

Władysław Barzdajn<sup>1</sup>

## Adaptacja i początkowy wzrost potomstwa drzewostanów nasiennych buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) na uprawach porównawczych w nadleśnictwach Złotoryja i Łądek Zdrój

Adaptation and initial growth of seed stand progeny of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in comparative plantations established in the Złotoryja and Łądek Zdrój Forest Districts

**Abstract.** The paper presents preliminary results of the provenance experiment with beech seed stands in southwestern Poland. In each of the two experimental areas established in 2005 according to completely randomised block design, the same 30 objects were tested. In the years 2006 and 2007, heights were measured and survival was determined. To analyze data, the SERGEN 4 program was applied. It enabled evaluation of not only the main effects but also their significance, as well as genotype  $\times$  environment interaction for each object individually. This allowed identification of plastic and non-plastic populations. The significance of the interaction, *i.e.* lack of plasticity for adaptation to plantation conditions or elevation was confirmed in half of the populations. Only two populations were found to be plastic, showing good performance in both plantations. Significant differences compared to the standard population were detected in few objects, and in most cases the differences were negative. The results obtained in the experiment confirm recent opinions about the ecotypic nature of genetic variation in beech and lack of plasticity of its provenances, at the same time indicating a chance for identifying especially valuable plastic populations.

**Key words:** provenance variability, progeny tests, multiple experiments, plasticity.

### 1. Wstęp

Wykonane do tej pory w Polsce badania nad zmiennością proveniencyjną buka wykazały istnienie bardzo dużej zmienności cech adaptacyjnych, wzrostowych, fenologicznych, pokrojowych i morfologicznych. Stąd nasuwają się pytania, czy gospodarka leśna nie powinna wykorzystywać najlepszych populacji, czy obserwowana zmienność wynika z adaptacji do lokalnych warunków lub innych przyczyn, oraz jak daleki transfer nasion (lub sadzonek) jest akceptowalny. Tym bardziej, że buk, należący do ekologicznej grupy driad (Rameau et al. 1989), obradza nieczęsto (co 8–10 lat), za to bardzo obficie (Tyszkiewicz 1949). Lata nasienne powtarzają się nieregularnie i zwykle nie są jednoczesne na różnych obszarach geograficznych. Gospodarstwo leśne żąda od szkółkarstwa równomiernej produkcji sadzonek, co przy braku miejscowych nasion zachęca do dalekiego ich

przemieszczania, choć jest ono hamowane przez przepisy.

Najstarszy program badawczy nad proveniencyjną zmiennością buka w Polsce rozpoczął Rzeźnik w 1964 roku. Opracowanie wyników tego doświadczenia przez Rzeźnika (1988, 1990) a następnie przez Kowalkowskiego (2001) dowiodło nie tylko zróżnicowania proveniencyjnego, ale także istnienia wyraźnych interakcji między proveniencjami a miejscem uprawy (G $\times$ E), między proveniencjami a wiekiem (G $\times$ T) oraz między wiekiem a miejscem uprawy (E $\times$ T). Sytuacja ta bardzo utrudnia prace selekcyjne. Pomimo ponad 30-letniego okresu badań, nadal wyniki zmieniają się niemal każdego roku. Niezależnie od tego, w programie tym testowano jedynie 11 proveniencji i ten skąpy materiał uniemożliwia wyciąganie bardziej ogólnych wniosków.

Niewielka liczba obiektów jest wadą większości bukowych doświadczeń proveniencyjnych. Wynika to z

<sup>1</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Wydział Leśny, Katedra Hodowli Lasu, ul. Wojska Polskiego 69, 60-625 Poznań; Fax +48 61 848 77 34, e-mail barzdajn@au.poznan.pl

trudności jednoczesnego zbioru bukwi na większym obszarze, choćby z powodu nierównomierności owocowania. Przeglądy wyników doświadczeń proveniencyjnych w Europie wykonane przez Paulego et al. (1984), Giertycha (1990, 2000), Paulego i Gömörego (1998) wskazują na istnienie ras glebowych, a nawet różnej reakcji proveniencji na zagęszczenie i na sposób sadzenia. W rezultacie uważa się (Giertych 1990, 2000; Sułkowska 2004), że u buka istnieje jedynie zmienność ekotypowa, niezwiązana z gradientami środowiskowymi. Wynikałoby z tego praktyczny wniosek, że populacje buka nie powinny być przemieszczane, a nawet nie należy go odnawiać sztucznie. Pogląd ten, traktowany jako hipoteza, może być zweryfikowany jedynie w większych programach badawczych, obejmujących większe obszary i duże liczby obiektów. Zarys takiego programu, obejmującego cały zasięg gatunku, opublikowali Wuelisch et al. (1998).

