uprawy testowej kilkuhektarowej na porównywalnych warunkach siedliskowych. Należy tak planować układ kwater na uprawie, aby na poletkach w obrębie poszczególnych powtórzeń znajdowały się zbliżone warunki wzrostu, co pozwoli na prawidłową ocenę testowanej kolekcji.**

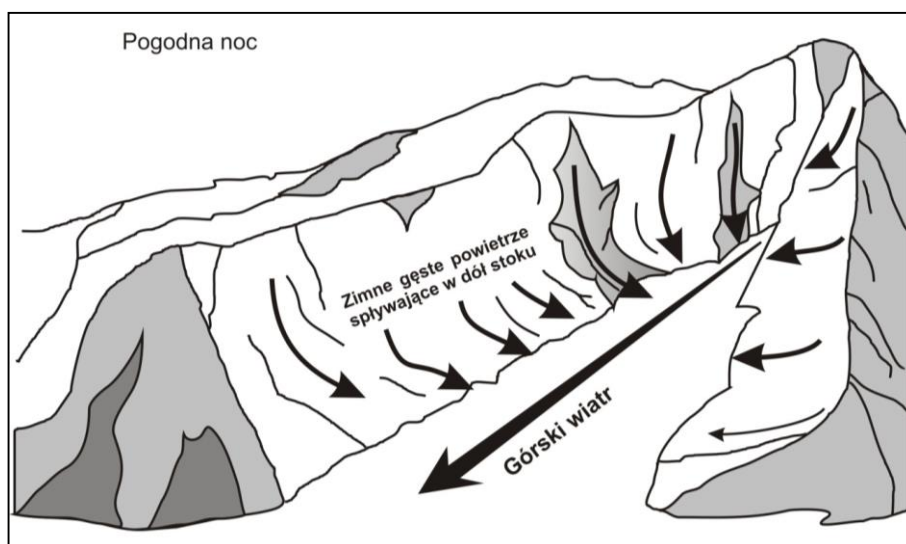
Góry i tereny podgórskie zajmują niespełna 10% powierzchni Polski. Najważniejsze pasma górskie to Sudety i zachodnia część łuku Karpat. Niewielkie powierzchniowo Góry Świętokrzyskie zajmują natomiast centralną część Wyżyny Kielecko-Sandomierskiej. Karpaty są najwyższym łańcuchem wśród polskich gór. W Beskidach wzniesienia oscylują wokół 1000 m n.p.m., jedynie tatrzańskie szczyty przekraczają wysokość 2000 m. Sudety zalicza się do gór średnich o wzniesieniach sięgających 700–800 m. n.p.m. Najwyższym sudeckim szczytem jest Śnieżka (1 602 m n.p.m.). Góry Świętokrzyskie mają natomiast charakter łagodnych wzniesień, których wygląd został ukształtowany wskutek długotrwałej działalności erozyjnej. W najwyższych partiach występują głęboko wcięte doliny oraz gołoborza. Specyfiką terenów górskich jest obecność wzniesień i stożków powulkanicznych, stromych zboczy, form wklęsłych w postaci dolin śródgórskich i kotlin, dużych wysokości bezwzględnych, wąskich, krętych, szybko płynących rzek. W Karpatach i w Sudetach występuje piętrowy układ roślinności, powiązany z piętrami klimatycznymi, których cechą charakterystyczną jest spadek temperatury i wzrost ilości opadów wraz z wysokością n.p.m.

## **Lokalizacja uprawy testującej w terenach górskich**

Uprawy testujące potomstwo drzew leśnych są to obiekty kilkuhektarowe. W obszarach górskich i podgórskich trudno jest wytypować tak dużą powierzchnię, jednolitą pod względem nachylenia stoku, wystawy czy rzeźby terenu. Te czynniki wpływają na warunki termiczne upraw, pośrednio wyznaczając ich przydatność dla

celu testowania. Duże powierzchnie charakteryzują się także zmiennymi warunkami siedliskowymi. Z tego względu na uprawach w regionach górskich, zawsze będzie występowało zróżnicowanie tego czynnika, wpływając odmiennie na reakcję adaptacyjną testowanego potomstwa.

**Temperatura powietrza.** Odpowiedzialna jest za regulację i tempo procesów życiowych, takich jak fotosynteza, oddychanie, transpiracja, wpływając pośrednio na wzrost roślin. Istotne są przede wszystkim skrajne temperatury – minimalne i maksymalne oraz termin ich występowania. Stopień oddziaływania temperatur minimalnych na drzewa poszczególnych gatunków zależy od tego, czy występują one w okresie spoczynku zimowego, czy w czasie wegetacji. W terenach górzystych powietrze, które radiacyjnie ochładza się na wyższych wysokościach, zwiększa swoją gęstość, co powoduje jego osiadanie, a następnie przemieszczanie zgodnie z nachyleniem terenu wzdłuż stoków. Gdy wystarczająco dużo zimnego powietrza nagromadzi się w dolinie, by wygenerować podłużny gradient ciśnienia powietrza, wtedy następuje jego przemieszczanie się wzdłuż doliny i powstanie wiatru dolinowego. Zjawisko to jest określane jako przepływ katabatyczny powietrza (ryc. 1). Zimne powietrze spływając w dół turbulentnie miesza się z niższymi, cieplejszymi warstwami, dlatego w tych miejscach występują relatywnie wyższe temperatury w pobliżu powierzchni ziemi i w mniejszym stopniu zachodzi zjawisko inwersji, czyli odwrócenia się układu temperatur powietrza. Obszary na stokach, gdzie roślinność i mikrotopografia terenu utrudnia odpływ zimnego powietrza odznaczają się niższą temperaturą przygruntową. W terenach o łagodnych zboczach szybkość przepływu katabatycznego powietrza jest za niska do wytworzenia silnych turbulencji i wymieszania się powietrza cieplejszego z zimniejszym. Dlatego spływające powietrze jest zimne i zalega w obniżeniach, które są potencjalnym miejscem zmrozowisk (Stathers 1989).

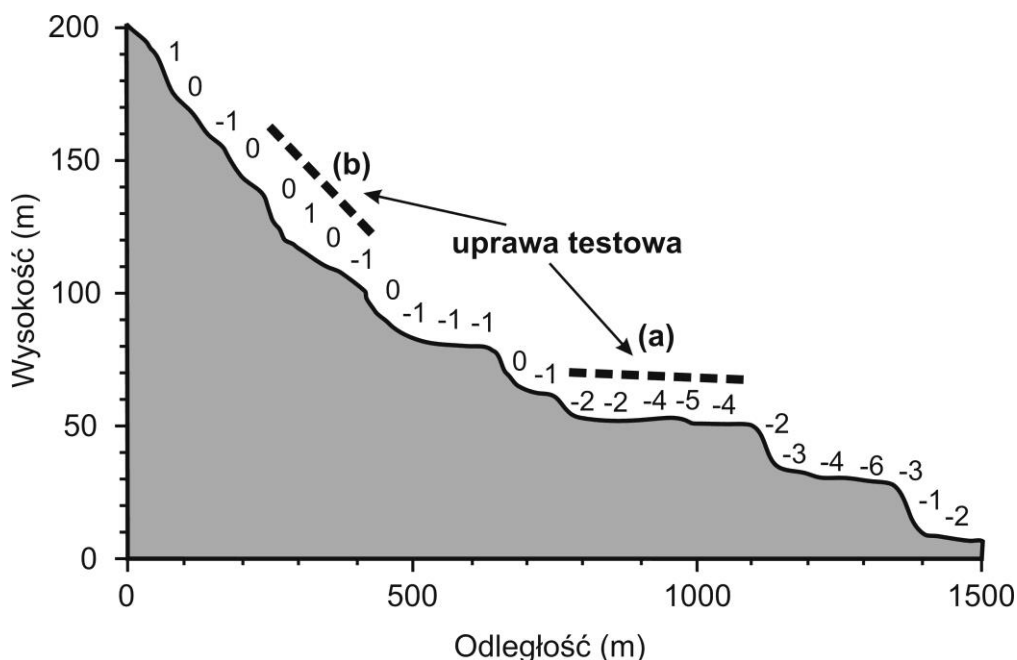


**Ryc. 1.** Typowy ruch mas powietrza w górskim terenie podczas pogodnych, spokojnych nocy (Stathers 1989; zmodyfikowane)

Nocne minimalne temperatury na powierzchni ziemi mogą różnić się nawet o 7°C na stosunkowo krótkim odcinku stoku. Miejscem najbardziej narażonym na pojawienie się przymrozków są wypłaszczenia terenu (ryc. 2a), gdzie przepływ powietrza jest stosunkowo wolny i zimne powietrze może się gromadzić. Przy większych spadkach zimne powietrze łatwiej miesza się z cieplejszym i spływa w dół



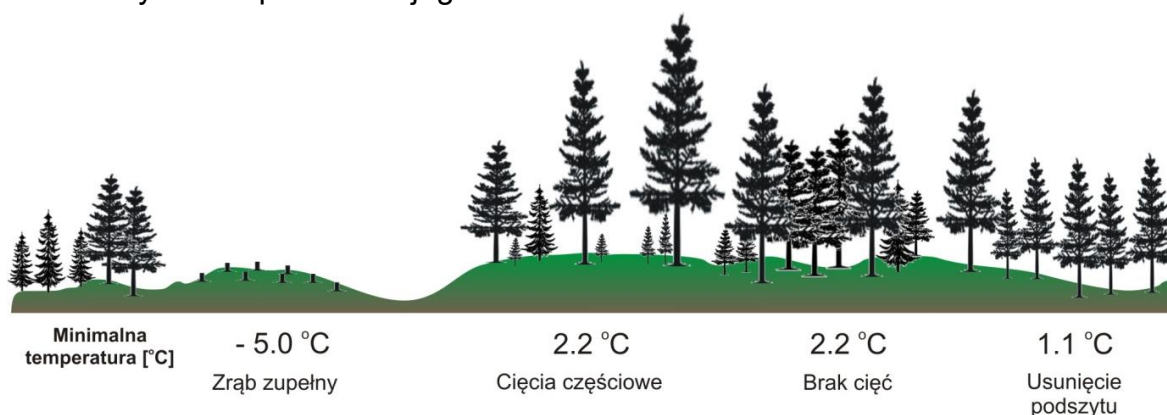
stoków (ryc. 2b), a temperatura powietrza jest wyższa (Bjor i Sandvik 1984). Wielkość akumulacji ciepła przez profil glebowy, czyli wielkość pochłaniania promieniowania słonecznego przez powierzchnię gruntu wpływa na prawdopodobieństwo wystąpienia przymrozków. Wraz ze wzrostem ilości ciepła w profilu glebowym, temperatura powietrza nad powierzchnią gruntu może nocą przez dłuższy czas utrzymywać się powyżej 0°C. Wskutek tego prawdopodobieństwo wystąpienia przymrozku na stoku południowym jest dużo niższe w porównaniu do pozostałych ekspozycji (Stathers 1989).



**Ryc. 2.** Minimalna temperatura odnotowana w różnych warunkach topograficznych wzdłuż stoku (Bjor i Sandvik 1984, zmodyfikowane)

**Gleby.** W terenach górskich występują głównie gleby ciężkie na podłożu gliniastym, bardzo często szkieletowe. Powoduje to duże utrudnienia przy zakładaniu upraw testowych. Na stanowiskach z dużym udziałem żwiru i kamieni (60% i więcej części szkieletowych) glebę można wzbogacić w substraty. W tym celu na wytyczonych placówkach, na których będą sadzone drzewka, wykonuje się dołki, które wypełnia się przygotowanym podłożem, opartym na torfie, kompostach lub korze i ściółce. Podłoże powinno być tak skomponowane, by pH było zbliżone do wymagań sadzonego gatunku. Alternatywnym sposobem zakładania uprawy na glebach górskich jest podwyższenie stanowiska dla sadzonek poprzez usypanie kopczyków o wysokości ok. 20 cm. Ten rodzaj przygotowania gleby jest szczególnie wskazany na glebach ciężkich i mało przepuszczalnych. Będzie on zapewniał utrzymanie optymalnych warunków powietrznych dla roślin. Można go zastosować w wyjątkowo trudnych warunkach i tylko na niewielkich powierzchniach. Dobrym rozwiązaniem przy zakładaniu upraw testowych na trudnych siedliskach może być wykorzystanie hydraulicznego świdra montowanego na ciągniku, który spulchni placówkę i wykona dołki, w które następnie sadzone będą rośliny. Powyższe zabiegi zastosowane na uprawach testowych zakładanych w górach zwiększą miąższość gleby, zostanie ona wzbogacona w składniki mineralne i próchnicę oraz poprawią się jej właściwości powietrzno-wodne. Należy pamiętać, że do przeżycia sadzonki i prawidłowego wzrostu systemu korzeniowego potrzebna jest w glebie woda, składniki pokarmowe, a także dostęp powietrza.

**Ośłona górna (przedplon).** Na siedliskach górskich, szczególnie w Krainie Karpackiej, występuje jodła pospolita, która ze względu na wrażliwość na przymrozki wymaga stosowania osłony górnej. Odpowiednie zwarcie drzewostanu, w którym zakładana jest uprawa testowa lub stosowanie przedplonu, może znacznie zmniejszyć częstość i nasilenie przymrozków. W zależności od stosowanych metod zagospodarowania drzewostanu, minimalna temperatura powietrza przy powierzchni ziemi przyjmuje różne wartości (ryc. 3). Temperatura na uprawach zakładanych na zrębie zupełnym jest zwykle niższa o 2–4°C. Mikroklimat pod osłoną drzewostanów sosnowych stwarza lepsze warunki dla wzrostu i rozwoju upraw jodłowych i świerkowych w porównaniu do warunków powstających na powierzchniach otwartych. Stosując osłonę górną drzewostanu, w celu zmniejszenia radiacyjnych strat ciepła trzeba utrzymać odpowiednie jego zwarcie.



**Ryc. 3.** Wartość minimalnej temperatury powietrza przy powierzchni ziemi dla różnych wariantów cięć rębnych (Hungerford i Babbitt 1987)

### Identyfikacja terenów zagrożonych przymrozkami

Wyznaczając lokalizację uprawy testowej ważna jest prawidłowa identyfikacja miejsc zagrożonych przymrozkami późnymi. Dzięki poznaniu zasad i przyczyn powstawania przymrozków, możliwa jest ocena elementów topograficznych krajobrazu (nachylenie, wystawa, wysokość, rzeźba terenu), pozwalająca na wykluczenie ryzyka wystąpienia szkód od przymrozków późnych. Zrozumienie wpływu ukształtowania i zróżnicowania rzeźby terenu na zatrzymywanie i akumulację zimnego powietrza oraz wpływ tego procesu na wzrost i rozwój roślin powinno pomóc w określeniu miejsc potencjalnie zagrożonych. Badanie pod względem uszkodzeń przymrozkowych kolekcji potomstwa na podobnych uprawach w danym regionie może dostarczyć cennych wskazówek.

