

Władysław Barzdajn¹

Wzrost dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) i dębu bezszypułkowego (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.) w doświadczeniu proveniencyjnym z 1994 r. w Nadleśnictwie Milicz

Growth of the pedunculate oak (*Quercus robur* L.) and sessile oak (*Q. petraea* [Matt.] Liebl.) in 1994 provenance experiment in the Milicz Forest District

Abstract. The experiment was established in 1995 in the territory of the Milicz Forest District in completely randomised block design, in five replications. 20 seedlings were planted on experimental plots at the spacing 1.5×1.5 m. 78 pedunculate oak and sessile oak populations were used in the experiment. The provenances were evaluated in 2007 for height growth during a 5-year period, survival, diameter at breast height and basal area. The contrast *Q. robur* contra *Q. petraea* was employed in the analysis of variance. The growth traits were correlated with the geographical location of mother stands. Nearly all these parameters except for survival accounted for the differences between species and populations. The intraspecific variation was very high which indicated a possibility of selection. The variability of pedunculate oak with regard to the analysed traits appeared to be higher than in the sessile oak. The ranges of traits of sessile oak fall entirely within the range of traits of pedunculate oak. The mean values of growth traits in sessile oak populations were lower in comparison with the populations of pedunculate oak. In the conditions of the experimental site, the differences in growth traits between the pedunculate oak and sessile oak were maintained at least to the age of 14. A correlation was found between the traits of pedunculate oak and geographical location of mother stands. The growth traits of populations from southern and western regions of Poland showed higher values. Such correlations were not detected in sessile oak.

Key words: provenance variability, growth features, adaptation characteristics.

1. Wstęp

Syntetyczne omówienie wyników większości dębowych doświadczeń proveniencyjnych w Europie zawiera opracowanie Giertycha (2006). Wyniki omawianych badań wskazują na znaczną zmienność wewnątrzgatunkową *Quercus robur* i *Q. petraea*, dotyczącą cech adaptacyjnych, odpornościowych na choroby, wzrostowych, morfologicznych, fenologicznych, anatomicznych i technologicznych właściwości drewna. Istnieją więc możliwości poprawy ważnych gospodarczo i przyrodniczo cech dębów na drodze selekcji. Badania z zakresu genetyki populacyjnej, biochemicznej i molekularnej nad

dębami w Polsce są mniej zaawansowane niż w innych ośrodkach europejskich (Giertych 2006, Mejnartowicz 2006). Nierozpoznana pozostaje zmienność obu gatunków w Polsce, nawet na poziomie międzypopulacyjnym. W pełni funkcjonują tylko nieliczne doświadczenia proveniencyjne: założone w Kórniku w 1968 r. (Fober 1998), w Puszczy Niepołomickiej w 1976 r. (Rachwał 1982), w Kórniku w 1992 r. (Fober 1994) oraz w nadleśnictwach: Oborniki Śląskie i Milicz, założone w 1995 r. (Barzdajn 2000). Element zmienności proveniencyjnej może być rozpatrywany w serii 16 doświadczeń proveniencyjno-rodowych, założonych z inicjatywy G. Burzyńskiego w ramach tematu Dyrekcji Generalnej

¹ 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@up.poznan.pl

Lasów Państwowych BLP-744. W doświadczeniach tej serii występuje tylko 3–5 proveniencji. Wobec szczupłości istniejącej bazy badawczej, informacje uzyskane z doświadczenia w Miliczu, w okresie gdy testowane dęby przeszły z fazy rozwojowej uprawy do fazy rozwojowej młodnika, stają się interesujące. Dotychczasowe wyniki badań zostały przedstawione w pracach Barzdajna (2000, 2002) i Zwaducha (2005). Celem niniejszej pracy jest zaprezentowanie zmienności międzygatunkowej i wewnątrzgatunkowej populacji *Quercus robur* i *Q. petraea* pod względem cech adaptacyjnych, wzrostu wysokości w okresie uprawy i młodnika oraz pod względem grubości i sum powierzchni przekrojów pierśnicowych.

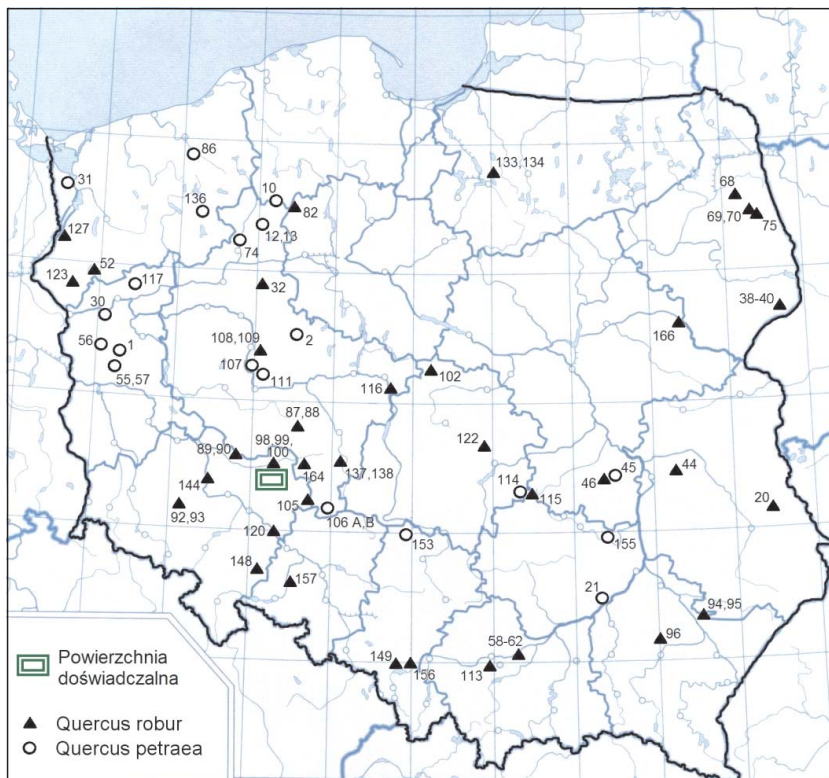
2. Metodyka

Podstawy metodyki opisywanego doświadczenia przedstawiono we wcześniejszej pracy (Barzdajn 2000). Żołędzie zebrano jesienią 1993 roku i niezwłocznie wysiano. Powierzchnię wybrano w leśnictwie Lasowice, oddz. 131o (w kolejnym cyklu urządzania lasu 131r), na łące przeznaczonej do zalesienia. Glebę określono jako brunatną wylugowaną, wytworzoną z gliny średniej. Typ siedliska określono jako las świeży. Sadzenie jednolalek wykonano wiosną 1995 roku.