W Polsce realizację większego programu, obejmującego 46 bukowych drzewostanów nasiennych, rozpoczęła Rzeźnik w 1992 r. Założenia metodyczne i ogólną dokumentację serii sześciu doświadczeń w ramach tego programu opublikowano w oddzielnej pracy (Barzdajn et al. 2002). Na wszystkich powierzchniach porównawczych otrzymano istotne zróżnicowanie obiektów w zakresie cech adaptacyjnych, wzrostowych i fenologicznych, udokumentowane w szeregu publikacji (Tarasiuk et al. 1998, Żuchowska et Sabor 2000, Tarasiuk et Bellon 2001, Barzdajn et Rzeźnik 2002, Kowalkowski 2002, Matras 2002, Rożkowski et Giertych 2002, Sabor et Żuchowska 2002). Podsumowanie wstępnych wyników tego doświadczenia (Barzdajn 2002) wskazuje na możliwość istnienia plastycznych populacji buka (większość proveniencji jest nieplastyczna), oraz na istnienie zmienności klinalnej w zakresie terminu rozpoczęcia wegetacji. Formy późne buka występują szczególnie często na Pomorzu.

W Polsce testowane są także populacje obce. W ramach programu opisanego przez Wuelischa et al. (1998), Instytut Genetyki Leśnej w Grosshansdorf dostarczył sadzonki pochodzące z całego zasięgu gatunku na dwie powierzchnie w Polsce. Ówczesna Akademia Rolnicza w Poznaniu otrzymała 47 proveniencji na założenie doświadczenia w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Siemianice (Barzdajn et Rzeźnik 2002), a Instytut Badawczy Leśnictwa testuje 49 proveniencji na powierzchni w Nadleśnictwie Oleszyce. W Oleszycach testowanych jest też kilka proveniencji ukraińskich (Sułkowska 2000). Baza nasienna buka w Polsce obejmuje m.in. 125 wyłączonych drzewostanów nasiennych i 553 drzewa doborowe (Sabor et al. 2004) i jest stale powiększana przez wybór nowych obiektów. Wybór przeprowadzony nawet według bardzo ostrych kryteriów nie daje gwarancji wybrania pożądaných genotypów. Dla określenia wartości hodowlanej (w leśnictwie czasami

nazywanej wartością genetyczno-hodowlaną) konieczne jest przeprowadzenie testów, będących doświadczeniami terenowymi. Opisane poniżej doświadczenie jest częścią programu testowania potomstwa drzewostanów bukowych w regionie południowo-zachodnim. Otrzymane wyniki są raportem z początkowego etapu realizacji tego programu.

## 2. Metodyka

Opisywana seria doświadczeń założona została na wybranych powierzchniach w nadleśnictwach: Sucha Beskidzka, Gidle, Łądek Zdrój i Złotoryja. Materiał sadzeniowy wyprodukowała szkółka w Nadleśnictwie Gidle, z bukwi ze zbioru w 2003 roku. Zgodnie z zaleceniami programu testowania (Sabor et al. 2004) doświadczenia założono według metody bloków kompletnie zrandomizowanych, na poletkach po 100 sadzonek, sadzonych w więźbie 150×110 cm. Granice poletek wyznaczono przez wysadzenie pojedynczego rzędu świerka. Sadzenie wykonano jesienią 2005 roku. W latach 2006 i 2007, po zakończeniu sezonu wegetacyjnego, oceniano przeżywalność sadzonek i wykonywano pomiary wysokości. Autor dysponuje danymi jedynie z powierzchni w Złotoryi i w Łądku.

Położenie geograficzne powierzchni obrazuje rycina 1.

W Nadleśnictwie Złotoryja powierzchnię założono w obrębie Świerzawa, leśnictwie Proboszczów, oddz. 219 k (ryc. 2). Powierzchnia znajduje się na byłym pastwisku IV klasy bonitacyjnej, w terenie górskim, na stoku pochyłym, o wystawie NW i na wysokości 400 m n.p.m. Typem siedliskowym lasu jest las górski silnie świeży (LGśw2), o słabym wpływie wody gruntowej na



Rycina 1. Położenie powierzchni doświadczalnych  
Figure 1. Location of experimental areas





