

WŁADYSŁAW BARZDAJN

Proweniencyjna zmienność buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w Polsce w świetle wyników doświadczenia proweniencyjnego serii 1992/1995*

Provenance variability of common beech (*Fagus sylvatica* L.)
related to the results of the provenance trial of 1992/1995 series

Abstract: In this experiment participate 45 provenances of European beech (progenies of the seed producing stands) which were planted on 6 comparative plots in the following Forest Districts: Choczewo, Łobez, Brzeziny, Łopuchówko, Bystrzyca Kłodzka and Krynica. The establishment in the same place the series of the comparative plots and the same methods of measurement and observations make possible to calculate the interactions between genotype and the environment in respect of the investigated characteristics: survival, growth and phenological features.

Key words: *Fagus sylvatica*, European beech, provenance test, variability, interactions genotypes with environment, survival, height growth, phenological features

Wstęp

Badania proveniencyjne nad zmiennością buka pospolitego mają historię tak długą, jak w przypadku innych gatunków europejskich. Rohmeder i Schönbach (1959) wspominają o doświadczeniu założonym przez Kienitza w 1877 r. Doświadczeń tych założono jednak niewiele w porównaniu z takimi gatunkami jak *Picea abies* czy *Pinus sylvestris*. Przegląd wyników tych doświadczeń zawierają opracowania Paule i współautorów (1984), Giertycha (1990) oraz Paule i Gömöry (1997). Historię badań nad zmiennością buka w Polsce opisuje referat Rzeźnika (1999). Z analizy dotychczasowych doświadczeń wynika, że buk wykazuje raczej zmienność ekotypową niż klinalną, a jego wzrost pozostaje

*Praca została sfinansowana ze środków grantu Nr 5660594 C/2234 Komitetu Badań Naukowych i Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.

Wyniki referowano na konferencji "Zmienność buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.)", Poznań-Siemianice, 8-10 czerwca 1999 r.

w zależności od interakcji genotypu ze środowiskiem (Giertych 1990, 2000), dlatego nie celowe jest dalekie przenoszenie nasion.

Genezę, cel, założenia metodyczne i dokumentację opisywanego doświadczenia zawarto w oddzielnej pracy (Barzdajn, Kowalkowski i Rzeźnik 2001). Jest to największe przedsięwzięcie badawcze z tego zakresu w Polsce. Uczestniczą w nim (przez założenie powierzchni doświadczalnych i wykonywanie na nich badań) wszystkie placówki badawcze zajmujące się w Polsce zmiennością proveniencyjną drzew leśnych: Instytut Badawczy Leśnictwa, Instytut Dendrologii PAN, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Akademia Rolnicza w Krakowie oraz Akademia Rolnicza w Poznaniu.

Metodyka

Założenie w tym samym czasie serii sześciu powierzchni porównawczych oraz jednolite metody zbierania obserwacji i pomiarów umożliwiły obliczenie interakcji genotypu ze środowiskiem w zakresie badanych cech, co ma podstawowe znaczenie dla prawidłowego sformułowania zasad przenoszenia materiału rozmnożeniowego.

Możliwość poznania wielkości interakcji proveniencje \times lokalizacje oraz proveniencje \times wiek, a także proveniencje \times lokalizacje \times wiek to podstawowe zalety wybranego układu doświadczalnego.

Ogółem w doświadczeniu uczestniczy 45 pochodzeń buka (potomstw drzewostanów nasiennych), wysadzonych na sześciu powierzchniach porównawczych, założonych w nadleśnictwach: Choczewo, Łobez, Brzeziny, Łopuchówko, Bystrzyca Kłodzka oraz w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy (patrz Barzdajn, Kowalkowski i Rzeźnik 2001). Nie wszystkie powierzchnie mają pełną reprezentację proveniencji i nie wszystkie występują z jednakową liczbą powtórzeń. Materiały do niniejszego opracowania pochodziły z opracowań cząstkowych wyników z poszczególnych powierzchni, będących niepublikowanymi, bieżącymi sprawozdaniami z badań oraz z materiałów przeznaczonych do publikacji. Materiały z powierzchni w Choczewie zostały zebrane przez Rożkowskiego i Giertycha (2001). Wyników z powierzchni w Łobzie dostarczył Kowalkowski (2001), z powierzchni w Łopuchówku Barzdajn i Rzeźnik (2001), z powierzchni w Brzezinach Tarasiuk, Bellon i Szeligowski (1998) oraz Tarasiuk i Bellon (2001), z powierzchni w Bystrzycy Kłodzkiej – Matras (2001) a z powierzchni w Krynicy – Żuchowska i Sabor (2000) oraz Sabor i Żuchowska (2001). Wkład autora ogranicza się do zbiorczego przedstawienia wyników oraz ich analiz statystycznych.

Podstawową analizą jest tu analiza wariancji dla doświadczenia wielokrotnego i modelu mieszanego, w którym efekty miejscowości są losowe, efekty obiektów (proveniencji) są stałe, efekty interakcji miejscowości \times proveniencje są losowe, efekty blokowe i resztowe także losowe (Oktaba 1980). Obliczenia do testu F oraz szacowanie komponentów wariancji przebiegało według wzorów podanych w tabeli 1. Pod uwagę wzięto 12 proveniencji dla danych z roku 1996 oraz dziesięciu proveniencji, mających pełną reprezentację na pięciu powierzchniach porównawczych (bez powierzchni w nadl. Choczewo), dla lat 1997 i 1998. Są to proveniencje: 1 Gryfino, 3 Bierzwnik (1996), 5 Karnieszewice (1996), 9 Szczecinek, 18 Młynary, 23 Krucz, 26 Grodzisk, 31 Prudnik, 34 Łągów, 38 Zdroje, 42

TABELA 1

Analiza wariancji dla doświadczenia założonego w układzie bloków kompletnie zrandomizowanych, powtórzonego w miejscowościach
 Analysis of variance of the experiment established in completely randomized block design replicated in localities

| Źródło zmienności Source of variability | Stopnie swobody Degrees of freedom | Wartości oczekiwane średnich kwadratów Expected values of the mean square |
|--|---------------------------------------|--|
| 1. Miejscowość A / Locality | a-1 | $V_a = \sigma_e^2 + b \sigma_{c(a)}^2 + b c \sigma_a^2$ |
| 2. Proweniencje B / Provenances | b-1 | $V_b = \sigma_e^2 + c \sigma_{ab}^2 + ac \sigma_b^2$ |
| 3. Interakcja A×B / Interaction | (a-1)(b-1) | $V_{ab} = \sigma_e^2 + c \sigma_{ab}^2$ |
| 4. Bloki C(A) / Blocks | a(c-1) | $V_{c(a)} = \sigma_e^2 + b \sigma_{c(a)}^2$ |
| 5. Błąd / Error | a(b-1)(c-1) | $V_e = \sigma_e^2$ |
| Całość / Total | abc-1 | × |

Bieszczadzki Park Narodowy i 44 Bieszczadzki Park Narodowy. Interakcje proveniencje × lokalizacje dla pozostałych proveniencji są także możliwe do oszacowania, lecz już tylko w niepełnym zakresie.

Na powierzchniach tych zbierano dane dotyczące cech adaptacyjnych, wzrostowych i fenologicznych wg wspólnie uzgodnionej metodyki, a także inne dane, wg uznania autorów. Wyniki pomiarów i obserwacji na każdej powierzchni korelowano pomiędzy powierzchniami porównawczymi oraz z położeniem geograficznym i wysokością nad poziomem morza drzewostanów matecznych.

Wiosenne fazy fenologiczne określono wg Teissier du Cros (1981). Skala składa się z siedmiu faz określanych nominalnie od "1 – pąki w spoczynku" do "7 – liście niepofałdowane, gładkie i błyszczące". Letnie i jesienne fazy fenologiczne określano wg nieco zmienionej skali opracowanej przez Stachak (1965), obejmującej 8 stopni: od "1 – koniec wzrostu wiosennego – obecne pąki wierzchołkowe pędów wiosennych" do "8 – liście zeschnięte, pomarszczone". Obserwacje fenologiczne sprawiają wiele kłopotów, tak co do porównywalności wyników osiągniętych w różnych miejscowościach jak i do opracowania statystycznego. Między lokalizacjami istnieją oczywiście różnice klimatyczne, wpływające na fazy fenologiczne. Należałoby więc obserwować je nie w równych terminach kalendarzowych, lecz w okresach jednakowego rozwoju pączków, co przypadnie w różnych terminach. Fazy fenologiczne są cechami obserwowanymi jako cechy jakościowe (określane w skali nominalnej), trudno poddające się ilościowej obróbce statystycznej. Trudności te postanowiono ominąć przez wykorzystanie wyników obserwacji z tych terminów, w których je wykonano, a jako cechę do obliczeń (analiza wariancji i analiza korelacji) przyjęto frakcję drzewek, które rozpoczęły wegetację w dniu obserwacji (fenologia wiosenna) oraz frakcję drzewek, które osiągnęły całkowitą zmianę barwy liści (fenologia jesienna).

Syntezę wyników oparto na grupowaniu proveniencji (obiektów) według metod analizy skupień. Grupuje ona obiekty najbardziej podobne do siebie pod względem wielu cech. W

analizie tej wykorzystano następujące cechy: przeżywalność (1998) na sześciu powierzchniach, wysokość z 1998 roku na sześciu powierzchniach, termin rozpoczęcia wegetacji na sześciu powierzchniach oraz termin zamierania liści na sześciu powierzchniach, łącznie 24 cechy każdej populacji. Wykonano trzy analizy. Pierwsza obejmowała grupowanie proveniencji tylko ze względu na cechy adaptacyjne: przeżywalność i wysokość (12 cech). W drugiej analizie grupowano proveniencje ze względu na podobieństwo cech fenologicznych (12 cech). W trzeciej analizie zastosowano wszystkie 24 cechy. W wypadku braku obserwacji zastępowano ją średnią arytmetyczną. Grupowanie obiektów przeprowadzono metodą Warda, a za miarę odległości przyjęto normę euklidesową (Marek 1989).

