

HENRYK FOBER

Wewnątrzgatunkowa zmienność dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) w doświadczeniu proveniencyjno-rodowym

Abstract

Fober H. 1999. Intrapopulational variation of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) in a progeny within provenance experiment. Arbor. Kórnickie 44: 59–72.

Pedunculate oaks (*Quercus robur* L.) have been grown in a field experiment established in Forest District Choczewo in 1996. The oaks belong to 24 open-pollinated families from three populations, two from central and northern Poland (Zalesie and Zaporowo) and one from central France (Tronçais). Measurements of tree height at age 3, 4 and 5 years indicate significant differences among progenies. More differentiated were progenies within provenances Zalesie and Zaporowo. The number of side shoots and flushing rate are differentiated on both provenance and progeny level. Oaks from Tronçaise were early and those from Poland late flushing. Range of progeny variation for Polish origins was two times greater than that for the French origin.

Estimated heritabilities are high, and the greatest values are for the rate of spring flushing. For all studied traits, heritabilities for single trees have lower values than at provenance or progeny levels.

These preliminary results on juvenile material already confirm that study at progeny level is useful. Great heritability values obtained for the studied traits encourage to continue the genetic improvement program.

Additional key words: tree height, side shoots, flushing, heritability.

Address: H. Fober, Polish Academy of Sciences, Institute of Dendrology, 62-035 Kórnik, Poland.

WSTĘP

Dąb szypułkowy jest gatunkiem bardzo popularnym w całej Europie i posiada duży naturalny zasięg występowania, co zwykle pociąga za sobą zmienność wewnątrzgatunkową. Stąd od wielu lat istnieje zainteresowanie rasami dębów. Duża genetyczna zmienność wewnątrz poszczególnych populacji sprawiła, że coraz częściej oprócz licznych doświadczeń proveniencyjnych zakładane są tak zwane doświadczenia proveniencyjno-rodowe. W ich skład wchodzi najczęściej rody z wol-

nego zapylenia, czyli potomstwo pojedynczych matek, charakteryzujące zmienność wewnątrz danej populacji przy założeniu mieszaniny wspólnej puli ojcowskiej pyłku.

Z inicjatywy Instytutu Badawczego Leśnictwa i przy współpracy z Zakładem Nasiennictwa i Selekcji Drzew AR w Krakowie, Zakładem Selekcji, Nasiennictwa i Szkółkarstwa Leśnego AR w Poznaniu oraz Zakładem Genetyki Instytutu Dendrologii PAN w Kórniku, w 1996 roku założono serię takich doświadczeń obejmujących rody dwóch populacji polskich i jednej francuskiej. Celem tych badań jest porównanie proveniencji bardzo odległych geograficznie oraz poznanie ich zmienności wewnątrzpopulacyjnej. Kilka lokalizacji pozwoli również na stwierdzenie ewentualnych interakcji między genotypem a środowiskiem, na poziomie proveniencyjnym czy rodowym. Można również przy tej okazji badać zdolność przystosowawczą poszczególnych populacji do danych warunków siedliskowych, jak również możliwości przenoszenia do innych, różnych pod względem klimatycznym regionów geograficznych.

W niniejszej publikacji przedstawiono wstępne wyniki dotyczące jednej z tych powierzchni doświadczalnych, założonej przez Instytut Dendrologii PAN w nadleśnictwie Choczewo na północy Polski.

METODYKA

Żołędzie dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) zebrane w 1992 roku z pojedynczych drzew, w sumie 24 rody z wolnego zapylenia, pochodzą z Nadleśnictwa Zaporowo z północnej Polski (7 rodów), z Nadleśnictwa Chojnów k. Warszawy (12 rodów) oraz z Tronçais z Francji (5 rodów). W tabeli 1 przedstawiono numery rodów poszczególnych proveniencji. Nasiona wysiano w szkółce leśnej Rębusz w Nadleśnictwie Bierzwnik. W kwietniu 1996 roku trzyletnie sadzonki wyjęto ze szkółki i przygotowano je w lodowni do transportu, pakując po 40 sadzonek w folii, z korzeniami umieszczonymi w mokrym torfie. Sadzonki posadzono na terenie starej szkółki leśnej Nadleśnictwa Choczewo. W tabeli 2 przedstawiono lokalizację powierzchni doświadczalnej. Zaprojektowano ją metodą pojedynczych drzew (Burzyński i Mądry 1994). Przed sadzeniem powierzchnię przygotowano pełną orką, zbronowano i odchwaszczono. Sadzono 25 kwietnia, w dołki, w wieźbie 2,20 m × 2,20 m, w 12 rzędach po 40 sadzonek w rzędzie. Plan rozmieszczenia rodów na powierzchni przedstawiono na ryc. 1. W sumie posadzono 480 dębów reprezentujących 3 populacje. Sadzonki każdego rodu są reprezentowane przez 20 drzew. Na narożnikach powierzchni oraz w połowie dłuższych boków wkopano betonowe słupki, w odległości 1 metra od najbliższego drzewka. Wiosną następnego roku powierzchnię ogrodzono siatką. Ziemia wokół sadzonek jest motyczona, a między pasami i rzędami spulchniana.

Na powierzchni wykonano dotychczas następujące pomiary i obserwacje:

1. Trzykrotny pomiar wysokości wszystkich sadzonek, a mianowicie wiosną 1996 roku, czyli bezpośrednio po posadzeniu, jesienią 1996 roku oraz jesienią 1997 roku.

Tabela 1

Pochodzenia 24 rodów dębu szypułkowego posadzonych na powierzchni w Nadleśnictwie Choczewo

Table 1

List of 24 progenies within provenances of pedunculate oak used in the experiment in Forest District Choczewo

Proweniencja Provenance	Numer drzewa Tree number	Numer rodu Progeny number
Zalesie	2	202
Zalesie	3	203
Zalesie	4	204
Zalesie	13	213
Zalesie	14	214
Zalesie	15	215
Zalesie	27	226
Zalesie	29	228
Zalesie	30	229
Zalesie	32	231
Zalesie	34	233
Zaporowo	3	236
Zaporowo	5	238
Zaporowo	6	239
Zaporowo	7	240
Zaporowo	10	243
Zaporowo	12	245
Zaporowo	14	247
Tronçais	17	296
Tronçais	27	306
Tronçais	28	307
Tronçais	31	310
Tronçais	35	314
Tronçais	37	316

2. Wiosną i jesienią 1996 roku policzono pędy boczne u wszystkich sadzonek, a ponadto jesienią pomierzono długości pędów bocznych.