**Tabela 1. Wykaz testowanych proveniencji**  
Table 1. Specification of the tested provenances

Nr zapasu w Leśnym Banku Genów No. of growing stock	RDLP Regional Directorate of the state Forests – RDSF	Nadleśnictwo Forest District	Adres leśny Forest address	Wysokość n.p.m. Height a.s.l. [m]
377/ZP/03	Wrocław	Wałbrzych	13-28-1-03-97-b-00	600
378/ZP/03	Wrocław	Wałbrzych	13-28-1-02-69-a-00	600
379/ZP/03	Wrocław	Wałbrzych	13-28-2-09-117-f-00	600
391/ZP/03	Wrocław	Zdroje	13-07-0-04-297-a-00	
392/ZP/03	Wrocław	Zdroje	13-07-1-04-296-b-00	
420/ZP/03	Wrocław	Międzylesie	13-16-2-08-69-d-00	850
423/ZP/03	Zielona Góra	Lipinki	14-06-1-03-306-g-00	
424/ZP/03	Zielona Góra	Lipinki	14-06-1-03-313-f-00	
430/ZP/03	Wrocław	Świdnica	13-26-2-08-307-c-00	510
431/ZP/03	Wrocław	Łądek Zdrój	13-23-1-05-272-a-00	900
432/ZP/03	Wrocław	Łądek Zdrój	13-23-1-05-293-g-00	960
433/ZP/03	Wrocław	Łądek Zdrój	13-23-2-12-304-b-00	
434/ZP/03	Wrocław	Jawor	13-10-2-13-162-i-00	580
437/ZP/03	Wrocław	Henryków	13-02-1-07-286-a-00	250
438/ZP/03	Katowice	Sucha	02-30-1-04-59-c-00	775
439/ZP/03	Katowice	Sucha	02-30-1-07-234-b-00	700
446/ZP/03	Katowice	Ustroń	02-35-3-14-61-a-00	675
447/ZP/03	Katowice	Ustroń	02-35-1-04-65-b-00*	625
448/ZP/03	Łódź	Kolumna	06-06-2-04-114-f-00	
449/ZP/03	Wrocław	Lwówek Śl.	13-15-1-05-165-d-00	390
450/ZP/03	Wrocław	Śnieżka	13-25-1-07-145-f-00	850
466/ZP/03	Wrocław	Jugów	13-11-1-06-91-d-00	680
487/ZP/03	Katowice	Bielsko	02-02-1-02-32-h-00	620
488/ZP/03	Katowice	Bielsko	02-02-2-11-89-m-00	600
489/ZP/03	Katowice	Bielsko	02-02-2-11-94-d-00	680
490/ZP/03	Katowice	Bielsko	02-02-2-13-168-a-00	600
491/ZP/03	Katowice	Bielsko	02-02-2-13-178-b-00	620
492/ZP/03	Katowice	Bielsko	02-02-2-13-178-f-00	540
493/ZP/03	Katowice	Bielsko	02-02-2-13-187-a-00	480
494/ZP/03	Katowice	Bielsko	02-02-2-13-188-a-00	540

\*Standard regionalny dla regionu testowania III – południowo-zachodniego

\*Regional standard for Test Region III – south-western

walności w 2006 roku dostarczyła mniej danych. W Nadleśnictwie Złotoryja istotnie mniejszą udatność od standardu udowodniono dla populacji ‘488 Bielsko’, w Nadleśnictwie Łądek żaden obiekt nie różnił się istotnie od standardu. Dla żadnego obiektu nie udowodniono też istotności efektu głównego.

W 2007 roku wyniki oceny wysokości nieco się zmieniły. Na powierzchni w Złotoryi żadna populacja nie okazała się istotnie wyższa od standardu, lecz do istotnie niższych z 2006 r. (‘438 Sucha’ i ‘488 Bielsko’) dołączyły ‘487 Bielsko’, ‘491 Bielsko’ i ‘492 Bielsko’.

Na powierzchni w Łądku nie otrzymano ani jednej istotnej różnicy ze standardem. Dwie populacje (‘439 Sucha’ i ‘494 Bielsko’) wykazały na obu powierzchniach na tyle bliskie oceny, że udowodniono istotność ich efektu głównego, czyli ich plastyczność. W zakresie przeżywalności wyniki z 2007 roku także się zmieniły. W Złotoryi żadna z populacji nie okazała się istotnie bardziej żywotna od standardu, za to przybyło populacji gorszych od standardowej. Były to: ‘437 Henryków’, ‘438 Sucha’, ‘448 Kolumna’, ‘487 Bielsko’, ‘488 Bielsko’, ‘491 Bielsko’ i ‘492 Bielsko’. Na powierzchni w

**Tabela 2. Analiza wysokości buków w 2006 roku: efekt główny, ocena istotności efektu głównego i interakcji G×E oraz średnie arytmetyczne dla doświadczeń**

Table 2. Beech height analysis in 2006: main effect, evaluation of the significance of the main effect and G×E interaction and arithmetic means for the experiments