**Klimat.** Suchy, kontynentalny klimat lub obszary, gdzie występują często pogodne noce są w grupie podwyższonego ryzyka wystąpienia przymrozków. W mniejszym stopniu zagrożone są natomiast obszary pod wpływem łagodnego klimatu oceanicznego, z wysoką sumą opadów rocznych i wilgotnością powietrza.

**Wysokość n.p.m.** Obszary wysokogórskie są bardziej zagrożone wystąpieniem przymrozków, ze względu na większą utratę ciepła z powierzchni ziemi w procesie radiacyjnego ochładzania. Uszkodzenia przymrozkowe obserwowane są powyżej 1000 m n.p.m. Emmingham (1985) stwierdza jednak, że nie wszystkie tereny na dużych wysokościach są jednakowo narażone na występowanie przymrozków.

**Ukształtowanie terenu.** Obszary, w których gromadzi się zimne powietrze lub gdy jego przepływ jest zablokowany lub spowolniony, odznaczają się wysokim ryzykiem

wystąpienia uszkodzeń przymrozkowych. Wyłaszczenia na stoku, dna dolin, wąwozy, zagłębienia i inne nisko położone tereny, gdzie gromadzi się mroźne powietrze to przykłady obszarów zwiększonego ryzyka. Stoki o spadku większym niż 10–15% są w mniejszym stopniu zagrożone przymrozkami z powodu zwiększonego ruchu mas powietrza. Odslonięte, wietrzne grzbiety gór to obszary, gdzie przymrozki występują bardzo rzadko. W terenie nizinnym tereny niewielkich wzniesień i pagórków są w mniejszym stopniu zagrożone niż zagłębienia, do których spływa zimne powietrze i tworzy tzw. zmrozowiska. Lokalnie występujące małe niecki i zagłębienia mogą zwiększać ryzyko uszkodzeń mrozowych w miejscach sadzenia.

**Wystawa.** Na stokach południowych ryzyko wystąpienia przymrozków jest niższe niż na stokach wschodnich i zachodnich, natomiast stoki północne są najbardziej zagrożone. Zależność ta jest mniej widoczna latem w porównaniu do wiosny i jesieni, kiedy wystawa ma większy wpływ na ilość przyjmowanego promieniowania słonecznego, zwłaszcza w wyższych szerokościach geograficznych.

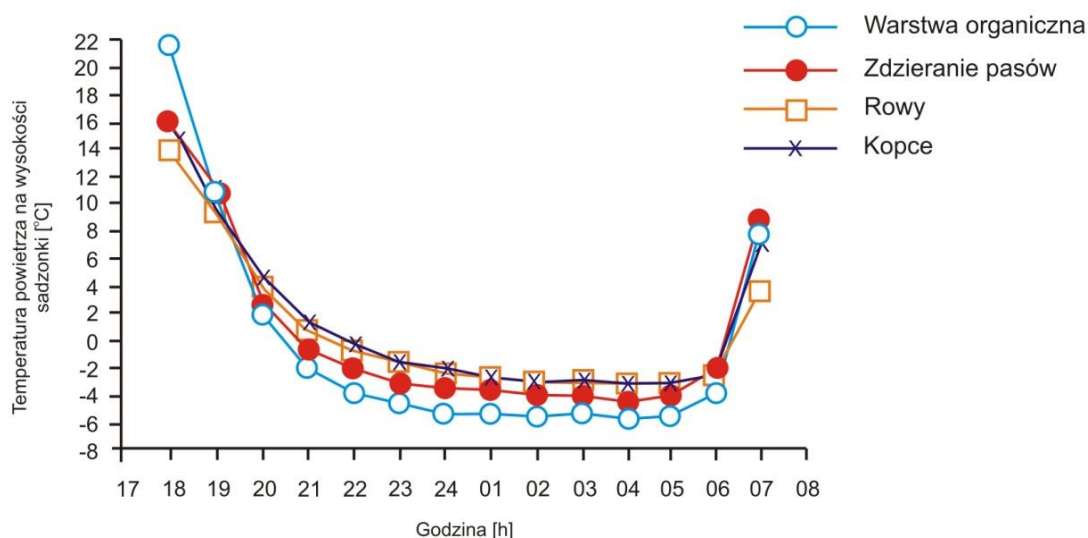
**Szata roślinna.** Sadzonki rosnące pod wysoką i gęstą osłoną, złożoną z innych roślin drzewiastych są mniej podatne na uszkodzenia przymrozkowe. Rzadka osłona złożona z roślin zielnych i krzewów również wywiera korzystny wpływ na sadzonki. Gęsta trawa powoduje natomiast zwiększenie zagrożenia uszkodzeniami sadzonek w niej wzrastających przez ograniczenie ich wzrostu. Problem ten występuje w pierwszych 3–5 latach po ich posadzeniu na uprawie. Niezbędne jest wykonanie co najmniej dwukrotnej pielęgnacji uprawy, która powinna wspomagać rozwój sadzonek w okresie ich wzrostu na wysokość oraz zapobiegać ich zagłuszeniu przez chwasty.

**Pozyskiwanie drewna.** Zręby zupełne powinny być tak rozmieszczone w terenie względem siebie, aby możliwy był ruch mas zimnego powietrza, w celu zminimalizowania ryzyka wystąpienia szkód w uprawach leśnych.

## **Metody zapobiegania tworzeniu się zmrozowisk**

Dla większości gatunków, uprawy testujące zakładane są na powierzchni otwartej. Ważnym zadaniem zapobiegającym tworzeniu się lokalnych zmrozowisk na uprawie jest spowodowanie lepszego odpływu zimnego powietrza. W terenach górskich, tam gdzie jest to możliwe, należy zastosować cięcia na granicach działek w najniższej położonych miejscach na zrębie, gdzie gromadzi się zimne powietrze. Stosowanie cięć częściowych znacznie obniża straty ciepła w procesie promieniowania długofalowego, które nie przebiega tak intensywnie jak na powierzchniach otwartych.

Miejsca, gdzie zabiegi ochronne powodują wymieszanie się powietrza cieplejszego z zimniejszym i swobodny jego przepływ wokół sadzonki, będą pod mniejszą presją występujących przymrozków późnych. Niewielki wzrost prędkości przepływu powietrza może podnieść jego temperaturę. Na zrębach zupełnych przeprowadza się zabiegi przygotowawcze do odnowienia lasu, takie jak zdzieranie pasów, orka, a także formowanie kopców które zmniejszają ryzyko uszkodzeń przymrozkowych sadzonek drzew iglastych (ryc. 4). W terenach zmrozowiskowych należy sadzić w pobliżu pni, zwalonych kłód i innych tego typu miejscach, gdzie mikroklimat jest łagodniejszy w porównaniu do powierzchni otwartych.



**Ryc. 4.** Różnice temperatur powietrza w pobliżu sadzonek drzew iglastych po wykonanych zabiegach: zdzieranie pasów (szerokość 50 cm), kopanie rowów o stromych ściankach (głębokość 30 cm), formowania kopców (szerokość 30 cm, wysokość 20 cm) (Stathers 1989)

## Symptomy uszkodzeń przymrozkowych

Uszkodzenia przymrozkowe występują głównie na bieżącym przyroście pędów wierzchołkowych i bocznych, natomiast starsze pędy są mniej podatne na uszkodzenia. Objawem uszkodzenia jest brązowa chloroza lub nekroza, które pojawiają się po kilku dniach po przymrozkach, a w pełni widoczne są po upływie 1–2 tygodni (Glerum 1985). Martwy aparat asymilacyjny i pędy pozostają na sadzonce przez dłuższy czas. Uszkodzenia przymrozkowe pojawiające się systematycznie przez kilka sezonów wegetacyjnych i uszkadzające pęd wierzchołkowy powodują nadmierny przyrost pędów bocznych i powstanie krzaczastej formy drzewka. Lundmark i Hallgren (1987) stwierdzili, że sadzonki wystawione na działanie pełnego słońca po wystąpieniu przymrozków są bardziej narażone na szkody. Częściowa osłona może zniwelować szkody tego typu. Uszkodzenia sadzonek podczas przymrozków mogą również występować bez widocznych symptomów, dotyczą wtedy błon komórkowych, organelli, drewna i tkanek korzenia. Takie uszkodzenia wpływają na przebieg fotosyntezy i szybkość transpiracji, a ich rezultatem jest osłabienie drzewka i wolniejsze tempo wzrostu (DeLucia i Smith 1987).

W gospodarce leśnej stosowane są pasywne metody ochrony przed przymrozkami. W celu skutecznej ochrony upraw należy zapoznać się z częstotliwością i nasileniem przymrozków w danym regionie. Szczególnie potrzebne jest ciągłe monitorowanie przebiegu zdarzeń klimatycznych oraz wskazywanie miejsc o większej częstotliwości wystąpienia przymrozków oraz wykorzystywanie wyników testów wczesnych dotyczących pochodzeń i potomstwa późno rozpoczynających wegetację na wiosnę (Sabor i in. 1999, Skrzyszewska 2010).

## Przykładowe lokalizacje upraw w terenach górskich

Na podstawie szerokości i długości powierzchni doświadczalnej oraz punktów niwelacyjnych możliwe jest wykonanie profili topograficznych terenu w układzie 3D. Profile wiernie odzwierciedlają rzeczywiste warunki terenowe występujące na uprawach. Ich wykonanie umożliwi przeprowadzenie analizy i ocenę wpływu

warunków topograficznych na nasilenie uszkodzeń przymrozkowych testowanego potomstwa. Poniżej podano trzy przykłady lokalizacji upraw i omówiono wpływ na występowanie uszkodzeń przymrozkowych.

Uprawa testowa A (wkładka barwna, ryc. 1) położona jest na wysokości między 289 a 307 m n.p.m. na stoku o wystawie zachodniej (W). Kwatery 1 i 2 cechują się dużym kątem nachylenia stoku powyżej  $11^\circ$ , natomiast kwatery 3 i 4 ok.  $8^\circ$ . Nachylenie stoku w znacznym stopniu wpływa na natężenie uszkodzeń przymrozkowych. W miejscach powyżej  $11^\circ$  natężenie maleje, a gdy przekrocza  $15^\circ$  uszkodzenia są minimalne. W miejscach o mniejszym spadku (kwatery 3 i 4) zimne powietrze stagnuje bez możliwości wymieszania się z cieplejszym powietrzem warstw wyższych, co przyczynia się do zwiększenia występowania uszkodzeń. Otoczenie uprawy ma również wpływ na wielkość uszkodzeń przymrozkowych. Kwaterna 3, na której zaobserwowano uszkodzenia u prawie wszystkich sadzonek, znajduje się w odległości ok. 40 m oraz 27 m od ściany najbliższego drzewostanu. Między uprawą a drzewostanem znajdują się łąki, których mikroklimat wpływa na zwiększanie się uszkodzeń w górnej części uprawy (kwaterna 3 i 4). Kwatery 1 i 2 mają korzystniejsze położenie, bo powyżej i poniżej nie ma drzewostanu z gęstym podszytem, który mógłby utrudniać przepływ i odpływ zimnego powietrza. Na tej uprawie zaobserwowano wyraźny związek między natężeniem uszkodzeń a nachyleniem stoku. Nachylenie stoku powyżej  $11^\circ$  wyraźnie ograniczało występowanie uszkodzeń.

Uprawa testowa B usytuowana jest na znacznej wysokości, ok. 640–650 m n.p.m. (wkładka barwna, ryc. 1). Można tu wyróżnić 2 strefy, pierwsza o mniejszym spadku – ok.  $6^\circ$  (kwatery 1 i 3), a druga o nieco większym – ok.  $10^\circ$  (kwatery 2 i 4). Stosunkowo łagodne nachylenie stoku przy mało zróżnicowanej rzeźbie terenu, powoduje stagnowanie mroźnego powietrza blisko gruntu. Dodatkowo położenie na stoku o wystawie NE jest niekorzystnym czynnikiem, ponieważ w ciągu dnia tylko niewielka ilość ciepła może zostać pochłonięta przez profil glebowy i oddana nocą podczas wystąpienia przymrozków późnych. Brak bariery w postaci drzewostanu ponad kwaterami 1 i 3 skutkuje powolnym (małe nachylenie stoku) przepływem mroźnego powietrza do dolnej części uprawy, gdzie zostaje zatrzymywane przez drzewostan z gęstym podszytem. Obserwacje uszkodzeń przymrozkowych wykazały, że testowany materiał doświadczałny ucierpiał w znacznym stopniu (ok. 70%) od niskiej temperatury, a ich udział na poszczególnych kwaterach był podobny. W tym przypadku uszkodzenia można ograniczyć wykonując przerwę w ścianie lasu, tworząc tzw. lejek odpływowy w dolnej części kwatery 4.

Uprawa testowa C usytuowana jest również na znacznej wysokości – 680 m n.p.m. (wkładka barwna, ryc. 1). Powierzchnia jest nachylona w kierunku NE (średnio  $2,7^\circ$ ) oraz w kierunku SW (od  $3,9$  do  $4,3^\circ$ ). Wskutek lokalizacji na grzbiecie góry zimne powietrze sphywa w dół stoku, natomiast cieplejsze napływa w górę. Drzewostan otacza uprawę testową z każdej strony i wywiera również korzystny wpływ na testowane potomstwo poprzez napływ ciepłego powietrza z jego wnętrza i równoczesny odpływ zimnego powietrza w dół stoków. Obserwacje wykonane w 2012 r. podczas wystąpienia temperatur poniżej  $0^\circ\text{C}$  wykazały, że testowany materiał doświadczałny ucierpiał od przymrozków późnych w niewielkim stopniu – przeciętnie na kwaterze szkody przymrozkowe wynosiły ok. 0,2%.

## **Podsumowanie**

Specyfika zakładania upraw testujących w terenach górskich wiąże się z trudnościami i zagrożeniami wynikającymi z ukształtowania terenu oraz zróżnicowanych lokalnie warunków klimatycznych. Elementy te mają istotny wpływ na lokalizację, prowadzenie uprawy oraz wzrost i jakość testowanych gatunków.