3. 8 maja 1998 roku odnotowano stopień pędzenia wszystkich roślin według następującej pięciostopniowej skali (Kleinschmit i Svolba 1979): 1 – pączki w spoczynku lub początek pęcznienia widoczny jako odginanie się łusek pąka, 2 – pączki napęczniałe, początek otwierania się, szerokie przerwy między łuskami, w pewnym stopniu już odchyłone, 3 – pąki pęknięte, widoczne brzegi liści, jeszcze niewidoczny cały liść, 4 – całe liście widoczne, już rozpostarte, ale jeszcze bardzo małe i skierowane ku górze, 5 – liście w pełni rozwinięte, głównie skierowane ku dołowi.

Wyniki pomiarów poddano hierarchicznej analizie wariancyjnej z wykorzystaniem całkowitej zmienności, określając istotność różnic poszczególnych elementów doświadczalnych (tab. 3).

Tabela 2

Lokalizacja powierzchni doświadczalnej

Table 2

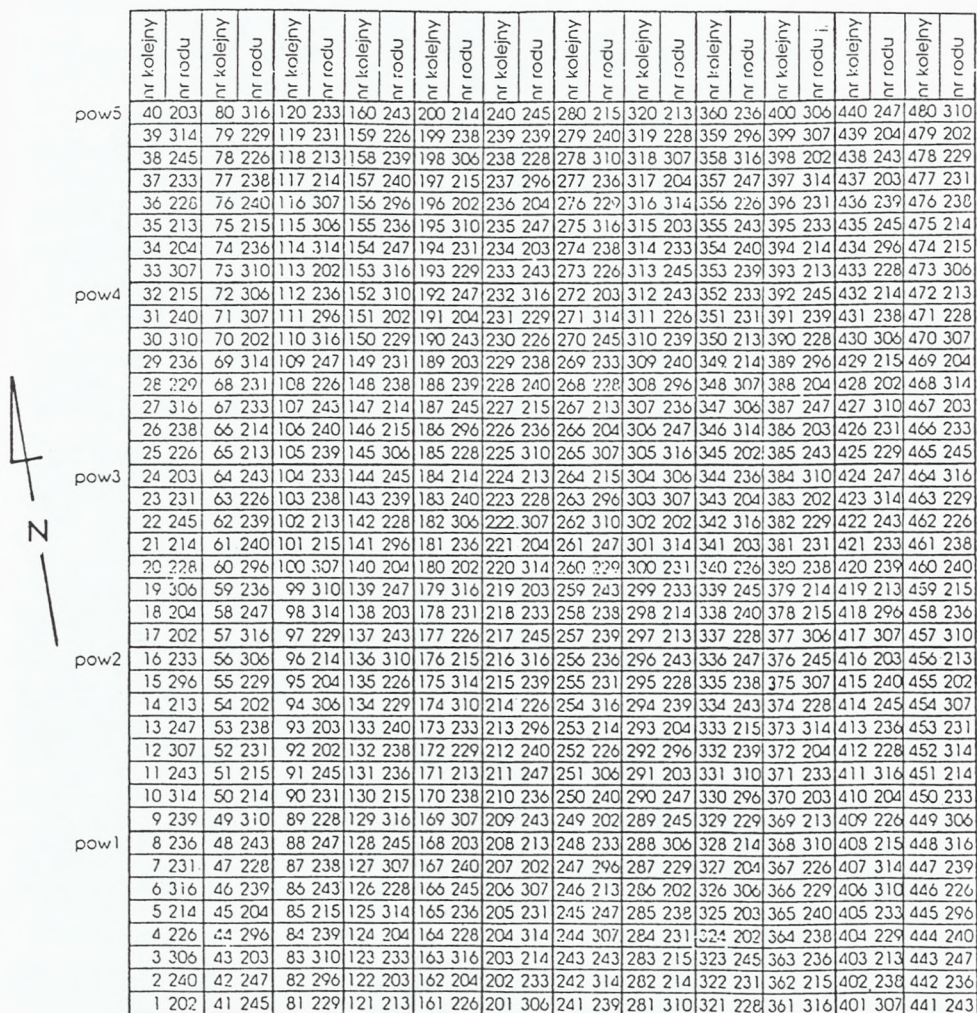
Locality of the field experiment

RDLP/Forest Region	Gdańsk
Nadleśnictwo/For. District	Choczewo
Obręb/For. Sub-district	Młot
Leśnictwo/For. Range	Dąbrówka
Oddział/Comp.	128 f
Szerokość geogr./Lat.	54°40'
Długość geogr./Long.	17°58'
Wysokość npm/Alt.	100 m
Wymiary powierzchni Dimension of field exp.	24,2 m × 85,8 m
Powierzchnia doświadczenia Area of field exp.	0,2 ha

WYNIKI

Pod względem wszystkich mierzonych i obserwowanych cech bardzo istotnie różnią się rody, zarówno traktowane równorzędnie, jako potomstwo poszczególnych matek, jak i rody wewnątrz badanych populacji. Zróżnicowanie proveniencyjne jest dla większości cech statystycznie nieistotne. Jedynie początek wiosennego pędzenia drzew (istotność na poziomie 0,01), jak również liczba pędów bocznych 3-letnich drzewek (istotność na poziomie 0,05) zależą od pochodzenia nasion (tab. 3).