Doświadczenie założono w układzie bloków losowych kompletnych, w pięciu powtórzeniach. Na poletku elementarnym wysadzono 20 drzewek w więźbie 1,5×1,5 m. Doświadczenie obejmuje 78 populacji dębu szypułkowego i dębu bezszypułkowego oraz dodatkowo jedną populację dębu czerwonego, pominiętą w opracowaniach wyników. W niniejszym opracowaniu pominięto również proveniencje, w których stwierdzono występowanie obu gatunków dębów. Listę testowanych proveniencji zawiera wcześniejsza publikacja (Barzdajn 2000). Ich rozmieszczenie geograficzne przedstawia rycina 1.

Pomiary rozpoczęto w 1999 r. W latach 1999, 2002, 2003 i 2004 pomierzono wysokości wszystkich drzew, przy zastosowaniu wyskalowanej łąty. W roku 2007 pomiar wysokości pięciu losowo wybranych drzew na każdym poletku wykonano wysokościomierzem z ultradźwiękowym dalmierzem. Wysokość każdego drzewa na poletku ustalono na podstawie pierśnicy i krzywej wysokości (parabola Näslunda), której współczynniki empiryczne wyliczono dla każdej proveniencji oddzielnie. W 2007 roku zmierzono też pierśnice wszystkich drzew.

W opracowaniu uwzględniono następujące cechy: wysokość drzew w roku 1999, 2002, 2003, 2004 i 2007 oraz pierśnice, przeżywalność i sumę powierzchni przekrojów pierśnicowych w 2007 roku.



Rycina 1. Położenie powierzchni doświadczalnej oraz rozmieszczenie badanych populacji *Quercus robur* i *Q. petraea*

Figure 1. Location of the study site and distribution of *Quercus robur* and *Q. petraea* populations

Wyniki opracowano z wykorzystaniem analizy wariancji, według modelu matematycznego:

$$y_{ij} = \mu + a_i + b_j + e_{ij}$$

w którym:

y_{ij} – wartość cechy na poletku zajmowanym przez i -ty obiekt w j -tym bloku,

μ – średnia wartość cechy w doświadczeniu (efekt stały),

a_i – efekt obiektowy (losowy),

b_j – efekt blokowy (losowy),

e_{ij} – efekt błędu (losowy).

Porównania między oboma gatunkami wykonano przez wydzielenie (z obiektowej sumy kwadratów) sumy kwadratów dla kontrastu, z pojedynczym stopniem swobody.

Dodatkowo wykonano analizy wariancji dla każdego gatunku oddzielnie, poszukując metodą kontrastów ortogonalnych zależności pomiędzy badanymi cechami a wilgotnością i troficznością siedlisk drzewostanów rodzicielskich.

Dla każdego z gatunków oddzielnie skorelowano wzajemnie wszystkie cechy, wraz z danymi dotyczącymi położenia geograficznego.

Na podstawie wysokości, przeciętnych pierśnic i przeżywalności w 2007 r. wykonano wielowymiarową analizę skupień, grupującą podobne do siebie obiekty. Wykorzystano metodę minimalnej wariancji, a miarą odległości między skupieniami była norma euklidesowa (Marek 1989).

3. Wyniki

W tabeli 1 zestawiono efekty główne poszczególnych proveniencji pod względem wysokości w kolejnych latach badań. W tabeli 2 znajdują się efekty główne pozostałych cech taksacyjnych ustalonych w 2007 r. Efekt główny jest różnicą między średnią wartością cechy obiektu a średnią dla całego doświadczenia. Będąc parametrem modelu matematycznego analizy, jest równocześnie oceną obiektu. Wartość cechy obiektu otrzymuje się przez dodanie do średniej ogólnej efektu obiektowego. Oceną istotności różnic pomiędzy obiektami może być podana w tabeli wartość najmniejszej istotnej różnicy wg Tukeya (Wójcik i Laudański 1989).

Obiekty wykazały zróżnicowanie, tak ze względu na przynależność gatunkową jak i wewnątrz każdego z gatunków (tab. 3). Wyjątkiem była przeżywalność, dla której nie udało się udowodnić istnienia różnic pomiędzy gatunkami.

Poszukując zależności pomiędzy osiągniętymi wartościami cech a klasą siedliska drzewostanów rodziciel-

skich, wykonano dodatkowo analizy wariancji dla każdego gatunku oddzielnie, z wyróżnieniem kontrastów pomiędzy proveniencjami z różnych siedlisk.

Dla dębu bezszypułkowego stwierdzono istotne zróżnicowanie pomiędzy proveniencjami w zakresie cech oznaczonych w 2007 r., z wyjątkiem przeżywalności (tab. 4). Kontrasty pomiędzy populacjami z różnych siedlisk okazały się nieistotne, i dlatego pominięto je w tabeli.

Dla dębu szypułkowego otrzymano istotne kontrasty pomiędzy siedliskami wilgotnymi a świeżymi w zakresie wszystkich badanych cech (tab. 5). Proveniencje z siedlisk wilgotnych charakteryzowały się więc istotnie większymi wartościami wysokości, pierśnicy, sum powierzchni przekrojów i przeżywalności od proveniencji z siedlisk świeżych. Średnie wartości cech dla tych dwóch grup proveniencji zamieszczono w tabeli 6. Dalsze podziały obiektowych sum kwadratów w ramach siedlisk wilgotnych pozwoliły wykryć istotną różnicę wysokości pomiędzy pochodzeniami z BMw i LMw (6,39 m) a pochodzeniami z Lw i Lł (5,95 m). Nie wykryto istotnych różnic pomiędzy siedliskami o różnej troficzności wewnątrz siedlisk świeżych.

Dąb bezszypułkowy jest gatunkiem zdecydowanie wolniej rosnącym w młodocianej fazie wzrostu od dębu szypułkowego. Na 23 proveniencje dębu bezszypułkowego, ujemny efekt główny wysokości osiągało od 14 (w 2002 r.) do 18 (w 1999 r.) populacji. Podobnie w zakresie średnich pierśnic (18 ocen ujemnych) i sum przekrojów pierśnicowych (15 ocen ujemnych) populacje dębu bezszypułkowego osiągały na ogół mniejsze wartości.