Duże trudności sprawia lokalizacja uprawy testowej kilkuhektarowej na porównywalnych warunkach siedliskowych. Należy tak planować układ kwater na uprawie, aby na poletkach w obrębie poszczególnych powtórzeń znajdowały się zbliżone warunki wzrostu, co pozwoli na prawidłową ocenę testowanej kolekcji.

Ważnym elementem przy wyborze lokalizacji uprawy testowej w warunkach górskich jest analiza ukształtowania terenu (kierunek, nachylenie stoku) oraz ocena przyległego drzewostanu (wysokość, zwarcie, jakość). Rzeźba terenu wywiera duży wpływ na występowanie przymrozków w ukształtowaniach, które uniemożliwiają odpływ mroźnego powietrza (zagłębienia terenu, dna kotlin, wąwozy, wypłaszczenia i rynny na stoku). Duże znaczenie ma również budowa drzewostanu przylegającego do uprawy testującej. Drzewostan, w górnej części uprawy korzystnie wpływa na warunki termiczne uprawy, natomiast występujący w dolnej jej części, w szczególności z gęstym podszytem, zatrzymuje zimne powietrze bez możliwości odpływu. W takim przypadku trzeba zastosować zabiegi pozwalające na zminimalizowanie ewentualnych szkód przymrozkowych, np. wykonując lejek odpływowy dla zimnego powietrza, które nie będzie zatrzymywało się na uprawie, tylko swobodnie przepływało niżej. Również brzeg drzewostanu ze zwartym podrostem lub podszytem należy przerzedzić, co umożliwi wymianę powietrza zimniejszego z powierzchni otwartej z cieplejszym z wnętrza drzewostanu. Ten ostatni zabieg można również stosować na uprawach lokalizowanych w warunkach nizinnych. Pozwala on także na wyeliminowanie zastoisk mrozowych oraz powstanie uszkodzeń przymrozkowych. Należy również unikać zakładania upraw testujących w terenach długiego zalegania grubej warstwy ciężkiego śniegu powodującej deformacje i obłamywanie gałęzi bocznych drzewek prowadząc do ich osłabienia.

Ważnym elementem poprawiającym warunki wzrostu dla testowanego potomstwa jest prawidłowe wykonanie zabiegów pielęgnacyjnych w okresie zagrożenia przymrozkami, tj. podczas pędzenia wiosennego (maj-czerwiec). Wykaszenie trawy i chwastów spowoduje lepszy dopływ promieniowania słonecznego do gleby, która będzie się bardziej nagrzewała w dzień i oddawała ciepło w godzinach nocnych. Dobrym zabiegiem jest także stosowanie osłony górnej, szczególnie dla gatunków wymagającym ocienienia (np. jodła, buk), które są mniej odporne na przymrozki. Odślonięte stoki, dla których kąt nachylenia nie przekracza 15° bardziej nadają się pod uprawy testujące z gatunkami odporniejszymi na działanie przymrozków, natomiast na stokach z nachyleniem powyżej 15° możliwe jest sadzenie gatunków wrażliwszych.



Włodzimierz Buraczyk, Henryk Szeligowski  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego

## Oznaczanie doświadczeń testujących w terenie i ich dokumentacja

Dziesięcioletnie doświadczenie realizacji programu testowania pozwala na wybór skutecznych i sprawdzonych sposobów zakładania i prowadzenia doświadczeń. Ze względu na to, że wszystkie powierzchnie testowe mają charakter stałych powierzchni badawczych, pełna dokumentacja związana z założeniem i prowadzeniem powierzchni powinna się znajdować, zarówno w odpowiednich nadleśnictwie jak też i jednostkach naukowych prowadzących pomiary. Przedstawiono praktyczne działania dotyczące realizacji badań nad testowaniem potomstwa drzew leśnych.

### Oznakowanie sadzonek etykietami

Do oznakowania testowanego materiału sadzeniowego w okresie od wysiewu do sadzenia wykorzystuje się etykiety ze szczegółowymi informacjami dotyczącymi pochodzenia oraz dokładnego miejsca lokalizacji sadzonek.

W przypadku testowania potomstwa drzewostanów (populacji) oznakowywane są pojedyncze sadzonki w partiach materiału sadzeniowego jednego wariantu, czyli potomstwa jednego wyłączonego drzewostanu nasiennego. Takie oznakowanie jest niezbędne do podziału sadzonek na poszczególne powierzchnie testowe oraz na bloki w obrębie każdej powierzchni. Partia materiału sadzeniowego przeznaczonego na jedno powtórzenie (poletko w bloku) w liczbie 100 sztuk ma tylko kilka oznakowanych sadzonek (etykietami), które mogą być losowo rozmieszczone na powierzchni poletka. Dla ułatwienia późniejszej lokalizacji drzew z etykietami, zaleca się podczas sadzenia rozmieszczanie ich według przykładowego schematu: pierwsza i ostatnia w pierwszym i ostatnim rzędzie. Jeśli na jedno poletko (na 100 szt.) trafiło więcej niż 4 zaetykietowane sadzonki, to pozostałe można rozmieścić losowo.

Wszystkie sadzonki będące potomstwem drzew matecznych muszą mieć indywidualne etykiety ze szczegółowym opisem odnoszącym się do miejsca ich lokalizacji na kwaterze. W szkółce sadzonki są układane w kasetach według kolejności sadzenia zgodnej z planem rozmieszczenia rodów na kwaterach (fot. 1). To ułatwia sadzenie oraz daje możliwość kontroli prawidłowego rozmieszczenia rodów zgodnie z wcześniej przygotowanym planem, który także zawiera układ cięć schematycznych przy pierwszym rozluźnianiu młodników.

Potomstwo DM jest rozmieszczane na kwaterach i powierzchniach z zastosowaniem zasady wielokrotnych powtórzeń tego samego rodu. O ile przed sadzeniem każda z sadzonek zaopatrzona jest w indywidualne oznakowanie (fot. 1), to ważnym elementem jest także to, aby oznakowanie pozostało widoczne również po posadzeniu (fot. 2 i 3) w celu weryfikacji w kolejnych latach prowadzonych obserwacji

i pomiarów. Po około 3 latach wzrostu i rozwoju drzewek, etykiety identyfikacyjne mogą wrastać w szyjkę korzeniową, co stanowi zagrożenie dla tych drzew. W takich sytuacjach koniecznym staje się przeniesienie etykiet na pęd boczny (fot. 3). Jest to ważne na dużych powierzchniach kwater, gdzie w kolejnych pomiarach należy identyfikować każde drzewo. Pozostawienie etykiet na bocznych pędach ułatwi pomiary po 5 latach, a nawet po 10 latach. Długoterminowe (ponad 10 lat) prowadzenie badań na powierzchniach testujących potomstwo DM wymaga wypracowania innych sposobów trwałego oznakowania poszczególnych drzew. Mogą to być indywidualne, trwałe etykiety umieszczone na drzewach, które pozostaną do końca prowadzenia doświadczenia. Innym sposobem oznakowania może być podział dużych powierzchni kwater na mniejsze poletka, na których łatwiej zidentyfikować pojedyncze drzewa. Wymaga to uzupełnienia (korekty) aktualnych planów rozmieszczenia rodów na kwaterach.

Długoterminowe oznakowanie drzew jest niezbędne także przy wykonywaniu cięć rozluźniających, które są zaplanowane w układzie schematycznym, ale wypadki w wielu sytuacjach wymuszają korektę zabiegu.



**Fot. 1.** Indywidualne oznakowanie potomstwa DM (fot. H Szeligowski)





**Fot. 2.** Widoczna etykieta po posadzeniu sadzonki w gruncie (fot. H Szeligowski)



**Fot. 3.** Przeniesione na boczną gałązkę oznakowanie potomstwa DM po upływie 5 lat po posadzeniu na uprawie testującej jodły pospolitej (fot. H Szeligowski)

### **Oznaczenie powierzchni, bloków (kwater), działek**

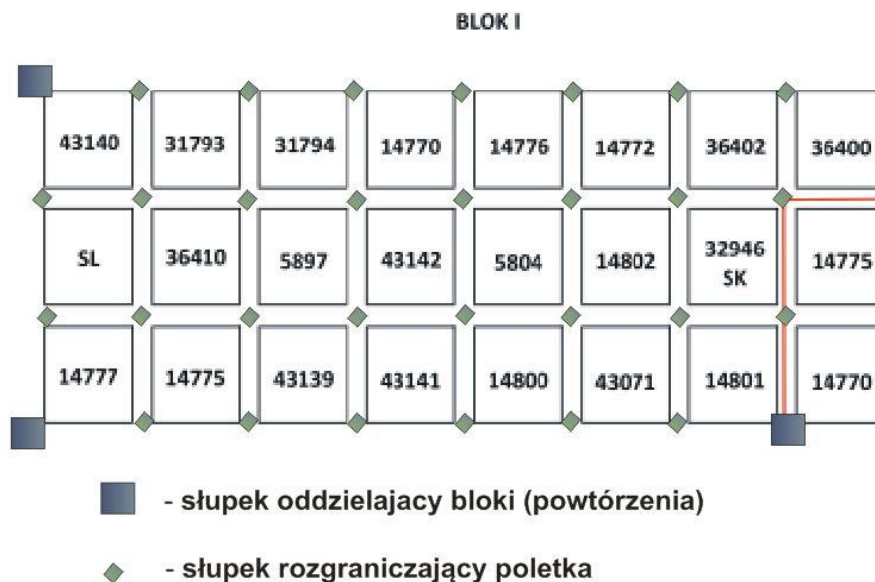
Powierzchnie testowania wymagają trwałego oznaczenia w terenie (tablica informacyjna) wraz z uwzględnieniem lokalizacji za pomocą GPS. Optymalnym

sposobem oznaczenia poletek i bloków jest ich rozgraniczenie słupkami betonowymi (fot. 4) (kamiennymi) lub impregnowanymi drewnianymi. W zależności od źródła leśnego materiału podstawowego z jakiego powstały obiekty testowania, wymagają one różnego oznaczenia w terenie.

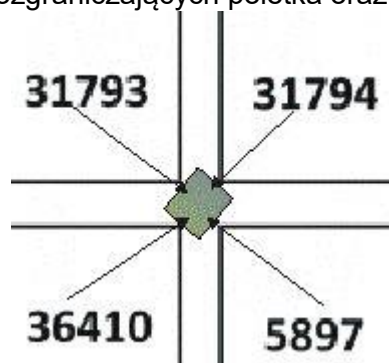
W przypadku potomstwa generatywnego WDN zajmującego powierzchnie w postaci poletek doświadczalnych z czterema powtórzeniami, wystarczającym sposobem jest oznakowanie poszczególnych poletek poprzez zapisanie na słupkach rozgraniczających numeru bloku wraz z numerem pochodzenia. Zgodnie z przyjętymi zasadami, między poszczególnymi poletkami pozostaje jeden rząd bez sadzonek, co na gruncie stanowi wyraźne rozgraniczenie testowanych pochodzeń. Słupki czworokątne rozgraniczające poletka powinny być usytuowane w rzędach pustych, przy ustawieniu takim, żeby na każdej płaszczyźnie ścianki słupka można było umieścić numer najbliższej położonego poletka (ryc. 2). Słupki powinny być tak rozmieszczone, żeby nie pokrywały się z rzędami i kolumnami drzew na poletkach, co ułatwia lokalizację drzew, szczególnie po kolejnych zabiegach rozluźniających (ryc. 1).



**Fot. 4.** Oznakowanie poletka doświadczalnego słupkami betonowymi (fot. H Szeligowski)



**Ryc. 1.** Rozmieszczenie słupków rozgraniczających poletka oraz kwatery



**Ryc. 2.** Usytuowanie słupka względem poletek oraz rozmieszczenie numeracji na słupku

Potomstwo DM jest rozmieszczane na kwaterach i powierzchniach z zastosowaniem zasady wielokrotnych powtórzeń jednego rodzaju, co wymusza oznakowanie w terenie granic kwater przy pomocy słupków betonowych (kamiennych) lub impregnowanych drewnianych. Sposób oznakowania kwater na powierzchniach testującej potomstwo DM może być taki sam jak w uprawach testujących potomstwo WDN. Przy bardzo dużych kwaterach można oznaczyć słupkami np. co 10-ty rząd lub kolumnę, co znacząco ułatwi lokalizację poszczególnych drzew, szczególnie w okresie, gdy większość etykiet ulegnie degradacji. Słupki te mogą być mniejsze, różniące się wyglądem od słupków oddzielających kwatery.

### **Lokalizacja i oznaczenie sadzonek przeznaczonych na poprawki (tzw. rezerwy)**

Program testowania przewiduje wykonanie poprawek po pierwszym sezonie wegetacyjnym od momentu wprowadzenia sadzonek na powierzchnię testową. Poprawki powinny być wykonane materiałem sadzeniowym określonym jako rezerwa, wyprodukowanym w tej samej szkółce i w tym samym czasie co właściwy materiał testowy. Rezerwa powinna być posadzona w określonym układzie w bezpośrednim sąsiedztwie powierzchni testowej. W wyjątkowych sytuacjach rezerwę można posadzić na innej powierzchni, ale w podobnych warunkach siedliskowych do panujących na właściwej powierzchni testowej.

Sadzonki określone jako rezerwa powinny być oznaczone etykietami z informacją o ich przeznaczeniu na poprawki. Partia sadzonek rezerwy stanowiąca potomstwo WDN lub DM powinna być opisana kilkoma etykietami (minimum 2), które wykorzystuje się do oznaczenia ich lokalizacji w terenie. Ze względu na brak szczegółowych zasad lokalizacji rezerwy przyjęto, że do wyróżnienia każdego pochodzenia lub rodu będą wykorzystane sadzonki z etykietami, które wyznaczą ich początek i koniec w rzędzie. Taki system pozwala zlokalizować rezerwę w dowolnym, dostępnym miejscu w obrębie powierzchni testowej. Po posadzeniu rezerwy, należy wykonać szkic powierzchni obrazujący jej szczegółowe rozmieszczenie wraz z wykazem liczby sadzonek poszczególnych pochodzeń (WDN) lub rodów (DM). Rezerwę należy sadzić w więźbie przyjętej dla danego gatunku. W sytuacjach wyjątkowych, np. braku powierzchni, sadzenie można zagęścić do więźby wynoszącej  $\frac{1}{2}$  odległości sadzonek w rzędach w stosunku do więźby stosowanej na powierzchni testowej.