Wyniki

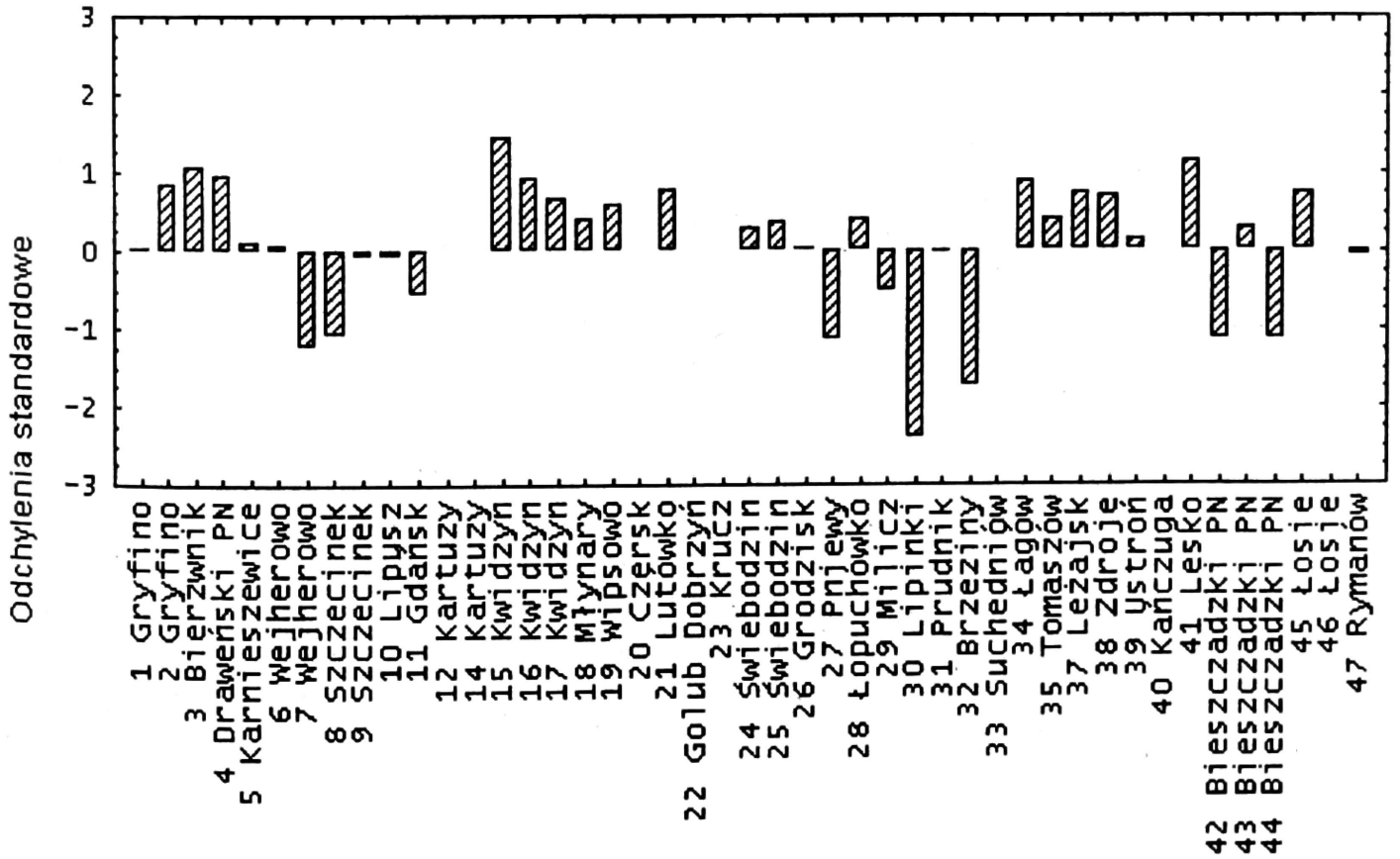
Zaobserwowane wartości przedstawiono na diagramach słupkowych, oddzielnych dla każdej cechy i powierzchni, sporządzonych według takich samych zasad, tj. w tej samej skali, z udziałem tych samych obiektów (w tych samych miejscach na osi) oraz stosując standaryzowane odchyleniem standardowym jednostki. Bezwzględne wartości cech nie mają znaczenia dla wzajemnych porównań. Porównując długość i kierunek słupka charakteryzującego określoną proveniencję na wykresach dla poszczególnych cech i powierzchni, można stwierdzić względną wartość populacji oraz istnienie interakcji. Miarą wielkości interakcji jest wartość współczynnika korelacji wewnątrzklasowej, opisującego udział każdego źródła zmienności ogólnej wariancji.

Przeżywalność

Z rycin 1-6 można zorientować się, że proveniencje 23 Krucz i 30 Lipinki mają małą lub najwyżej średnią przeżywalność. Mało żywotna jest też proveniencja 40 Kańczuga, występująca tylko na powierzchni w Nadl. Łobez. Pozostałe proveniencje zachowują się na ogół inaczej na każdej powierzchni, co właśnie jest wynikiem istnienia interakcji miejscowości z proveniencją. Wielkość tej interakcji obrazuje tabela 2. Można z niej wywnioskować, że na przeżywalność po pierwszym roku na uprawie wpłynęły istotnie

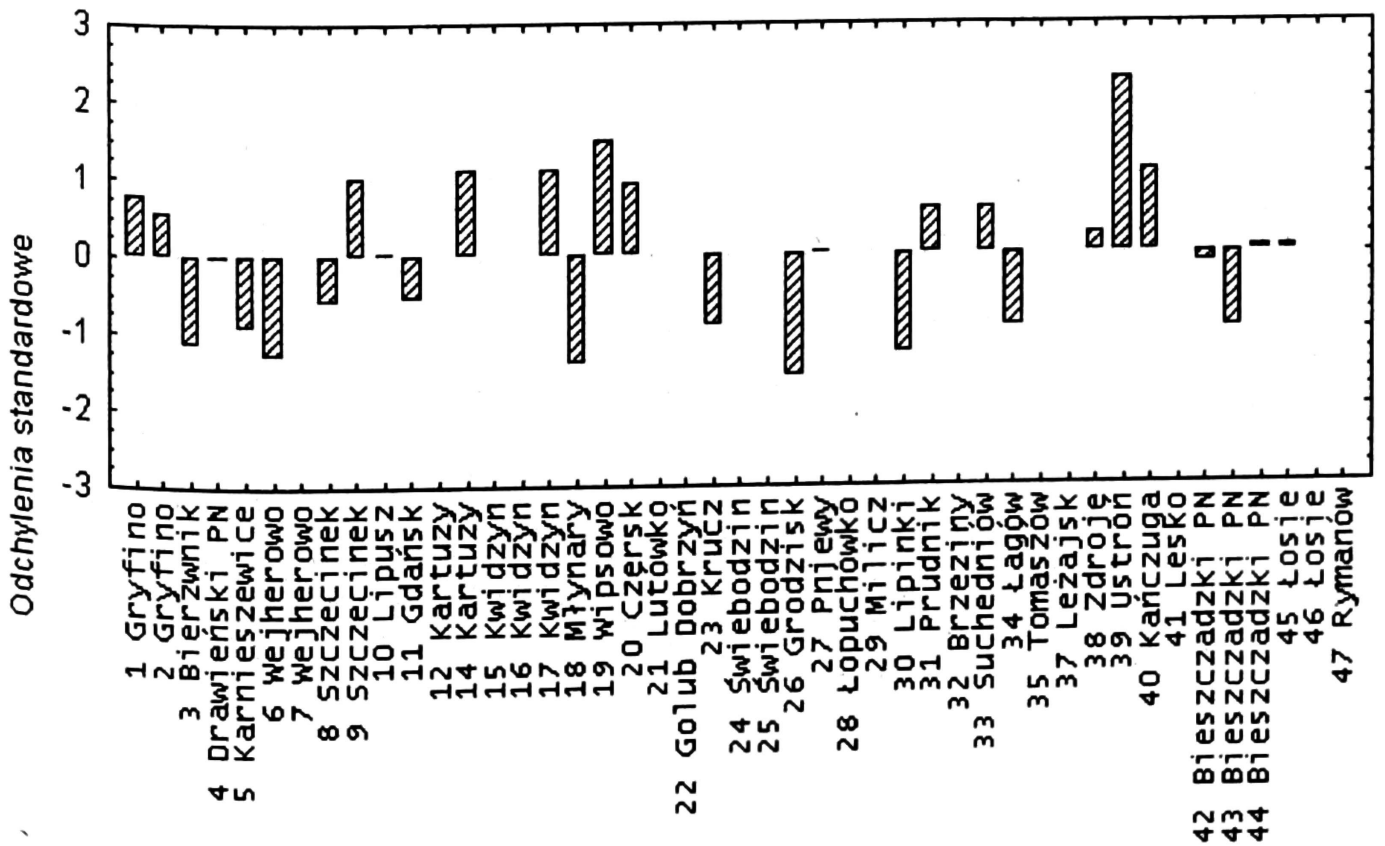
TABELA 2
Wyniki analizy wariancji przeżywalności buków w latach 1996-1998
Analysis of variance results of beech survival in 1996-1998

| Źródło zmienności Source of variability | Współczynniki korelacji wewnątrzklasowej Coefficients of intra-class correlation | | |
|--|---|--------|----------|
| | 1996 | 1997 | 1998 |
| 1. Miejscowość A / Locality | 0,3983 | 0,4986 | 0,56091 |
| 2. Proveniencje B / Provenances | 0,2395 | 0,0498 | 0,04397 |
| 3. Interakcja A×B / Interaction | 0,0516 | 0,0534 | 0,02364 |
| 4. Bloki C(A) / Blocks | 0,0330 | 0,0848 | 0,06385 |
| 5. Błąd / Error | 0,2776 | 0,3134 | 0,30763 |
| Całość / Total | 1,0000 | 1,0000 | 1,000000 |



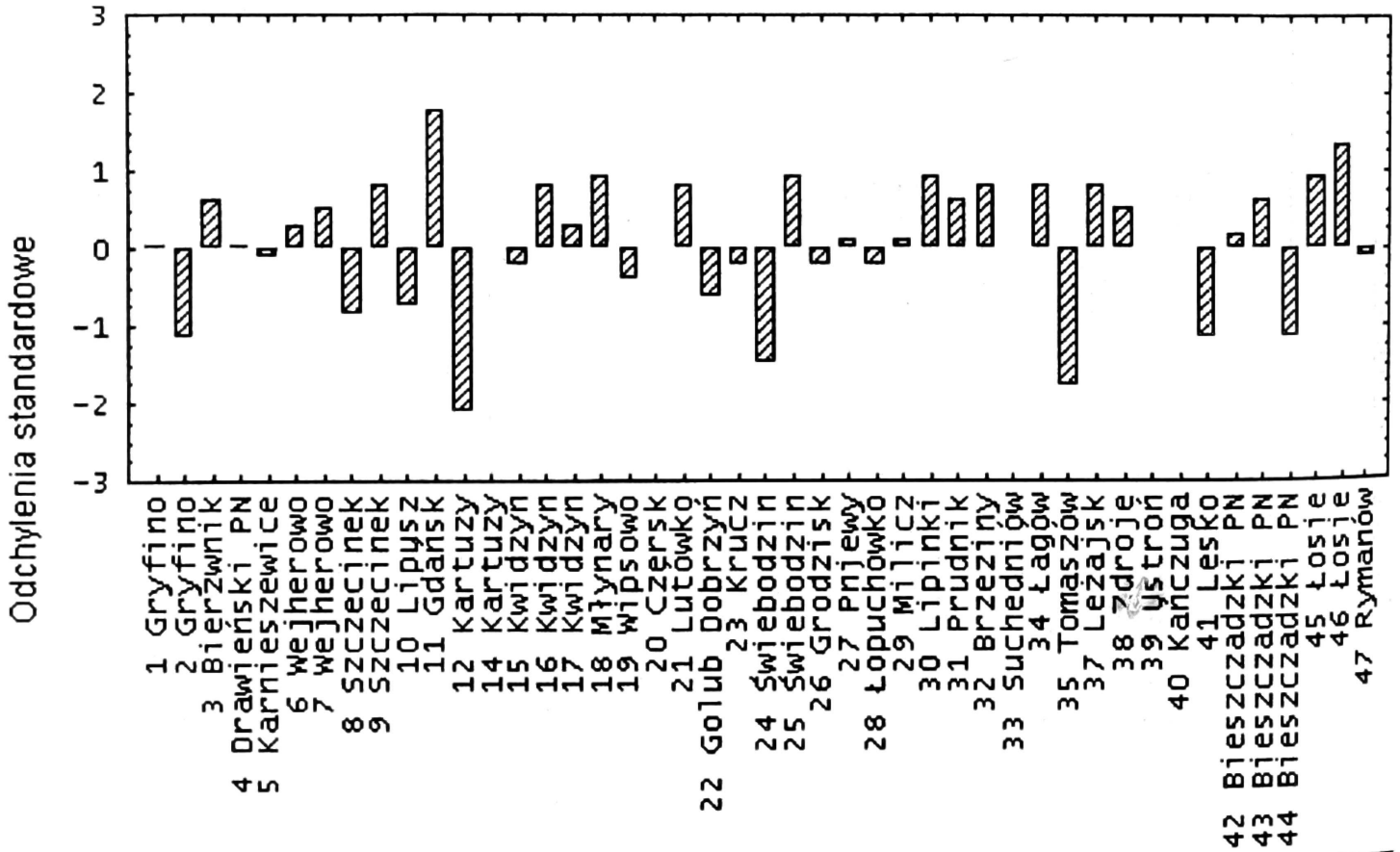
RYC. 1. Przeżywalność buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Choczewo w 1998 roku wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 1. Survival of beech on the experimental plot in Forest District Choczewo in 1998 in standardized (standard deviations) units