Średnia dla całego doświadczenia wysokość trzyletnich dębów wynosiła 40,2 cm, czteroletnich 44,5 cm, a pięcioletnich 47,5 cm (tab. 4). Zróżnicowanie proveniencyjne, chociaż nieistotne statystycznie, wskazuje, że lepiej od polskich rosły dęby populacji francuskiej Tronçais. W trzecim roku były wyższe o 15%, a w czwartym i piątym o 11% w porównaniu z rodzimymi populacjami Zalesie i Zaporowo. Natomiast zróżnicowanie rodowe jest dwukrotnie wyższe wewnątrz populacji polskich niż we francuskiej. W obrębie populacji Zalesie najniższą wysokość wykazują dęby rodu nr 215, natomiast najwyższe są dęby rodu nr 203. W zależności od terminu pomiaru dęby rodu nr 203 są wyższe o 49%–56% od dębów rodu nr 215. Wewnątrz proveniencji Zaporowo najlepiej rosnące drzewa należą do rodu 238, a najgorzej rosnące w zależności od roku to rody 239, 240 lub 245. Wartość średnia dla rodu 238 jest wyższa odpowiednio o 62%, 53% i 46% w kolejnych pomiarach od średniej dla rodu o najniższym wzroście. Wewnątrz proveniencji Tronçais ród 310 jest naj-



	nr kolejny	nr rodu	nr kolejny	nr rodu	nr kolejny	nr rodu	nr kolejny	nr rodu	nr kolejny	nr rodu	nr kolejny	nr rodu	nr kolejny	nr rodu	nr kolejny	nr rodu	nr kolejny	nr rodu	nr kolejny	nr rodu					
pow5	40	203	80	316	120	233	160	243	200	214	240	245	280	215	320	213	360	236	400	306	440	247	480	310	
	39	314	79	229	119	231	159	226	199	238	239	239	279	240	319	228	359	296	399	307	439	204	479	202	
	38	245	78	226	118	213	158	239	198	306	238	228	278	310	318	307	358	316	398	202	438	243	478	229	
	37	233	77	238	117	214	157	240	197	215	237	296	277	236	317	204	357	247	397	314	437	203	477	231	
	36	226	76	240	116	307	156	296	196	202	236	204	276	229	316	314	356	226	396	231	436	239	476	230	
	35	213	75	215	115	306	155	236	195	310	235	247	275	316	315	203	355	243	395	233	435	245	475	214	
	34	204	74	236	114	314	154	247	194	231	234	203	274	238	314	233	354	240	394	214	434	296	474	215	
	33	307	73	310	113	202	153	316	193	229	233	243	273	226	313	245	353	239	393	213	433	228	473	306	
	pow4	32	215	72	306	112	236	152	310	192	247	232	316	272	203	312	243	352	233	392	245	432	214	472	213
		31	240	71	307	111	296	151	202	191	204	231	229	271	314	311	226	351	231	391	239	431	238	471	228
30		310	70	202	110	316	150	229	190	243	230	226	270	245	310	239	350	213	390	228	430	306	470	307	
29		236	69	314	109	247	149	231	189	203	229	238	269	233	309	240	349	214	389	296	429	215	469	204	
28		229	68	231	108	226	148	238	188	239	228	240	268	228	308	296	348	307	388	204	428	202	468	314	
27		316	67	233	107	243	147	214	187	245	227	215	267	213	307	236	347	306	387	247	427	310	467	203	
26		238	66	214	106	240	146	215	186	296	226	236	266	204	306	247	346	314	386	203	426	231	466	233	
25		226	65	213	105	239	145	306	185	228	225	310	265	307	305	316	345	202	385	243	425	229	465	245	
pow3		24	203	64	243	104	233	144	245	184	214	224	213	264	215	304	306	344	236	384	310	424	247	464	316
		23	231	63	226	103	238	143	239	183	240	223	228	263	296	303	307	343	204	383	202	423	314	463	229
	22	245	62	239	102	213	142	228	182	306	222	307	262	310	302	202	342	316	382	229	422	243	462	226	
	21	214	61	240	101	215	141	296	181	236	221	204	261	247	301	314	341	203	381	231	421	233	461	238	
	20	228	60	296	100	307	140	204	180	202	220	314	260	229	300	231	340	226	380	238	420	239	460	240	
	19	306	59	236	99	310	139	247	179	316	219	203	259	243	299	233	339	245	379	214	419	213	459	215	
	18	204	58	247	98	314	138	203	178	231	218	233	258	238	298	214	338	240	378	215	418	296	458	236	
	17	202	57	316	97	229	137	243	177	226	217	245	257	239	297	213	337	228	377	306	417	307	457	310	
	pow2	16	233	56	306	96	214	136	310	176	215	216	316	256	236	296	243	336	247	376	245	416	203	456	213
		15	296	55	229	95	204	135	226	175	314	215	239	255	231	295	228	335	238	375	307	415	240	455	202
14		213	54	202	94	306	134	229	174	310	214	226	254	316	294	239	334	243	374	228	414	245	454	307	
13		247	53	238	93	203	133	240	173	233	213	296	253	214	293	204	333	215	373	314	413	236	453	231	
12		307	52	231	92	202	132	238	172	229	212	240	252	226	292	296	332	239	372	204	412	228	452	314	
11		243	51	215	91	245	131	236	171	213	211	247	251	306	291	203	331	310	371	213	411	316	451	214	
10		314	50	214	90	231	130	215	170	238	210	236	250	240	290	247	330	296	370	203	410	204	450	233	
9		239	49	310	89	228	129	316	169	307	209	243	249	202	289	246	329	229	369	213	409	226	449	306	
pow1		8	236	48	243	88	247	128	245	168	203	208	213	248	233	288	306	328	214	368	310	408	215	448	316
		7	231	47	228	87	238	127	307	167	240	207	202	247	296	287	229	327	204	367	226	407	314	447	239
	6	316	46	239	86	243	126	228	166	245	206	307	246	213	286	202	326	306	366	229	406	310	446	226	
	5	214	45	204	85	215	125	314	165	236	205	231	245	247	285	238	325	203	365	240	405	233	445	296	
	4	226	44	296	84	239	124	204	164	228	204	314	244	307	284	231	324	202	364	238	404	229	444	296	
	3	306	43	203	83	310	123	233	163	316	203	214	243	243	283	215	323	245	363	236	403	213	443	247	
	2	240	42	247	82	296	122	203	162	204	202	233	242	314	282	214	322	231	362	215	402	238	442	236	
	1	202	41	245	81	229	121	213	161	226	201	306	241	239	281	310	321	228	361	316	401	307	441	243	

Ryc. 1. Plan rozmieszczenia rodów dębu na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Choczewo, Leśnictwie Dąbrówka, oddz. 128f

Fig. 1. Randomized design of the experiment established in Forest District Choczewo, For. Range Dąbrówka, comp. 128f. The numbers of each plot indicate successive tree number and progeny number

wyższy, a 296 – najniższy. Różnice między średnimi dla rodów wartościami ekstremalnymi nie sięgają 20%.