## **Poprawki**

Poprawki powinny być wykonywane wiosną w pierwszym roku po założeniu uprawy testowej, tym samym materiałem genetycznym co ubytki wymagające uzupełnienia, czyli rezerwą przygotowaną równoległe z zakładaną powierzchnią testową. Wykonanie poprawek polega na przesadzeniu z powierzchni rezerwowej tego samego materiału genetycznego w miejsce powstania wypadów.

Przesadzanie należy wykonać ręcznie, wykopując sadzonki z jak największą bryłką ziemi i delikatnie przenosząc drzewka w nowe miejsce. Ze względu na brak etykiet u większości sadzonek w rezerwie, należy po przesadzeniu wykorzystać starą etykietę z martwej sadzonki, zaś w przypadku jej braku, pozostawić nową sadzonkę bez etykiety. Każdą przeniesioną z rezerwy w nowe miejsce sadzonkę należy obowiązkowo zaznaczyć na planie oraz z bazy danych. Dlatego należy uznać, że poprawki są czynnością bezpośrednio związaną z oznakowaniem sadzonek, gromadzeniem danych oraz prowadzeniem dokumentacji.

Celem poprawek jest uzupełnienie niedoborów liczby sadzonek w niektórych pochodzeniach lub rodach tak, żeby zebrany empiryczny materiał stanowił bazę danych, którą można poddać pełnym analizom statystycznym. Poprawki powodują też polepszenie warunków wzrostu gatunku testowanego poprzez wyrównanie zagęszczenia i zminimalizowanie nierównomiernego rozwoju koron niektórych osobników, co może zmniejszyć możliwość oceny czynników genetycznych kształtujących wzrost i rozwój testowanego potomstwa.

W praktycznym postępowaniu na powierzchniach testowych ważnym problemem pozostają puste miejsca po martwych sadzonkach wynikające z braku rezerwy. W celu wyrównania warunków rozwoju drzew w pustych miejscach, nawet w kolejnych latach, należy posadzić lub pozostawić samosiew testowanego gatunku. Wykorzystanie innego gatunku jest wygodne z praktycznego punktu widzenia, ponieważ ułatwia lokalizację drzew, ale może znacząco zakłócić warunki siedliskowe i tym samym wpłynąć na wzrost i rozwój sąsiednich drzew testowanego gatunku. Może to mieć duże znaczenie w miejscach, gdzie wypadki występują grupowo i tworzą duże luki w uprawach, które z założenia powinny być jednorodne pod względem zagęszczenia.

## **Pielęgnacja upraw**

Pielęgnacja powierzchni testowych powinna polegać na regulacji zagęszczenia badanego gatunku, usuwaniu wszystkich odrośli oraz samosiewów, w tym też samosiewów gatunku testowanego. W pierwszych 2-3 latach należy systematycznie odchwaszczać uprawy, zaś po uzyskaniu pełnego zwarcia i zmniejszeniu ryzyka konkurencji ze strony innych gatunków, należy wykonywać zabiegi rozluźniające więźbę. Na powierzchniach testujących potomstwo WDN należy przyjąć częstotliwość i natężenie zależne od dynamiki wzrostu drzew, zaś przy testowaniu potomstwa DM należy dążyć do zastosowania cięć rozluźniających schematycznych, które zostały zaplanowane już na etapie projektowania rozmieszczenia sadzonek na kwaterach. Jednak zastosowanie tego schematu w praktyce nie będzie możliwe w uprawach o obniżonej przeżywalności, w których koniecznym było wykonanie znaczących poprawek. W takich sytuacjach należy zweryfikować liczebność w poszczególnych rodach, a zabieg rozluźniania tak wykonać, żeby nie zmniejszać liczebności rodów o najniższej przeżywalności. Wykonanie takiego zabiegu jest uwarunkowane prawidłowo prowadzoną dokumentacją, dokładnym oznakowaniem powierzchni, kwater oraz pojedynczych drzewek. W wielu sytuacjach może być tak, że wypadną drzewa, które zgodnie z przygotowanym na wstępie schematem cięć, powinny pozostać jako docelowe. W takich obiektach pojawi się potrzeba ponownej, szczegółowej analizy rozmieszczenia rodów i opracowania nowych zasad i schematów cięć rozluźniających.

Na powierzchniach testujących potomstwo WDN sytuacja jest łatwiejsza, nawet przy obniżonej lub nierównomiernej przeżywalności. Przy pojedynczych poprawkach i małej liczbie późniejszych wypadków, w pierwszej kolejności należy usuwać drzewka przesadzone w ramach poprawek oraz samosiewy. Na powierzchniach o dużej liczbie wykonanych poprawek oraz pozostawionych samosiewów, w miejscu wypadków należy rozluźniać tak, żeby docelowo pozostały drzewa z pierwszego sadzenia. Cięcia należy więc koncentrować na poprawkach i samosiewach, nawet kosztem braku równomiernego zagęszczenia.

### **Otulina upraw testujących**

Celem otuliny jest stworzenie wyrównanych warunków wzrostu i rozwoju dla testowanego potomstwa oraz zabezpieczenie jego przed bezpośrednim wpływem innych gatunków rosnących poza powierzchnią testową. Najważniejszą funkcją otuliny jest utrzymanie wyrównanego zagęszczenia na obrzeżach powierzchni testowej i tym samym stworzenie takich samych warunków do rozwoju koron, jakie są wewnątrz uprawy. Bez względu na rodzaj testowanego materiału sadzeniowego, każda powierzchnia powinna mieć otulinę założoną w roku sadzenia uprawy. Otulinę powinny stanowić 2-3 rzędy sadzonek testowanego gatunku ale lokalnego pochodzenia.

W celu wyróżnienia i łatwego oddzielenia otuliny od właściwej powierzchni testowej należy w otulinie zastosować zagęszczoną więźbę sadzenia, np.  $\frac{1}{2}$  odległości sadzonek w rzędach w stosunku do więźby stosowanej na powierzchni testowej. Efekt zróżnicowania więźby pozostanie na długo widoczny, co ułatwi lokalizację oraz późniejsze pomiary na powierzchni testowej. W otulinie należy wykonywać zabiegi podobne do realizowanych na powierzchni, jedynie zabieg rozluźniający może być prowadzony z opóźnieniem w stosunku do uprawy testowej.

## Zbiory danych

Zgodnie z założeniami „Programu testowania potomstwa...”, opiekę naukową nad wszystkimi powierzchniami testowymi prowadzą ośrodki naukowe (uczelnie, instytuty badawcze), które systematycznie wykonują pomiary oraz gromadzą dane empiryczne niezbędne do właściwej oceny potomstwa. Z dotychczasowych doświadczeń wynika, że przyjęty system pomiarów oraz bieżącego opracowywania danych jest prawidłowy, jednak dopracowania wymaga system gromadzenia coraz większych baz danych.

Prace pomiarowe na powierzchniach testowych są realizowane według przyjętego harmonogramu oraz według sprecyzowanych zasad co do zakresu oraz sposobów pomiarowych. Zgodnie z przyjętym harmonogramem, przez pierwsze trzy lata jest oceniana przeżywalność upraw. Po piątym sezonie wegetacyjnym są wykonane pomiary wysokości drzew oraz przeżywalność, zaś po dziesięciu latach jest wykonywany kompleksowy pomiar obejmujący: przeżywalność, cechy przyrostowe (wysokość i grubość) oraz cechy jakościowe w zależności od specyfiki gatunków. Dotychczas zostały wykonane kompleksowe pomiary tylko na powierzchniach bukowych założonych w 2006 roku. Wyniki tych pomiarów są w trakcie opracowywania głównie pod kątem rejestracji przetestowanego potomstwa WDN i DM jako LMR kategorii IV tzw. „przetestowanej”.

Doświadczenia z pierwszego okresu badań wskazują na potrzebę silniejszej kooperacji między jednostkami naukowymi w celu jeszcze lepszego ujednoczenia zakresu pomiarów. Szczególnie istotne jest jednoznaczne opracowanie klasyfikacji wykorzystywanych do oceny cech jakościowych przez różne ośrodki naukowe. Ważnym jest też przydział jednej jednostce naukowej 4 powierzchni testujących ten sam materiał genetyczny w ramach określonych regionów testowania, co ujednoczi zasady pomiarowe, a szczególnie stosowane klasyfikacje jakościowe. Otwartym problemem dalej pozostaje stworzenie jednorodnej bazy danych pomiarowych ze wszystkich powierzchni testowych w Polsce, co wymaga całkowitego ujednoczenia zakresu prac pomiarowych, stosowania jednakowych klasyfikacji oraz identycznych arkuszy kalkulacyjnych do gromadzenia danych empirycznych.

## Dokumentacja

Jednym z najważniejszych elementów prawidłowo prowadzonej dokumentacji w zakresie powierzchni testowania jest przyjęcie minimum dwóch sposobów ich gromadzenia. Pierwszym jest zastosowanie techniki komputerowej i zapisu w formie graficznej planów powierzchni testowania oraz szczegółowego rozmieszczenia sadzonek. Drugim sposobem, prowadzonym równoległe z pierwszym, powinna być pełna dokumentacja w postaci wydruku. Każda z jednostek odpowiedzialnych za powierzchnię testowania, czyli nadleśnictwo na terenie którego znajduje się obiekt oraz instytucja upoważniona do prowadzenia badań, powinny mieć założone tzw. „karty informacyjne” danej powierzchni, w których zapisywane są wszelkie informacje dotyczące wykonywanych czynności, zabiegów a także ewentualnych zmian jakie nastąpiły w trakcie istnienia powierzchni.

Ważnym elementem jest przepływ i wymiana informacji między nadzorującymi jednostkami i archiwizacją elektroniczną dokumentacji. Instytucje naukowe prowadzące obserwacje i pomiary na powierzchniach testowania powinny przekazać zbiorcze wyniki badań każdorazowo po ich opracowaniu osobom odpowiedzialnym za obiekty ze strony nadleśnictw, na terenie których znajdują się powierzchnie testowania

oraz koordynatorowi badań na poziomie kraju, którym jest Instytut Badawczy Leśnictwa. Wszystkie te jednostki powinny mieć dostęp do portalu gromadzonych danych przez koordynatora krajowego (IBL).

Dziesięcioletnie doświadczenie wskazuje na potrzebę wieloźródłowego gromadzenia i zabezpieczenia dokumentacji i danych pomiarowych. Ze względu na to, że wszystkie powierzchnie testowe mają charakter stałych powierzchni badawczych, pełna dokumentacja związana z założeniem i prowadzeniem powierzchni powinna się znajdować, zarówno w odpowiednich nadleśnictwie jak też i jednostkach naukowych prowadzących pomiary.



Władysław Barzdajn, Wojciech Kowalkowski  
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

## **Na co warto zwrócić uwagę przy wyborze powierzchni pod założenie doświadczeń i znaczenie kontaktów z leśnikami realizującymi prace w terenie.**

**Test potomstwa drzewostanów i drzew jest badaniem naukowym i podlega wszelkim rygorom takich badań. Planowania doświadczeń należy do obowiązków placówki naukowej i odbywa się wg przyjętych w programie testowania metod. Dlatego na etapie planowania zwykle nie popełnia się błędów. Zagrożenia dla poprawności badań powstają na etapie ich realizacji, w czym decydujący udział ma kadra terenowa, lecz odpowiedzialność za jakość badań ponosi placówka badawcza. Dlatego ważne są codzienne kontakty i współpraca między opiekunem naukowym a wykonawcą. Kadra terenowa musi być przekonana o celowości i doniosłości wykonywanych prac. W sytuacjach wątpliwych obowiązkiem opiekuna naukowego jest podejmowanie ostatecznych decyzji.**

### **Wstęp**

Test potomstwa wyselekcjonowanych drzewostanów nasiennych lub drzew macecznych jest badaniem naukowym i podlega wszelkim rygorom zakładania doświadczeń terenowych. Obowiązują tu cztery „święte” zasady: *ceteris paribus*, porównania, powtarzania i losowania. Wszystkie te zasady są uwzględnione w planie powierzchni doświadczalnej przygotowanym przez jednostkę badawczą. Jednostki wykonawcze tylko wyjątkowo mogą je naruszyć, jednak okazuje się, że nadmierna inicjatywa niektórych z nich może na tyle uszkodzić doświadczenie, że powierzchnia doświadczalna staje się bezwartościowa dla badań. Przestrzeganie tych czterech zasad umożliwia oszacowanie wielkości błędu doświadczalnego, statystyczną analizę i ocenę wyników oraz rzetelne porównania pomiędzy badanymi obiektami (proweniencjami, rodami) oraz wskazanie obiektów wyróżniających się. Niektórzy nadgorliwi wykonawcy nie pamiętają, że celem zakładania powierzchni badawczych jest uzyskanie wartościowych naukowo informacji a nie uzyskanie dobrze rosnącej uprawy czy młodnika i próbują „poprawiać” wzrost lub formę gorzej wyglądających obiektów. Dlatego nadzór jednostki badawczej nad wyborem powierzchni, zakładaniem doświadczenia i pielęgnowaniem jest koniecznością.

Zasada *ceteris paribus* (pozostałe równe) oznacza, że badane obiekty mogą różnić się tylko kontrolowanymi czynnikami, w testach potomstwa tylko jednym (pochodzeniem nasion), a pozostałe muszą być takie same. Nie można wyprodukować materiału sadzeniowego do testu np. w dwóch szkółkach albo wg dwóch różnych technologii, nie można go sadzić w różnych terminach, przez różnych wykonawców



itp. Dlatego obiekty które są lokalnymi standardami i na ogół reprezentują lokalny gospodarczy drzewostan nasienny, muszą być produkowane w tych samych szkółkach, w tym samym czasie i wg tej samej technologii co pozostałe. Zasada porównania mówi, że obiektu nie można porównywać samego ze sobą i że w teście muszą być co najmniej dwa porównywane obiekty („bez porównania nie ma badania”). Tworzenie zestawów do testowania nie należy do jednostek wykonawczych. Testy proweniencyjne liczą ok. 30 obiektów, testy rodowe ok. 100 potomstw. Realizacji tej zasady służy też włączanie do doświadczeń tzw. standardów. Jeśli ich nie ma, nie oznacza to naruszenia zasady, gdyż porównania można przeprowadzić między dowolnymi obiektami lub ze średnią arytmetyczną. Zasada powtarzania służy do określenia wielkości błędu doświadczalnego. Tego błędu nie da się oznaczyć i określić jego wpływu na wyniki bez powtórzenia każdego obiektu w każdym pojedynczym doświadczeniu. Dlatego program testowania przewiduje obecność co najmniej 4 powtórzeń w teście proweniencyjnym i kilkadziesiąt (nawet 100) powtórzeń w teście rodowym. Zasada losowania polega na losowaniu rozmieszczenia obiektów w przestrzeni badawczej (powierzchni doświadczalnej) lub w jej części (bloku) w sposób losowy, zabezpieczający przed błędami systematycznymi.