Średnie wartości wszystkich cech i ich opisy statystyczne dla całości materiału i w podziale na gatunki zawarto w tabeli 7. Wynika z niej, że nie tylko średnie wartości cech (z 2007 r.) były mniejsze u populacji dębu bezszypułkowego, ale że zmienność rozpatrywanych cech u tego gatunku była także mniejsza. Najwyższa populacja dębu bezszypułkowego ('Świebodzin 56') była niższa aż od ośmiu populacji dębu szypułkowego ('Henryków 148', 'Kobiór 149', 'Tułowice 157', 'Pszczyna 156', 'Kraśnik 44', 'Babki 109' i 'Milicz 98'). Za to od najniższej populacji dębu bezszypułkowego ('Babki 111') była niższa populacja dębu szypułkowego 'Hajnówka 38-40'. Zakres średnich wysokości populacji dębu bezszypułkowego zawarł się więc całkowicie w zakresie wysokości populacji dębu szypułkowego.

Cechą najbardziej różnicującą gatunki i populacje okazała się suma powierzchni przekrojów pierśnicowych. Zmienność między populacjami, mierzona współczynnikiem zmienności, wyniosła 23,8%. W przypadku dębu bezszypułkowego średnia suma powierzchni przekrojów wyniosła $9,17 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$, zmieniając się od wartości $6,21 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ('Kłobuck 153') do $12,65 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ ('Świebodzin 56'). Przewaga najlepszej populacji nad

Tabela 1. Efekty obiektowe (parametry modelu analizy wariancji) dotyczące wysokości dębów w różnych latach
 Table 1. Effects of the site (analysis of variance model parameters) in relation to the height of oaks in different age

Lp No	Proveniencja Provenance		Wysokość Height				
	Nazwa Name	Gatunek Species	1999	2002	2003	2004	2007
9	Staszów 21	Q. p	-0,1802	-0,2126	-0,1744	-0,2730	-0,3684
73	Kłobuck 153	Q. p	-0,1464	-0,1526	-0,1493	-0,2222	-0,2551
74	Ostrowiec 155	Q. p	-0,2137	-0,3766	-0,3306	-0,3818	-0,4030
45	Syców 106 A	Q. p	-0,0305	0,0274	0,0607	0,1135	0,0674
46	Syców 106 B	Q. p	-0,0976	0,1074	0,1081	-0,0336	-0,0074
53	Opoczno 114	Q. p	-0,0762	-0,0556	-0,2244	-0,0604	-0,4448
17	Kozienice 45	Q. p	-0,0323	-0,0156	0,0634	0,0174	0,1872
51	Babki 111	Q. p	-0,0724	-0,2716	-0,3239	-0,5523	-0,9471
47	Babki 107	Q. p	-0,0329	0,1604	0,1202	0,0154	0,2331
21	Świebodzin 55	Q. p	-0,0457	-0,1086	-0,0326	0,2312	-0,0753
23	Świebodzin 57	Q. p	-0,2142	-0,2506	-0,2886	-0,2790	-0,1903
1	Sulęcín 1	Q. p	0,0579	0,2214	-0,0465	0,3064	-0,0259
22	Świebodzin 56	Q. p	0,0918	0,2094	0,3225	0,6640	0,4307
2	Babki 2	Q. p	-0,1535	-0,2446	-0,2087	-0,3169	-0,5003
12	Bogdaniec 30	Q. p	-0,0188	0,0424	-0,0442	0,0461	0,1441
56	Kłodawa 117	Q. p	0,1778	0,3324	0,2325	0,2945	-0,0177
28	Płytnica 74	Q. p	-0,0394	-0,1686	-0,2022	-0,3269	-0,0750
5	Złotów 12	Q. p	-0,1518	-0,3696	-0,5136	-0,2516	-0,7808
6	Złotów 13	Q. p	0,0174	0,0314	0,0395	0,1643	0,1998
64	Świerczyna 136	Q. p	-0,1692	-0,3266	-0,3238	-0,1995	-0,8432
4	Stęszewko 10	Q. p	-0,3237	-0,2956	-0,3138	-0,2777	-0,6935
13	Trzebież 31	Q. p	0,0420	0,1404	0,1188	-0,0065	-0,2940
33	Połczyn 86	Q. p	-0,3452	-0,5086	-0,4521	-0,5765	-0,0509
52	Myślenice 113	Q. r	-0,0959	-0,0096	-0,0210	-0,0209	-0,0144
75	Pszczyna 156	Q. r	0,1363	0,2094	0,1819	0,0828	0,6510
72	Kobiór 149	Q. r	0,2543	0,3264	0,3818	0,6731	1,0745
24	Niepołomice	Q. r	0,1887	0,3654	0,3529	0,3172	0,4303
38	Głogów Młp. 96	Q. r	-0,0776	-0,1076	-0,1576	-0,3155	-0,0540
37	Leżajsk 94-95	Q. r	-0,0092	-0,1286	-0,2284	-0,1458	0,0355
76	Tułowice 157	Q. r	0,1846	0,4944	0,6488	0,6304	0,7970
71	Henryków 148	Q. r	0,1992	0,3434	1,1532	0,5940	1,4462
57	Oława 120	Q. r	0,3438	0,7174	0,6181	0,4724	0,2881
8	Chełm 20	Q. r	0,0748	0,1254	0,1587	-0,0719	-0,0665
36	Legnica 92-93	Q. r	0,1606	0,2174	0,3706	0,4786	0,3320
44	Syców 105	Q. r	0,0737	-0,0116	0,0117	0,0264	-0,2989
54	Opoczno 115	Q. r	-0,0762	-0,2376	-0,2814	-0,3908	-0,3997
68	Wołów 144	Q. r	0,0861	0,0614	0,2404	0,1528	0,4995
16	Kraśnik 44	Q. r	0,1689	0,4614	0,4618	0,1485	0,6182
18	Kozienice 46	Q. r	0,0261	-0,0256	-0,1833	-0,3072	0,0182
78	Antonin 164	Q. r	0,0142	-0,1376	-0,1519	0,0770	0,0265
39	Milicz 98	Q. r	0,0818	-0,0346	0,0887	0,4477	0,4616
40	Milicz 99	Q. r	0,0893	-0,0996	-0,0413	0,0313	-0,2641
41	Milicz 100	Q. r	0,2272	0,3094	0,3561	0,1475	0,4453
35	Góra Śl. 89-90	Q. r	0,2282	0,1564	0,3122	0,1722	0,3799
65	Kalisz 137	Q. r	-0,0195	-0,2676	-0,2942	-0,3042	0,0282
66	Kalisz 138	Q. r	0,0546	0,1904	0,1807	0,1461	0,2376
58	Brzeziny 122	Q. r	-0,0047	-0,1136	-0,1301	-0,1517	-0,3073
34	Krotoszyn 87-88	Q. r	0,1467	0,4314	0,1880	0,1334	0,3904
55	Koło 116	Q. r	-0,1323	-0,0366	0,1109	-0,2110	-0,0735