Proweniencja Provenance	Efekt główny Main effect			Istotność efektu głównego Significance of the main effect	Istotność interakcji Significance of the interaction
	Złotoryja	Lądek	średnia average		
377 Wałbrzych	8,185	2,558	5,371		*
378 Wałbrzych	11,525	4,728	8,126		*
379 Wałbrzych	9,565	4,298	6,931		
391 Zdroje	-1,005	-0,682	-0,884		
392 Zdroje	0,495	2,008	1,251		
420 Międzyzylesie	3,785	2,308	3,046		
423 Lipinki Łużyckie	3,105	-0,492	1,306		
424 Lipinki Łużyckie	-1,065	-1,712	-1,389		
430 Świdnica	-0,885	-1,502	-1,194		
431 Lądek Zdrój	1,565	-2,382	-0,409		
432 Lądek Zdrój	-1,635	0,278	-0,679		
433 Lądek Zdrój	-1,115	-0,002	-0,559		
434 Jawor	0,195	-0,182	0,006		
437 Henryków	-3,915	4,718	0,401		**
438 Sucha Beskidzka	-12,005	-5,552	-8,779		*
439 Sucha Beskidzka	5,105	4,888	4,996	*	
446 Ustroń	2,175	2,338	2,281	*	
447 Ustroń	-1,175	-0,092	-0,634		
448 Kolumna	-1,445	-4,482	-2,964		
449 Lwówek Śląski	-3,385	-3,122	-3,254	*	
450 Śnieżka	3,705	2,938	3,321		
466 Jugów	-1,555	-1,872	-1,714		
487 Bielsko	-6,337	-1,942	-4,140		
488 Bielsko	-11,093	-4,042	-7,568		*
489 Bielsko	1,855	0,478	1,166		
490 Bielsko	2,525	1,268	1,896		
491 Bielsko	-8,475	-3,222	-5,849		
492 Bielsko	-5,105	-3,992	-4,549		
493 Bielsko	-0,105	-2,882	-1,494		
494 Bielsko	6,515	5,308	5,911		
<b>Średnia wysokość (cm)</b> Mean height (cm)	31,085	37,242	34,164		
<b>Efekt istotnie większy od standardu</b> Effect significantly higher than the standard	7,975	6,078	–	–	–
<b>Efekt istotnie mniejszy od standardu</b> Effect significantly lower than the standard	-10,325	-6,262	–	–	–

\* poziom istotności  $\alpha \leq 0,05$ ; \*\* poziom istotności  $\alpha \leq 0,01$ \* significance level  $\alpha \leq 0,05$ ; \*\* significance level  $\alpha \leq 0,01$ 

Lądku istotnie lepiej od populacji standardowej przeżyły buki proveniencji '437 Henryków'. W związku z tym, że ta sama populacja w Złotoryi otrzymała słaby wynik, wykazano dla niej istotną interakcję G×E. Taką istotną interakcję wykazała połowa testowanych proveniencji.

W 2007 r. na powierzchni w Złotoryi stwierdzono istotną korelację liniową pomiędzy wysokością drzewek

a przeżywalnością ( $r=0,83$ ,  $\alpha=0,001$ ). Była to jedyna znaleziona istotna korelacja pomiędzy obserwowanymi cechami. W szczególności nie stwierdzono istnienia korelacji pomiędzy wysokością n.p.m. położenia drzewostanów matecznych a wysokością i przeżywalnością ich potomstwa.

**Tabela 3. Analiza przeżywalności buków w 2006 roku: efekt główny, ocena istotności efektu głównego i interakcji G×E oraz średnie arytmetyczne dla doświadczeń. Dane transformowane na kąty Bliss'a  $y=\arcsin(p^{0.5})$** Table 3. Beech survival analysis in 2006: main effect, evaluation of the significance of the main effect and G×E interaction and arithmetic means for the experiments. Data transformation to Bliss angle  $y=\arcsin(p^{0.5})$ 

Proweniencja Provenance	Efekt główny Main effect			Istotność efektu głównego Significance of the main effect	Istotność interakcji Significance of the interaction
	Złotoryja	Lądek	średnia average		
377 Wałbrzych	3,362	5,672	4,517		
378 Wałbrzych	5,482	1,986	3,734		
379 Wałbrzych	7,236	1,606	4,420		
391 Zdroje	-1,196	-6,868	-4,032		
392 Zdroje	-5,754	3,088	-1,333		
420 Międzylesie	9,548	-4,926	2,311		*
423 Lipinki Łużyckie	6,964	3,088	5,026		
424 Lipinki Łużyckie	2,676	4,800	3,738		
430 Świdnica	0,964	-3,444	-1,240		
431 Lądek Zdrój	3,278	-2,080	0,599		
432 Lądek Zdrój	8,066	-2,226	2,920		
433 Lądek Zdrój	10,650	4,190	7,420		
434 Jawor	2,406	0,504	1,455		
437 Henryków	-6,178	0,504	-2,837		
438 Sucha Beskidzka	-12,706	-3,444	-8,075		
439 Sucha Beskidzka	4,380	6,774	5,577		
446 Ustroń	-1,66	-2,226	-1,943		
447 Ustroń	3,278	-0,368	1,455		
448 Kolumna	-15,934	9,358	-3,288		**
449 Lwówek Śląski	4,118	-1,470	1,324		
450 Śnieżka	10,650	-6,028	2,311		**
466 Jugów	2,406	-3,182	-0,388		
487 Bielsko	-14,164	0,504	-6,830		
488 Bielsko	-28,284	-5,156	-16,720		**
489 Bielsko	3,508	-2,080	0,714		
490 Bielsko	8,066	-5,496	1,285		*
491 Bielsko	-13,462	3,088	-5,187		**
492 Bielsko	-10,010	-4,054	-7,032		
493 Bielsko	4,380	2,216	3,298		
494 Bielsko	7,920	5,672	6,796		
<b>Średnia przeżywalność</b> Means survival	76,766	80,642	78,704		
<b>Efekt istotnie większy od standardu</b> Effect significantly higher than the standard	23,328	15,432	–	–	–
<b>Efekt istotnie mniejszy od standardu</b> Effect significantly lower than the standard	-16,772	-16,168	–	–	–