## Wybór powierzchni

Pierwszym elementem który należy uwzględnić to wielkość powierzchni. Wynika ona z liczby testowanych obiektów, liczby powtórzeń, przyjętego schematu doświadczenia i więźby sadzenia. Doświadczenia proweniencyjne w ramach programu testowania są zakładane wg układu bloków losowanych kompletnych, w którym liczba bloków jest równa liczbie powtórzeń, wynosząca zwykle 4. Jednostką eksperymentalną jest tu poletko, na którym sadi się 100 drzewek, w określonej więźbie (np. 1,5×1,5 m). Wtedy poletko ma wielkość 225 m<sup>2</sup>. W wypadku 30 obiektów wielkość pojedynczej powierzchni doświadczalnej wynosi 30 obiektów × 4 bloki × 225 m<sup>2</sup> = 27000 m<sup>2</sup>, tzn. 2,7 ha. Jest to powierzchnia zredukowana, na której rośnie materiał doświadczalny. Do tego trzeba doliczyć powierzchnię rzędów rozdzielających poletka i rzędów otuliny, która w minimalnym wymiarze wyniesie 232,5 m<sup>2</sup>. Trzeba więc poszukiwać powierzchni o minimalnej wielkości ok. 2,73 ha, o wyrównanych warunkach siedliskowych. W niektórych wypadkach może to być trudne. Zdarzało się, że na wybranych powierzchniach zrębowych występowały stanowiska roślin chronionych, redukując ich wielkość do wykorzystania. Inne przyczyny redukujące przydatny areał to niekorzystny kształt, obecność dróg, rowów, skał czy pozostawionych z ważnych względów grup drzew i pasów drzewostanu, a także nadmierne różnice siedliskowe. W wyjątkowych sytuacjach można wtedy doświadczenie założyć w dwóch pobliskich lokalizacjach, nie rozdzielając bloków. Doświadczenia rodowe w ramach programu testowania są zakładane wg metody kompletnej randomizacji, w której jednostką eksperymentalną jest każde posadzone drzewo. Podział powierzchni na bloki ma tylko ułatwić prace organizacyjne, sadzenie i przeprowadzenie pomiarów.

Kolejnym elementem brany pod uwagę to siedlisko. Nie zawsze musi to być siedlisko optymalne, ale musi być tolerowane przez testowany gatunek. Dla każdej serii doświadczalnej w programie testowania przewiduje się co najmniej 4 doświadczenia z identycznymi obiektami. Zakładanie takich samych doświadczeń w kilku lokalizacjach umożliwia oszacowanie wielkości interakcji genotypu ze środowiskiem i jest źródłem o wiele pełniejszej wiedzy o testowanych obiektach niż pojedyncze doświadczenie. Na siedlisko składają się warunki glebowe i klimat. Muszą

być one dobrane do wymagań poszczególnych gatunków. Gleby zalewane lub organogeniczne nie będą brane pod uwagę, ze względu na niebezpieczeństwo utraty doświadczenia, nawet gdy są tolerowane przez niektóre gatunki. Gleby płytkie i silnie szkieletowe nie pozwolą utrzymać więźby i będą stwarzały bardzo trudne warunki sadzenia a następnie wzrostu uprawy. Gleby suche i oligotroficzne są zagrożeniem dla trwałości uprawy nawet sosny zwyczajnej. Spośród warunków klimatycznych podstawowym zagrożeniem są przymrozki późne. Szczególnie zagrożone gatunki to jodła pospolita, buk zwyczajny, dęby i daglezwia. Tych dwóch ostatnich taksonów nie ma w programie testowania, lecz mogą z czasem być brane pod uwagę. Dla pozostałych gatunków przymrozki mogą być również groźne. Unikanie strat od przymrozków będzie polegało na wyborze lokalizacji poza zmrozowiskami i z istniejącymi osłonami oraz stosowanie sadzenia osłon na kilka lat przed założeniem uprawy testowej. Przygotowanie drzewostanu osłonowego do założenia uprawy testowej ma swoją specyfikę. Nawet dla tak znoszącego ocienienie gatunku jak jodła pospolita zadrzewienie należy zredukować do wskaźnika najwyżej 0,5. Większe zadrzewienie grozi zahamowaniem wzrostu poprzez konkurencję uprawy z osłoną o wodę i pokarmy mineralne. Warunki świetlne nawet przy tak niskim zadrzewieniu są niekorzystne dla wzrostu. Osłona będzie w przyszłości usuwana i należy to robić bardzo uważnie, bez strat w podokapowej uprawie. Dlatego podczas przygotowywania drzewostanu osłonowego do posadzenia uprawy podokapowej należy usunąć z niego wpraw gwatunki stwarzające najgorsze warunki świetlne (buk, świerk) a następnie pozostałe, wybierając do wycięcia najdorodniejsze drzewa. Wzrost i jakość drzew osłonowych nie ma dla doświadczenia żadnego znaczenia, a może zaistnieć sytuacja, w której ścinka i zrywka tych drzew nie będą możliwe i trzeba będzie je obrączkować, aby zamaryły na pniu. Usunięcie najcenniejszych drzew z osłony przed założeniem uprawy będzie minimalizowało straty gospodarcze.

Ukształtowanie terenu ma również istotne znaczenie. Na powierzchni założonej na stoku nie wolno wykonywać orki, pozostaje tylko miejscowe przygotowanie gleby lub rezygnacja z niego. Musi ono być umiejętne, gdyż talerze zagłębione w gruncie grożą wymakaniem sadzonek. Niskie położenie na stoku jest zwykle zmrozowiskiem, a w części przygrzbietowej gleba jest przeważnie zerodowana, i wieją tam silne wiatry. Należy więc wybierać środkowe części stoku. Użytkowanie powierzchni przed założeniem doświadczenia ma znaczenie dla kosztów założenia doświadczenia. Powierzchnia po dobrze zwartym drzewostanie pozwoli ograniczyć koszty wykaszania chwastów. Powierzchnia po zapustach brzożowych, wierzbowych czy jarzębinowych będzie pokrywała się odroślami tych gatunków. W wypadku wyboru powierzchni pod osłonami warunki pod brzożą sprawią, że gleba będzie się łatwo zachwaszczała. Warunki pod sosną i modrzewiem będą optymalne dla buka i jodły. Warunki pod świerkiem będą nieco gorsze, ze względu na silne ocienianie i konkurencję dla uprawy ze strony płytko rozmieszczonych korzeni świerkowych.

### **Współpraca z kadrą terenową**

Aby doświadczenia mogły spełnić swoją rolę, muszą być założone zgodnie z wymienionymi wyżej zasadami, a prace uprawowe i pielęgnacyjne muszą być wykonane szczególnie starannie. Dlatego ważne jest przekonanie kadry terenowej, że wykonują prace ważne i potrzebne oraz udzielenie im dokładnych instrukcji. Zagrożenia dla badań można sformułować następująco: Nierówne lub niezgodne z zaplanowaną więźbą wyorywanie bruzd. Utrzymanie odstępów między rzędami sadzenia jest ważne ze względu na przestrzeganie zasady *ceteris paribus*.

Nierównomierna więźba stwarza drzewkom różne warunki wzrostu i tym samym zwiększa błąd doświadczenia. Nawet w warunkach znacznego zapniaczenia należy utrzymać równoległość bruzd i przewidziane odległości między nimi.

Nierówna wielkość poletek i nierównoległość boków. Zagraża to regularności więźby i uniemożliwia w przyszłości przeliczenia cech taksacyjnych na powierzchnię. Podział powierzchni na elementarne poletka musi być perfekcyjny. Niedotrzymanie odstępów sadzenia w bruzdach. W uprawach gospodarczych odległości między sadzonkami są wyznaczone orientacyjnie, długością stóp, części narzędzi czy kijkiem. W takich wypadkach najczęściej popełniany jest błąd systematyczny, który sprawia, że na 15 m bruzdy (długość poletka) nie możemy zmieścić 10 sadzonek. Dlatego odstępy sadzenia powinny być trwale zaznaczone farbą na gruncie lub na sznurku rozciągniętym między granicami poletka. Sadzenie w różnych odległościach narusza zasadę *ceteris paribus*. Istotną przeszkodą w utrzymaniu więźby mogą być pniaki. Jeśli przewidziane miejsce sadzenia wypadnie na pniaku, trzeba posadzić jak najbliżej pniaka, nie zmieniając miejsca sadzenia następnej sadzonki.



**Fot 1.** Prawidłowo przygotowana powierzchnia do założenia testu jodły pospolitej (fot. W. Kowalkowski)

Spóźnione ogrodzenie powierzchni i brak konserwacji ogrodzeń. Uszkodzenie drzewek przez zwierzynę zwiększa błąd doświadczenia. Inne szkody biotyczne. W uprawach iglastych istotnym zagrożeniem jest szeliniak sosnowiec. W uprawach bukowych okazało się, że poważnym zagrożeniem są gryzone. W obu wypadkach oficjalnie dopuszczone metody ochrony i zwalczania nie są wystarczająco skuteczne i należy liczyć się ze stratami. Uprawy doświadczenia należy chronić przed szkodami biotycznymi tak jak uprawy gospodarcze. Usuwanie etykiet. W testach rodowych każda sadzonka posiada etykietę informacyjną, która w założeniu ma ulec rozkładowi (depolimeryzacji pod wpływem światła słonecznego). W praktyce niestety etykiety zostają przykryte warstwą gleby i ściółki, co uniemożliwia ich rozłożenie. Pozostając na pędzie głównym i zaciskając się pod wpływem przyrostu na grubość mogą spowodować zamieranie sadzonek. Niezbędne jest zdjęcie wszystkich etykiet

najpóźniej po drugim sezonie wegetacyjnym, co gwarantuje usunięcie istotnego dla trwania doświadczenia zagrożenia.



**Fot. 2.** Powierzchnia testowa buka zwyczajnego w Nadleśnictwie Łądek (fot. W. Kowalkowski)

Stosowanie poprawek. Z punktu widzenia analizy wyników jest to działanie niecelowe i szkodliwe. Dosadzenie drzewek likwiduje możliwość analizy tak ważnej gospodarczo cechy jak przeżywalność i zakłóca analizę przyrostu miąższości, sum przekrojów pierśnicowych itp. Z drugiej strony zmniejszone wypadów zagęszczenie zakłóca analizę cech wzrostowych (pierśnica, wysokość). Dlatego ważne jest staranne i w porę wykonane sadzenie i ochrona, ograniczające wypadów. Jeśli wypadów są liczne, można wykonać poprawki pod nadzorem jednostki naukowej, gdyż miejsca wykonania poprawek muszą być naniesione na plan powierzchni. Rolą dosadzonych drzewek jest wyłącznie wypełnienie przestrzeni i standaryzacja warunków wzrostu. Nie bierze się ich pod uwagę przy pomiarach i w analizach. Drzewka te w pierwszej kolejności usuwa się w cięciach pielęgnacyjnych. Poprawianie formy drzewek. Jest to działanie o ogromnej szkodliwości i niedopuszczalne. Cechy jakościowe proveniencji lub rodzin są istotnym elementem ich oceny, a wszelkie poprawianie uniemożliwia tę ocenę.

Zachowanie wszystkich wyżej wymienionych zasad postępowania gwarantuje prawidłowe założenie doświadczenia, jak i jego właściwe prowadzenie. Niezbędna jest obecność opiekuna naukowego we wszystkich etapach zakładania doświadczenia oraz wypracowanie z miejscową kadrami zasad postępowania, kontaktów i wymiany informacji. Opiekun naukowy jest odpowiedzialny za całość prac, lecz bez udziału kadry terenowej nie jest w stanie wywiązać się ze swoich obowiązków. W wypadkach powstania jakichkolwiek wątpliwości jest osobą podejmującą ostateczne decyzje.

Szczególnie wrażliwy jest okres między etapowymi (5 i 10 lat) pomiarami i obserwacjami. Właściwy nadzór, zainteresowanie i troska kadry terenowej w tym okresie, daje pewność utrzymania we właściwym stanie powierzchni doświadczalnych. Pełne zrozumienie przez leśników istoty programu testowania i wynikających z niego korzyści, daje gwarancję jego powodzenia.



Jan Kowalczyk  
Instytut Badawczy Lesnictwa  
Władysław Chałupka, Daniel Chmura  
Instytut Dendrologii Polskiej Akademii Nauk

## **Co wynika z zebranych doświadczeń w czasie dotychczasowych prac**

**Program testowania po 10 latach testów, wskazuje na najlepsze populacje buka zwyczajnego. Wykorzystanie wyników w praktyce jest ograniczone do promowania zbioru z nasion z najlepiej wypadających w testach drzewostanów. Wyniki testowania drzew matecznych nie zostały jeszcze podsumowane w sposób umożliwiający rejestrację najlepszych drzew. Biorąc pod uwagę nakłady na zakładanie i utrzymanie powierzchni testujących, należy rozważyć zakres testowania potomstwa drzewostanów, na korzyść testowania potomstwa drzew matecznych. W tym przypadku otrzymujemy wynik, pozwala na założenie plantacji nasiennych następnych generacji i przejście do dalszych etapów selekcji. Realizowany obecnie program należy monitorować, a następnie dostosowywać do zmieniających się potrzeb.**

Po dziesięciu latach realizacji programu testowania można pokusić się o wyciągnięcie wniosków zarówno, co do aspektu technicznego realizacji prac, jak i założeń strategicznych testowania i możliwości realizacji celów. Aspekt techniczny programu wyraża się w doświadczeniach zebranych w czasie prac realizowanych przez 10 lat, w czasie których założono 185 powierzchni, w tym 81 testujących potomstwo WDN-ów i 104 testujących potomstwo drzew matecznych (tab. 1). Dotychczas uzyskane wyniki zestawione zostały w sprawozdanych IBL z realizacji projektu badawczego zleconego przez DGLP oraz w niezależnych publikacjach (Barzdajn 2009, Matras i in. 2010, Kowalkowski 2013, Matras i in. 2015, Banach i in. 2015)

Porównanie zakładanych celów strategicznych testowania ze stanem ich realizacji daje możliwość oceny skuteczności programu. W tym opracowaniu postaramy się o przedstawienie argumentów przemawiających za tym, że prowadzone dotychczas prace należy kontynuować, aby nie zaprzepaścić dotychczasowych osiągnięć, ale przede wszystkim, by uzyskać wiarygodne wyniki przyczyniające się do postępu hodowli selekcyjnej drzew. Warto również przyjrzeć się czy obrane cele są w obecnej chwili optymalne i czy nie wymagają modyfikacji.