Proweniencja Provenance			Wysokość Height				
Lp No	Nazwa Name	Gatunek Species	1999	2002	2003	2004	2007
42	Kutno 102	Q. r	0,0428	-0,0656	-0,1407	-0,1440	-0,0453
48	Babki 108	Q. r	0,0755	0,1844	0,0261	0,5437	0,2712
49	Babki 109	Q. r	0,0345	0,2444	0,3807	0,4937	0,5600
79	Sokolów 166	Q. r	0,0380	-0,0826	-0,0948	-0,0070	-0,1306
15	Hajńówka 38-40	Q. r	-0,2098	-0,3796	-0,4765	-0,5378	-1,1020
59	Dębno 123	Q. r	0,0714	0,2164	0,3626	0,3199	0,2606
14	Durowo 32	Q. r	0,1433	0,2014	0,3574	0,5104	0,0952
20	Myślubórz 52	Q. r	0,0457	0,0674	0,1221	-0,0873	0,3124
62	Gryfino 127	Q. r	-0,0748	-0,0856	-0,1569	-0,2424	-0,2324
29	Czarna B. 75	Q. r	-0,1815	-0,3336	-0,4394	-0,3674	-0,2614
30	Lutówko 82	Q. r	-0,3027	-0,3876	-0,4349	-0,5638	-0,3044
26	Czarna B. 69	Q. r	0,1133	0,0724	-0,0999	0,0048	-0,1198
27	Czarna B. 70	Q. r	0,1397	0,0914	0,0063	0,1933	0,0534
25	Czarna B. 68	Q. r	-0,1385	-0,4126	-0,5337	-0,4724	-0,6201
63	Miłomłyn 133-134	Q. r	-0,1622	-0,4456	-0,6448	-0,5483	-0,7079
NIR wg Tukeya / LSD		–	0,45	0,92	0,99	1,10	1,05
Średnie / Means		–	1,2669	2,5497	2,8397	3,4788	5,6617

Q.p – *Quercus petraea*; Q.r – *Quercus robur*

Tabela 2. Efekty obiektowe (parametry modelu analizy wariancji) dotyczące przeżywalności, średnich pierśnic, przeciętnych pierśnic i sumy powierzchni przekrojów pierśnicowych, osiągniętych w 2007 r.

Table 2. Effects of the site (analysis of variance model parameters) in relation to survival, mean dbh, quadratic mean dbh and basal area sum of oaks in 2007

Proweniencja Provenance			Przeżywalność Survival %	Średnie pierśnice Average dbh cm	Przeciętne pierśnice Quadratic mean dbh cm	Suma powierzchni przekrojów Basal area m ² ×ha ⁻¹
Lp No	Nazwa Name	Gatunek Species				
9	Staszów 21	Q. p	11,94	-0,45	-0,41	0,04
73	Kłobuck 153	Q. p	-20,06	-0,37	-0,52	-4,46
74	Ostrowiec 155	Q. p	-4,06	-0,63	-0,61	-2,46
45	Syców 106 A	Q. p	13,94	-0,20	-0,25	0,58
46	Syców 106 B	Q. p	3,94	-0,05	-0,17	-0,26
53	Opczno 114	Q. p	-4,06	-0,54	-0,63	-2,34
17	Kozienice 45	Q. p	0,94	-0,01	0,14	0,43
51	Babki 111	Q. p	0,94	-0,83	-0,75	-2,52
47	Babki 107	Q. p	-3,06	-0,25	-0,23	-1,40
21	Świebodzin 55	Q. p	-13,06	0,33	0,39	-1,04
23	Świebodzin 57	Q. p	-6,06	-0,21	-0,22	-1,70
1	Sulęcín 1	Q. p	-3,06	0,30	0,38	0,52
22	Świebodzin 56	Q. p	1,94	0,66	0,58	2,28
2	Babki 2	Q. p	-2,06	-0,45	-0,39	-1,49
12	Bogdaniec 30	Q. p	7,94	0,02	-0,05	0,74
56	Kłodawa 117	Q. p	1,94	-0,46	-0,51	-1,35
28	Plytnica 74	Q. p	0,94	-0,26	-0,14	-0,25
5	Złotów 12	Q. p	-17,06	-0,86	-0,90	-4,21
6	Złotów 13	Q. p	2,94	0,34	0,33	1,50
64	Świerczyna 136	Q. p	-9,06	-1,13	-1,24	-4,26
4	Stęszewko 10	Q. p	-3,06	-0,81	-0,73	-3,09
13	Trzebież 31	Q. p	8,94	-0,26	-0,29	0,18

cd. tabeli 2
table 2 continuum

Proweniencja Provenance			Przeżywalność	Średnie pierśnice	Przeciętne pierśnice	Suma powierzchni przekrojów
Lp No	Nazwa Name	Gatunek Species	Survival %	Average dbh cm	Quadratic mean dbh cm	Basal area $m^2 \times ha^{-1}$
33	Półczyn 86	Q. p	1,94	-1,02	-0,99	-3,06
52	Myślenice 113	Q. r	-9,06	-0,08	-0,17	-1,73
75	Pszczyna 156	Q. r	5,94	0,85	0,84	3,61
72	Kobiór 149	Q. r	5,94	1,20	1,07	4,79
24	Niepołomice	Q. r	10,94	0,69	0,63	3,70
38	Głogów Młp. 96	Q. r	0,94	-0,24	-0,24	-1,07
37	Leżajsk 94-95	Q. r	4,94	-0,13	-0,14	0,21
76	Tułowice 157	Q. r	-6,06	0,87	0,81	1,67
71	Henryków 148	Q. r	-26,06	1,40	1,23	-0,69
57	Oława 120	Q. r	13,94	0,42	0,50	3,74
8	Chełm 20	Q. r	5,94	0,35	0,39	1,77
36	Legnica 92-93	Q. r	0,94	0,53	0,46	1,55
44	Syców 105	Q. r	14,94	-0,13	-0,07	1,51
54	Opoczno 115	Q. r	1,94	-0,67	-0,71	-2,37
68	Wołów 144	Q. r	6,94	0,71	0,72	3,61
16	Kraśnik 44	Q. r	9,94	0,67	0,65	3,62
18	Kozienice 46	Q. r	-5,06	0,36	0,42	0,12
78	Antonin 164	Q. r	-1,06	-0,05	-0,07	-0,36
39	Milicz 98	Q. r	5,94	0,50	0,37	2,28
40	Milicz 99	Q. r	12,94	-0,11	-0,00	1,65
41	Milicz 100	Q. r	-0,06	0,40	0,37	1,56
35	Góra Śl. 89-90	Q. r	5,94	0,71	0,75	3,41
65	Kalisz 137	Q. r	-3,06	-0,32	-0,32	-1,79
66	Kalisz 138	Q. r	11,94	0,69	0,84	5,19
58	Brzeziny 122	Q. r	2,94	-0,05	-0,03	0,06
34	Krotoszyn 87-88	Q. r	6,94	0,10	0,01	0,90
55	Koło 116	Q. r	-9,06	0,09	0,17	-0,96
42	Kutno 102	Q. r	-6,06	0,22	0,29	-0,18
48	Babki 108	Q. r	9,94	0,48	0,45	3,13
49	Babki 109	Q. r	6,94	0,72	0,74	3,58
79	Sokołów 166	Q. r	2,94	-0,09	0,01	0,26
15	Hajnówka 38-40	Q. r	-21,06	-1,37	-1,34	-5,04
59	Dębno 123	Q. r	9,94	0,50	0,69	3,93
14	Durowo 32	Q. r	-35,06	0,06	-0,06	-4,93
20	Myślibórz 52	Q. r	6,94	0,22	0,19	1,47
62	Gryfino 127	Q. r	13,94	-0,35	-0,28	0,54
29	Czarna B. 75	Q. r	-13,06	-0,12	0,05	-2,04
30	Lutówko 82	Q. r	-16,06	-0,56	-0,67	-3,75
26	Czarna B. 69	Q. r	-2,06	0,20	0,22	-0,01
27	Czarna B. 70	Q. r	3,94	0,20	0,25	1,06
25	Czarna B. 68	Q. r	0,94	-0,81	-0,80	-2,56
63	Miłomłyn 133-134	Q. r	-6,06	-0,88	-1,01	-3,81
NIR wg Tukeya / LSD		–	–	1,84	1,88	7,25
Średnie / Means		–	75,06	5,69	6,19	10,37

