

**WŁADYSŁAW BARZDAJN**

## **Proweniencyjna i rodowa zmienność wzrostu wysokości dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) na powierzchni porównawczej w Nadleśnictwie Bolesławiec, założonej w 1996 roku**

The provenance and family variability in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) height on the comparative plot established in 1996 in Bolesławiec Forest District

### **ABSTRACT**

The paper contains results of the provenance-family experiment with three provenances and 24 families. The studies focused on the height of trees at the age of 3 to 11 years. The genetic variance of 3-year-old seedlings participated in up to 44% to the total variance. In subsequent years, this participation was close to zero due to the decline in participation of environmental variance after outplanting. At the age of 9 years, the genetic component of the variance was noted again. Depending on the provenance the heritability for the height trait at the age of 9 to 11 oscillated from near zero (provenance from Zalesie) to 0.61 (provenance from Tronçais).

### **KEY WORDS**

*Quercus robur*, pedunculate oak, provenance variance, family variance, heritability

### **Wstęp**

Selekcja drzew wymaga oszacowania parametrów genetycznych ich populacji i pojedynczych osobników. Szczególnie zmienność genetyczna, odziedziczalność i przekazywalność są parametrami, których wielkość musi być znana chociaż w przybliżeniu, aby możliwe było oszacowanie spodziewanego zysku genetycznego i podjęcie decyzji o selekcji na podstawie racjonalnych przesłanek. Parametry genetyczne mogą być szacowane tylko wtedy, gdy są do dyspozycji grupy osobników o znanym pokrewieństwie, np. rodzice i potomstwo, pełne rodzeństwo lub półrodzeństwo. Najłatwiej jest przeprowadzić testowanie półrodzeństw (rodów) z wolnego zapylenia, gdyż rody otrzymuje się przez zbiór nasion z pojedynczych drzew.

Zmienność dębów w Polsce nie jest dostatecznie przebadana. Doświadczenia proveniencyjne są nieliczne [Barzdajn 1993; Barzdajn 1999; Barzdajn 2000; Barzdajn 2002; Chmura 2002; Fober 1994a; Fober 1994b; Fober 1998] i stosunkowo krótkotrwałe. Rezultaty doświadczeń rodowych nie są opublikowane, z wyjątkiem pracy Banacha [2002]. Opisywane poniżej doświadczenie jest proveniencyjno-rodowe i ma charakter doświadczenia pilotażowego, stąd jego niewielki zakres.

### **WŁADYSŁAW BARZDAJN**

Katedra Hodowli Lasu  
Akademia Rolnicza  
Al. Wojska Polskiego 69  
60-625 Poznań  
barzdajn@au.poznan.pl

### **Metodyka**

Doświadczenie powstało w ramach zadania Lasów Państwowych BLP 744, koordynowanego przez Instytut Badawczy Leśnictwa w Warszawie. Materiał sadzeniowy został wyhodowany

#### 4 Władysław Barzdajn

w szkółce Nadleśnictwa Bierzwnik, pod nadzorem IBL, ze zbioru żołądzi w 1992 roku. Wiosną 1996 roku Katedra Hodowli Lasu Akademii Rolniczej w Poznaniu otrzymała 3-letni materiał sadzeniowy do założenia powierzchni doświadczalnej. Do tej samej serii należą jeszcze powierzchnie: założona w Nadl. Smolarz (Leśn. Dębogóra) przez IBL i w Nadl. Choczewo (Leśn. Dąbrówka) – przez Instytut Dendrologii PAN w Kórniku.

Doświadczenia te obejmują 24 rody dębu szypułkowego pochodzeń: Tronçais (Owernia, Francja) – 6 rodów, Zalesie Dolne k. Warszawy (N 52° 03', E 20° 58') – 11 rodów oraz Zaporowo (N 54° 14', E 19° 49') – 7 rodów. W Zalesiu Dolnym żołądzie zbierano w lasach nadzorowanych przez Nadl. Chojnów. Proweniencja Zaporowo to drzewostan nasienny w Nadl. Zaporowo, Leśn. Kurowo, oddz. 192 a, 193 a i 194 a.