**Tabela 1.** Zestawienie powierzchni testujących dla gatunków.

Gatunek	Wiek i liczba powierzchni testujących WDN-y*					Wiek i liczba powierzchni testujących DM**					Łącznie WDN-y i DM
	do 2 lat	od 2 do 5 lat	od 5 do 10 lat	10 lat	Razem	Wiek do 2 lat	od 2 do 5 lat	od 5 do 10 lat	Razem		
Buk			8	8	16			12	12	28	
Jodła			17		17		20		20	37	
Sosna	16	12	12		40	32	12	20	68	108	
Świerk	4		4		8			4	4	12	
Razem	20	12	45	8	81	32	32	36	104	185	

\* wyłączone drzewostany nasienne, \*\* drzewa mateczne

### Technika realizacji prac

Wykonane w tak znacznym rozmiarze prace, koordynowane przez IBL i DGLP pozwoliły na zebranie wiedzy technicznej o zakładaniu doświadczeń testujących, wyborze powierzchni odpowiednich do badań oraz ich prowadzeniu w początkowym okresie. Innymi słowy, cały proces, począwszy od zbioru nasion, przechowywania ich do czasu zgromadzenia pełnej kolekcji, wyboru szkółki do produkcji materiału sadzeniowego aż do produkcji i transportu sadzonek na powierzchnię, został w różnych warunkach sprawdzony w praktyce. Zebrane w tej dziedzinie doświadczenia opisane są we wcześniejszych rozdziałach. Zdobyta wiedza pozwala na bezpieczne kontynuowanie prac i spowoduje, że w przyszłości coraz mniej będzie błędów wynikających zarówno z przyczyn obiektywnych, jak i z niedociągnięć ludzkich.

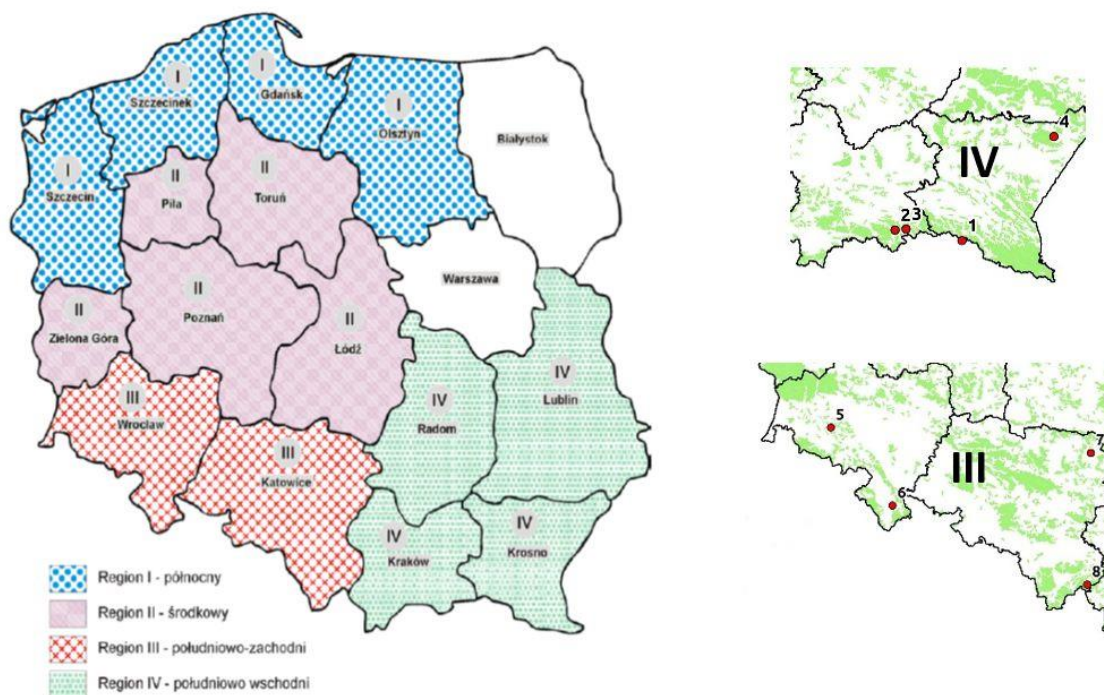
Planowane koszty programu zostały oszacowane przy założeniu, że będą one dotyczyły tylko prac dodatkowych, wykraczających poza standardowe prace odnowieniowe. Nie zostały one dotychczas zweryfikowane. Dokładna weryfikacja tych kosztów jest bardzo trudna. Zrozumiałe jest, że nadzór nad produkcją i przygotowaniem materiału do testowania wymaga dużego zaangażowania i dokładności, bowiem błędy popełnione na tym etapie (np. zamieszanie materiału na szkółce) będą nie do naprawienia. Ten etap prac wymaga nieco większych nakładów w porównaniu do tego, co było planowane.

Kolejny aspekt techniczny programu odnosi się do techniki pomiarów i obserwacji oraz gromadzenia danych pomiarowych. Ze względu na specyfikę programu zagadnienia te wymagają dużej dokładności i systematyczności. Program nie opisywał tego aspektu w szczegółach pozostawiając to w gestii wykonawców. Warto gromadzić dane opisując je dokładnie i wyczerpująco. Tak przygotowane dane mogą być w przyszłości użyte do specjalistycznych analiz, które z różnych względów obecnie są niemożliwe do wykonania. Z literatury znamy przykłady retrospektywnej analizy danych pochodzących z wcześniejszych pomiarów, która pozwoliła na trafniejszą ocenę testowanych obiektów z użyciem nowocześniejszych i wydajniejszych metod (Grattapaglia i in. 2004; Kurinobu i Chigira 2003; Jonsson i in. 2000). Aby było to możliwe, należy gromadzić dane dotyczące pojedynczych obserwacji, a nie tylko średnie dla obiegów testowania w blokach. Nie można opierać

się na danych rozproszonych i niezweryfikowanych, dlatego kluczowym zagadnieniem jest archiwizacja danych. Oprócz danych gromadzonych lokalnie, program nie może funkcjonować bez profesjonalnej bazy danych oraz dokładnej kontroli spójności danych.

## Wyniki testowania

Program testowania zakładał uzyskanie wstępnych wyników po 5 latach testów, jednak rejestracja w IV kategorii LMP możliwa jest dopiero po ocenie dokonanej po 10 latach. Najstarsze powierzchnie testujące WDN-y buka zostały założone jesienią 2006 roku, a więc wyniki z nich uzyskane pozwalają na pierwszą ocenę testowanych obiektów. Do tej sieci powierzchni testujących wykorzystano wówczas urodzaj buka na południu kraju i zebrano nasiona z drzewostanów nasiennych w tym regionie. Założono cztery powierzchnie w regionie IV „południowo-wschodnim” - powierzchnie od 1 do 4 i cztery w regionie III „południowo-zachodnim” - powierzchnie od 5 do 8 (ryc. 1). Testowane WDN-y i lokalizacje powierzchni wymienione są poniżej w części opisującej wyniki testów. Jako standardy przyjęto populacje wymienione w „Programie testowania potomstwa”. Dla przykładowego zestawu buka z regionu IV zostały one oznaczone poniżej jako „SR” – standard regionalny. Wybór standardów wykonano w oparciu o wyniki badań proveniencyjnych. Jak wykazały dotychczasowe doświadczenia przydatność zaproponowanych standardów budzi wątpliwości (Matras i in. 2015). Zachodzi obawa, że nie są one do końca reprezentatywne dla regionów testowania pod względem produktywności i plastyczności. Obecnie jednak nie ma innej możliwości jak stosowanie ich do porównania i oceny testowanych obiektów. Pomocniczo można też wyniki porównać ze średnią testu, jak ma to miejsce przy testowaniu potomstwa drzew matecznych.



Ryc. 1. Położenie najstarszych powierzchni testujących WDN-y buka zwyczajnego.

Powierzchnie te po dziesięciu latach od założenia pozwalają już na odpowiedź, co możemy uzyskać z testowania drzewostanów bukowych. Cechy przyrostowe wykazują zróżnicowanie i pozwalają na wskazanie populacji lepszych na poszczególnych powierzchniach. Niestety, brak jest populacji uniwersalnych, które wszędzie rosną dobrze. Wyraźnie uwidaczniają się w obydwóch regionach testowania interakcje pomiędzy populacjami a środowiskiem (Matras i in. 2015). Uzyskane dane wskazują na brak zróżnicowania pomiędzy obiektami pod względem cech jakościowych. Oznacza to, że 10 lat w przypadku buka jest okresem zbyt krótkim, aby uwidoczniły się różnice w prostoci strzały, wielopniowości i typie ugałęzienia. Jest to po części zgodne z wcześniej uzyskanymi wynikami (Banach i in. 2015; Sułkowska i in. 2008).

Dane uzyskane na powierzchniach doświadczalnych poddawane są analizie statystycznej. Populacje genetyczne można traktować jako populacje statystyczne, w których wykonuje się homologiczne pomiary lub obserwacje bliskich sobie osobników o różnym stopniu pokrewieństwa (Barzdajn i in. 2004). Metody analizy wyników opierają się głównie na analizie wariancji oraz korelacji i regresji. Należy zatem przyjąć założenie, że zróżnicowanie między osobnikami w populacji jest czysto losowe. Dodatkowo przy analizie zmienności zakładamy, że rozpatrywane populacje pod względem ocenianych cech mają rozkład normalny umożliwiający zastosowanie analizy wariancji. Dla oceny istotności wpływu poszczególnych efektów komponentów wariancji zastosowano następujący model eksperymentu:

$$y_{ij} = m + p_i + b_j + e_{ij}$$

gdzie:

$y_{ij}$  – wartość cechy potomstwa  $i$  w bloku  $j$ ,

$m$  – średnia doświadczenia,

$p_i$  – odchylenie potomstwa  $i$  od średniej,

$b_j$  – odchylenie bloku  $j$  od średniej,

$e_{ij}$  – błąd doświadczalny,

Istotność różnic pomiędzy poszczególnymi obiektami (w tym i standardów) badano za pomocą testu HSD Tukey'a.

Wskaźnik odziedziczalności w powyższym przypadku, wyrażony odziedziczalnością doświadczenia, tzw.  $h_o^2$  operacyjnym, określa wzór:

$$h_o^2 = \frac{V_P}{V_P + \frac{V_E}{b}}$$

gdzie:

$V_P$  – komponent wariancji dla populacji,

$V_E$  - komponent wariancji błędu,

$b$  - liczba bloków

Przykładową analizę dla czterech powierzchni z IV regionu testowania przedstawiono dla wysokości drzew po 10 latach wzrostu. Jest to cecha najlepiej opisująca możliwości przyrostowe na tym etapie rozwoju populacji.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
lokalizacja	3	433.5	144.49	342.699	<2e-16 ***
proweniencja	27	10.6	0.39	0.930	0.569
lok:prov	68	34.9	0.51	1.217	0.144
Błąd	244	102.9	0.42		



TUKEY TEST TO COMPARE MEANS  
 Confidence level: 0.95  
 Dependent variable: h2015  
 Variation Coefficient: 21.28188 %

Independent variable: lokalizacja

Factors	Means	
Oleszyce	4.62	a
Łosie	3.38	b
Nawojowa	3.21	b
Rymanów	1.50	c

Independent variable: proveniencja

Factors	Means	
442 SL	3.69	a
458	3.43	a
468	3.32	a
456	3.25	a
452	3.21	a
460	3.20	a
454	3.15	a
459	3.13	a
461	3.13	a
457	3.12	a
469	3.09	a
441 (SL)	3.06	a
467	3.05	a
455	3.02	a
522	3.02	a
451	3.01	a
453	2.98	a
362	2.96	a
390	2.94	a
420 (SR)	2.93	a
442 (SL)	2.93	a
462	2.91	a
425	2.91	a
441 SL	2.87	a
402	2.86	a
463	2.81	a
426 SR	2.80	a
440	2.77	a

Lokalizacja jako czynnik doświadczenia wpływa istotnie statystycznie na średnią wysokość drzewek w doświadczeniu. Badanie drzewostany (proveniencje) po 10 latach wzrostu nie różnią się istotnie statystycznie pod względem średniej wysokości w analizie łącznej poprzez cztery powierzchnie doświadczalne.

Wyliczenie zysku genetycznego prześledzimy na przykładzie powierzchni w Nawojowej. Do estymacji komponentów wariancji użyto procedury REML w programie „R”. Średnia wysokość drzew na tej powierzchni wyniosła 3,23 m, wariancja proveniencyjna wyniosła 0,028319, a wariancja błędu 0,131697, a więc odziedziczalność operacyjna doświadczenia wyniosła 0,52. Zysk genetyczny z wyboru do rozmnażania pochodzenia o najwyższych drzewach na powierzchni w Nawojowej (WDN o numerze 468 o średniej wysokości drzewek 3,99 m) można przedstawić następująco (ryc. 2): różnica selekcyjna (różnica między średnią wybranej populacji a średnią wszystkich populacji z powierzchni)  $S=3,99-3,23 = 0,76$  m. Zysk genetyczny  $DG= h^2 \times S = 0,52 \times 0,76 = 0,39$  m. Zakładamy przy tym, że wyhodujemy uprawę

potomną z nasion zebranych z drzewostanu oznaczonego numerem 468 oraz, że będzie ona rosła w takich samych warunkach środowiska jak występowały na powierzchni w Nawojowej. Wtedy po 10 latach spodziewamy się zwiększenia średniej wysokości o 39 cm, czyli o 12 %.

Opisana powyżej procedura testowania pozwala na rozpoznanie zróżnicowania populacyjnego o podłożu genetycznym. Użycie metod genetyki ilościowej przy założeniu, że efekt genetyczny został wyrażony odziedziczalnością „operacyjną” doświadczenia, pozwala na wskazanie lepszych pod względem genetycznym populacji. W tym przypadku pozytywna ocena potomstwa drzewostanu wskazuje na jego przydatność do stosowania do odnowień i zalesień (przydatność hodowlaną) uwarunkowaną genetycznie. Podobną informację otrzymujemy też z doświadczeń proweniencyjnych. Zysk z takiej selekcji zwykle wynosi około 5%, a rzadko przekracza 10% w odniesieniu do średniej z wszystkich testowanych populacji. Zysk będzie mniejszy jeśli wybierzemy do rozmnażania więcej populacji. Zysk zrealizowany w praktyce będzie również limitowany możliwościami produkcji nasion przez drzewa w wybranym drzewostanie. Należy pamiętać, że wynik uzyskany po 10 latach wzrostu może nie być reprezentatywny dla drzewostanów buka zwyczajnego w wieku rębnym.