Q. p – *Quercus petraea*; Q. r – *Q. robur*

Tabela 3. Wyniki analiz wariancji
Table 3. Results of the analysis of variance

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody DF	Poziomy istotności Significance levels								
		Wysokość w latach: Heigh in years:					Średnia pierśnica Average dbh 2007	Przeciętne pierśnice Quadratic mean dbh 2007	Suma przekrojów Cross section area 2007	Przeżywalność Survival 2007
		1999	2002	2003	2004	2007				
Bloki Blocks	4	1,73×10 ⁻⁷	1,20×10 ⁻⁹	1,73×10 ⁻¹⁴	1,39×10 ⁻¹⁶	2,28×10 ⁻⁵	0,000358	0,001119	8,21×10 ⁻⁷	0,032284
Populacje Provenances	63	2,29×10 ⁻⁸	9,90×10 ⁻⁶	1,54×10 ⁻⁶	1,06×10 ⁻⁵	7,39×10 ⁻²¹	4,92×10 ⁻⁷	1,40×10 ⁻⁶	2,03×10 ⁻¹⁰	3,75×10 ⁻⁶
<i>Q. petraea</i> <i>contra</i> <i>Q. robur</i>	1	2,96×10 ⁻⁸	0,000562	8,64×10 ⁻⁵	0,020082	5,22×10 ⁻¹⁰	7,76×10 ⁻⁷	1,10×10 ⁻⁶	1,23×10 ⁻⁶	0,237406
Błąd Error	252	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Całość Total	319	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 4. Wyniki analiz wariancji dla cech *Quercus petraea* oznaczonych w 2007 r.
Table 4. Results of the analysis of variance for the traits of *Quercus petraea* in 2007

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody DF	Poziomy istotności Significance levels				
		Wysokość Height	Średnia pierśnica Average dbh	Przeciętna pierśnica Quadratic mean dbh	Suma przekrojów Cross section area	Przeżywalność Survival
Bloki Blocks	4	0,259254	0,105793	0,041893	0,075284	0,116176
Populacje Provenances	22	0,000061	0,046321	0,028148	0,064465	0,240214
Błąd Error	88	–	–	–	–	–
Całość Total	114	–	–	–	–	–

najgorszą wyniosła więc 104%. Dla dębu szypułkowego średnia suma powierzchni przekrojów wyniosła 11,05 m²·ha⁻¹, zmieniając się od 5,04 m²·ha⁻¹ ('Hajnówka 38-40') do 15,56 m²·ha⁻¹ ('Kalisz 138'). Przewaga najlepszej populacji nad najgorszą wyniosła więc 209%.

Przy pomocy skorelowania cech dębu bezszypułkowego i współrzędnych geograficznych (tab. 8) wykryto jedynie współzależności pomiędzy cechami określonymi na powierzchni doświadczalnej. Istotna korelacja pomiędzy długością geograficzną a szerokością geograficzną wskazuje jedynie na nielosowe rozmieszczenie na terytorium kraju testowanych proveniencji, których drzewostany mateczne układają się wzdłuż linii biegnącej z północnego zachodu na południowy wschód (ryc. 1). Związane jest to przede wszystkim z rozmieszczeniem bazy nasiennej tego gatunku.

W przypadku dębu szypułkowego wykazano, że wszystkie cechy wzrostowe i suma powierzchni przekrojów pierśnicowych korelują z długością geograficzną i szerokością geograficzną (tab. 9). Są to bez wyjątku korelacje ujemne, co oznacza, że populacje o najszybszym wzroście w młodości (o największych wymiarach drzew i największej sumie powierzchni przekrojów pierśnicowych) znajdują się w południowo-zachodniej części Polski. Nie są to korelacje wysokie, a zatem istnieją dobre rosnące populacje także poza wskazanym obszarem.

Wyniki analizy skupień pozwalają w pierwszym kroku wyróżnić dwa skupienia, oznaczone na diagramie (ryc. 2) cyframi 1 i 2. W drugim kroku skupienie 2 można rozdzielić na części oznaczone symbolami 2.1 i 2.2. Dalszy podział diagramu na mniejsze skupienia

Tabela 5. Wyniki analiz wariancji dla cech *Quercus robur* oznaczonych w 2007 r.Table 5. Results of the analysis of variance for the traits of *Quercus petraea* in 2007

Źródło zmienności Source of variation	Poziomy istotności Significance levels					
	Stopnie swobody DF	Wysokość Height	Średnia pierśnica Average dbh	Przeciętna pierśnica Quadratic mean dbh	Suma przekrojów Cross section area	Przeżywalność Survival
Bloki Blocks	4	0,000001	0,000032	0,000356	0,000013	0,215944
Populacje Provenances	40	$1,78 \times 10^{-15}$	0,000067	0,000333	$2,53 \times 10^{-8}$	$2,29 \times 10^{-7}$
Świeże <i>contra</i> wilgotne* Fresh <i>contra</i> moist habitat*	1	0,000003	0,001008	0,003981	0,000015	0,017932
Lasobory <i>contra</i> lasy** Broadleaved coniferous <i>contra</i> broadleaved habitats**	1	0,003041	0,146947	0,271026	0,271815	0,955927
Błąd Error	160	–	–	–	–	–
Całość Total	204	–	–	–	–	–