Powierzchnię doświadczalną wybrano w Leśnictwie Tomaszów, w oddz. 492 m, na siedlisku LMśw, po zrębie wykonanym w 1995 r. Zastosowano więźbę sadzenia 2,20 × 2,20 m. Glebę przygotowano ręcznie w talerze o wymiarach 60 × 60 cm. Wyznaczono łącznie 480 punktów sadzenia (24 rody × 20 drzewek każdego rodu). Wymiary powierzchni wyniosły 24,2 m × 85,8 m. Obok każdego posadzonego drzewka wbito kołeczek na taką głębokość, aby czoło było na poziomie gleby. Stanowiło ono podstawę, na której każdorazowo opierano łąkę do pomiaru wysokości. Po sadzeniu powierzchnię ogrodzono.

Począwszy od założenia powierzchni wiosną 1996 roku, corocznie mierzono wysokość drzew. Dodatkowo zmierzono wysokość dębów zaraz po posadzeniu, co oznaczono jako wysokość za rok 1995. Policzono też odgałęzienia boczne pędów osiowych.

Rozmieszczenie rodów na powierzchni doświadczalnej zostało zaprojektowane przez IBL, wg metody Burzyńskiego i Mądrego [1994] planowania plantacji nasiennych dostosowanych do testowania potomstw. Jednostką eksperymentalną jest tu każde drzewo. Plan powierzchni przedstawiono na rycinie. Rody o numerach 202-233 należą do proveniencji Zalesie. Rody o numerach 236-247 reprezentują proveniencję Zaporowo, a rody o numerach 296-316 proveniencję Tronçais. Układ doświadczenia według metody Burzyńskiego i Mądrego [l.c.] pozwala stosować bardzo precyzyjny, jak się wydaje, model matematyczny analizy wariancji, uwzględniający efekty blokowe, poletkowe i interakcyjne, i zmniejszający w ten sposób efekt błędu eksperymentalnego.

Na skutek drobnych błędów w projekcie planu powierzchni oraz na skutek późniejszych wypadów drzew, analiza wariancji musiała przebiegać wg prostszych modeli matematycznych niż zaproponowany przez Burzyńskiego i Mądrego [l.c.]. W pierwszej kolejności zdecydowano się na hierarchiczną klasyfikację danych, tzn. każdą obserwację sklasyfikowano ze względu na przynależność do rodu, a razem z rodem do proveniencji. Model matematyczny analizy prezentuje wzór [1] [Rasch 1983].


$$y_{ij} = \mu + a_i + b_{ij} + e_{ijk} \quad [1]$$

gdzie:

- $y_{ijk}$  – wartość obserwacji o numerze  $i_{jk}$ ,
- $\mu$  – średnia arytmetyczna,
- $a_i$  – efekt proveniencji,
- $b_{ij}$  – efekt rodów wewnątrz proveniencji,
- $e_{ijk}$  – efekt błędu doświadczenia.

W związku z pilotażowym charakterem doświadczenia i przypadkowym doбором proveniencji i rodów, dla analizy wybrano model II losowy. Obliczenia przebiegały według schematu i wzorów zawartych w tabeli 1. Model II losowy różni się od alternatywnego modelu I stałego

## Proweniencyjna i rodowa zmienność wzrostu wysokości dębu 5



203	245	233	213	214	306	215	310	236	316	247	243
204	307	314	202	231	229	238	226	240	239	296	228
306	202	310	229	316	226	243	239	245	228	213	307
233	231	214	238	215	240	236	296	247	204	203	314
226	238	239	240	228	296	307	204	202	314	229	231
310	215	316	236	243	247	245	203	213	233	306	214
296	236	204	247	314	203	231	233	238	214	240	215
239	243	228	245	307	213	202	306	229	310	226	316
215	316	236	243	247	245	203	213	233	306	214	310
238	239	240	228	296	307	204	202	314	229	231	226
243	228	245	307	213	202	306	229	310	226	316	239
236	204	247	314	203	231	233	238	214	240	215	296
307	314	202	231	229	238	226	240	239	296	228	204
245	233	213	214	306	215	310	236	316	247	243	203
231	214	238	215	240	236	296	247	204	203	314	233
202	310	229	316	226	243	239	245	228	213	307	306
203	213	233	306	214	310	215	316	236	243	247	245
314	202	231	229	238	226	240	239	296	228	204	307
306	229	310	226	316	239	243	228	245	307	213	202
214	238	215	240	236	296	247	204	203	314	233	231
226	240	239	296	228	204	307	314	202	231	229	238
316	236	243	247	245	203	213	233	306	214	310	215
296	247	204	203	314	233	231	214	238	215	240	236
228	245	307	213	202	306	229	310	226	316	239	243
233	316	214	243	215	245	236	213	247	306	203	310
240	307	296	202	204	229	314	226	231	239	238	228
310	228	316	307	243	202	245	229	213	226	306	239
247	231	203	238	233	240	214	296	215	204	236	314
239	314	228	231	307	238	202	240	229	296	226	204
213	215	306	236	310	247	316	203	243	233	245	214
204	214	314	215	231	236	238	247	240	203	296	233
229	243	226	245	239	213	228	306	307	310	202	316
236	213	247	306	203	310	233	316	214	243	215	245
314	226	231	239	238	228	240	307	296	202	204	229
245	229	213	226	306	239	310	228	316	307	243	202
214	296	215	204	236	314	247	231	203	238	233	240
202	240	229	296	226	204	239	314	228	231	307	238
316	203	243	233	245	214	213	215	306	236	310	247
238	247	240	203	296	233	204	214	314	215	231	236
228	306	307	310	202	316	229	243	226	245	239	213