\* poziom istotności  $\alpha \leq 0,05$ ; \*\* poziom istotności  $\alpha \leq 0,01$ \* significance level  $\alpha \leq 0,05$ ; \*\* significance level  $\alpha \leq 0,01$ 

Dendrogram powstały w wyniku analizy skupień (ryc. 4) rozбивa zbiór populacji na trzy podzbiory. Najsilniej od pozostałych różni się podzbiór zawierający proveniencje: '491 Bielsko', '492 Bielsko', '487 Bielsko', '488 Bielsko' i '438 Sucha'. Otrzymały one niskie oceny przeżywalności i wysokości w 2007 r. na obu powierzchniach porównawczych. Na drugim biegunie

(populacje które osiągnęły dobry wynik) znajdują się m.in. trzy dalsze populacje z Bielska (494, 489 i 490) i druga populacja z Sucheju (439). Najlepszy wynik osiągnęła populacja '377 Wałbrzych', pomimo udowodnionej nieplastyczności pod względem przeżywalności. Spośród populacji sudeckich wyróżniają się ponadto '450 Śnieżka', '392 Zdroje' i '437 Henryków'.

**Tabela 4. Analiza wysokości buków w 2007 roku: efekt główny, ocena istotności efektu głównego i interakcji G×E oraz średnie arytmetyczne dla doświadczeń**

Table 4. Beech height analysis in 2007: main effect, evaluation of the significance of the main effect and G×E interaction and arithmetic means for the experiments

Proweniencja Provenance	Efekt główny Main effect			Istotność efektu głównego Significance of the main effect	Istotność interakcji Significance of the interaction
	Złotoryja	Lądek	średnia average		
377 Wałbrzych	9,085	4,941	7,013		
378 Wałbrzych	16,685	3,661	10,173		**
379 Wałbrzych	7,965	0,211	4,088		
391 Zdroje	2,445	-3,359	-0,457		
392 Zdroje	-6,035	5,011	-0,512		*
420 Międzyzylesie	8,925	-3,579	2,673		**
423 Lipinki Łużyckie	8,075	-0,929	3,573		
424 Lipinki Łużyckie	-2,815	2,671	-0,072		
430 Świdnica	0,525	-2,479	-0,977		
431 Lądek Zdrój	3,835	-8,209	-2,187		*
432 Lądek Zdrój	-1,865	-4,699	-3,282		
433 Lądek Zdrój	4,425	-2,859	0,783		
434 Jawor	4,295	-3,159	0,568		
437 Henryków	-5,255	6,751	0,748		*
438 Sucha Beskidzka	-13,895	-7,159	-10,527		
439 Sucha Beskidzka	6,915	7,081	6,998	**	
446 Ustroń	4,115	-0,139	1,988		
447 Ustroń	4,955	-0,809	2,073		
448 Kolumna	-6,115	1,761	-2,177		
449 Lwówek Śląski	-5,415	3,731	-0,842		
450 Śnieżka	6,415	5,261	5,838		
466 Jugów	-6,805	2,801	-2,002		*
487 Bielsko	-10,055	-1,899	-5,977		
488 Bielsko	-15,805	-5,119	-10,462		*
489 Bielsko	2,315	4,321	3,318		
490 Bielsko	-1,435	3,161	0,863		
491 Bielsko	-14,585	-4,059	-9,322		*
492 Bielsko	-10,225	-6,069	-8,147		
493 Bielsko	1,345	-4,449	-1,552		
494 Bielsko	7,975	7,601	7,788	*	
<b>Średnia wysokość (cm)</b> Mean height (cm)	47,545	60,839	54,192		
<b>Efekt istotnie większy od standardu</b> Effect significantly higher than the standard	19,135	12,241	–	–	–
<b>Efekt istotnie mniejszy od standardu</b> Effect significantly lower than the standard	-9,225	-13,859	–	–	–

\* poziom istotności  $\alpha \leq 0,05$ ; \*\* poziom istotności  $\alpha \leq 0,01$

\* significance level  $\alpha \leq 0,05$ ; \*\* significance level  $\alpha \leq 0,01$

#### 4. Dyskusja

Wyniki krótkotrwałego doświadczenia nie są podstawą do praktycznych decyzji, chociaż przeżywalność i początkowy wzrost na uprawie ma praktyczne znaczenie, wpływając chociażby na koszt założenia uprawy czy

koszt jej ochrony przed zwierzyną i przymrozkami późnymi. Według wymagań programu testowania, ocena przeżywalności kończy się po 10 roku od założenia uprawy. Wartość wyników polega na tym, że już po 1 i 2 roku uwidoczniły się różnice pomiędzy proveniencjami, umożliwiając ich wstępną ocenę. Dla bardzo wielu