* **Kontrast: proweniencje z siedlisk świeżych *contra* proweniencje z siedlisk wilgotnych**Contrast: provenances from fresh sites *contra* provenances from moist sites** **Kontrast: proweniencje z siedlisk wilgotnych mezotroficznych *contra* proweniencje z siedlisk wilgotnych eutroficznych (BMw+LMw *contra* Lw+Ll)**Contrast: provenances from moist mesotrophic sites *contra* provenances from moist eutrophic sites**Tabela 6. Średnie wartości cech osiągnięte przez proweniencje *Quercus robur* z siedlisk wilgotnych i świeżych**Table 6. Trait mean values of the *Quercus robur* provenance from moist and fresh habitats

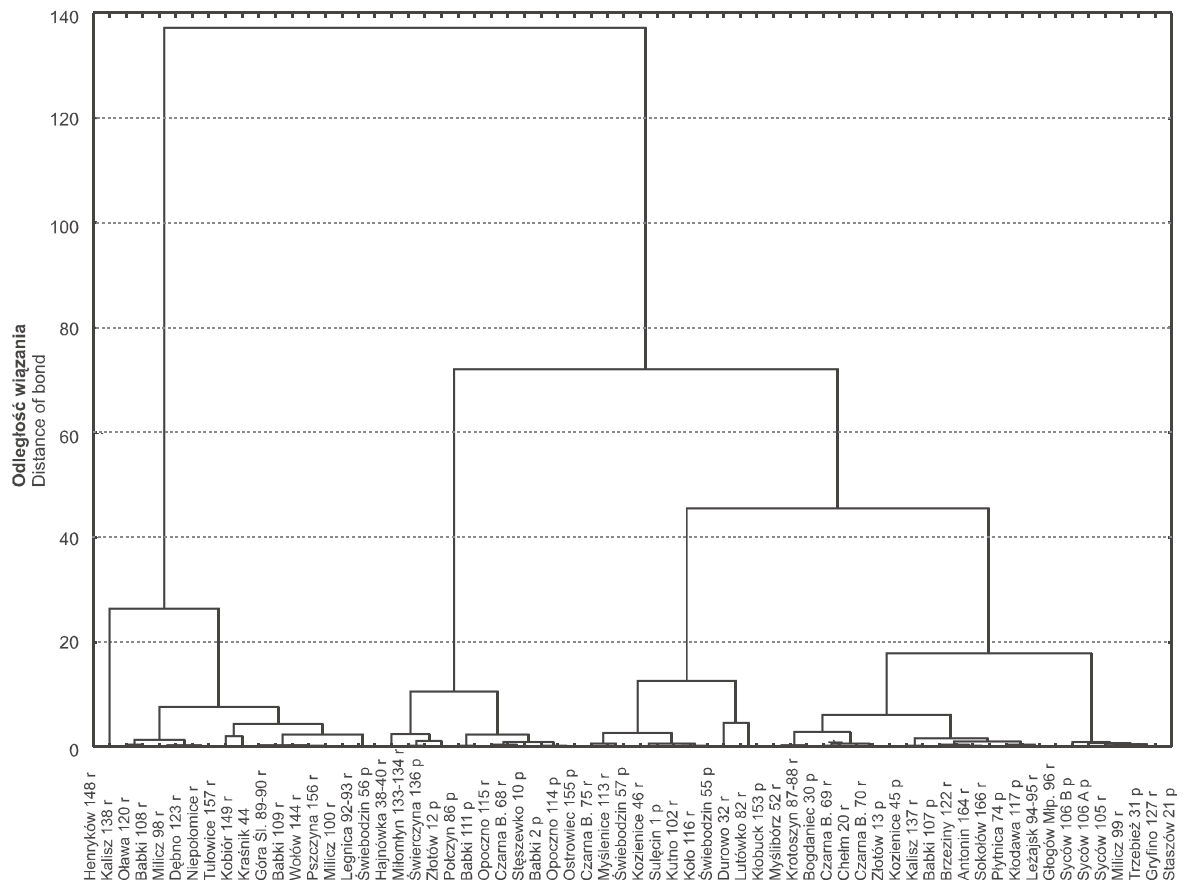
Cecha Trait	Jednost ka Unit	Proweniencje	
		z siedlisk wilgotnych (BMw, LMw, Lw, Ll) Provenances from moist sites	z siedlisk świeżych (LMwyż, LMśw, Lwyż, Lśw) Provenances from fresh sites
Wysokość Height	m	6,12	5,73
Średnia pierśnica Average dbh	cm	6,29	5,81
Przeciętna pierśnica Quadratic mean dbh	cm	6,76	6,32
Suma przekrojów Cross section area	m ²	13,21	10,69
Przeżywalność Survival	arcsin	65,65	61,46
Przeżywalność Survival	%	83,00	77,20

wyduje się być mniej uzasadniony. Skupienie oznaczone cyfrą 1 obejmuje populacje wyróżniające się dużymi wartościami pierśnic i wysokości oraz dużą przeżywalnością. Należy do tej grupy 16 populacji dębu szypułkowego, przeważnie z południowej i zachodniej części Polski, oraz jedna populacja dębu bezszypułkowego ('Świebodzin 56'). Skupienie oznaczone 2.1 to popu-

lacje z najniższymi ocenami. Obejmuje ono trzy populacje dębu szypułkowego ('Hajnówka', 'Miłomłyn', 'Opoczno 115') i osiem populacji dębu bezszypułkowego.