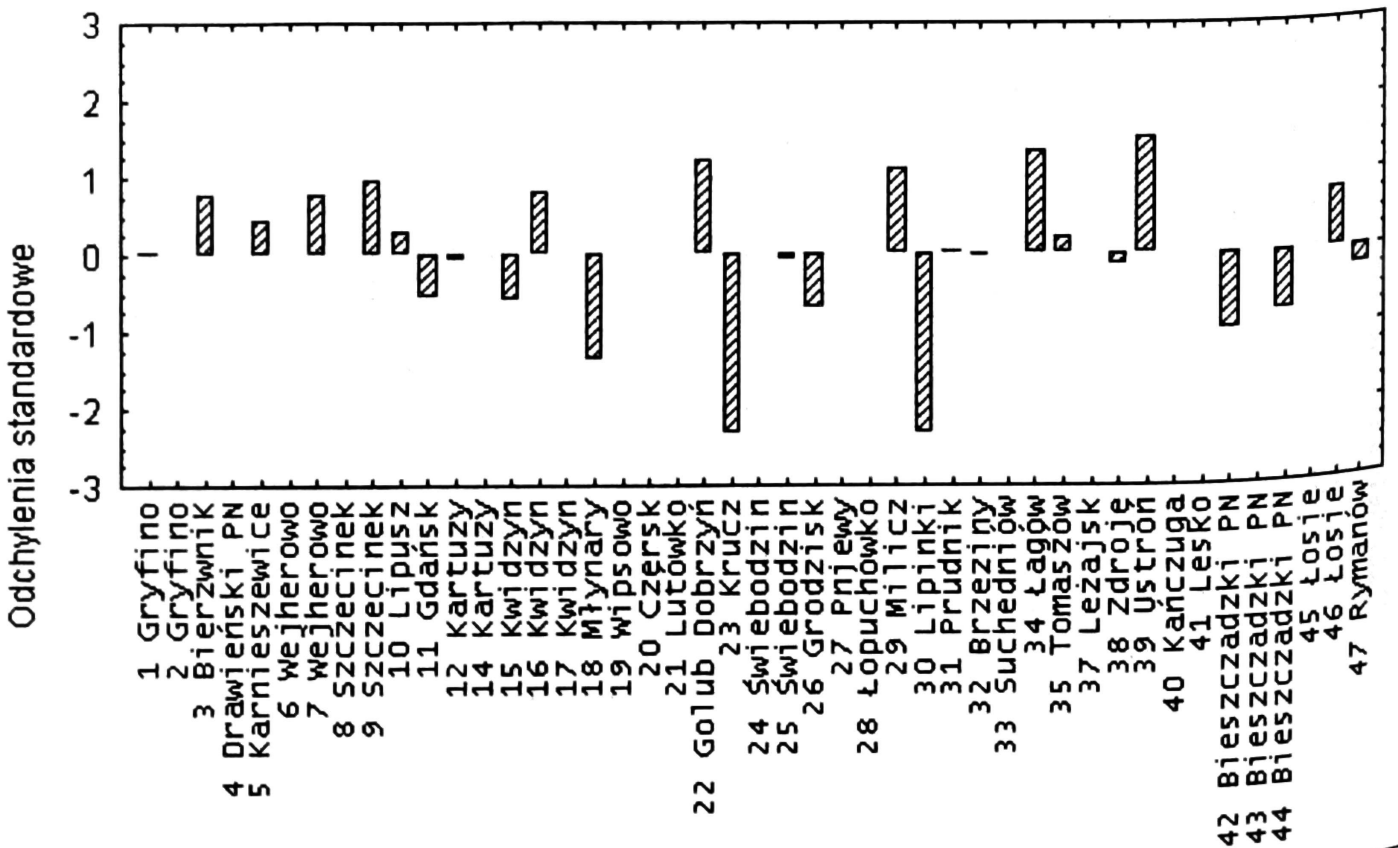
RYC. 2. Przeżywalność buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Łobez w 1998 roku wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 2. Survival of beech on the experimental plot in Forest District Łobez in 1998 in standardized (standard deviations) units



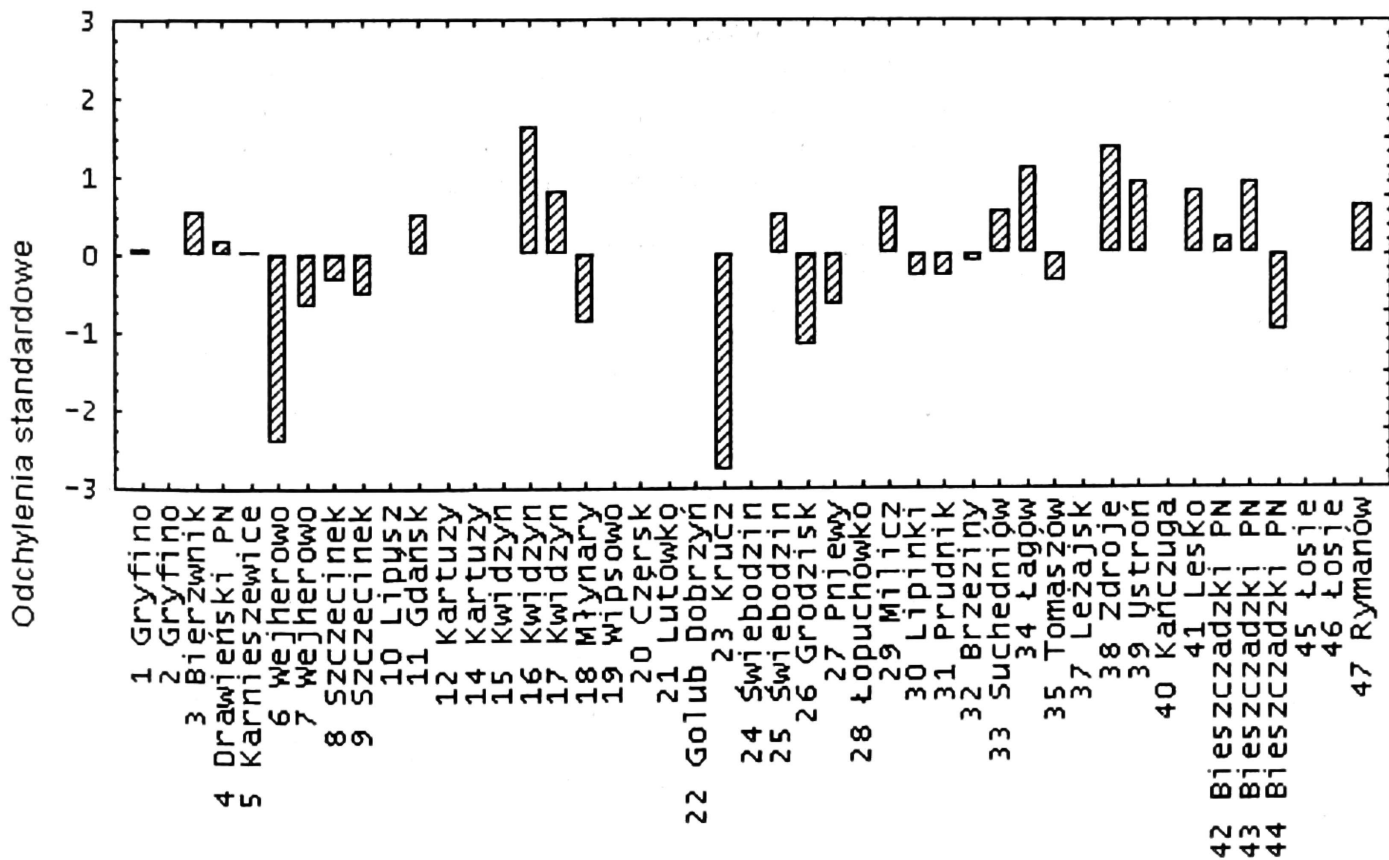
RYC. 3. Przeżywalność buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Łopuchówko w 1998 roku wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 3. Survival of beech on the experimental plot in Forest District Łopuchówko in 1998 in standardized (standard deviations) units