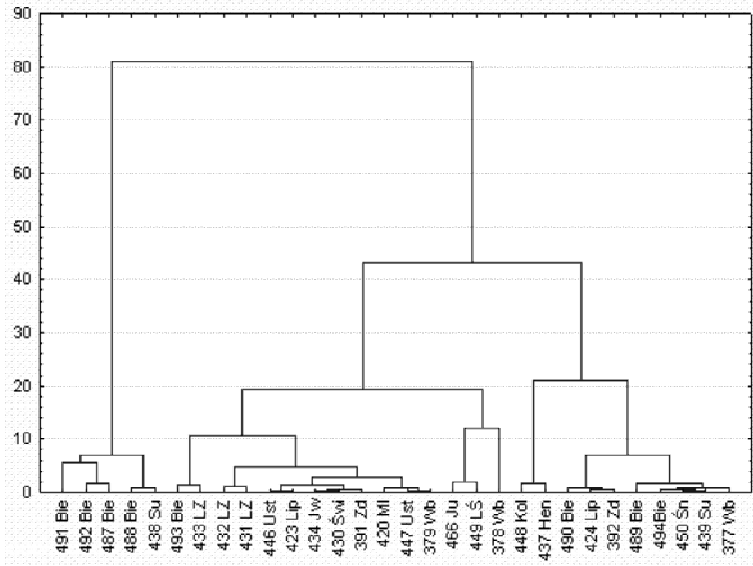
**Tabela 5. Analiza przeżywalności buków w 2007 roku: efekt główny, ocena istotności efektu głównego i interakcji G×E oraz średnie arytmetyczne dla doświadczeń. Dane transformowane na kąty Bliss  $y=\arcsin(p^{0,5})$** Table 5. Beech survival analysis in 2007: main effect, evaluation of the significance of the main effect and G×E interaction and arithmetic means for the experiments. Data transformation to Bliss angles  $y=\arcsin(p^{0,5})$ 

Proveniencja Provenance	Efekt główny Main effect			Istotność efektu głównego Significance of the main effect	Istotność interakcji Significance of the interaction
	Złotoryja	Lądek	średnia average		
377 Wałbrzych	11,916	0,430	6,173		**
378 Wałbrzych	10,620	-5,226	2,697		**
379 Wałbrzych	9,458	-2,536	3,461		**
391 Zdroje	-0,476	-0,450	-0,463	*	
392 Zdroje	5,342	1,562	3,452		
420 Międzylesie	6,624	-1,616	2,504		
423 Lipinki Łużyckie	7,348	0,214	3,781		
424 Lipinki Łużyckie	6,156	2,376	4,266		
430 Świdnica	6,414	-0,238	3,088		
431 Lądek Zdrój	9,052	-2,018	3,517		*
432 Lądek Zdrój	6,586	-2,07	2,258		*
433 Lądek Zdrój	5,850	2,686	4,268		
434 Jawor	8,920	0,178	4,549		*
437 Henryków	-14,466	5,760	-4,353		**
438 Sucha Beskidzka	-25,146	-3,846	-14,496		**
439 Sucha Beskidzka	6,488	0,754	3,621		
446 Ustroń	10,190	-0,182	5,004		*
447 Ustroń	6,126	-2,492	1,817		*
448 Kolumna	-19,494	4,592	-7,451		**
449 Lwówek Śląski	-5,316	-2,212	-3,764		
450 Śnieżka	4,736	1,804	3,270		
466 Jugów	4,314	-5,402	-0,544		*
487 Bielsko	-11,100	0,112	-5,494		**
488 Bielsko	-32,688	-2,572	-17,630		**
489 Bielsko	10,836	2,900	6,868		
490 Bielsko	2,546	-0,036	1,255		
491 Bielsko	-27,574	3,072	-12,251		**
492 Bielsko	-10,148	-2,264	-6,206		
493 Bielsko	-3,618	4,620	0,501		
494 Bielsko	10,504	2,112	6,308		
<b>Średnia przeżywalność</b> Mean survival	68,374	75,124	71,749	–	–
<b>Efekt istotnie większy od standardu</b> Effect significantly higher than the standard	21,396	5,678	–	–	–
<b>Efekt istotnie mniejszy od standardu</b> Effect significantly lower than the standard	-9,144	-10,662	–	–	–

\* poziom istotności  $\alpha \leq 0,05$ ; \*\* poziom istotności  $\alpha \leq 0,01$ \* significance level  $\alpha \leq 0,05$ ; \*\* significance level  $\alpha \leq 0,01$ 

populacji udowodniono istotność interakcji G×E, co oznacza, że nie są to populacje plastyczne. Dla wysokości w 2006 r. brak plastyczności wykazały 5 populacji, dla wysokości w 2007 r. było to już 8 populacji, dla przeżywalności w 2006 r. – 6 populacji i dla przeżywalności w 2007 r. – 15 populacji. Udowodnienie plastyczności (istotności efektu głównego) okazało się trudniejsze. Na

razie można wskazać dwie populacje plastyczne ze względu na wysokość w 2007 r. ('439 Sucha' i '494 Bielsko'), chociaż nie udało się udowodnić istotnych dodatnich różnic ze standardem, i pomimo tego, że przynajmniej na powierzchni w Złotoryi większą wysokość wykazały populacje '377 Wałbrzych', '378 Wałbrzych', '379 Wałbrzych', '420 Międzylesie' i '423 Lipinki'. Popu-