Ryc.

Plan rozmieszczenia rodów na powierzchni w Nadl. Bolesławiec  
 Distribution of oak families on the plot in Bolesławiec Forest District

## 6 Władysław Barzdajn

sposobem szacowania wartości oczekiwanych średnich kwadratów i w konsekwencji komponentów wariancji. Komponenty wariancji są częścią wzorów na odziedziczalność.

W związku z wynikami hierarchicznej analizy wariancji, powtórzono obliczenia dla rodów wewnątrz każdej z trzech proveniencji, stosując model losowy i pojedynczą klasyfikację danych. Modelem matematycznym analiz jest wzór [2].

$$y_{ij} = \mu + \alpha_i + e_{ij} \quad [2]$$

gdzie:

$y_{ij}$  – wartość obserwacji o numerze  $ij$ ,

$\mu$  – średnia arytmetyczna,

$\alpha_i$  – efekt rodu,

$e_{ij}$  – efekt błędu.

Obliczenia przebiegały według wzorów zawartych w tabeli 2.

Komponenty wariancji obliczono przez rozwiązanie układów równań w kolumnach tabel zatytułowanych „Wartości oczekiwane średnich kwadratów”. W wypadku, gdy średni kwadrat dla proveniencji lub rodów jest mniejszy od średniego kwadratu dla błędu, otrzymuje się ujemne wartości szacowanej wariancji. Jest to oczywiście matematycznym absurdem, i w takich wypadkach, zgodnie z zaleceniami Trętowskiego i Wójcika [1988] przyjmowano, że wariancja wynosi zero.

Odziedziczalność indywidualną sensu stricto wewnątrz proveniencji obliczano według wzoru [3].

$$h_{ss}^2 = \frac{4\sigma_a^2}{\sigma_a^2 + \sigma_e^2} \quad [3]$$

gdzie:

$\sigma_a^2$  – wariancja rodowa

$\sigma_e^2$  – wariancja środowiskowa.

## Wyniki

Średnie wartości zaobserwowanych cech oraz ich zmienność zamieszczono w tabelach 3 i 4. Wzrostem drzew wyróżnia się proveniencja Tronçais. Średnia wysokość drzew jej rodów wyniosła w 2003 roku 251 cm, przy zakresie średnich rodowych od 204 cm do 307 cm. Proveniencja Zalesie osiągnęła średnią 211 cm, z zakresem od 187 do 244 cm. Proveniencja Zaporowo wykazała średnią wysokość 207 cm, z nieco większym zakresem: od 191 cm do 253 cm. Zróżnicowanie wysokości drzew wewnątrz każdego rodu jest jednak znaczne. Zmienność wysokości drzew wewnątrz rodów maleje nieco z wiekiem.

Udział komponentów genetycznych (tj. proveniencji i rodów) w całkowitej wariancji każdej cechy obrazuje tabela 4. Zwraca uwagę duża wartość udziału komponentów genetycznych dla materiału sadzeniowego (wysokość 1995), wynosząca blisko 44%. Obliczona na tej podstawie odziedziczalność wyniosła  $h^2=0,77$ . W następnych latach wpływ zmienności genetycznej na wzrost zupełnie zanikł, co można tłumaczyć szokiem przesadzeniowym oraz tym, że zmienność siedliska na powierzchni uprawy może być większa od jego zmienności w szkółce. W szóstym roku wzrostu na uprawie różnice genetyczne znów się uwidoczniają, a odziedziczalność wysokości dla lat 2001 do 2003 zmienia się od  $h^2=0,22$  do  $h^2=0,34$ .