Średnia liczba pędów bocznych trzyletnich dębów wynosiła 4,3 szt. u drzewek proveniencji Zalesie i Zaporowo oraz 6,0 szt. u drzewek proveniencji Tronçais przy wartości średniej dla całego doświadczenia 4,7 szt. (tab. 5). U roślin czteroletnich średnia liczba pędów bocznych wzrosła do wartości 6,8. Stwierdzono brak istotnych

Tabela 3

Istotność zróżnicowania różnych cech w analizie wariancyjnej (test F)

Table 3

Significance of differences for various characters in variance analysis (F test)

Źródło zmienności Source of variation	Wysokość drzew Tree height			Liczba pędów bocznych Number of side shoots		Suma długości pędów Total shoots length	Średnia długość pędów Mean shoot length	Stopień pędzenia Flushing rate
	3	4	5	3	4			
Wiek/Tree age								
Rody Progenies	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx
Prowieniecje Provenances	-	-	-	x	-	-	-	xx
Rody w proveniencjach Progenies within proven.	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx

x istotność na poziomie 0,05 / significant at 0,05

xx istotność na poziomie 0,01 / significant at 0,01

- brak istotnego zróżnicowania / non-significant

Tabela 4

Wysokość drzew (w cm) po 3, 4, i 5 sezonie wegetacyjnym. Wartości średnie dla proveniencji oraz rozrzut i zakres wartości dla rodów

Table 4

Tree height (cm) after 3, 4 and 5 vegetative seasons. Mean values for provenances, progeny variability and its range

Prowieniecja Provenance	Wysokość 3-letnich Tree height at the age 3 years			Wysokość 4-letnich Tree height at the age 4 years			Wysokość 5-letnich Tree height at the age 5 years		
	średnia mean	rozrzut rodów progeny variability	zakres range	średnia mean	rozrzut rodów progeny variability	zakres range	średnia mean	rozrzut rodów progeny variability	zakres range
Zalesie	38,7	31,2–48,2	17,0	43,6	35,7–55,8	20,1	46,8	39,0–58,2	19,2
Zaporowo	38,7	29,8–48,2	18,4	42,9	35,3–54,2	18,9	45,4	38,4–56,1	17,7
Tronçais	44,8	40,5–48,5	8,0	47,9	43,7–51,5	7,8	51,4	47,4–56,3	8,9
Średnie/Mean	40,2	x	x	44,5	x	x	47,5	x	x

różnic między proveniencjami. Natomiast niezależnie od terminu obserwacji bardzo istotne są różnice między rodami. U dębów trzyletnich różnice między rodami wewnątrz proveniencji wahają się od 2,4 do 3,8 sztuk w zależności od populacji, a u dębów czteroletnich od 3,0 do 7,2. U tych drugich wyraźnie mniejsze zróżnicowanie rodów obserwujemy w proveniencji Tronçais. Wśród drzew proveniencji Zalesie najmniej pędów bocznych jest średnio w rodzie nr 215 (odpowiednio 3,2 i 4,2 szt.), a najwięcej w rodzie 202 (5,6 szt.) po trzecim sezonie lub 203 (11,4 szt.) po czwartym

Tabela 5

Średnia liczba pędów bocznych na drzewku (sztuk) po 3. i 4. sezonie wegetacyjnym. Wartości średnie dla proveniencji oraz rozrzut i zakres wartości dla rodów

Table 5

Mean number of side shoots per tree after the 3rd, 4th and 5th vegetative season. Mean values for provenances, progeny variability and its range

Proveniencja Provenance	Liczba pędów po 3. sezonie Number of shoots after 3rd season			Liczba pędów po 4. sezonie Number of shoots after 4th season		
	średnia mean	rozrzut rodów progeny variability	zakres range	średnia mean	rozrzut rodów progeny variability	zakres range
Zalesie	4,3	3,2–5,6	2,4	6,7	4,2–11,4	7,2
Zaporowo	4,3	3,3–6,2	2,9	7,2	4,6–11,6	7,0
Tronçais	6,0	4,3–8,1	3,8	6,7	5,8– 8,8	3,0
Średnie/Mean	4,7	×	×	6,8	×	×

sezonie wegetacyjnym. Podobne zróżnicowanie rodów stwierdzono w proveniencji Zaporowo, gdzie średnia liczba pędów waha się od 3,3 szt. (ród nr 240) do 6,2 szt. (ród 238) w pierwszej obserwacji i od 4,6 szt. (ród 239) do 11,6 szt. (ród 238) w drugiej obserwacji. Rody proveniencji Tronçais były mocno zróżnicowane pod względem tej cechy po trzecim sezonie wegetacyjnym, a mianowicie od 4,3 szt. (ród 307) do 8,1 szt. (ród 306) i słabo zróżnicowane po czwartym sezonie, czyli od 5,8 szt. (ród 307) do 8,8 szt. (ród 310).