Rycina 4. Wyniki analizy skupień metodą minimalnej wariancji

Figure 4. Results of the cluster analysis using the minimum variance method

lacja będąca standardem regionalnym ('447 Ustroń') na obu powierzchniach osiągnęła przeciętne wartości zmierzonych cech, nieco lepsze na powierzchni w Złotorzy. Standard został więc dobrze wybrany.

Po raz kolejny okazało się, że lokalne populacje nie muszą wykazywać przewagi cech adaptacyjnych nad populacjami obcymi (por. np. Barzdajn 2002). Wszystkie trzy populacje z Łądka Zdroju (oznaczone numerami 431, 432 i 433) otrzymały wyższe oceny na powierzchni w Złotorzy, niż na lokalnej dla nich powierzchni w Łądku. Nie jest to zgodne z prezentowanymi niekiedy poglądami (np. Sułkowska 2004), że populacje buka wykazują silne przystosowanie do lokalnych warunków.

Analiza dendrogramu skupień potwierdza poglądy, że w jednym regionie, nawet po sąsiedzku, mogą występować populacje osiągające bardzo różne wyniki (por. np. Barzdajn et Rzeźnik 2002). Np. trzy populacje z Nadleśnictwa Bielsko można zaliczyć do dobrych, cztery dalsze do słabych i jedną do przeciętnych. Podobnie, jedna populacja z Suchoj wyróżnia się dobrymi wynikami i plastycznością, a druga została sklasyfikowana jako słaba. Otrzymane wyniki potwierdzają w zasadzie dane z literatury cytowanej w rozdziale „Wstęp” mówiące, że zmienność proveniencyjna buka ma raczej charakter ekotypowy i że na ogół proveniencje są nieplastyczne, tzn. są dostosowane do konkretnych warunków i źle adaptują się do innych. Uzyskane wyniki wskazują, że można jednak mieć nadzieję na znalezienie populacji plastycznych. Z drugiej strony okazuje się, że lokalne dla jakiejś populacji warunki nie muszą być, i często nie są, dla niej optymalne. Wyjaśnienie tych faktów wymaga pogłębienia badań nad zmiennością wewnątrzgatunkową

wą buka, a bez ich wyjaśnienia selekcja wewnątrzgatunkowa ze względu na cechy adaptacyjne i użytkowe będzie działaniem na oślep. W szczególności należy więcej uwagi poświęcić zmienności rodowej i indywidualnej, oraz wyjaśnić wpływ wszelkich zabiegów hodowlanych (z zakresu hodowli lasu) na strukturę genetyczną i cechy użytkowe.

## 5. Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:

1. Narzędzie do analizy danych w postaci programu SERGEN okazało się bardzo przydatne do opracowania wyników leśnych doświadczeń wielokrotnych.
2. Brak plastyczności populacji buka, ujawniający się już w fazie uprawy, wymaga dobierania konkretnej populacji, niekoniecznie lokalnej, do uprawy w danym miejscu.
3. Istnieją szanse na znalezienie wartościowych populacji plastycznych, co wymaga rozszerzenia i pogłębienia badań nad wewnątrzgatunkową zmiennością buka.
4. Na powierzchni w Złotorzy stwierdzono istotną korelację liniową pomiędzy średnią przeżywalnością a średnią wysokością populacji.
5. Selekcja buka może być bardziej efektywna przy wykorzystaniu zmienności rodowej i indywidualnej.