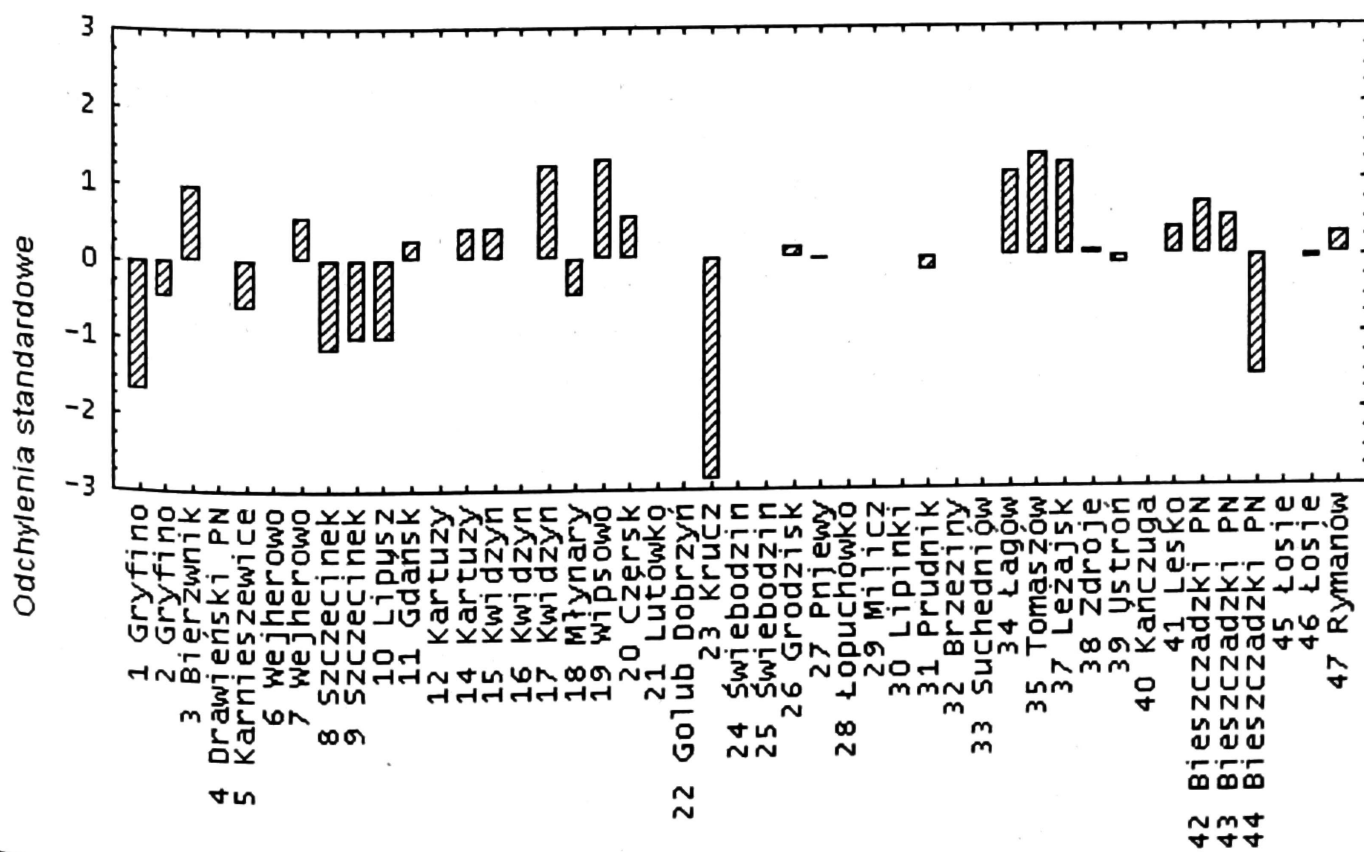
RYC. 4. Przeżywalność buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Brzeziny w 1998 roku wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 4. Survival of beech on the experimental plot in Forest District Brzeziny in 1998 in standardized (standard deviations) units



RYC. 5. Przeżywalność buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Bystrzyca w 1998 roku wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 5. Survival of beech on the experimental plot in Forest District Bystrzyca in 1998 in standardized (standard deviations) units



RYC. 6. Przeżywalność buków na powierzchni doświadczalnej w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy w 1998 roku wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 6. Survival of beech on the experimental plot in Forest Experimental Station Krynica in 1998 in standardized (standard deviations) units

TABELA 3

Współczynniki korelacji pomiędzy przeżywalnością proveniencji w 1998 r. na poszczególnych powierzchniach porównawczych oraz przeżywalności z położeniem geograficznym miejsca pochodzenia
Correlation coefficients between survival of the provenances in 1998 on the particular comparative plots and survival with geographical location of the place of origin

| Nr i cecha (przeżywalność na powierzchni) Number and feature (survival on the plot) | Numer cechy Number of the feature | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|---------|----------|----------|---------|--------------|-----------|-------|
| | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 λ | 14 ϕ | 15H |
| 7 Łobez | 0,31 | 0,03 | -0,09 | 0,13 | 0,517** | -0,22 | 0,11 | 0,04 |
| 8 Bystrzyca | | 0,606** | 0,645*** | 0,574*** | 0,24 | 0,20 | -0,33 | 0,27 |
| 9 Brzeziny | | | 0,43 | 0,566** | 0,02 | 0,08 | 0,02 | -0,04 |
| 10 Krynica | | | | 0,606*** | 0,09 | 0,09 | -0,14 | -0,14 |
| 11 Choczewo | | | | | -0,04 | 0,15 | 0,02 | -0,05 |
| 12 Łopuchówko | | | | | | -0,01 | -0,14 | 0,01 |

λ – długość geograficzna wschodnia (eastern longitude); ϕ – szerokość geograficzna północna (northern latitude); H – wysokość n.p.m. (altitude)

* – istotność na poziomie $\alpha=0,05$; ** – istotność na poziomie $\alpha=0,01$; *** – istotność na poziomie $\alpha=0,001$

* – significance level $\alpha=0,05$; ** – significance level $\alpha=0,01$; *** – significance level $\alpha=0,001$

miejsowości, proveniencje i bloki. Wpływ miejscowości stanowił aż 40% ogólnej wariancji. Proveniencje wpłynęły na tę cechę w 24%. Niekontrolowane czynniki miały tu udział w 28%. Reszta zmienności przypada na bloki (3%) i interakcję (5%). W roku 1997 zaobserwowano pewne osłabienie wpływu proveniencji i wzmocnienie wpływu lokalizacji doświadczenia. Udział lokalizacji wzrósł do 50%, a udział proveniencji (wciąż istotny) i interakcji zmalał do 5%. Tendencja wzrostu znaczenia lokalizacji i spadku znaczenia proveniencji utrzymała się w roku 1998. Dla przeżywalności w 1998 r. wykonano analizę korelacji. Porównywano wyniki uzyskane na poszczególnych lokalizacjach doświadczenia i skorelowano je z położeniem geograficznym drzewostanów matecznych. Wyniki analizy zawarte są w tabeli 3. Współczynniki korelacji liniowej obliczone są z różnej liczby par obserwacji, co wynika z różnej liczby populacji na powierzchniach, dlatego taka sama wielkość współczynnika może być raz uznana za istotną, a innym razem nie. Przeżywalność buków poszczególnych proveniencji wykazuje pewne podobieństwo na różnych powierzchniach. Na powierzchni w Bystrzycy osiągnięto wyniki zbliżone do wyników w Brzezinach, Krynicy i Choczewie. Powierzchnia w Łobzie jest pod tym względem podobna do powierzchni w Łopuchówku. Wyniki z dwóch ostatnich powierzchni nie korelują z wynikami uzyskanymi na pozostałych powierzchniach. Korelacje przeżywalności z położeniem geograficznym drzewostanów matecznych są nieistotne. Największy współczynnik korelacji ($r=0,33$) otrzymano pomiędzy przeżywalnością, a szerokością geograficzną położenia drzewostanu matecznego na powierzchni w Bystrzycy.

Wysokość

Diagramy słupkowe (ryciny 7-12) obrazują wyniki pomiarów wysokości w 1998 roku. Można na nich wyróżnić proveniencje, które są konsekwentnie najmniejsze na powierzchniach na których występują (np. 23 Krucz czy 6 Wejherowo) jak i takie, które dobrze rosną na każdej powierzchni (np. wszystkie populacje z Kwidzyna, 19 Wipsowo, 37 Leżajsk, 39 Ustron czy 1 Gryfino). Różnice występują nawet pomiędzy blisko położonymi populacjami, np. pomiędzy 1 Gryfino a 2 Gryfino, pomiędzy 6 Wejherowo a 7 Wejherowo,

TABELA 4

Wyniki analizy wariancji wysokości buków w latach 1997 i 1998
The results of the analysis of variance of the height of beech in 1997 and 1998

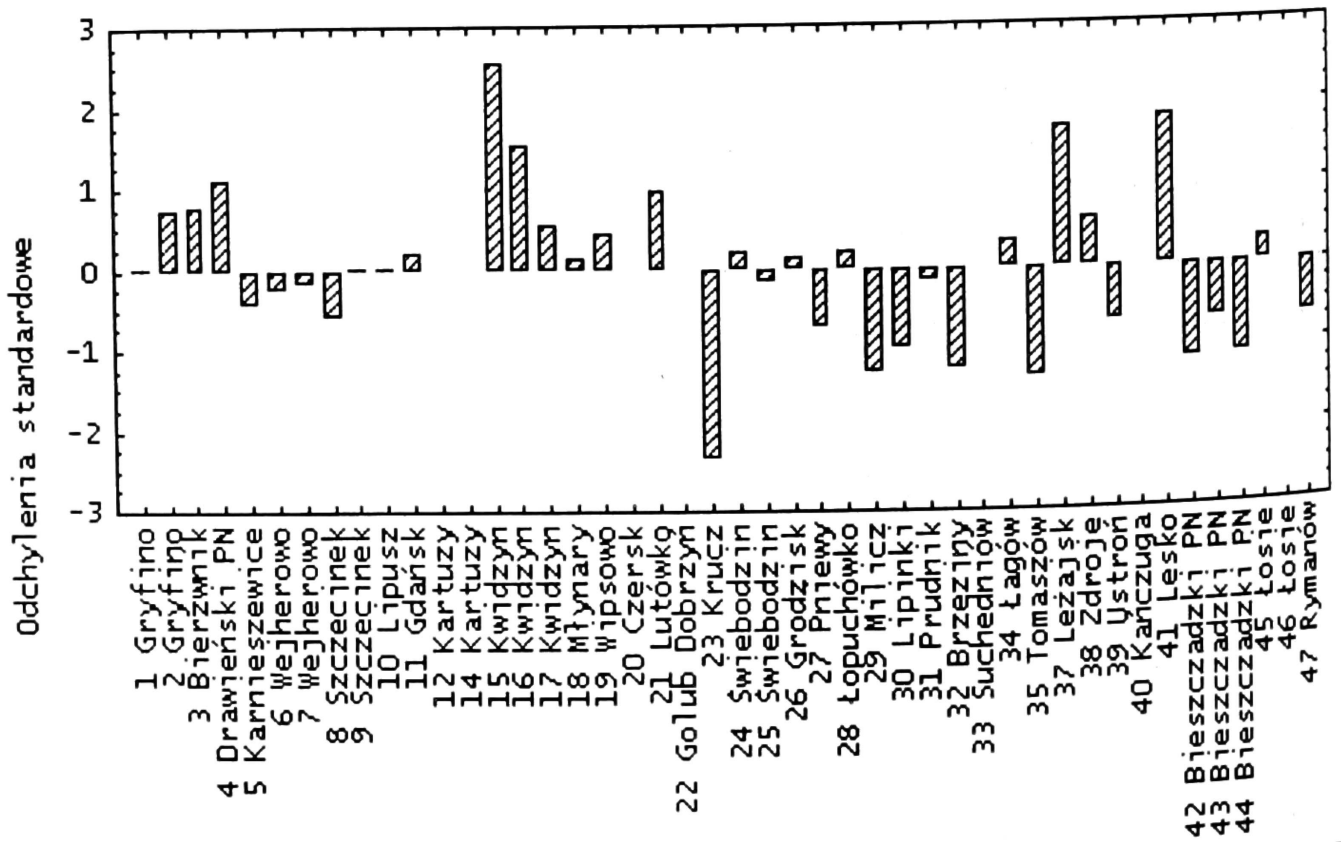
| Źródło zmienności Source of variability | Współczynniki korelacji wewnątrzklasowej Coefficients of intra-class correlation | |
|--|---|--------|
| | 1997 | 1998 |
| 1. Miejscowość A / Locality | 0,2616 | 0,4142 |
| 2. Proveniencje B / Provenances | 0,1634 | 0,0724 |
| 3. Interakcja A×B / Interaction | 0,0000 | 0,0391 |
| 4. Bloki C(A) / Blocks | 0,1480 | 0,1123 |
| 5. Błąd / Error | 0,4268 | 0,3620 |
| Całość / Total | 1,0000 | 1,0000 |