Łączna długość pędów bocznych mierzona u drzewek czteroletnich wynosiła średnio dla całego doświadczenia 59,1 cm na drzewko. Proveniencje nie różnią się istotnie mię-

Tabela 6

Długość pędów bocznych (w cm) na drzewkach po 4. sezonie wegetacyjnym. Wartości średnie dla proveniencji oraz rozrzut i zakres wartości dla rodów

Table 6

Side shoots length per tree after the 4th vegetative season. Mean values for provenances, progeny variability and its range

Proveniencja Provenance	Suma długości pędów Total shoots length			Średnia długość pędów Mean shoot length		
	średnia mean	rozrzut rodów progeny variability	zakres range	średnia mean	rozrzut rodów progeny variability	zakres range
Zalesie	56,7	30,8–109,3	78,5	7,6	6,2– 9,0	2,8
Zaporowo	61,8	36,4–109,5	73,1	7,5	6,8– 8,6	1,8
Tronçais	60,2	46,4– 79,7	33,3	8,5	7,3–10,5	3,2
Średnie/Mean	59,1	×	×	7,8	×	×

dzy sobą, a różnicowanie rodów wewnątrz proveniencji jest istotne i większe u proveniencji polskich, a o połowę mniejsze u proveniencji francuskiej (tab. 6).

Średnia długość jednego pędu bocznego, wynosząca 7,8 cm (tab. 6), nie różnicuje istotnie proveniencji. Natomiast różnicowanie rodów wewnątrz proveniencji jest bardzo istotne: mniejsze w proveniencji Zaporowo, większe w proveniencjach Tronçais i Zalesie. Średnie wartości dla poszczególnych rodów wewnątrz proveniencji Tronçais wahają się od 7,3 cm (ród 316) do 10,5 cm (ród 306), w proveniencji Zalesie od 6,2 cm (ród 233) do 9,0 cm (ród 203), a w proveniencji Zaporowo od 6,8 cm (ród 245) do 8,6 cm (ród 238).

Początek pędzenia dębów, określony na podstawie jednorazowej obserwacji w dniu 8 maja 1998 roku według pięciostopniowej skali, jest istotnie różnicowany dla populacji oraz rodów w obrębie tych populacji (tab. 3). W tym terminie różnicowanie było maksymalne, to znaczy od roślin z pączkami śpiącymi aż do roślin z rozwiniętymi już liśćmi. Wartość średnia oceny dla całego doświadczenia wynosi 2,7 (tab. 7). Najbardziej zaawansowany stopień pędzenia wykazywały dęby proveniencji Tronçais, a wartość 3,6 oznacza, że pączki tych roślin były otwarte i widoczne były prawie całe liście, chociaż jeszcze małe i skierowane ku górze. Rozrzut dla rodów w obrębie tej proveniencji był niewielki, od wartości 3,2 (ród 316) do 4,1 (ród 306). Polskie populacje Zalesie i Zaporowo wykazywały mały stopień zaawansowania pędzenia, odpowiednie wartości średnie wynosiły 2,2 i 2,5, jednak ich rody wykazywały duże różnicowanie pod względem tej cechy. U rodów proveniencji Zaporowo, które miały największy zakres rozrzutu wartości oceny spośród badanych populacji, wahają się one od 1,5 (dla rodu 243), co oznacza spoczynek pączków lub ewentualnie początek ich pęcznienia, aż do 3,9 (dla rodu 245), czyli widoczne już są całe liście. Wewnątrz proveniencji Zalesie najmniej rozwinięte były dęby rodów 203 i 204, a najbardziej rodu 233.

Tabela 7

Stopień pędzenia drzewek na początku 5 sezonu wegetacyjnego. Wartości średnie dla proveniencji oraz rozrzut i zakres wartości dla rodów

Table 7

Flushing rate of trees in the spring of the 5th vegetative season. Mean values for provenances, progeny variability and its range

Proveniencja Provenance	Stopień pędzenia Flushing rate		
	średnia mean	rozrzut rodów progeny variability	zakres range
Zalesie	2,2	1,6–3,7	2,1
Zaporowo	2,5	1,5–3,9	2,4
Tronçais	3,6	3,2–4,1	0,9
Średnie/Mean	2,7	×	×

DYSKUSJA

Badanie wewnątrzgatunkowej zmienności dębów rozpoczęło się już pod koniec ubiegłego stulecia, kiedy to Kienitz (w 1877 roku) podjął pierwsze tego rodzaju próby. Zapoczątkowało to zakładanie licznych doświadczeń proveniencyjnych w różnych krajach europejskich, a szczególnie w Belgii, Szwajcarii, Danii, Niemczech, Rumunii, Czechach, Bułgarii, na Ukrainie, a także w Polsce (Burger 1949, Dakov 1950, Hetmánek 1955, Gathy 1956, Krahl-Urban 1957, Lăzărescu i in. 1972, Patlaj 1977, Nanson 1978, Kleinschmit i Svolba 1979, Kostov 1983, Larsen 1983, Bøvre 1985, Nitu i Rațiu 1987, Šutjaev 1987, Barzdajn 1993, Jensen 1993, Fober 1998). Powstają też doświadczenia proveniencyjno-rodowe, jak na przykład założone w 1958 roku w miejscowości Danilovka obejmujące 130 rodów reprezentujących 8 ukraińskich proveniencji dębu szypułkowego (Davydova 1977) czy założone w Padwie doświadczenie z 55 rodami należącymi do 4 włoskich proveniencji (Olivieri i Ziliotto 1987), a także powierzchniowo doświadczone w Niemczech, na których testowano potomstwo 170 dębów 9 proveniencji (Kleinschmit i Svolba 1979).

Powierzchnie doświadczone dają możliwość wykonywania licznych pomiarów i obserwacji na rosnącym materiale w trakcie trwania doświadczenia. Uzyskane w niniejszym doświadczeniu wyniki dotyczą bardzo młodego materiału i to bezpośrednio po posadzeniu dębów ze szkółki na powierzchnię doświadczalną, gdy mamy do czynienia z szokiem spowodowanym przesadzeniem, a z drugiej strony w niektórych cechach mogą objawiać się interakcje między genotypem a siedliskiem. Uzyskane wyniki należy zatem traktować jako wstępną próbę oceny rodów dębów z odległych geograficznie pochodzeń, przy czym interesuje nas głównie zmienność rodowa wewnątrz proveniencji, czyli potomstwo określonych matek i wspólnej puli ojcowskiej pyłku wewnątrz danej populacji.