Tabela 7. Porównanie cech taksacyjnych osiągniętych w 2007 r. przez *Quercus robur* i *Quercus petraea*
Table 7. Comparison of taxation parameters of *Quercus robur* and *Quercus petraea* in 2007

Opisywane wielkości Quantities described	Zakres Coverage	Przeżywalność Survival	Średnie pierśnice Average dbh	Przeciętne pierśnice Quadratic mean dbh	Średnie wysokości Mean height	Suma powierzchni przekrojów Cross section area
		%	cm	cm	m	m ² ×ha ⁻¹
Średnie Means	Wszystkie obiekty All objects	75,06	5,69	6,20	5,65	10,37
	<i>Quercus robur</i>	75,71	5,87	6,37	5,78	11,05
	<i>Quercus petraea</i>	73,91	5,38	5,88	5,42	9,17
Odchylenia standardowe Standard deviations	Wszystkie obiekty All objects	10,10	0,58	0,58	0,41	2,54
	<i>Quercus robur</i>	11,01	0,56	0,56	0,47	2,63
	<i>Quercus petraea</i>	8,36	0,46	0,47	0,39	1,89
Współczynniki zmienności Coefficients of variability	Wszystkie obiekty All objects	13,46	9,82	9,10	8,01	23,84
	<i>Quercus robur</i>	14,54	9,61	8,82	8,16	23,80
	<i>Quercus petraea</i>	11,30	8,20	7,73	6,93	20,37



Rycina 2. Dendrytowe uporządkowanie populacji *Quercus robur* i *Q. petraea* ze względu na średnie wysokości, przeciętne pierśnice i przeżywalność, określone w 2007 r.
Figure 2. A dendrite arrangement of the *Quercus robur* and *Q. petraea* populations in relation to mean heights, average diameters, breast height and survival in 2007

Tabela 8. Korelacje badanych cech *Quercus petraea*Table 8. Correlations of traits for *Quercus petraea*

Cecha Trait	Wysokość 1999 Height 1999	Wysokość 2002 Height 2002	Wysokość 2003 Height 2003	Wysokość 2004 Height 2004	Wysokość 2007 Height 2007	Średnia pierśnica Average dbh	Przeciętna pierśnica Quadratic mean dbh	Suma przekrojów Cross section area	Przeżywalność Survival	Szerokość geogr. Geographical latitude
Wysokość 2002 Height 2002	0,8933	1,0000								
Wysokość 2003 Height 2003	0,7704	0,8826	1,0000							
Wysokość 2004 Height 2004	0,7659	0,8589	0,7448	1,0000						
Wysokość 2007 Height 2007	0,6724	0,7964	0,8065	0,7898	1,0000					
Średnia pierśnica Average dbh	0,6458	0,8132	0,7616	0,8091	0,8793	1,0000				
Przeciętna pierśnica Quadratic mean dbh	0,6172	0,7697	0,7242	0,7557	0,8524	0,9843	1,0000			
Suma przekrojów Cross section area	0,6378	0,7395	0,6801	0,6927	0,7907	0,8245	0,8398	1,0000		
Przeżywalność Survival	0,3030	0,3366	0,2864	0,2196	0,3026	0,2022	0,2242	0,6884	1,0000	
Szerokość geogr. Latitude	0,0085	-0,1633	-0,1282	-0,0313	-0,2378	-0,1831	-0,1522	-0,0963	-0,0872	1,0000
Długość geogr. Longitude	-0,3378	-0,3288	-0,2219	-0,3243	-0,1123	-0,2293	-0,2060	-0,1526	0,0177	-0,7073

Współczynnik korelacji jest istotny na poziomie $\alpha=0,05$ gdy $-0,4132 \leq r \leq 0,4132$

Correlation coefficient is significant at a level of $\alpha=0.05$ when $-0.4132 \leq r \leq 0.4132$

4. Dyskusja

W Polsce nie opracowano do tej pory strategii selekcji dębów. Adaptacja i szybki wzrost w młodości są cechami cennymi z punktu widzenia hodowli lasu, które pozwalają minimalizować koszty wyprowadzania upraw, ale nie wiadomo, czy szybki późniejszy wzrost dębów i związana z nim wysoka produkcja drewna dowolnej jakości są zawsze pożądane. Dobry surowiec okleinowy powinien mieć miękkie drewno, z dużym udziałem drewna wczesnego, a więc wąskie słoje przyrostu rocznego (6 słoików na 1 cm – Surmiński 2006), co jest związane z powolnym przyrostem grubości. Inny powinien być surowiec tartaczny, jako drewno budowlane i konstrukcyjne. Szerokie słoje (poniżej 3 słoików na 1 cm), a więc duży przyrost, zapewniają wysoki udział w słoju twardego i wytrzymałego drewna późnego (Surmiński 2006). Wielkość przyrostu pierśnic można regulować doбором gatunku i doбором proveniencji, jak również zabiegami

uprawowymi czy sterowaniem konkurencją wewnątrz drzewostanu. Możliwe jest też, że wymagania surowcowe stawiane przez technologię drewna nie muszą być bardzo rygorystyczne. Nie jest pewne, czy strategia selekcji dębów powinna zależeć od kierunku użytkowania drewna. Nie wiadomo, czy dęby rosnące szybciej są cenniejsze od dębów rosnących wolniej ze względu na zastosowanie drewna, choć są cenniejsze z hodowlanego punktu widzenia.

W warunkach ekologicznych powierzchni porównawczej dąb szypułkowy okazał się gatunkiem szybciej rosnącym od dębu bezszypułkowego, ale przy istnieniu populacji powoli rosnących, ustępujących dębowi bezszypułkowemu. Są to warunki opisane syntetycznym wskaźnikiem, jakim jest typ siedliskowy lasu: las świeży. Oba gatunki mogą występować na bardzo różnych siedliskach (Modrzyński et al. 2006). Analiza siedlisk zajmowanych przez drzewostany mateczne testowanych proveniencji wykazała, że dąb bezszypułkowy występował na siedliskach trzech typów: bór mieszany

Tabela 9. Korelacje badanych cech *Quercus robur*Table 9. Correlations of traits for *Quercus robur*

Cecha Trait	Wysokość 1999 Height 1999	Wysokość 2002 Height 2002	Wysokość 2003 Height 2003	Wysokość 2004 Height 2004	Wysokość 2007 Height 2007	Średnia pierśnica Average dbh	Przeciętna pierśnica Quadratic mean dbh	Suma przekrojów Cross section area	Przeżywalność Survival	Szerokość geogr. Geographical latitude
Wysokość 2002 Height 2002	0,9021	1,0000								
Wysokość 2003 Height 2003	0,8474	0,9414	1,0000							
Wysokość 2004 Height 2004	0,8390	0,8368	0,8583	1,0000						
Wysokość 2007 Height 2007	0,7331	0,7887	0,8286	0,8104	1,0000					
Średnia pierśnica Average dbh	0,7747	0,8064	0,8510	0,8323	0,9345	1,0000				
Przeciętna pierśnica Quadratic mean dbh	0,7633	0,7908	0,8379	0,8046	0,8901	0,9888	1,0000			
Suma przekrojów Cross section area	0,6934	0,6559	0,6814	0,6583	0,6420	0,7676	0,8081	1,0000		
Przeżywalność Survival	0,3504	0,2534	0,2332	0,2146	0,1138	0,2054	0,2621	0,7425	1,0000	
Szerokość geogr. Latitude	-0,4507	-0,4338	-0,4386	-0,4044	-0,5228	-0,4817	-0,4481	-0,4117	-0,1937	1,0000
Długość geogr. Longitude	-0,2967	-0,4142	-0,4786	-0,4289	-0,4207	-0,3558	-0,3366	-0,3326	-0,2035	0,0763