TABELA 5

Współczynniki korelacji pomiędzy wysokością proveniencji buka w 1998 r. na poszczególnych powierzchniach porównawczych oraz wysokości z położeniem geograficznym miejsca pochodzenia
Correlation coefficients between height of beech provenances in 1998 on the particular comparative plots and height with geographical location of the place of origin

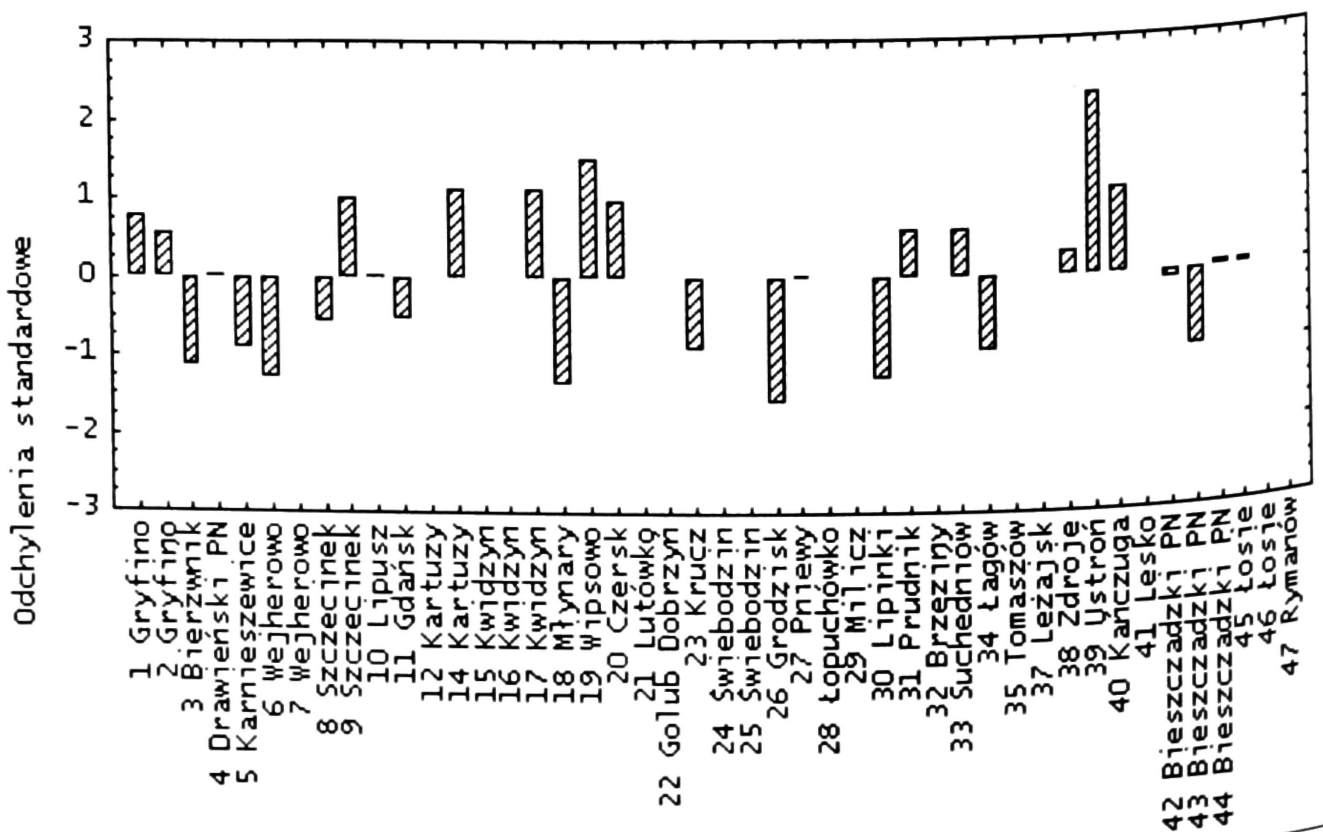
| Nr i cecha (wysokość na powierzchni) Number and feature (height on the plot) | Numer cechy Number of the feature | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|---------|---------|----------|----------|--------|-------|-------|
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 13 λ | 14 φ | 15H |
| 1 Łobez | 0,628** | 0,688** | 0,21 | 0,17 | 0,37 | 0,13 | -0,12 | 0,10 |
| 2 Bystrzyca | | 0,532* | 0,607** | 0,432* | 0,686*** | 0,07 | -0,15 | 0,01 |
| 3 Brzeziny | | | 0,40 | 0,467* | 0,414* | 0,11 | 0,06 | -0,01 |
| 4 Krynica | | | | 0,591*** | 0,672*** | 0,22 | 0,13 | -0,24 |
| 5 Choczewo | | | | | 0,4250** | 0,01 | 0,22 | -0,23 |
| 6 Łopuchówko | | | | | | 0,327* | -0,14 | 0,03 |

Objaśnienia patrz tabela 3
Explanations see table 3



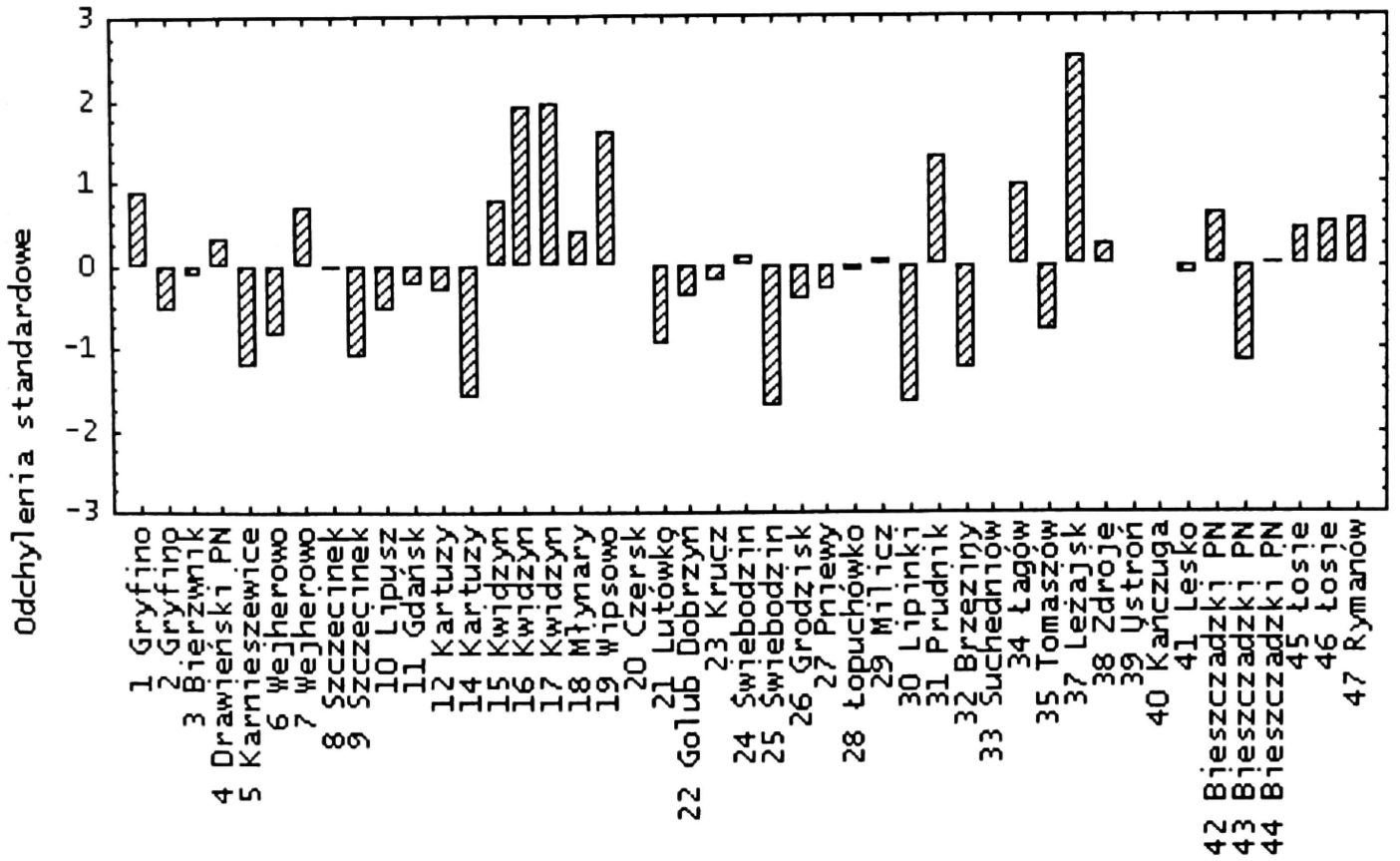
RYC. 7. Wysokość buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Choczewo w roku 1988 wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG 7. Height of beech on the experimental plot in Forest District Choczewo in 1988 in standardized (standard deviations) units