Kształtowanie się komponentów genetycznych i odziedziczalności wewnątrz każdej proveniencji jest odmienne. Wyniki jednozmiennych analiz wariancji zawiera tabela 5. Istotnych w sensie statystycznym wyników jest niewiele. Zróżnicowania rodów proveniencji

**Tabela 1.**  
Schemat obliczeń dla modelu losowego dwustopniowej hierarchicznej analizy wariancji  
Calculation chart for the two-way analysis of variance for hierarchical randomised design

Źródło zmienności	Sumy kwadratów SQ	Stopnie swobody DF	Srednie kwadraty MQ	Wartości oczekiwane średnich kwadratów E(MQ)
Prowinencje (A)	$SQ(A) = \sum_t \frac{Y_{t..}^2}{N_t} - Y_{...}^2$	$a - 1 = 2$	$V_a = \frac{SQ(A)}{a - 1}$	$V_a = \sigma_e^2 + \lambda_2 \sigma_b^2 + \lambda_3 \sigma_a^2$
Rody wewn. proveniencji B(A)	$SQ(B(A)) = \sum_{ij} \frac{Y_{ij.}^2}{n_{ij}} - \sum_t \frac{Y_{t..}^2}{N_t}$	$B. - a$	$V_b = \frac{SQ(B(A))}{B. - a}$	$V_b = \sigma_e^2 + \lambda_1 \sigma_b^2$
Drzewa wewn. rodów (reszta)	$SQ(E) = \sum_{ijk} y_{ijk}^2 - \sum_{ij} \frac{Y_{ij.}^2}{n_{ij}}$	$N - B.$	$V_e = \frac{SQ(E)}{N - B.}$	$\sigma_e^2$
Ciałość	$SQ(T) = \sum_{ijk} y_{ijk}^2 - \frac{Y_{...}^2}{N}$	$N - 1$	$V_T = \frac{SQ(T)}{N - 1}$	$\sigma_T^2$

$$B. = \sum_t b_t \quad \lambda_1 = \frac{1}{B. - a} \left( N - \sum_t \frac{\sum_{ij} n_{ij}^2}{N_t} \right)$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{a - 1} \sum_{ij} n_{ij}^2 \left( \frac{1}{N_t} - \frac{1}{N} \right)$$

$$\lambda_3 = \frac{1}{a - 1} \left( N - \frac{1}{N} \sum_t N_t^2 \right)$$

Zalesie nie udowodniono, a oszacowane wartości odziedziczalności wynoszą zero lub są bliskie zera. Dla proveniencji Zaporowo udowodniono różnicowanie rodowe wysokości w 2002 roku, a odziedziczalność tej cechy wyniosła  $h^2=0,27$ . Rody należące do proveniencji Tronçais wykazały istotne różnicowanie wysokości dla lat 2000-2003, a odziedziczalność tej cechy wahała się od  $h^2=0,48$  do  $h^2=0,61$ .

Zebrane do tej pory dane obejmują 10 cech każdego drzewa na powierzchni. Cechy te skorelowano ze sobą przez obliczenie współczynnika korelacji liniowej. Wartości współczynników zebrano w tabeli 6. Wszystkie one są istotne, przynajmniej na poziomie  $\alpha=0,05$ . Oznacza to, że

każda cecha jest skorelowana z każdą inną cechą. Korelacje te słabną jednak w miarę czasowego oddalania się. Najsilniejsze, niemal pełne korelacje występują między wysokościami z sąsiednich lat. Cechy sadzonek (wysokość i liczba odgałęzień strzałki) najsilniej, choć nieściśle, korelują z wysokością zaraz po posadzeniu, lecz korelują także z wysokością 11-letnich drzew.