## Literatura

- Barzdajn W. 2002. Proweniencyjna zmienność buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w Polsce w świetle wyników doświadczenia proweniencyjnego serii 1992/1995. *Sylwan*, 146 (2): 5-34.
- Barzdajn W., Kowalkowski W., Rzeźnik Z. 2002. Doświadczenie proweniencyjne nad zmiennością buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) serii 1993/1995 w Polsce. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, CCCXLV. Leśnictwo*, 40: 3-18.
- Barzdajn W., Rzeźnik Z. 2002. Proweniencyjna zmienność buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) polskich pochodzeń w doświadczeniu serii 1992/1993/1995 na powierzchni w Nadleśnictwie Łopuchówko. *Sylwan*, 146 (2): 141-149.
- Barzdajn W., Rzeźnik Z. 2002. Wstępne wyniki międzynarodowego doświadczenia proweniencyjnego z bukiem (*Fagus sylvatica* L.) serii 1993/1995 w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Siemianice. *Sylwan*, 146 (2): 149-164.
- Caliński T., Czajka S., Kaczmarek Z., Krajewski P. 2003. Podręcznik użytkownika programu SERGEN 4 przeznaczonego do analizy serii doświadczeń odmianowych i genetyczno-hodowlanych. Instytut Genetyki Roślin PAN w Poznaniu, Katedra Metod Matematycznych i Statystycznych AR w Poznaniu.
- Giertych M. 1982. Breeding strategies with Norway spruce in Poland. Proc. of the IUFRO joint meeting of working parties on genetics about breeding strategies incl. multiclinal varieties. Sensenstein, Sept. 6-10 1982: 17-21.
- Giertych M. 1990. Genetyka. [W:] Buk zwyczajny *Fagus sylvatica* L (W. Białobok red.). PWN, Warszawa–Poznań: 193-236.
- Giertych M. 2000. Zmienność genetyczna buka. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollątaja w Krakowie. Sesja naukowa*, (358)69: 35-45.
- Kowalkowski W. 2001. Zmienność buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) polskich pochodzeń w 30-letnim doświadczeniu proweniencyjnym. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu, Rozprawy Naukowe*, 318: 1-95.
- Kowalkowski W. 2002. Wstępne wyniki badań nad proweniencyjną zmiennością buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w doświadczeniu GC 2234 1992–1995 w Nadleśnictwie Łobez. *Sylwan*, 146 (2): 73-88.
- Marek T. 1989. Analiza skupień w badaniach empirycznych. Metody SAHN. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Matras J. 2002. Wzrost i rozwój populacji buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w okresie pierwszych trzech lat na powierzchni doświadczalnej w Bystrzycy Kłodzkiej. *Sylwan*, 146 (2): 111-127.
- Paule L., Gömöry D. 1998. Genetic diversity of beech populations in Europe. [W:] First EUFORGEN Meeting on social broadleaves (J. Turok, A. Kremer, S. de Vries ed.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome: 152-163.
- Paule L., Križo M., Pagan J. 1984. Genetics and improvement of common beech (*Fagus sylvatica* L.). *Annales Forestales*, 11 (1): 1-26.
- Rameau J. V., Mansion D., Dume G. 1989. Flore forestiere francaise ecologique illustre. Institut pour le Developpement Forestier.
- Rozkowski R., Giertych M. 2002. Wstępne wyniki badań proweniencyjnych buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) na powierzchni doświadczalnej w Choczewie. *Sylwan*, 146 (2): 89-99.
- Rzeźnik Z. 1990. Wyniki 20-letnich badań nad proweniencyjnych powierzchniach bukowych w Polsce. *Sylwan*, 144 (1): 5-10.
- Rzeźnik Z., 1988. Miąższość i jakość 20-letnich drzewostanów bukowych krajowych proweniencji. *Sylwan*, 142 (8): 9-20.
- Sabor J., Barzdajn W., Błonkowski S., Chałupka W., Fonder W., Giertych M., Korczyk A., Matras J., Potyrański A., Szelaż Z., Zajączkowski S. 2004. Program testowania potomstwa wyłączonych drzewostanów nasiennych, drzew doborowych, plantacji nasiennych i plantacyjnych upraw nasiennych. Dyrekcja Generalna Lasów Państwowych Warszawa.
- Sabor J., Żuchowska J. 2002. Wstępne wyniki badań nad proweniencyjną zmiennością buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) na powierzchni porównawczej doświadczenia serii GC 2234 1992-1995 w Krynicy. *Sylwan*, 146 (2): 43-72.
- Sułkowska M. 2000. Zmienność fenologiczna buka (*Fagus sylvatica* L.) polskich i europejskich pochodzeń. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollątaja w Krakowie nr 358. Sesja naukowa z. 69: 165-175.*
- Sułkowska M. 2004. Zmienność genetyczna wybranych cech biologii buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.). Rozpr. dok. SGGW Warszawa.
- Tarasiuk S., Bellon S. 2002. Zmienność populacji buka w Polsce. Wyniki końcowe I etapu badań w doświadczeniu serii GC 2234 1992-1995 na powierzchni porównawczej w Nadleśnictwie Brzeziny. *Sylwan*, 146 (2): 35-43.
- Tarasiuk S., Bellon S., Szeligowski H. 1998. Dotychczasowe wyniki badań nad zmiennością krajowych proweniencji buka zwyczajnego na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Brzeziny. *Sylwan*, 142 (12): 83-91.
- Tyszkiewicz S. 1949. Nasiennictwo leśne. Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
- Wójcik A., Ludański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczalnictwie. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Wuelisch G. von, Liesebach M., Muhs H.-J., Stephan R. 1998. A network of international beech provenance trials. [W:] First EUFORGEN Meeting on social broadleaves (J. Turok, A. Kremer, S. de Vries ed.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 164–172.
- Żuchowska J., Sabor J. 2000. Doświadczenie proweniencyjne buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) Bk 92-95 nr 5660594 c/2234 „Polana Izwór”. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kollątaja w Krakowie*, 69: 297-309.