W przypadku powierzchni testujących drzewa mateczne w układzie poletek jednodrzewowych założenia metodyczne są odmienne od testowania potomstwa drzewostanów. W testach potomstwa drzew matecznych znamy matkę, natomiast ojcowie pochodzą w większości z otaczającego drzewostanu. Taki rodzaj pokrewieństwa określa się jako półrodzeństwa z wolnego zapylenia. Testując potomstwo drzewostanów nie jesteśmy w stanie prześledzić rodowodów poszczególnych drzew i stopnia pokrewieństwa między nimi. W związku z tym, w sensie czysto genetycznym, nie możemy ocenić wartości hodowlanej drzewostanu. Dlatego poziom informacji o dziedzicznym przekazywaniu interesujących nas cech jest dużo wyższy w przypadku potomstwa drzew indywidualnych. Układ doświadczalny jednodrzewowy z jednej strony pozwala na przetestowanie około 100 DM w jednym zestawie, lecz z drugiej strony wymaga dużej pracowitości i dokładności w etykietowaniu sadzonek.

W dokumentacji programu testowania po 10 latach prac (Matras i in. 2015) przedstawiono dane dotyczące:

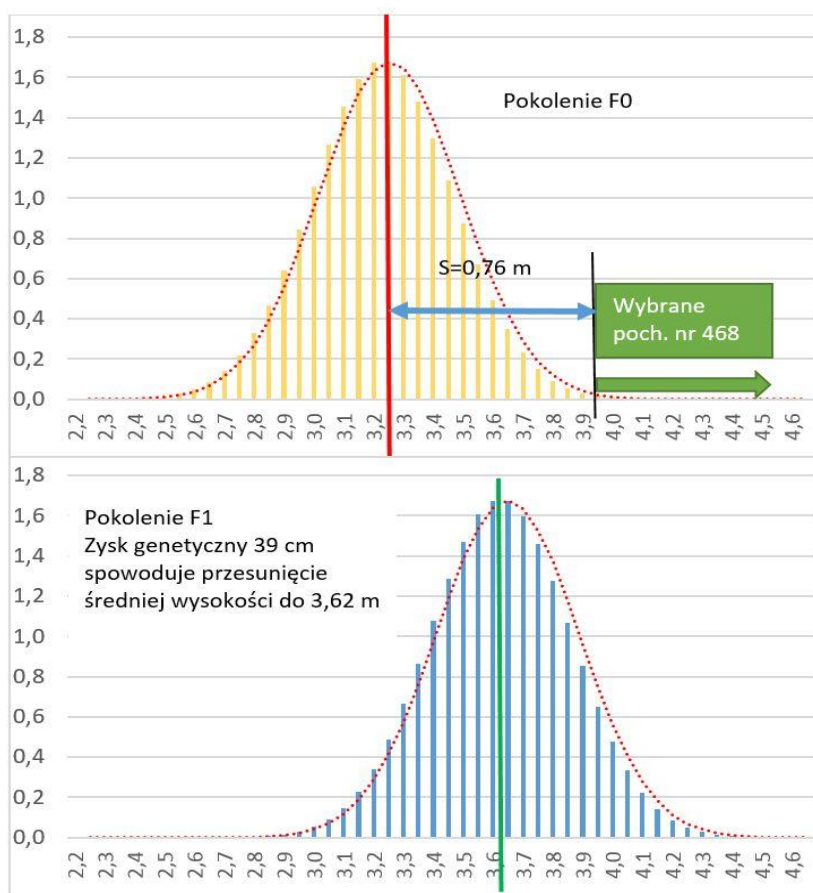
- przeżywalności rodów sosny po pierwszym roku wzrostu na 16 powierzchniach doświadczalnych,
- przeżywalności rodów i populacji sosny po drugim roku wzrostu na 16 powierzchniach doświadczalnych,
- przeżywalności rodów i populacji sosny po trzecim roku wzrostu na 20 uprawach testujących,
- przeżywalności i wysokości rodów i populacji sosny zwyczajnej i świerka pospolitego po 5 latach wzrostu na 20 powierzchniach doświadczalnych.

Informacje o wynikach na powierzchniach testujących drzewa mateczne buka i jodły przedstawiono w dokumentacji wcześniejszej (Matras i in. 2010). Zgodnie z założeniami w początkowym okresie obserwowana jest przeżywalność drzewek. Jak wynika z obserwacji praktycznych przeżywalność wynika nie tylko z właściwości genetycznych testowanego potomstwa, lecz również z innych przyczyn. Jak dotychczas zauważono wpływ sposobu sadzenia, szkód od zwierzyny oraz zmienności mikrosiedliskowej na przeżywalność na powierzchniach doświadczalnych. Bardzo ważne jest, aby w czasie wzrostu i rozwoju drzewek odnotowywać takie przypadki, gdyż wpływają one na końcową ocenę potomstwa.

Przeżywalność drzewek po pierwszym roku jest na ogół bardzo wysoka. Dotychczas w większości przypadków nie było konieczności stosowania poprawek po pierwszym roku. Jednak należy pamiętać, że poprawki w znaczący sposób modyfikują wzrost. Po 10 latach od wykonania poprawek na powierzchni doświadczalnej z sosną w Mierkach wciąż istotne były różnice pomiędzy sadzonkami dosadzonymi po pierwszym roku a rosnącymi od początku założenia uprawy. Dlatego konieczne jest dokładnie odnotowanie, które drzewko i kiedy zostało dosadzone. Wskazuje to ponownie na wagę skrupulatnego prowadzenia dokumentacji doświadczeń.

Różnice między rodami po pierwszym roku wzrostu były niewielkie i nieistotne statystycznie. Wynika to ze staranności w zakładaniu powierzchni doświadczalnych oraz użycia materiału sadzeniowego z zakrytym systemem korzeniowym. Po kolejnym sezonie wegetacyjnym wzrastał odsetek martwych sadzonek ujawniając zróżnicowanie rodowe. Na ogół wypadki sadzonek obserwowane były również w kolejnym, trzecim sezonie wegetacyjnym. W kolejnych latach przeżywalność stopniowo stabilizuje się do czasu zwarcia uprawy. Ocena wykonana po 5 latach wzrostu potomstwa drzew matecznych sosny i świerka wykazała w większości przypadków istotność zróżnicowania analizowanych cech (Matras i in. 2015).

Testowanie prowadzi się w regionach testowania. Sprawia to, że przy braku wspólnych standardów w przypadku testowania drzew matecznych niemożliwe jest porównanie wyników pomiędzy regionami. Wskazane byłoby wytypowanie do 5 DM, których potomstwo byłoby włączane do wszystkich testowanych zestawów, co umożliwiłoby porównanie wyników uzyskiwanych w różnych regionach testowania.



**Ryc. 2.** Zysk genetyczny z selekcji proweniencyjnej na podstawie wyników po 10 latach testów buka zwyczajnego w regionie południowo zachodnim (opis w tekście).

## Wykorzystanie wyników testowania

Jednym z zapisanych celów programu testowania jest wpisanie przetestowanych obiektów do IV kategorii rejestru LMP "przetestowany". Nie jest to jednak cel sam w sobie. Celem jest rozpoznanie i ocena wartości hodowlanej w sensie genetycznym i odpowiednie wykorzystanie w praktyce obiektów przetestowanych. Wykorzystanie to będzie inne w odniesieniu do drzew matecznych, a inne dla wyłączonych drzewostanów nasiennych. Trzeba pamiętać, że program zakłada ocenę i porównanie dla pojedynczych cech, a wybieramy drzewa, które charakteryzują się oczywiście wieloma cechami. Może się tak zdarzyć, że potomstwo najwyższych drzew nie będzie charakteryzowało się dobrymi cechami jakościowymi.

W przypadku wyłączonych drzewostanów nasiennych należy promować wykorzystanie drzewostanów o większej wartości hodowlanej. Jednak działania takie mają swoje ograniczenia. Dla przykładu, testowane drzewostany buka zwyczajnego nie są obiektami dużymi i wszystkie były dotychczas wykorzystywane maksymalnie w latach urodzaju nasion. Nie da się w prosty i akceptowalny na skalę gospodarczą sposób zwiększyć pozyskania nasion z tych drzewostanów. Można natomiast zrezygnować ze zbioru nasion w obiektach najgorszych, do czasu następnej oceny.

W przypadku DM przetestowane pozytywnie obiekty można wykorzystać przy selekcji wstecznej i wyborze przetestowanych genotypów do założenia PN 1.5 generacji. Podejście takie wydaje się najbardziej sensowne, jednak ma również swoje ograniczenia. Niecelowe wydaje się poniechanie wykorzystania nasion z w pełni produkcyjnych PN 1 generacji i w to miejsce zakładanie PN 1.5 generacji. Plantacje takie należy zakładać po rozpoznaniu potrzeb i możliwości ich wykorzystania. Dla szczególnie cennych populacji (np. modrzew z obszaru Gór Świętokrzyskich) można zakładać plantacje również w innych rejonach, gdy dopuszcza to regionalizacja nasienna. Ten kierunek wykorzystania efektów testowania jest bardziej uzasadniony i w przyszłości przyniesie większy zysk genetyczny w porównaniu z wykorzystaniem przetestowanych drzewostanów. Obecnie wykorzystanie efektów testowania potomstwa drzew matecznych i wyboru najlepszych osobników w najlepszych rodach w selekcji „do przodu” jest problematyczne ze względu na nieprecyzyjne zapisy prawne. W najbliższej przyszłości należy dążyć do zmiany obecnego rozporządzenia w tej sprawie.

## Podsumowanie

Jak dotąd „Program testowania potomstwa...” (Barzdajn i in. 2004) zakładał założenie powierzchni testujących i podawał podstawową metodykę badań, natomiast nie podawał szczegółów wykorzystania wyników w strategii hodowlanej. Dlatego warto krytycznie przyjrzeć się dotychczasowym celom i zadaniom rzeczowym testowania potomstwa postawionym w „Programie...” w kontekście stosowanego modelu hodowli selekcyjnej i możliwych do osiągnięcia korzyści. Ponieważ główny nacisk w hodowli selekcyjnej w Polsce położony jest na selekcję populacyjną, drzewostany proveniencji o uznanej renomie w ramach gatunku, mogą i powinny być wykorzystywane, nawet jeśli nie przejdą formalnej drogi testowania potomstwa zakończonego wpisem do IV części krajowego rejestru LMP. Biorąc pod uwagę nakłady na zakładanie i utrzymanie powierzchni testujących, należy rozważyć zakres testowania potomstwa drzewostanów, na korzyść testowania potomstwa indywidualnych drzew. W tym przypadku otrzymujemy interesującą nas informację o wartości hodowlanej drzew, pozwalającą na przejście do dalszych etapów (generacji) selekcji. Jednocześnie

należy zrewidować obowiązujące przepisy dotyczące leśnego materiału podstawowego, które ograniczają możliwość stosowania selekcji „w przód” w odniesieniu do potomstwa drzew matecznych. Na koniec należy pamiętać, że każdy dobry plan należy monitorować, a następnie często go analizować i dostosowywać do zmieniających się potrzeb.

Pomimo że pierwsze powierzchnie testujące osiągnęły zapisany w rozporządzeniu wiek 10 lat, nie wolno ograniczać testowania potomstwa do tych początkowych lat życia drzew, bowiem tzw. testy wczesne często nie dają dokładnych wyników spodziewanych dla wieku rębności. Po części dzieje się to dlatego, że korelacje cech ocenianych w młodym wieku z cechami w wieku dojrzałym są słabe. Testy wczesne mogą natomiast dostarczyć informacji na temat zdolności przystosowawczych badanych obiektów. W miarę dojrzewania powierzchni testy dostarczają informacji, które powinny być na bieżąco włączane do cyklu selekcyjnego. Przyjmuje się, że wiarygodne dane z testów potomstwa dla cech przyrostowych można uzyskać w wieku 1/2 przewidywanego wieku rębności dla krótkich rotacji, a około 1/4 wieku rębności dla rotacji dłuższych (White i in. 2007). Przyjmując wiek rębności 80 lat, można przyjąć, że wiarygodne wyniki na temat produktywności otrzymamy w wieku 20 lat. W tym przypadku jednak ważny jest również czas. Niekiedy warto nieco wcześniej podjąć decyzję obarczoną pewnym błędem, niż czekać kolejne 10 lat na bardziej wiarygodny wynik.

W najbliższym okresie dla dobra programu testowania należy zastanowić się czy możemy pierwotnie postawione cele zrealizować i jakim kosztem. Warto skutecznej zadbać o stabilność realizacji programu (zarówno finansową jak i techniczną oraz osobową) oraz kontynuować i intensyfikować szkolenia zarówno dla leśników, jak i dla społeczeństwa. Niebagatelne znaczenie ma kontynuacja współpracy krajowej i międzynarodowej oraz wyciąganie wniosków z doświadczeń innych.

## **Zakończenie**

Profesor Giertych napisał na początku tego zeszytu *„Jest oczywiste, że chcąc poprawić genetyczną wartość produkcji leśnej trzeba wpieryw poznać jakość potomstwa i dopiero potem zakładać plantacje nasienne kolejnej generacji. Stąd też przyszłościowe znaczenie mają wszelkie prace nad testowaniem potomstwa drzew leśnych”*. Testowanie jest zawsze integralną częścią programu hodowli selekcyjnej nie tylko w leśnictwie, ale także w rolnictwie, ogrodnictwie czy zootechnice. To, jakie priorytety zostaną ustanowione zależy od programu. W przypadku leśnictwa należy sobie zadać pytanie, jakie gatunki należy testować, czy testować plantacje nasienne, jakie są priorytety i cele. Zawsze efektem testowania jest następny etap w cyklu selekcyjnym, czyli rozmnażanie przetestowanego materiału. W naszych warunkach nie ma innej metody na to, niż zakładanie plantacji nasiennych, co zauważa prof. Giertych. Tak więc celem, do którego dążymy jest zakładanie plantacji nasiennych kolejnych generacji. Potrzeby w tej dziedzinie powinny być określane przez doraźne cele testowania, które przecież nie jest niczym innym jak jednym z technicznych aspektów cyklu selekcyjnego.