Pierwsze pomiary, wykonane wiosną 1996 roku bezpośrednio po posadzeniu, charakteryzują wzrost badanych dębów w szkółce. Na uwagę zasługuje brak istotnego zróżnicowania pod względem wysokości bardzo oddalonych geograficznie populacji. Jovancévić (1968) donosi o różnicach proveniencyjnych w wysokości siewek dębu szypułkowego, ale dotyczą one różnicy między dębami pochodzenia górskiego i nizinnymi. Istotne zróżnicowanie wysokości jednorocznych i dwuletnich siewek w szkółce stwierdzono w doświadczeniu z 19 proveniencjami dębu bezszypułkowego. Badane w tym doświadczeniu cztery populacje z Francji lepiej rosły w porównaniu z populacją polską z Sycowa (Fober 1994). W pierwszym roku były średnio wyższe o 35%, a w drugim już tylko o 23%. W obecnie omawianym doświadczeniu dęby proveniencji Tronçais z Francji w trzecim roku były wyższe o 15%, a w czwartym i piątym o 11% od populacji polskich. Chociaż różnice są statystycznie nieistotne w poszczególnych latach, jednak tendencja jest wyraźna i podobna do wyników doświadczenia z dębem bezszypułkowym, czyli ogólnie notuje się lepszy wzrost dębów proveniencji z zachodniej Europy niż wschodniej oraz względne zmniejszenie się zróżnicowania po pierwszych latach wzrostu siewek w szkółce. W początkowym

okresie wzrostu wysokość siewek może być pozytywnie skorelowana z wielkością nasion (Luk'janec 1956, Kleinschmit i Svolba 1979, Barzdajn 1993, Fober 1994). Korelacja taka może wiązać się ze zróżnicowaniem osobniczym, rodowym bądź proveniencyjnym.

Bardzo słabe przyrosty wysokości w kolejnych sezonach wegetacyjnych na powierzchni doświadczalnej, średnio o 4 cm w czwartym i o 3 cm w piątym roku, należy przede wszystkim tłumaczyć stwierdzonym zgryzaniem siewek przez zwierzynę. Obserwacja wykonana w listopadzie 1997 roku wykazała, że 67,5% siewek posiadało objawy zgryzania pędów.

Na uwagę zasługuje bardzo duże zróżnicowanie rodowe wewnątrz poszczególnych proveniencji. Jest ono istotne statystycznie dla wszystkich pomiarów wysokości, niezależnie od terminu. Komponent wariacji rodowej jest dużo większy od proveniencyjnej. Uzyskane wyniki potwierdzają zatem celowość badań rodowych w ramach proveniencji i ukierunkowanie selekcji poprzez porównywanie potomstw pojedynczych drzew w obrębie drzewostanu.

Podobne wyniki uzyskano, badając inną cechę, a mianowicie liczbę i długość pędów bocznych. Małe zróżnicowanie proveniencyjne, istotne na poziomie 0,05, stwierdzono tylko u dębów trzyletnich. Dęby proveniencji Tronçais z Francji miały wówczas średnio więcej pędów bocznych w porównaniu z polskimi. Jednak po następnym sezonie wegetacyjnym liczby się wyrównały. Może to być również spowodowane wspomnianym wyżej zgryzaniem sadzonek przez zwierzynę, a szczególnie pędu głównego rośliny, i w konsekwencji większy rozwój pędów bocznych. Natomiast zróżnicowanie rodów wewnątrz proveniencji okazało się bardzo istotne i to niezależnie od wieku roślin.

Obserwacja fenologiczna, a mianowicie stan rozwoju pąków wegetatywnych, wykonana 8 maja 1998 roku, czyli na początku piątego sezonu wegetacyjnego sadzonek, wykazała istotne zróżnicowanie zarówno proveniencji, jak również rodów wewnątrz proveniencji (tab. 3). Wartości średnie dla proveniencji wykazały, że w porównaniu z polskimi wcześniej pędzą dęby pochodzące z Francji.

Dąb zajmuje ogromny areal zarówno w zachodniej, jak i w środkowej oraz wschodniej Europie. Wiosenne pędzenie drzew jest bardzo zróżnicowane w różnych regionach. Termin rozpoczynania pędzenia jest wynikiem adaptacji do rodzimego klimatu. Wczesne pędzenie pozwala bowiem wykorzystać dogodne warunki wzrostowe wiosną i wczesnym latem, ale nie może być związane ze zbyt wysokim ryzykiem szkód spowodowanych późnymi przymrozkami. Przypuszcza się, że proveniencje często uszkodzane przez późne przymrozki nie adaptują się do danego środowiska również pod względem innych cech. Według Sarvasa (1974) o terminie pędzenia drzew decyduje tak zwana suma temperatur; istnieją wysokie korelacje między terminem pęknięcia pączków i sumą temperatur. Hunter i Lechowicz (1992) uważają z kolei, że termin pęknięcia pączków jest uzależniony także od sumy zimna w czasie spoczynku poprzedzającym pęknięcie pączków. Termin pędzenia populacji jest w wysokim stopniu skorelowany między latami (Wühlisch i in. 1995). Ogólnie przy-

muje się dla różnych gatunków, że wcześniej pędzące proveniencje pochodzą ze wschodnich regionów oraz z wyższych elewacji, natomiast późno pędzące, z zachodniego atlantyckiego klimatu czy z niskich elewacji. Badania terenowe na 34 proveniencjach dębu bezszypułkowego wykazały, że te z południowej i południowo-wschodniej Europy pędzą wcześniej (Liepe 1993).

Wyniki przedstawione w tej pracy nie pozwalają na ustalenie jakiegokolwiek zmienności klinalnej tej cechy. Są częściowo zgodne z wynikami Liepe (1993), gdyż proveniencja Tronçais jest niewątpliwie bardziej południowa niż polskie Zalesie czy Zaporowo. Zresztą o bardzo dużej zmienności dębów pod względem tej cechy świadczy statystycznie istotny zakres rozrzutu rodów wewnątrz proveniencji Zaporowo. W jednakowych warunkach klimatycznych w czasie obserwacji dęby rodu 243 posiadały prawie śpiące pączki, podczas gdy dęby rodu 245 miały rozwinięte liście.