## Dyskusja

Szybki wzrost w młodości umożliwia stosowanie krótkich cykli produkcyjnych sadzonek, szybsze wychodzenie z okresu zagrożenia chwastami i żerem zwierzyny oraz wyrastanie z przygruntowej warstwy powietrza, w której częste są przymrozki. Zmienność genetyczna wysokości młodych drzewek *Q. robur* jest rozmaita u różnych populacji, na ogół jest jednak wysoka. Vidaković i inni [2000] otrzymali dla trzech populacji chorwackich odziedziczalność wysokości dla wieku do 9 lat wynoszącą od 0,70 do 0,90. Taki wynik wskazuje, że selekcja drzew na szybkość wzrostu w młodości może być bardzo skuteczna. Odziedziczalność wysokości 5-letnich *Q. robur* w Szwecji oszacowana na podstawie danych Baliuckasa, Langerströma i Erikssona [2001] wynosiła dla różnych populacji od 0,26 do 0,66. W doświadczeniu Jensena i innych [1997] odziedziczalność wysokości duńskich populacji *Q. robur* w wieku 17 lat wyniosła 0,46, i była większa od odziedziczalności pierśnicy (0,10), ale mniejsza od odziedziczalności prostoci pni (0,79) i wytwarzania wilków (0,51). W naszym doświadczeniu w populacji Zalesie stwierdzono odziedziczalność wysokości młodych dębów wynoszącą blisko 0, w populacji Zaporowo najlepszy wynik wyniósł  $h^2=0,27$  a w populacji Tronçais  $h^2=0,61$ .

Odziedziczalność jest ilorazem dwóch wariacji: genetycznej i fenotypowej. Na wariację fenotypową składają się wariacja genetyczna i środowiskowa. Przy jednakowej zmienności genetycznej wielkość odziedziczalności zależy wyłącznie od wielkości mianownika, a więc od wielkości wariacji środowiskowej. Przy stałej zmienności środowiskowej odziedziczalność jest tym większa, im większa jest zmienność genetyczna. Odziedziczalność może więc być miarą zmienności genetycznej, na równi z komponentem wariacji genetycznej oznaczonym w analizie wariacji. Na powierzchni w Bolesławcu populacja Tronçais wykazała ponad cztery razy większą zmienność genetyczną od populacji Zaporowo. Zmienności genetycznej wewnątrz populacji

Tabela 2.

Schemat obliczeń dla modelu losowego jednozmienniej analizy wariacji  
Calculation chart for one-way analysis of variance for randomised design

Źródło zmienności	Sumy kwadratów SQ	Stopnie swobody DF	Średnie kwadraty MQ	Wartości oczekiwane średnich kwadratów E(MQ)
Rody (A)	$SQ(A) = \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n_i} - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$a - 1$	$V_a = \frac{SQ(A)}{a - 1}$	$V_a = \sigma_e^2 + \frac{\sigma_a^2}{a - 1} \left( \sum_{i=1}^a \frac{n_i^2}{N} \right)$
Drzewa wewn. rodów (reszta)	$SQ(E) = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^a \frac{Y_i^2}{n_i}$	$N - a$	$V_e = \frac{SQ(E)}{N - a}$	$V_e = \sigma_e^2$
Całość	$SQ(T) = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \frac{Y_{..}^2}{N}$	$N - 1$	$V_T = \frac{SQ(T)}{N - 1}$	$V_T = \sigma_T^2$

Tabela 3.

Średnie wartości cech proweniencji i rodów. Wysokości podano w cm  
 Mean values of provenance and family traits. Heights are given in cm