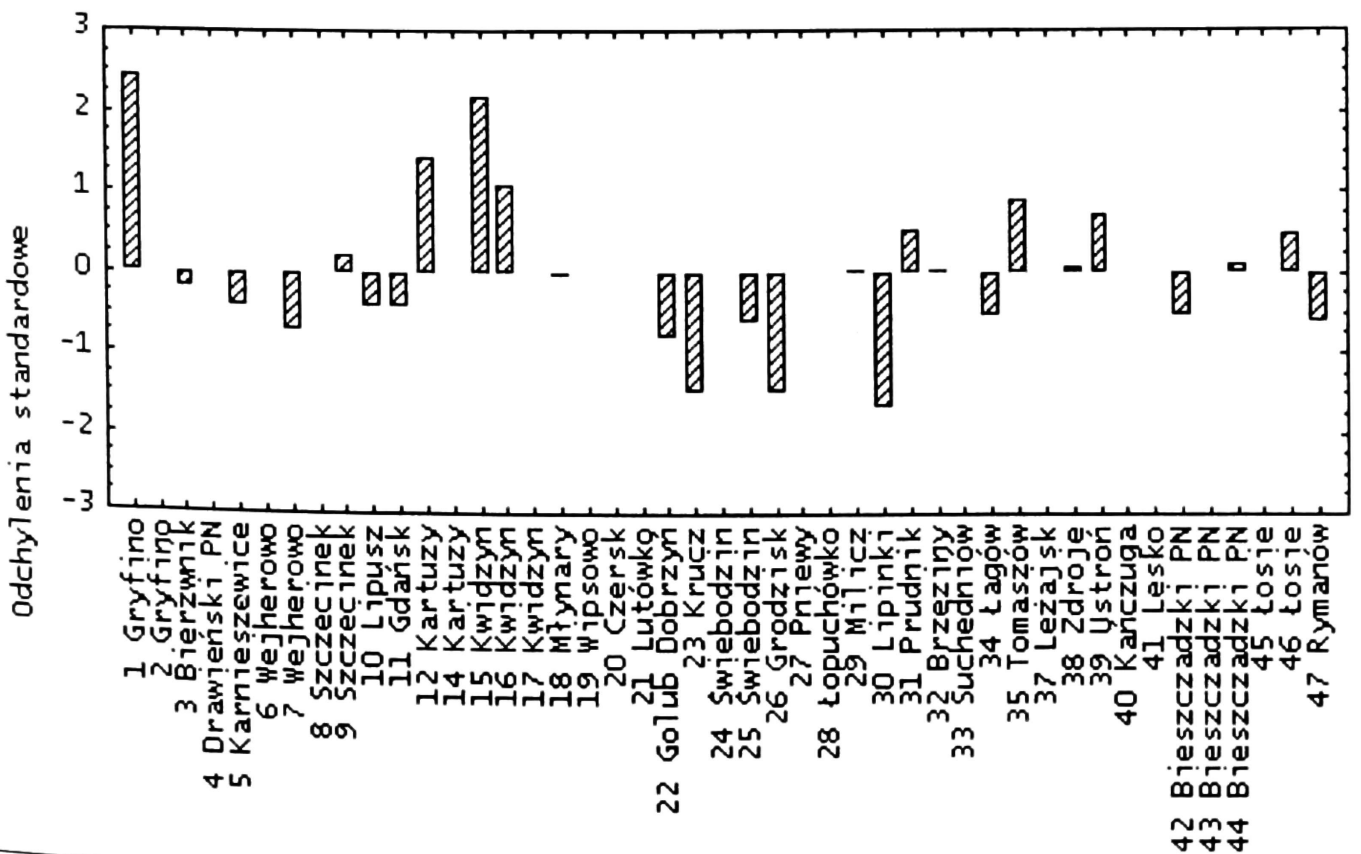
RYC. 8. Wysokość buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Łobez w roku 1988 wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG 8. Height of beech on the experimental plot in Forest District Łobez in 1988 in standardized (standard deviations) units



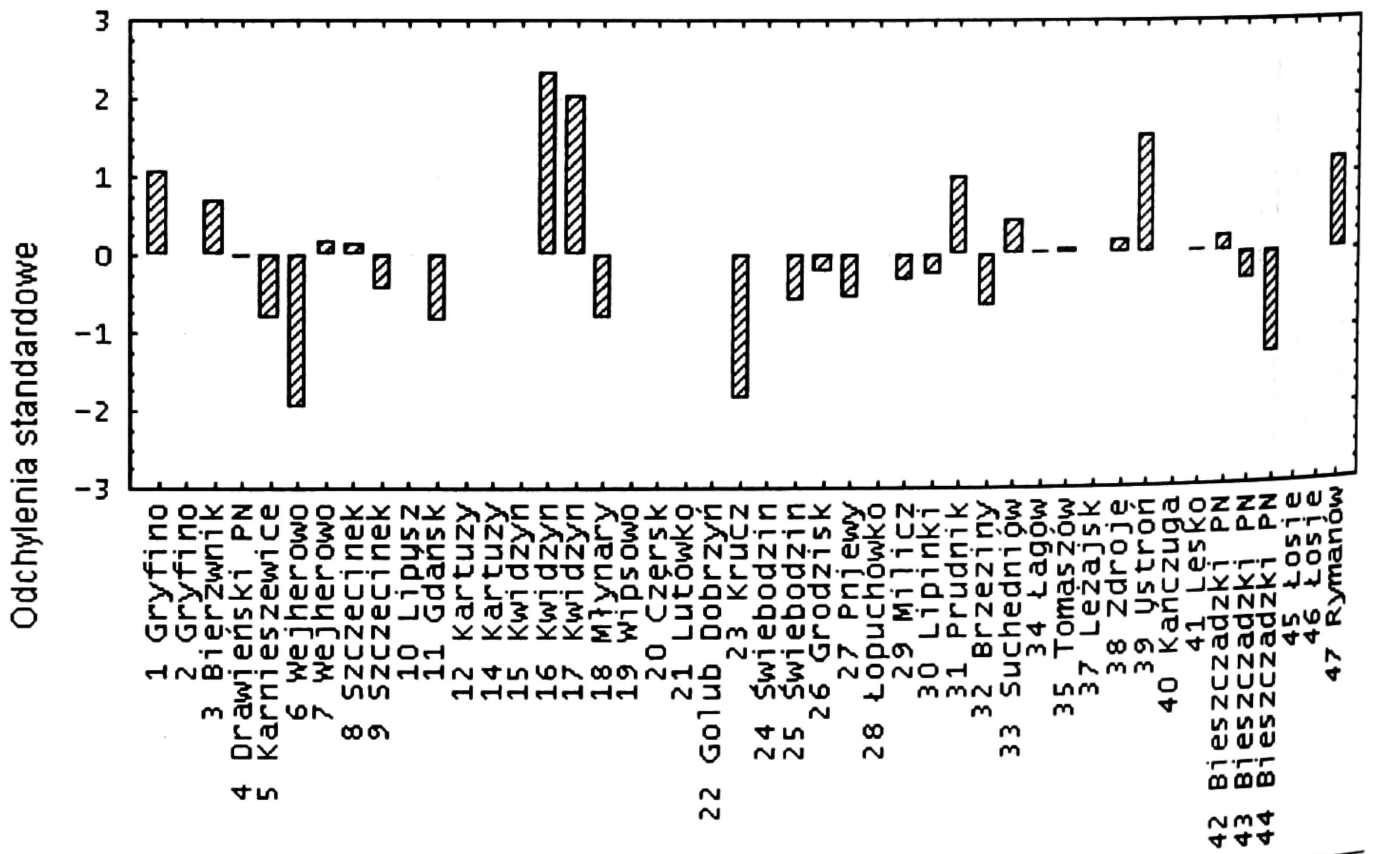
RYC. 9. Wysokość buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Łopuchówko w roku 1998 wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 9. Height of beech on the experimental plot in Forest District Łopuchówko in 1988 in standardized (standard deviations) units



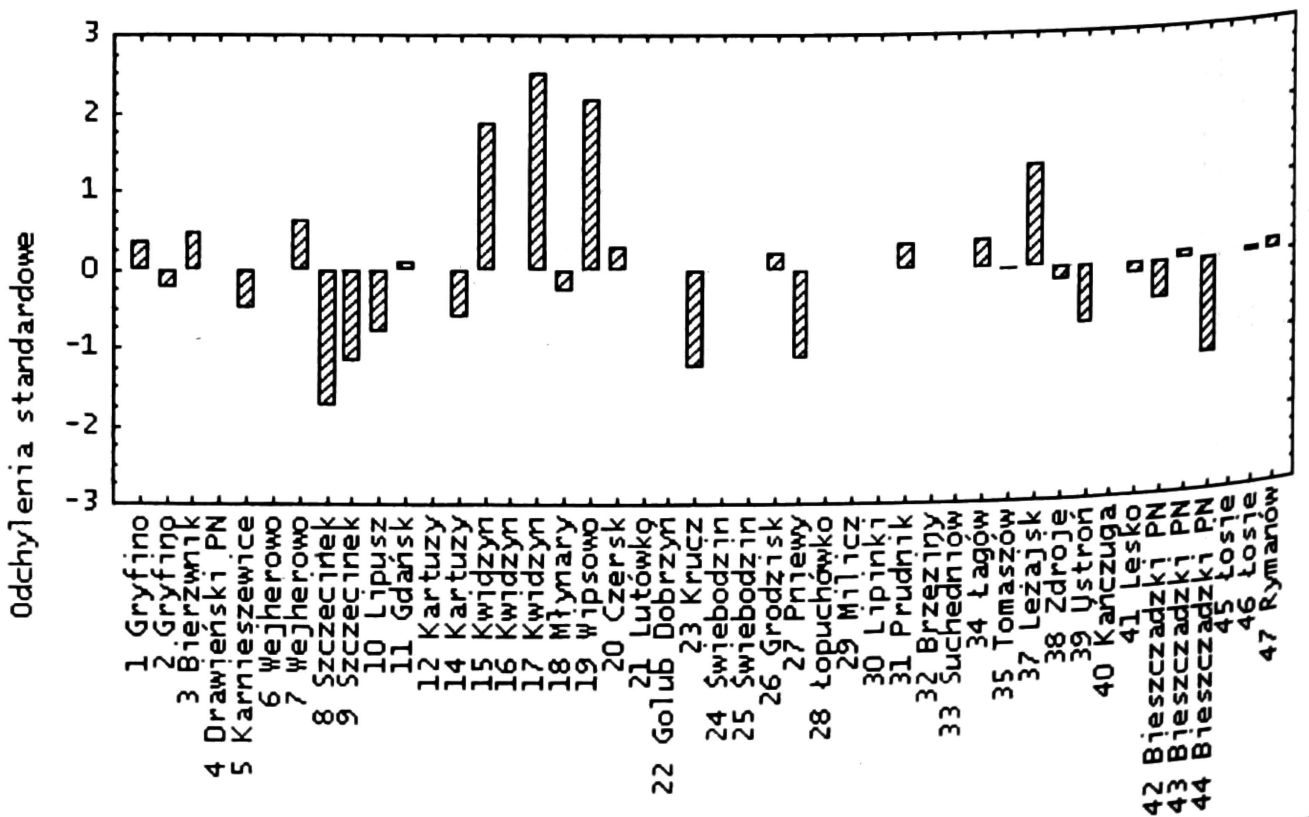
RYC. 10. Wysokość buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Brzeziny w roku 1998 wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 10. Height of beech on the experimental plot in Forest District Brzeziny in 1988 in standardized (standard deviations) units



RYC. 11. Wysokość buków na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Bystrzyca Kłodzka w roku 1998 wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 11. Height of beech on the experimental plot in Forest District Bystrzyca Kłodzka in 1988 in standardized (standard deviations) units



RYC. 12. Wysokość buków na powierzchni doświadczalnej w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy w roku 1998 wyrażona w jednostkach odchylenia standardowego

FIG. 12. Height of beech on the experimental plot in Forest Experimental Station Krynica in 1988 in standardized (standard deviations) units

czy pomiędzy populacjami z Bieszczadzkiego Parku Narodowego, sąsiadującymi bezpośrednio w terenie. Wielkość interakcji populacji z miejscem wysadzenia obrazuje tabela 4. W ciągu jednego sezonu wegetacyjnego udział miejscowości w ogólnej wariancji zwiększył się z 26 do 41% a udział proveniencji zmalał z 16% do 7%. Zerowa początkowa interakcja między lokalizacjami a proveniencjami wyniosła w 1998 roku 4%. W obu latach różnice między lokalizacjami, między proveniencjami i między blokami (w ramach lokalizacji) były istotne. Wysokość po trzecim roku na uprawie wykazuje podobieństwo (mierzone wielkością współczynników korelacji) pomiędzy tymi samymi proveniencjami na różnych powierzchniach, jednak powierzchnia w Łobzie jest bardzo mało podobna do powierzchni w Krynicy, Choczewie i Łopuchówku (tab. 5). Geografizm tej cechy jest minimalny. Jedynie na powierzchni w Łopuchówku wykryto, że buki bardziej wschodnich proveniencji są na ogół wyższe od buków zachodnich.