Tabela 8

Obliczone wartości odziedziczalności proveniencyjnej (h_p^2), rodowej (h_f^2) i dla pojedynczych drzew (h^2)

Table 8

Calculated values of provenance (h_p^2), progeny (h_f^2) and individual (h^2) heritability

Cecha Character		Odziedziczalność Heritability		
		h_p^2	h_f^2	h^2
Wysokość w wieku Tree height at age	3 lat/years	0,653	0,667	0,353
	4 lat/years	0,237	0,680	0,384
	5 lat/years	0,476	0,662	0,354
Liczba pędów w wieku Number of side shoots at age	3 lat/years	0,816	0,510	0,188
	4 lat/years	–	0,676	0,091
Suma długości pędów bocznych w wieku Total side shoots length per tree at age	4 lat/years	–	0,700	0,420
Średnia długość pędów bocznych w wieku Mean side shoot length at age	4 lat/years	0,578	0,501	0,190
Stopień pędzenia na początku Flushing rate at the beginning of the	5 roku 5th year	0,886	0,874	0,804

W tabeli 8 przedstawiono obliczone wartości odziedziczalności badanych cech. Jak widać wartości te są ogólnie wysokie. Najwyższe wartości dotyczą pędzenia wiosennego, nieco niższe wartości uzyskano dla liczby i długości pędów bocznych oraz wysokości roślin. Są to cechy w dużym stopniu zależne od środowiska. Dla wszystkich badanych cech odziedziczalność *sensu stricto*, czyli stopień dziedziczenia addytywnego obliczony na podstawie cech pojedynczego drzewa posiada niższe wartości niż odziedziczalność proveniencyjna czy rodowa.

Współczynnik odziedziczalności jest miarą zmienności genetycznej w stosunku do zmienności ogólnej, fenotypowej, czyli uwzględniającej również zmienność spowodowaną przez środowisko. Wartość współczynnika zmienia się dla różnych cech i dla różnych warunków środowiska. Niektóre cechy z zasady wykazują wysoką wartość współczynnika odziedziczalności. Jak wynika z danych przedstawionych przez Jensena (1993) na podstawie dwóch doświadczeń proveniencyjnych z dębem szypułkowym i bezszypułkowym, wysokie wartości odziedziczalności (h_G^2) posiadają takie cechy, jak prostota pnia (0,946), wiosenne pędzenie (0,870) czy wysokość drzew (0,871). Tendencja do wytwarzania wilków oraz mięszość strzały wykazywały niższe wartości współczynników (odpowiednio 0,797 i 0,773), a najniższe były dla średnicy drzew czy kąta ustawienia gałęzi (odpowiednio 0,606 i 0,542). Również Garilov (1982) podczas swoich badań wykazał, że niższe są wartości odziedziczalności dla średnicy niż dla wysokości siedmio- i dwunastoletnich drzew *Quercus sessiliflora* f. *polycarpa*, rosnących na dwóch powierzchniach doświadczalnych. Dla dwunastoletnich drzew w Ograsz wartości dla średnicy i wysokości wynosiły odpowiednio 0,537 i 0,852 (dla odziedziczalności *sensu stricto*) oraz 0,590 i 0,775 (dla odziedziczalności *sensu lato*). Odziedziczalności *sensu stricto* i *sensu lato* były wyrównane, natomiast wartości współczynników rosły wraz z wiekiem drzew. Badania Nepveu (1984) pozwoliły wywnioskować, że niski stopień odziedziczalności *sensu lato* posiada szerokość słoja. Dla *Quercus petraea* wartość współczynnika wynosiła 0,247, a dla *Quercus robur* 0,212. Struve i McKeand (1994) stwierdzili względnie wysoką odziedziczalność dla cech wzrostowych *Quercus rubra*. Cechy wzrostowe zależą w dużym stopniu od środowiska mniej lub bardziej zróżnicowanego. Stąd w różnych doświadczeniach te cechy wykazują różne stopnie odziedziczalności. Dla kształtu pnia *Quercus pedunculiflora* w doświadczeniu rodowym wartość współczynnika odziedziczalności wynosiła 0,701 (Enescu 1993). Wysoką odziedziczalność wykazują również cechy drewna, takie jak ciężar właściwy, procentowy udział drewna wczesnego czy powierzchnia przekroju naczyń (Nepveu i in. 1981, Nepveu 1984, Polge 1984, Kanowski i in. 1991), przy czym badania te dotyczyły *Quercus robur*, *Quercus petraea* oraz *Quercus rubra*.

WNIOSKI

Ze względu na wiek badanego materiału uzyskane wyniki stanowią zaledwie próbę oceny rodów dębu szypułkowego.

Wyniki potwierdzają celowość badań rodowych w ramach proveniencji i ukierunkowanie selekcji poprzez porównywanie potomstw pojedynczych drzew w obrębie drzewostanu.

Wysokie wartości współczynników odziedziczalności uzyskane dla badanych cech zachęcają do kontynuowania programu selekcji opartej na podstawach genetycznych.