Proweniencja i nr rodu	Liczba odga- łęzień 1995	Wysokość 1995	Wysokość 1996	Wysokość 1997	Wysokość 1998	Wysokość 1999	Wysokość 2000	Wysokość 2001	Wysokość 2002	Wysokość 2003
Tron 296	5,65	41,65	47,55	65,25	90,55	113,65	159,20	228,89	247,89	280,79
Tron 306	4,30	36,30	39,20	53,70	82,80	90,80	124,40	167,40	191,50	213,05
Tron 307	3,85	31,95	37,05	50,80	69,74	90,00	117,20	174,21	206,25	242,65
Tron 310	4,45	33,80	37,80	58,65	86,95	119,00	173,68	237,84	274,00	306,89
Tron 314	3,74	33,53	38,68	50,84	71,50	89,38	123,12	160,11	183,06	204,06
Tron 316	3,45	29,65	33,80	48,10	75,90	102,50	147,85	212,00	226,95	257,75
Tron 318	4,24	34,49	39,02	54,59	79,79	101,28	141,09	196,67	221,59	250,93
Zal 202	1,90	24,70	32,55	47,00	65,95	88,10	117,10	161,37	186,37	206,15
Zal 203	3,25	29,65	36,10	49,50	73,26	91,05	126,58	181,25	194,56	199,47
Zal 204	3,45	32,60	40,75	54,00	77,80	98,10	122,58	153,79	171,16	200,58
Zal 213	2,75	34,85	40,00	51,30	72,60	91,05	130,80	167,90	178,20	196,30
Zal 214	3,24	34,14	41,19	52,10	78,05	96,80	134,15	177,83	196,37	211,05
Zal 215	3,20	38,20	47,50	61,00	87,05	105,37	138,16	193,95	214,74	244,37
Zal 226	2,05	29,55	39,65	49,20	72,11	90,37	118,84	163,20	170,32	187,53
Zal 228	3,00	31,35	39,05	53,30	79,63	95,79	121,58	170,71	187,83	208,22
Zal 229	2,45	26,70	34,85	48,00	64,85	83,85	110,15	156,53	184,37	218,37
Zal 231	3,20	28,40	37,30	49,00	62,15	88,68	112,60	161,11	169,35	204,75
Zal 233	2,65	32,90	38,90	55,35	71,80	97,11	133,84	182,78	218,11	244,39
Zalesie	2,83	31,20	38,90	51,80	73,18	93,26	124,14	169,93	187,93	210,86
Zap 236	3,35	37,80	42,05	56,00	88,25	112,15	149,30	212,05	240,11	252,50
Zap 238	5,35	39,00	41,95	56,50	77,30	101,00	122,25	156,55	176,55	190,95
Zap 239	3,45	29,35	37,40	46,15	79,21	95,47	110,95	172,31	177,39	196,33
Zap 240	3,30	31,95	36,25	51,05	74,00	96,15	124,00	156,60	185,15	214,55
Zap 243	3,00	33,80	39,95	52,75	78,30	94,90	117,50	171,76	175,21	195,00
Zap 245	4,55	35,10	40,90	54,90	84,42	102,94	128,11	166,63	190,13	199,41
Zap 247	2,55	33,70	40,80	48,50	65,05	82,75	108,15	148,84	176,26	199,16
Zaporowo	3,65	34,39	39,90	52,26	78,02	97,85	122,82	169,00	188,62	207,32
Wszystkie	3,42	32,94	39,22	52,63	76,24	96,60	127,95	176,56	196,75	219,98

## 10 Władysław Barzdajn

Tabela 4.

Udział komponentów genetycznych w ogólnej wariancji  
Participation of genetic components in the total variance

Cecha	Udział w ogólnej wariancji			Odziedziczalność $h^2$
	proweniencji	rodów	razem proveniencji i rodów	
Liczba odgałęzień 1995	0,0705	0,0358	0,1063	0,14
Wysokość 1995	0,2445	0,1919	0,4364	0,77
Wysokość 1996	0,0000	0,0064	0,0064	0,03
Wysokość 1997	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Wysokość 1998	0,0000	0,0203	0,0203	0,08
Wysokość 1999	0,0000	0,0000	0,0000	0,00
Wysokość 2000	0,0186	0,0066	0,0252	0,03
Wysokość 2001	0,0112	0,0860	0,0972	0,34
Wysokość 2002	0,0171	0,0620	0,0791	0,25
Wysokość 2003	0,0207	0,0556	0,0763	0,22

Tabela 5.

Udział wariancji rodowej wewnątrz badanych proveniencji, odziedziczalność i istotność zróżnicowania międzyrodowego  
Participation of the intrafamily variance for analysed provenances, heritability and significance of interfamily differences

Cecha	Proweniencja								
	Tronçais			Zalesie			Zaporowo		
	$r$	$h^2$	$\alpha$	$r$	$h^2$	$\alpha$	$r$	$h^2$	$\alpha$
Liczba odgałęzień 1995	0,1001	0,40	ni	0,0018	0,02	ni	0,2110	0,84	0,012
Wysokość 1995	0,1147	0,46	ni	0,0585	0,23	ni	0,0000	0,00	ni
Wysokość 1996	0,1177	0,47	ni	0,0275	0,11	ni	0,0000	0,00	ni
Wysokość 1997	0,0959	0,38	ni	0,0000	0,00	ni	0,0000	0,00	ni
Wysokość 1998	0,0104	0,04	ni	0,0089	0,04	ni	0,0000	0,00	ni
Wysokość 1999	0,0568	0,23	ni	0,0000	0,00	ni	0,0033	0,01	ni
Wysokość 2000	0,1203	0,48	0,004	0,0000	0,00	ni	0,0325	0,13	ni
Wysokość 2001	0,1532	0,61	0,001	0,0049	0,02	ni	0,0537	0,21	ni
Wysokość 2002	0,1448	0,58	0,001	0,0308	0,12	ni	0,0680	0,27	0,034
Wysokość 2003	0,1528	0,61	0,001	0,0236	0,09	ni	0,0313	0,13	ni