Fazy fenologiczne

Wszystkie źródła zmienności wpływały istotnie na wyniki wiosennej obserwacji fenologicznej, które przedstawiono w tabeli 6. Nie może tu dziwić bardzo duży udział lokalizacji w ogólnej wariancji, sięgający 63%, gdyż obserwacji na poszczególnych powierzchniach nie udało się przeprowadzić w jednakowych terminach, czy to w sensie kalendarzowym czy w sensie fenologicznych pór roku. Czynniki niekontrolowane przyczyniły się do istnienia 23% wariancji. Proveniencja i interakcja proveniencji z lokalizacjami wyjaśniają odpowiednio 7 i 4% wariancji. Zmienność międzyblokowa tej cechy jest mniejsza od zmienności międzyblokowej przeżywalności i wysokości. Wyniki korelacji obu obserwacji (wiosennej i jesiennej) zawarto w tabeli 7 i 8. Początek wegetacji na wiosnę okazał się cechą bardzo stabilną. Wyniki obserwacji na wszystkich powierzchniach są zbliżone i mogłyby być wykonywane tylko na jednej z nich. Geografizm tej cechy jest wyraźny i jednoznaczny. Początek wegetacji silnie zależy od szerokości geograficznej w ten sposób, że proveniencje północne rozpoczynają wegetację później od południowych. Współczynniki korelacji są tu istotne (z wyjątkiem powierzchni w Łobzie) choć niezbyt wysokie, co

TABELA 6

Udział poszczególnych źródeł zmienności w zróżnicowaniu początku wegetacji buków w 1997 roku
The share of the particular sources of variability in the differentiation of the beginning of the vegetation of beech in 1997

| Źródło zmienności Source of variability | Stosunki korelacji wewnątrzklasowej Coefficients of intra-class correlation 1997 |
|--|--|
| 1. Miejscowość A / Locality | 0,6328 |
| 2. Proveniencje B / Provenances | 0,0745 |
| 3. Interakcja A×B / Interaction | 0,0359 |
| 4. Bloki C(A) / Blocks | 0,0294 |
| 5. Błąd / Error | 0,2274 |
| Całość / Total | 1,0000 |

TABELA 7

Współczynniki korelacji pomiędzy początkiem wegetacji proveniencji buka w 1997 r. na poszczególnych powierzchniach porównawczych oraz początku wegetacji z położeniem geograficznym miejsca pochodzenia
Correlation coefficients between the beginning of the vegetation of the provenances in 1997 on the particular comparative plots and the beginning of the vegetation with geographical location of the place of origin

| Nr i cecha (początek wegetacji na powierzchni) Number and feature (beginning of the vegetation on the plot) | Numer cechy Number of the feature | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|------|-----------|------|
| | 16 | 18 | 17 | 19 | 20 | 13 λ | 14 φ | 15H |
| 21 Łobez | 0,722*** | 9,736** | 9,693*** | 0,766*** | 0,595** | 0,13 | -0,20 | 0,16 |
| 16 Bystrzyca | | 0,718*** | 0,658*** | 0,832*** | 0,813*** | 0,19 | -0,569*** | 0,35 |
| 18 Brzeziny | | | 0,802*** | 0,789*** | 0,769*** | 0,09 | -0,425* | 0,32 |
| 17 Krynica | | | | 0,681*** | 0,612*** | 0,30 | -0,398* | 0,27 |
| 19 Choczewo | | | | | 0,774*** | 0,27 | -0,406* | 0,22 |
| 20 Łopuchówko | | | | | | 0,28 | -0,514*** | 0,27 |

Objasnienia patrz tabela 3

Explanations see table 3

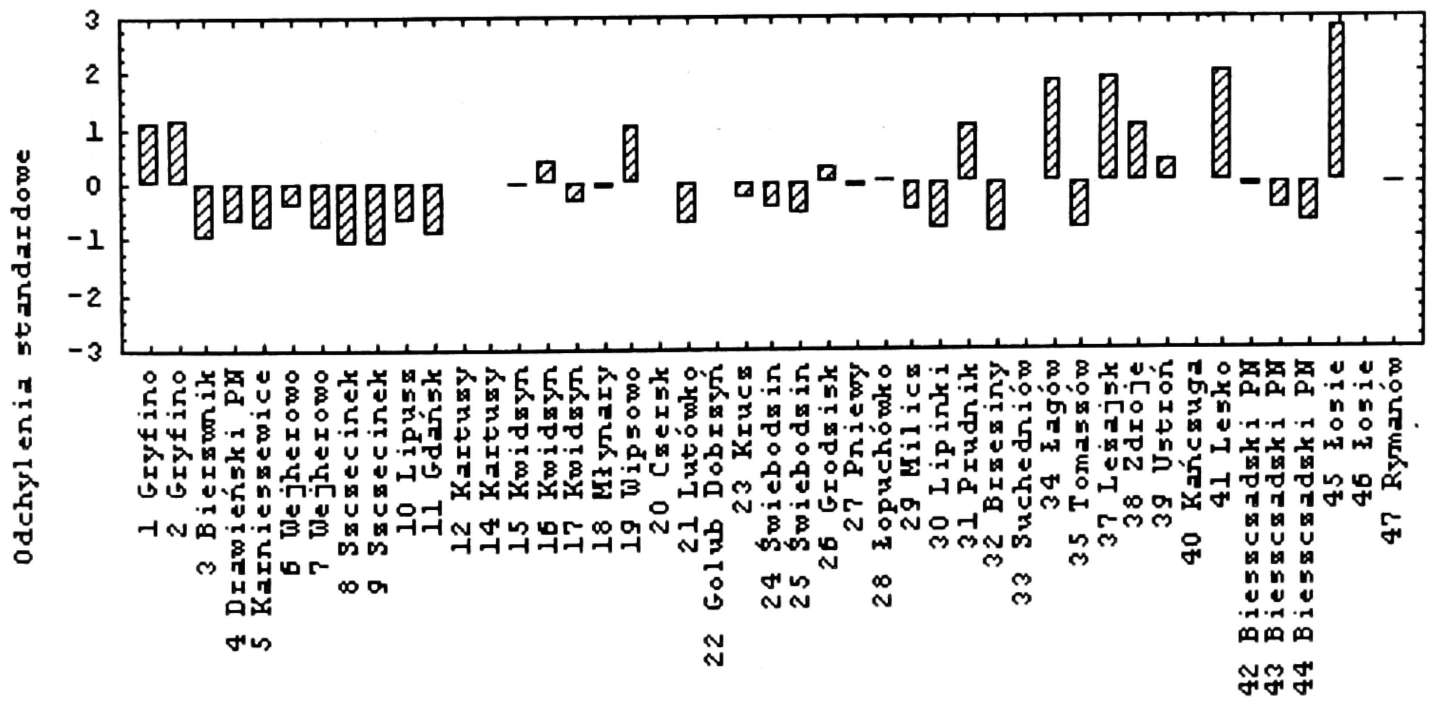
TABELA 8

Współczynniki korelacji pomiędzy jesiennym przebarwieniem liści proveniencji buka w 1997 r. na poszczególnych powierzchniach porównawczych oraz początku wegetacji z położeniem geograficznym miejsca pochodzenia
Correlation coefficients between the discoloring of leaves in autumn of beech provenances in 1997 on the particular comparative plots and the beginning of the vegetation with geographical location of the place of origin

| Nr i cecha (zamieranie liści na powierzchni) Number and feature (leaves decay on the plot) | Numer cechy Number of the feature | | | | | | | |
|---|--------------------------------------|------|--------|--------|--------|---------|---------|------|
| | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 13 λ | 14 φ | 15H |
| 22 Łobez | 0,35 | 0,09 | 0,38 | 0,15 | 0,417* | 0,387* | -0,29 | 0,13 |
| 23 Bystrzyca | | 0,19 | 0,448* | 0,456* | 0,383* | 0,469** | -0,33 | 0,30 |
| 24 Brzeziny | | | 0,31 | 0,15 | 0,16 | -0,14 | -0,22 | 0,21 |
| 25 Krynica | | | | 0,19 | 0,09 | 0,30 | -0,374* | 0,24 |
| 26 Choczewo | | | | | 0,27 | 0,28 | -0,24 | 0,27 |
| 27 Łopuchówko | | | | | | 0,20 | -0,06 | 0,15 |

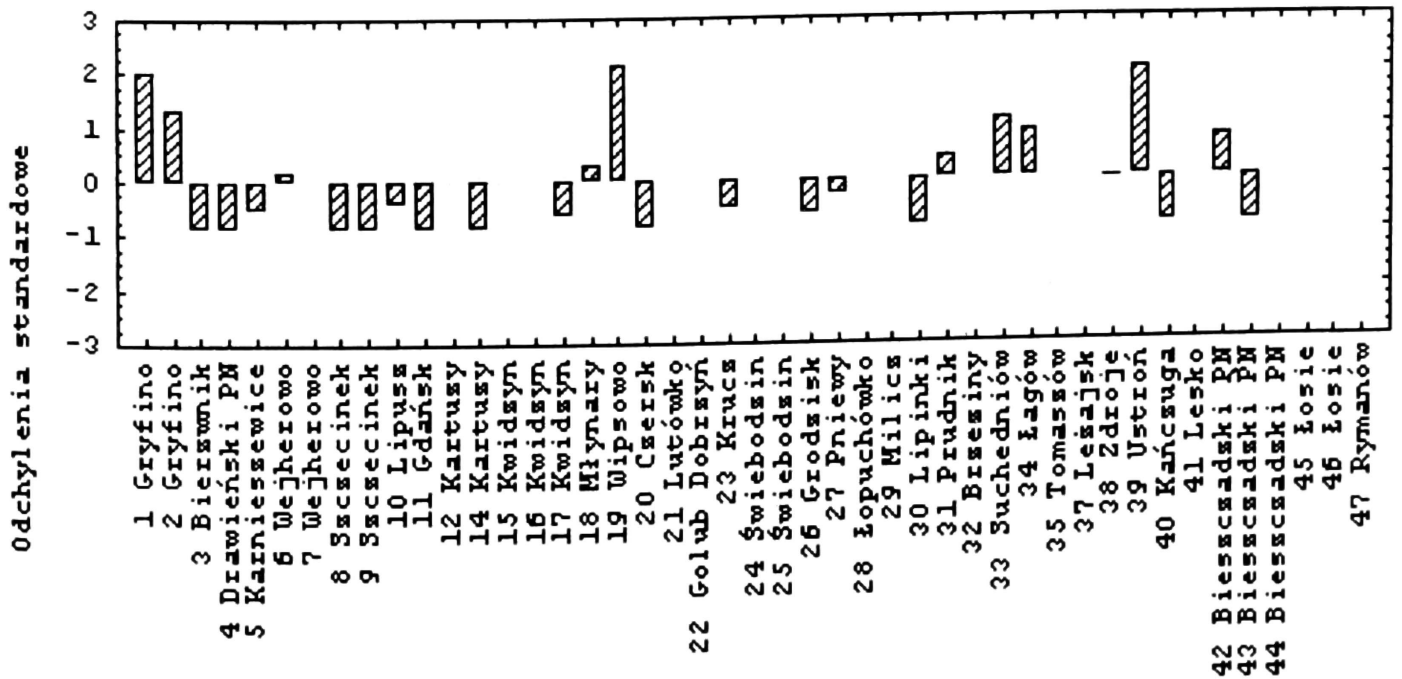
Objasnienia patrz tabela 3

Explanations see table 3



RYC. 13. Udział drzewek najbardziej rozwiniętych podczas wiosennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Choczewie w 1977 r.