LITERATURA

- 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: 222s–227s.
- BØVRE O. 1985. (Production of oak plants from various seed sources.) Meddelelse, Statens Planteavlssforsog 87 (1824): 1–3.
- BURGER H. 1949. Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. VII. Mitteilung. Die Eiche. Mitt. schweiz. Anst. forstl. Versuchsw. 26 (1): 59–90.
- BURZYŃSKI G., MADRY W. 1994. Designs for genetic field experiments with permuted neighbourhoods for genotypes and planned systematic thinnings to eliminate competition. Silvae Genetica 43 (2–3): 114–118.
- DAKOV M.P. 1950. Vlijanie geografičeskogo proischoždenija želudej na rost i žiznestojkost duba. Lesnoe Chozjajstvo 3 (3): 25–29.
- DAVYDOVA N.I. 1977. Itogi mnogoletnego ispytaniya semennogo potomstva duba obyknovennogo. Lesovodstvo i Agrosomelioracija, vyp. 48. Urožaj, Kiev: 10–15.
- ENESCU V. 1993. A test of half-sib progenies of greyish oak, *Quercus pedunculiflora* K. Koch. Ann. Sci. For. 50, Suppl. 1: 439s–443s.
- FOBER H. 1994. Międzynarodowe doświadczenie proweniencyjne nad dębem bezszypulkowym *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. Arbor. Kórnickie 39: 109–124.
- FOBER H. 1998. Provenance experiment with pedunculate (*Quercus robur* L.) and sessile (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.) oaks established in 1968. Arbor. Kórnickie 43: 69–80.
- GARILOV Č. 1982. Nasledjavane na njakoj priznaci pri zimnja d' b (*Quercus sessiliflora* f. *polycarpa*). Gorskostopanska Nauka 19 (1): 3–12.
- GATHY P. 1956. (A review of research in forest genetics.) Bull. Soc. For. Belg. 63 (10): 393–433.
- HETMÁNEK J. 1955. (Results of provenance trials with Slavonian Oak in the Vacikov forest district near Rožmitál.) Sborn. čsl. Akad. zeměd. (Lesn.) 28 (3): 433–442.
- HUNTER A.F., LECHOWITZ M.J. 1992. Predicting the thinning of bud-burst in temperate trees. Journal of Applied Ecology 29: 597–604.
- JENSEN J.S. 1993. Variation of growth in Danish provenance trials with oak (*Quercus robur* L. and *Quercus petraea* Mattuschka Liebl.). Ann. Sci. For. 50, Suppl. 1: 203s–207s.
- JOVANČEVIĆ M. 1968. (Mountain Pedunculate Oak – a distinct race II. Preliminary tests of genetic and physiological characters.). Šumarstvo 21 (7/8): 3–16.
- KANOWSKI P.J., MATHER R.A., SAVILL P.S. 1991. Short note: Genetic control of oak shake; some preliminary results. Silvae Genetica 40 (3–4): 166–168.
- KLEINSCHMIT J., SVOLBA J. 1979. Möglichkeiten der züchterischen Verbesserung von Stiel- und Traubeneichen (*Q. robur* und *Q. petraea*). III. Nachkommenschaftsprüfung von Eichenzuchtbäumen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung 150 (6): 111–120.
- KOSTOV K.D. 1983. Ustojčivost i izmenčivost po rastež v'v visočina i diamet'r na njakoi proizchodi na letnja d' b (*Quercus robur* L. s.l.). Gorskostopanska Nauka 20 (6): 4–14.
- KRAHL-URBAN J. 1957. Über Eichen-Provenienzversuche – Erster Bericht über Anlage und vorläufige Ergebnisse meiner Versuchsflächen. Silvae Genet. 6 (1/2): 15–31.
- LARSEN J.B. 1983. (Danish forest trees, races, seed supply and choice of provenances.) Dansk Skovforenings Tidsskrift 68 (1): 1–100.
- LĂZĂRESCU C., STRIMBEI M., LUPE I. 1972. Comportarea unor proveniene de stejari pedunculati (*Quercus robur* L.) in culturi forestiere din cimpia Someului. Revista Pdurilor 87 (1): 7–10.
- LIEPE K. 1993. Growth-chamber trial on frost hardiness and field trial on flushing of sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.). Ann. Sci. For. 50, Suppl. 1: 208s–214s.
- LUKJANEC V.B. 1956. (The influence of seed origin on the growth and drought resistance of oak seedlings.) Naučnye Zapiski Voronežskogo Lesotehničeskogo Inst. 15: 49–55.
- NANSON A. 1978. (Provenances that can be recommended for forestry. List 2.) Bull. Soc. Royale For. Belgique 85 (6): 217–244.

- NEPVEU G. 1984. Contrôle héréditaire de la densité et de la rétractibilité du bois de trois espèces de Chêne (*Quercus petraea*, *Quercus robur* et *Quercus rubra*). *Silvae Genetica* 33 (4–5): 110–115.
- NEPVEU G., GARBAYE J., LEMOINE M. 1981. Hérité génotypique de la forme et de la qualité du bois de chêne. Reprise, développement et port en plantation des copies végétatives de chênes sélectionnés pour la qualité de leur bois. Résumé de contrat. *Ann. Sci. For.* 38 (4): 531–532.
- NITU C., RAȚIU M. 1987. Contributions to knowledge of common oak provenances variability studied in definitive comparative cultures. *Bull. de l'Acad. Sci. Agric. et For.* (16): 67–80.
- OLIVIERI A.M., ZILLOTTO U. 1987. Inheritance in survival of half-sib oaks (*Quercus robur* L.) outside the area of origin. *Genetica Agraria* 41 (2): 155–162.
- PATLAJ I.N. 1977. Fenologičeskie i ekologičeskie formy duba čereščatogo v kulturach. *Lesovodstvo i agrolesomelioracija*, 48 „Urožaj“ Kiev: 41–47.
- POLGE H. 1984. Production de chênes de qualité en France. *Revue Forestière Française* 36: Special issue, 34–48.
- SARVAS R. 1974. Investigations on the annual cycle of development of trees. II. Autumn dormancy and winter dormancy. *Communications Instituti Forestalis Fenniae* 84, 101.
- STRUVE D.K., MCKEAND S.E. 1994. Importance of red oak mother tree to nursery productivity. *Journal of Environmental Horticulture* 12 (1): 23–26.
- ŠUTJAEV A.M. 1987. (Population – geographical variation in the pubescence of leaves of *Quercus robur*.) *Lesovedenie* 3: 17–26.
- WÜHLISCH G. VON, DUVAL H., JACQUES D., MUHS H.J. 1995. Stability of differences in flushing between beech provenances in silviculture of beech. Proc. of the 5th IUFRO beech symposium 1994, Denmark, *Forskningsserien* no. 11–1995, Danish Forest and Landscape Institute, Horsholm, Denmark: 83–89.