$r$  – współczynnik korelacji wewnątrzklasowej  $r = \sigma_a^2 / \sigma_T^2$ ;  $h^2$  – odziedziczalność;  $\alpha$  – osiągnięty poziom istotności zróżnicowania rodów (ni oznacza  $\alpha > 0,05$ )

$r$  – współczynnik korelacji wewnątrzklasowej  $r = \sigma_a^2 / \sigma_T^2$ ;  $h^2$  – odziedziczalność;  $\alpha$  – osiągnięty poziom istotności zróżnicowania rodów (ni oznacza  $\alpha > 0,05$ )

Zalesie w ogóle nie udało się wykazać, co nie znaczy, że jej nie ma. Wniosek ten dotyczy wyłącznie badanych cech.

Na podstawie tych wyników nie można jeszcze oceniać wartości poszczególnych populacji. W selekcji dębów szybki wzrost po posadzeniu ma znaczenie dla adaptacji do warunków uprawy, nie jest jednak jedynym kryterium oceny, co ma znaczenie dla każdego innego kierunku selekcji. Wynik doświadczenia sygnalizuje, że selekcja na wzrost wysokości w okresie juvenilnym jest możliwa także wewnątrz polskich populacji dębów.

Zmienność genetyczna ujawniła się w warunkach powierzchni porównawczej w Bolesławcu dopiero po przełamaniu szoku sadzeniowego i adaptowaniu się dębów do lokalnych warunków. Wzrost odległej geograficznie populacji Tronçais jest w Bolesławcu lepszy od bliższych geograficznie populacji polskich.



Tabela 6.

Współczynniki korelacji liniowej pomiędzy zaobserwowanymi cechami dębów na powierzchni porównawczej w Bolesławcu. Wszystkie wartości są istotne co najmniej na poziomie  $\alpha=0,05$

Coefficients of linear correlation between observed oak traits on the comparative plot in Bolesławiec. All values are significant at the level equal or higher than  $\alpha=0,05$

Rok	Liczba odgałęzień	Wysokość dębów							
		1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
1995	0,55	–	–	–	–	–	–	–	–
1996	0,48	0,94	–	–	–	–	–	–	–
1997	0,43	0,76	0,78	–	–	–	–	–	–
1998	0,38	0,68	0,70	0,86	–	–	–	–	–
1999	0,37	0,64	0,65	0,77	0,87	–	–	–	–
2000	0,30	0,53	0,53	0,63	0,75	0,86	–	–	–
2001	0,25	0,47	0,48	0,57	0,70	0,80	0,90	–	–
2002	0,24	0,46	0,46	0,56	0,65	0,77	0,85	0,91	–
2003	0,21	0,41	0,42	0,51	0,60	0,72	0,81	0,87	0,96

## Wnioski

- ✚ Układ doświadczenia według Burzyńskiego i Mądrego (l.c.) umożliwia opracowanie wyników z zastosowaniem innych modeli matematycznych analizy niż zaproponowany przez tych autorów, co ma znaczenie gdy przypadkowe ubytki drzew uniemożliwią jego zastosowanie.
- ✚ Wzrost dębów w juvenilnej fazie rozwoju jest cechą podatną na selekcję. Zmienność genetyczna może nie ujawnić się w okresie zaraz po założeniu doświadczenia. Na powierzchni w Bolesławcu dęby wykazały zróżnicowanie genetyczne wzrostu wysokości dopiero po 6 latach.
- ✚ Francuska populacja Tronçais okazała się bardziej genetycznie zmienna (pod względem wzrostu wysokości w okresie młodocianym) od polskich populacji Zalesie i Zaporowo, i charakteryzuje się większym od nich potencjałem wzrostowym.