Współczynnik korelacji jest istotny na poziomie $\alpha=0,05$ gdy $|r| \geq 0,3012$

Correlation coefficient is significant at a level of $\alpha=0.05$ when $|r| \geq 0.3012$

świeży, las mieszany świeży (najliczniej) i las świeży (Szczurek et Barzdajn 1997). Dąb szypułkowy występował na siedliskach: bór mieszany świeży, bór mieszany wilgotny, las mieszany świeży, las mieszany wilgotny, las mieszany wyżynny, las świeży (najliczniej), las wyżynny, las wilgotny i las łęgowy. Dąb szypułkowy zajmuje te same siedliska co dąb bezszypułkowy, a ponadto jeszcze siedliska wilgotne. Siedlisko powierzchni doświadczalnej powinno być optymalne lub bliskie optymalnemu dla obu gatunków, dlatego różnice między nimi we właściwościach adaptacyjnych i wzrostowych powinny wynikać z cech gatunkowych, a nie z różnych optimów siedliskowych. Na różnice międzygatunkowe we wzroście dębów, utrzymujące się przynajmniej do wieku 28 lat, wskazują też prace Jensena (1993) w Danii czy Fobera (1998) w Polsce.

Nowym wynikiem prezentowanej pracy są różnice stwierdzone pomiędzy proveniencjami dębu szypułkowego pochodzącymi z siedlisk o różnej wilgotności,

przy czym przewagę mają proveniencje z siedlisk wilgotnych (8 populacji) nad proveniencjami z siedlisk świeżych (31 populacji). Troficzność siedlisk miejsca pochodzenia nie była związana ze zróżnicowaniem wzrostu dębów. Fakt ten sugeruje, że odporność na zalewanie korzeni (znoszenie niskiego ciśnienia tlenu) jest uwarunkowana genetycznie i podlega selekcji kierunkowej. Sugestia ta zasługuje na potraktowanie jako hipoteza do dalszej weryfikacji, gdyż oprócz znaczenia poznawczego ma też znaczenie utylitarne.

Niedostateczna, jak się okazało, liczba nielosowo rozmieszczonych populacji dębu bezszypułkowego nie pozwoliła na znalezienie zależności rozpatrywanych cech od położenia geograficznego drzewostanów matecznych. Dla dębu szypułkowego udowodniono liniową zależność cech wzrostowych i produktywności (mierzonej sumą powierzchni przekrojów pierśnicowych) od długości i szerokości geograficznej miejsca pochodzenia (z wyjątkiem wysokości w 1999 r. –

zależnej tylko od długości geograficznej). Najlepiej rosną proveniencje z zachodniej i południowej części Polski, wyróżnione na rycinie 2 jako skupienie 1. Geografizm cech wzrostowych sugeruje istnienie ich klinalnej zmienności, wynikającej być może z dłuższego i cieplejszego sezonu wegetacyjnego.

Duża zmienność rozpatrywanych cech sprawia, że możliwości selekcji wewnątrz każdego z gatunków należy uznać za bardzo duże. Wykorzystanie tych możliwości wymaga w pierwszej kolejności opracowania strategii selekcji dębów.

5. Wnioski

1. Różnice wzrostowe pomiędzy dębem szypułkowym a dębem bezszypułkowym utrzymują się w warunkach reprezentowanych przez powierzchnię doświadczalną przynajmniej do wieku 14 lat. Szybciej rosnącym gatunkiem jest dąb szypułkowy.

2. Zróżnicowanie wewnątrzgatunkowe jest bardzo duże i stwarza duże możliwości selekcji. Większe zróżnicowanie wykazuje dąb szypułkowy.

3. Cechy wzrostowe dębów szypułkowych wykazują pewien geografizm. Szybciej rosnące populacje występują na zachodzie i południu Polski.

4. Potomstwo populacji dębów szypułkowych rosnących na siedliskach wilgotnych wykazało lepszą adaptację do warunków miejsca uprawy i szybszy wzrost w młodości od potomstwa populacji z siedlisk świeżych.

Literatura

- 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 r. *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej im. H. Kolląta w Krakowie* nr 394. Sesja naukowa z. 86: 189-198.
- Fober H. 1994. Międzynarodowe doświadczenie proveniencyjne nad dębem bezszypułkowym *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. *Arboretum Kórnickie*, 39: 109-124.
- Fober H. 1998. Provenance experiment with pedunculate (*Quercus robur* L.) and sessile (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) oaks established in 1968. *Arboretum Kórnickie*, 43: 67-78.
- Giertych M. 2006. Genetyka populacyjna. [W:] Dęby (red. W. Bugała). Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań – Kórnik, 591-639.
- Jensen J. S. 1993. Variation of growth in Danish provenance trials with oak (*Quercus robur* L and *Quercus petraea* Mattuschka Liebl). *Annals of Forest Science*, 50 (Suppl 1): 203-207.
- Marek T. 1989. Analiza skupień w badaniach empirycznych. Metody SAHN. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Mejnartowicz L. 2006. Genetyka biochemiczna. [W:] Dęby (red. W. Bugała). Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań-Kórnik: 639-662.
- Modrzyński J., Robakowski P., Zientarski J. 2006. Zarys ekologii. [W:] Dęby (red. W. Bugała). Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań-Kórnik: 411-474.
- Rachwał L. 1982. Doświadczenia proveniencyjne z różnymi gatunkami drzew w Puszczy Niepołomickiej. *Arboretum Kórnickie*, 27: 367-389.
- Surmiński J. 2006. Drewno i jego właściwości. [W:] Dęby (red. W. Bugała). Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań-Kórnik, 877-883.
- Szczurek H., Barzdajn W. 1997. Przywiązanie *Quercus robur* L. *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. do siedlisk leśnych określonych typów w Polsce. *Sylwan*, 141 (4): 153-159.
- Wójcik A., Ludański Z. 1989. Planowanie i wnioskowanie statystyczne w doświadczalnictwie. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Zwaduch P. 2005. Proveniencyjna zmienność dębów szypułkowych (*Quercus robur* L.) i dębów bezszypułkowych (*Quercus petraea* [Matt.] Liebl.) na powierzchniach doświadczalnych w Nadleśnictwie Milicz i Nadleśnictwie Oborniki Śląskie. Praca doktorska Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.