## Literatura:

- Banach J. i in.** 2015. Ocena potomstwa buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w początkowych latach wzrostu. *Leśne Prace Badawcze*, 76(1), pp.49–58.
- Barzdajn W., Blonkowski S., Chałupka W., Fonder W., Giertych M., Korczyk A., Matras J., Potyralski A., Tabor J., Szeląg Z., Zajączkowski S.** 2004. Program testowania potomstwa wyłączonych drzewostanów nasiennych, drzew doborowych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych. DGLP Warszawa: (1–81).
- Bjor K., Sandvik M.** 1984. Summer frost problems in a locality in Trondelag. fa: Ecology and management of forest biomass production systems. R. Pertu (editor) *Dep. Ecol. Environ. Res.*, Swed. Univ., Agric. Sei. Rep. 15: 19–28.
- Burczyk J., Fonder W., Kowalczyk J., Lewandowski A., Matras J., Nowakowska J., Załęski A.** 2003. Opracowanie szczegółowych wymagań wynikających z dyrektywy Rady 1999/105/WE z 22 grudnia 1999 roku w odniesieniu do leśnego materiału podstawowego i produkowanego z niego leśnego materiału rozmnożeniowego. *Spr. Naukowe IBL*, Warszawa (1–179).
- Chmura D. J., Giertych M., Rożkowski R.** 2003. Early height growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) progenies from Polish clonal seed orchards. *Dendrobiology*. t. 49, 15–23.
- Chmura D. J., Rożkowski R., Chałupka W.** 2012. Growth and phenology variation in progeny of Scots pine seed orchards and commercial seed stands. *Eur. J. Forest Res.* 131: 1229–1243.
- DeLucia E.H., Smith W.K.** 1987. Air and soil temperature limitations on photosynthesis in Engelmann spruce during summer. *Can. J. For. Res.* 17: 527–533.
- Emmingham W. H.** 1985. Prescribing shelterwoods in the Cascade and Siskiyou Mountains of Oregon: Considering topography, density and species. [w:] *Shelterwood management system. Proceedings of a Workshop*, May 13–14, 1985, 103–112.
- Giertych M.** 1985. Porównanie selekcji rodowej i proveniencyjnej u świerka (*Picea abies* (L.) Karst.) z Beskidu Śląskiego i Żywieckiego. *Arboretum Kórnickie* 30: 241-255.
- Glerum C.** 1985. Frost hardiness of coniferous seedlings: principles and applications. In: *Proc. Evaluating seedling quality: principles, procedures, and predictive abilities of major tests*. M.L. Duryea (editor) ISBN 0-8743.
- Grattapaglia D., Ribeiro V.J., Rezende G.D.S.P.** 2004. Retrospective selection of elite parent trees using paternity testing with microsatellite markers: an alternative short term breeding tactic for Eucalyptus. *TAG Theoretical and Applied Genetics*, 109(1), pp.192–199.
- Hocevar A., Martsoff J. D.** 1971. Temperature distribution under radiation frost conditions in a central Pennsylvania valley. *Agric. Meteorol.* 8: 371–383.
- Hungerford R.D., Babbitt R.E.** 1987. Overstory removal and residue treatments affect soil surface, air, and soil temperature: implications for seedling survival. U.S. Dept. Agric., For. Serv., intermountain Res. Stn. Res. Paper INT-377.
- Jastrzębowski S., Klisz M.** 2013a. Powierzchnia testująca – instrukcja obsługi. *Las Polski*, 5: 22-24.
- Jastrzębowski S., Klisz M.** 2013b. Leśny materiał testowany. *Las Polski*, 6: 16-18.
- Jastrzębowski S., Klisz M., Przybylski P.** 2013. (A)bieszczadzkie testowanie. *Las Polski*, 24: 16-17.
- Jastrzębowski S., Klisz M.** 2014. Zakładamy uprawy doświadczalne. *Drwal*, 3: 33-35.
- Jonsson A. i in.,** 2000. A retrospective early test of *Pinus sylvestris* seedlings grown at wide and dense spacing. *Canadian Journal of Forest Research*, 30(9): 1443-1452.
- Klisz M., Jastrzębowski S.** 2013. Cztery kolory testowania. *Las Polski*, 3: 16-18.
- Klisz M., Jastrzębowski Sz., Ukalska J., Przybylski P., Matras J., Mionskowski M.** 2016. Podatność populacji jodły pospolitej na uszkodzenia od przymrozków późnych. *Leśne Prace Badawcze* 77 (1): 24-31.

- Kowalczyk J. 2005.** Comparison of phenotypic and genetic selections in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) single tree plot half-sib progeny tests. *Dendrobiology*, vol. 53, 45–56.
- Kowalkowski W. 2013.** Adaptacja i wzrost potomstwa drzewostanów jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) na uprawie testowej w Nadleśnictwie Złotoryja. *Forestry Letters*, (104).
- Kurinobu, S., Chigira O. 2003.** Results of preliminary selection for the second generation plus trees by private foresters in three genetic tests with controlled pollinated progenies of sugi (*Cryptomeria japonica*) in Kyushu. *Journal of Forest Research*, 8(4), pp.291–296.
- Leuning R., Cremer K.W. 1988.** Leaf temperatures during radiation frost. Part II. Observations. *Agric. For. Meteorol.* 42: 121–133.
- Lundmark T., Hallgren J.E. 1987.** Effects of frost on shaded and exposed spruce and pine seedlings planted in the field. *Can. J. For. Res.* 17: 1197–1201.
- Matras J., Fonder W. 2006.** Wytyczne w sprawie ochrony leśnych zasobów genowych na potrzeby nasiennictwa leśnego. Załącznik nr 1 do zarządzenia nr 7 A z 7 kwietnia 2006 r. dyrektora generalnego LP (zn. sp. ZG/7130/7/2006) w sprawie ochrony leśnych zasobów genowych na potrzeby nasiennictwa i hodowli.
- Matras J. i in. 2010.** Realizacja programu testowania potomstwa drzewostanów wyselekcjonowanych i drzew matecznych w latach 2005 - 2010.
- Matras J., Jastrzębowski S., Klisz M., Mionskowski M., Przybylski P. 2014.** Testowanie potomstwa drzew leśnych, Notatnik naukowy IBL.
- Matras J. i in. 2015.** Realizacja programu testowania potomstwa drzewostanów wyselekcjonowanych i drzew matecznych w latach 2011 – 2015.
- Sabor J., Skrzyszewska K., Kulej M., Banach J. 1999.** Rola obserwacji fenologicznych w genetyce populacyjnej drzew leśnych. [W:] Feliksik E. (red.) *Klimatyczne uwarunkowania życia lasu*. Wyd. Polskie Towarzystwo Leśne, Kraków, 105–114.
- Skrzyszewska K. 2010.** Variability of spring flushing in silver fir (*Abies alba* Mill.) of Polish provenances tested in the Jd PL 86/90 provenance test. *Ann. Warsaw Uni. of Life Sci. SGGW, For. and Wood Technol.* 73., 65–73.
- Stathers R.J. 1989.** Summer Frost in young forest plantations. Co-published by B.C. Ministry of Forests. Canada/BC Economic & Regional Development Agreement, Kanada.
- Sułkowska M., Kowalczyk J., Przybylski P. 2008.** Zmienność genetyczna i ekotypowa buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w Polsce. *Leśne Prace Badawcze*, 69(2), pp.133–142.
- Syrach-Larsen C. 1956.** Genetics in silviculture.
- White T.L., Adams W.T., Neale D.B. 2007.** Forest genetics. CABI Publishing: Cambridge, MA, USA.
- Wilusz W., Giertych M. 1974.** Effects of classical silviculture on the genetic quality of the progeny. *Silvae Genetica* 23(4): 127-130.
- Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material.** 2000. Official Journal of the European Communities L11/17: (17–40).
- Rozporządzenie ministra środowiska z 23 kwietnia 2004 roku w sprawie sposobu przeprowadzania testów leśnego materiału podstawowego** (Dz.U. z 2004 nr 94, poz. 928).
- Rozporządzenie ministra środowiska z 26 kwietnia 2004 roku w sprawie podmiotów upoważnionych do przeprowadzania testów i oceny leśnego materiału rozmnożeniowego** (Dz.U. z 2003 nr 97, poz. 975).
- Rozporządzenie ministra środowiska z 23 kwietnia 2004 roku w sprawie szczegółowych wymagań, jakie powinien spełniać leśny materiał podstawowy** (Dz.U. z 2004 nr 100, poz. 1026).

**Rozporządzenie ministra środowiska z 18 lipca 2005 roku, zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych wymagań, jakie powinien spełniać leśny materiał podstawowy (Dz.U. z 2005 nr 144, poz. 1212).**

**Ustawa z 7 czerwca 2001 roku o leśnym materiale rozmnożeniowym, 2001. Dz.U. nr 73 poz. 761, Warszawa.**



## Wkładka barwna.



**Fot. 1.** Rozładunek sadzonek transportowanych w specjalnych stelażach samochodem ciężarowym (fot. T Wojda)



**Fot. 2.** Sadzenie sadzonek rezerwowych jodły pospolitej w Nadleśnictwie Kołaczyce (fot J. Kowalczyk)



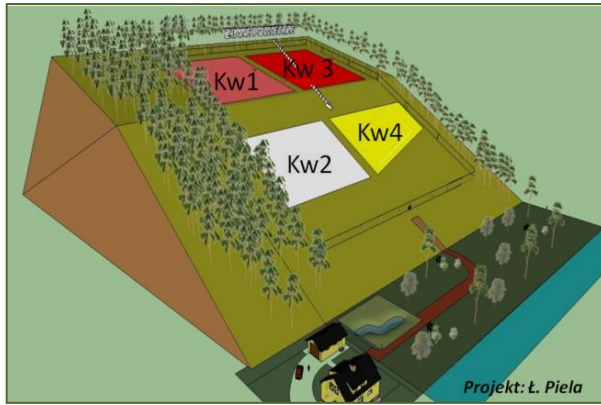
**Fot. 3.** Sadzenie jodły pospolitej w osłonie modrzewia w Nadleśnictwie Kołaczyce (fot. J. Kowalczyk)



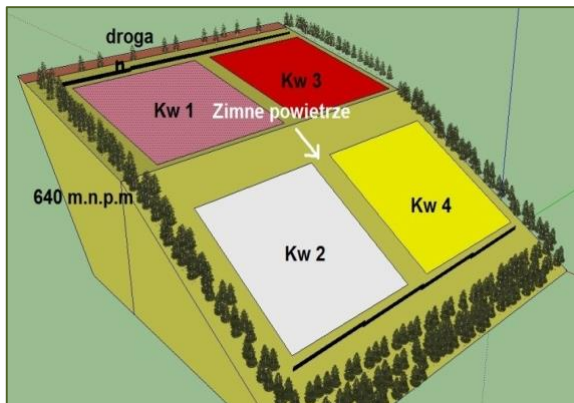
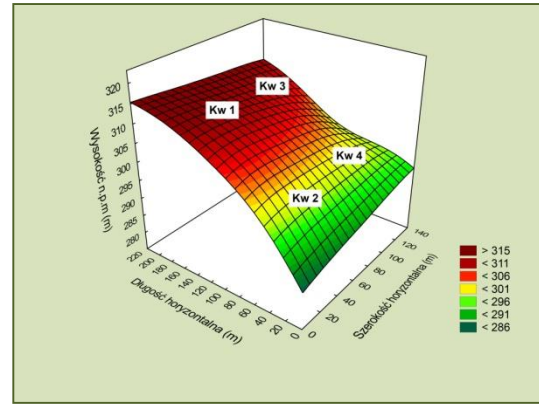
**Fot. 4.** Gatunki cieniażne wymagają osłony sadzonej nawet z trzyletnim wyprzedzeniem (fot. M. Klisz)



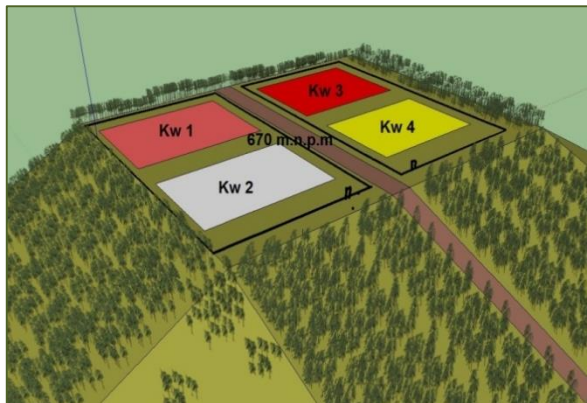
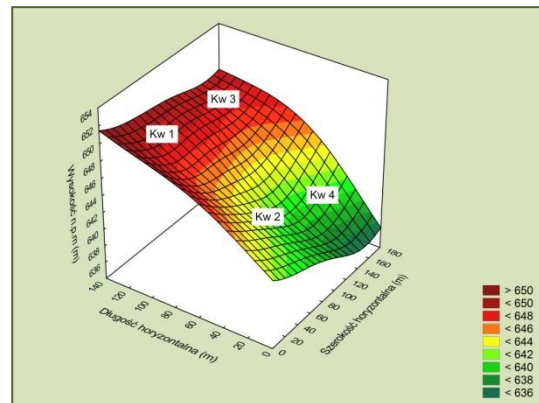
**Fot. 5.** Oznakowanie powierzchni musi być trwałe i jednoznaczne (fot. M. Klisz)



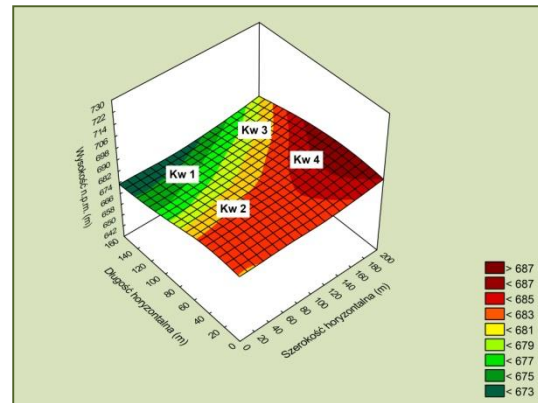
Uprawa testowa A



Uprawa testowa B



Uprawa testowa C



Ryc. 1. Lokalizacja kwater na uprawach testowych A, B i C. Po lewej ich profil topograficzny



**Fot. 6.** Tablica informacyjna to także element promocji (fot. M. Klisz)



**Fot. 7.** Seminaria naukowo-techniczne to doskonała okazja do wymiany poglądów i doświadczeń (fot. M. Klisz)