## Literatura

- Baliuckas V., Lagerström T., Eriksson G. 2001. Within-population variation in juvenile growth rhythm and growth in *Quercus robur* L. and *Fagus sylvatica* L. *Forest Genetics* 8 (4): 259-269.
- Banach J. 2002. Zmienność wewnątrzgatunkowa dębu szypułkowego testowanego na powierzchni doświadczalnej w Leśnictwie Chrostowa. *Rocz. AR w Krakowie* 394: 131-145.
- Barzdajn W. 1993. Preliminary results of an experiment with Polish provenances of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.). *Ann. Sci. For.* 50 suppl. 1: 222-227.
- Barzdajn W. 1999. Badania proveniencyjne nad zmiennością buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) i dębów (*Quercus robur* L. i *Q. petraea* [Matt.] Liebl.) prowadzone w Katedrze Hodowli Lasu Akademii Rolniczej w Poznaniu. IBL, Materiały I konferencji leśnej „Stan i perspektywy badań z zakresu hodowli lasu”, Sękocin 18–19 maja 1999. 149-153.
- Barzdajn W. 2000. Proveniencyjne doświadczenie z dębami (*Quercus robur* L. i *Q. petraea* [Matt.] Liebl.) z 1993 roku w nadleśnictwach Milicz i Oborniki Śląskie. *Sylwan* 144 (12): 57-67.
- Barzdajn W. 2002. Gatunkowe i proveniencyjne zróżnicowanie dębów (*Quercus robur* L. i *Q. petraea* [Matt.] Liebl.) w doświadczeniu proveniencyjnym z 1993 roku. *Rocz. AR w Krakowie* 394: 189-198.
- Burzyński G., Mądry W. 1994. Design for Genetic Field Experiments with Permuted Neighbourhoods for Genotypes and Planned Systematic Thinnings to eliminate Competition. *Silvae Genetica* 43 (2-3): 114-118.
- Chmura D. J. 2002. Fenologia wiosennego rozwoju polskich proveniencji dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) i bezszypułkowego (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.). *Sylwan* 146 (4): 97-103.
- Fober H. 1994a. Przegląd doświadczeń proveniencyjnych dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) i bezszypułkowego (*Q. petraea* Liebl.). *Sylwan* 138 (1): 89-97.
- Fober H. 1994b. Międzynarodowe doświadczenie proveniencyjne nad dębem bezszypułkowym *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Arboretum Kórnickie* 39: 109-124.

## 12 Władysław Barzdajn

- Fober H. 1998. Provenance experiment with pedunculate (*Quercus robur* (L.) and sessile (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.) oaks established in 1968. Arb. Kórn. 43: 67-78.
- Jensen J. S., Wellendorf H., Jäger K., De Vries S. M. G., Jensen V. 1997. Analysis of a 17-year old Dutch open-pollinated progeny trial with *Quercus robur* (L.). Forest Genetics 4 (3): 139-147.
- Rasch D. [red.] 1983. Biometrie. Einführung in die Biostatistik. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Trętowski J., Wójcik A. 1988. Metodyka doświadczeń rolniczych. Wydawnictwo Uczelniane WSR-P, Siedlce.
- Vidaković M., Kajba D., Bogdan S., Podnar V., Bećarević J. 2000. Estimation of genetic gain in a progeny trial of pedunculate oak (*Quercus robur* L.). Glas. šum. pokuse (Zagreb) 37: 375-381.

### SUMMARY

#### The provenance and family variance in pedunculate oak (*Quercus robur* L.) height on the comparative plot established in 1996 in Bolesławiec Forest District

The paper contains results of the provenance-family experiment with three provenances and 24 families. Each family is a half-sib from open pollination represented by 20 trees. The distribution of trees permitted to apply one-way analysis of variance for hierarchical and completely randomised design. An increase in height of trees at the age of 3 to 11 years was observed. The genetic variance of 3-year-old seedlings participated in up to 44% to the total variance. In subsequent years, this participation was near zero due to a decrease in participation of environmental variance after outplanting. At the age of 9, the genetic component of the variance was noted again. Depending on the provenance the heritability values for height at the age of 9 to 11 ranged between near zero (provenance Zalesie) and 0.61 (provenance Tronçais).

The results do not permit to evaluate individual populations. In tree selection the rapid rate of growth of oak is important for their adaptation to site conditions, however, it is not the only criterion. The experiment results indicate that selection for height growth during a juvenile phase is also possible in Polish populations of oaks.

Genetic variation of oaks occurred on the comparative plot in Bolesławiec after recovering from planting shock and adaptation to local conditions. The growth of geographically distant Tronçais oak population appeared to be superior to Polish populations.