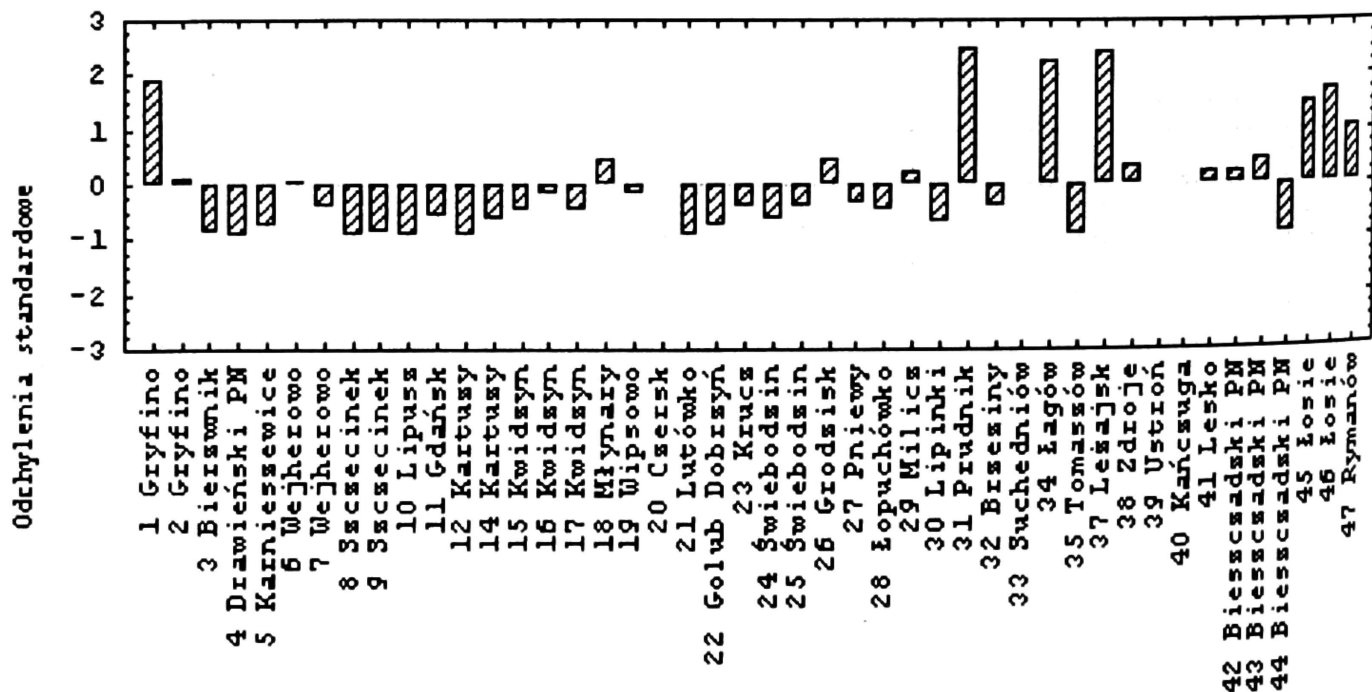
FIG. 13. The share of best developed trees during phenological observations in spring on the plot in Choczewo in 1977



RYC. 14. Udział drzewek najbardziej rozwiniętych podczas wiosennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Łobzie w 1977 r.

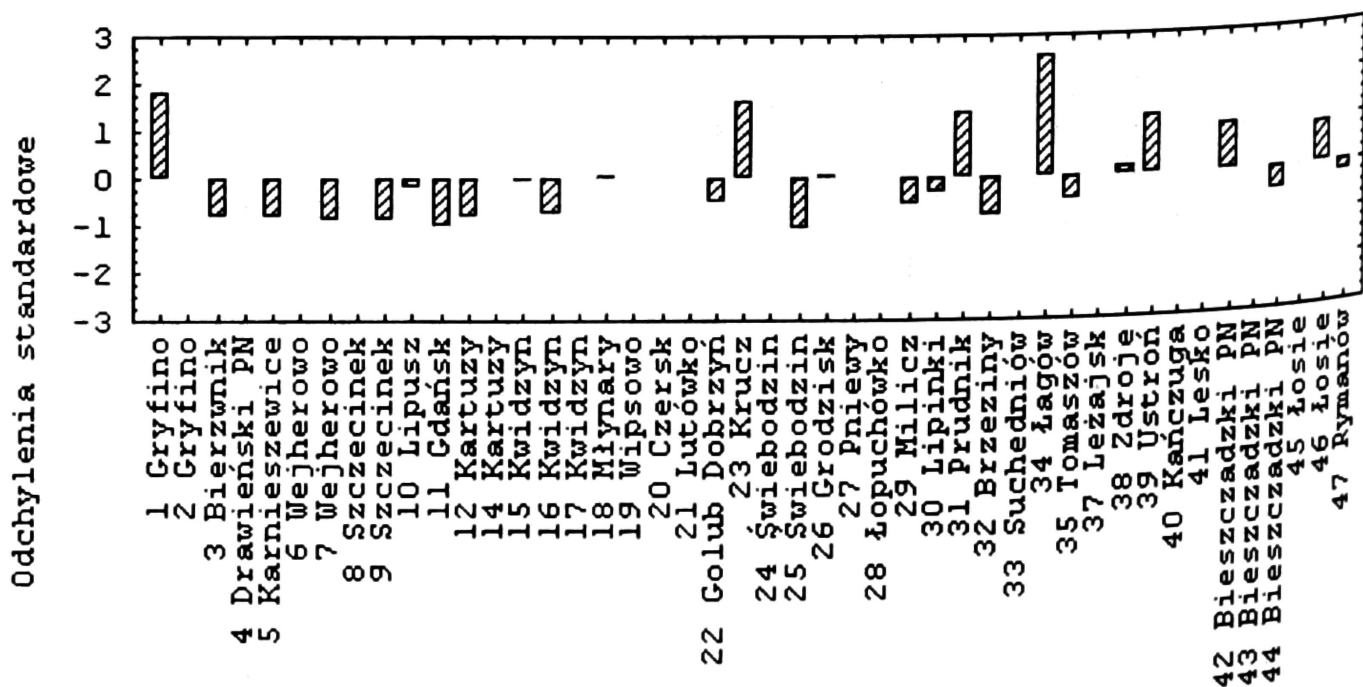
FIG. 14. The share of best developed trees during phenological observations in spring on the plot in Łobzie in 1977

pozwała sądzić, że cecha ta zależy nie tylko od szerokości geograficznej miejsca pochodzenia. Potwierdzeniem względnej jednorodności wyników otrzymanych na różnych powierzchniach, a tym samym niewielkiej interakcji ze środowiskiem, są ryciny 13-18. Jesienne obserwacje fenologiczne nie dały już tak jednoznacznych wyników (tab. 8).



RYC. 15. Udział drzewek najbardziej rozwiniętych podczas wiosennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Łopuchówku w 1977 r.

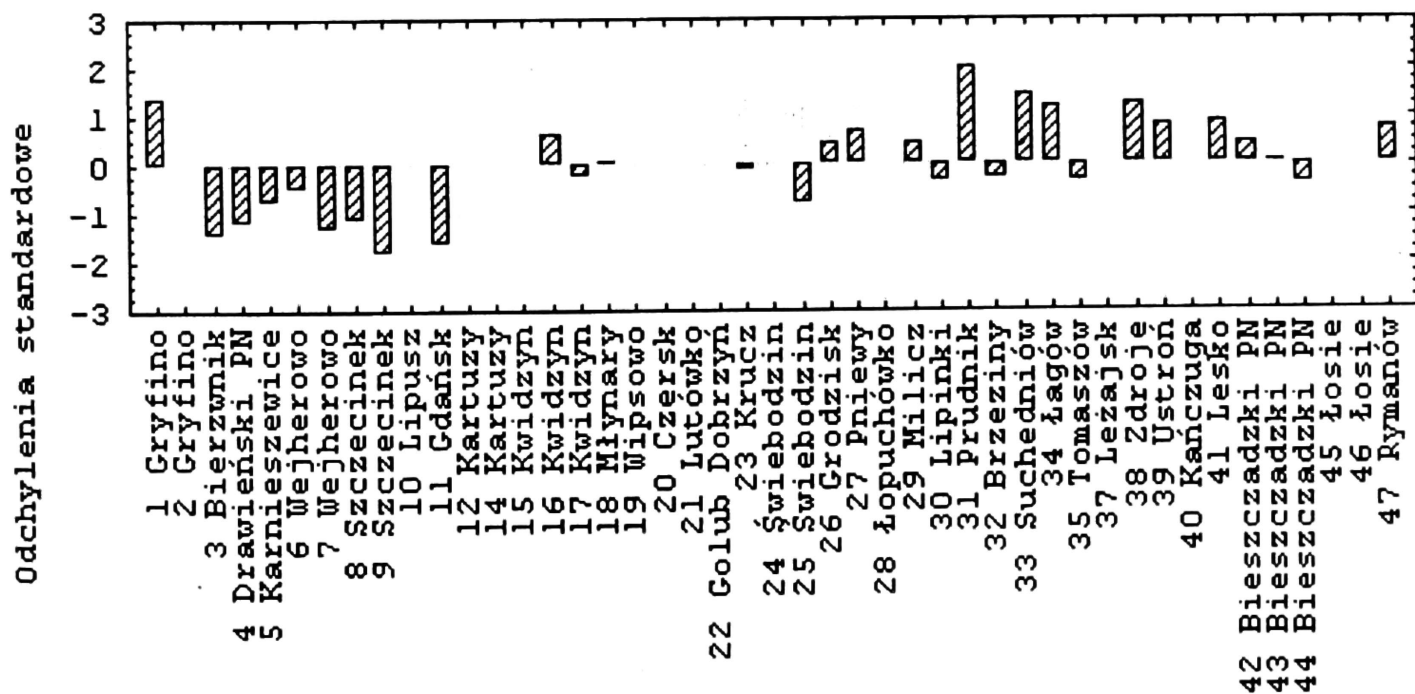
FIG. 15. The share of best developed trees during phenological observations in speing on the plot in Łopuchówko in 1977



RYC. 16. Udział drzewek najbardziej rozwiniętych podczas wiosennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Brzeziny w 1977 r.

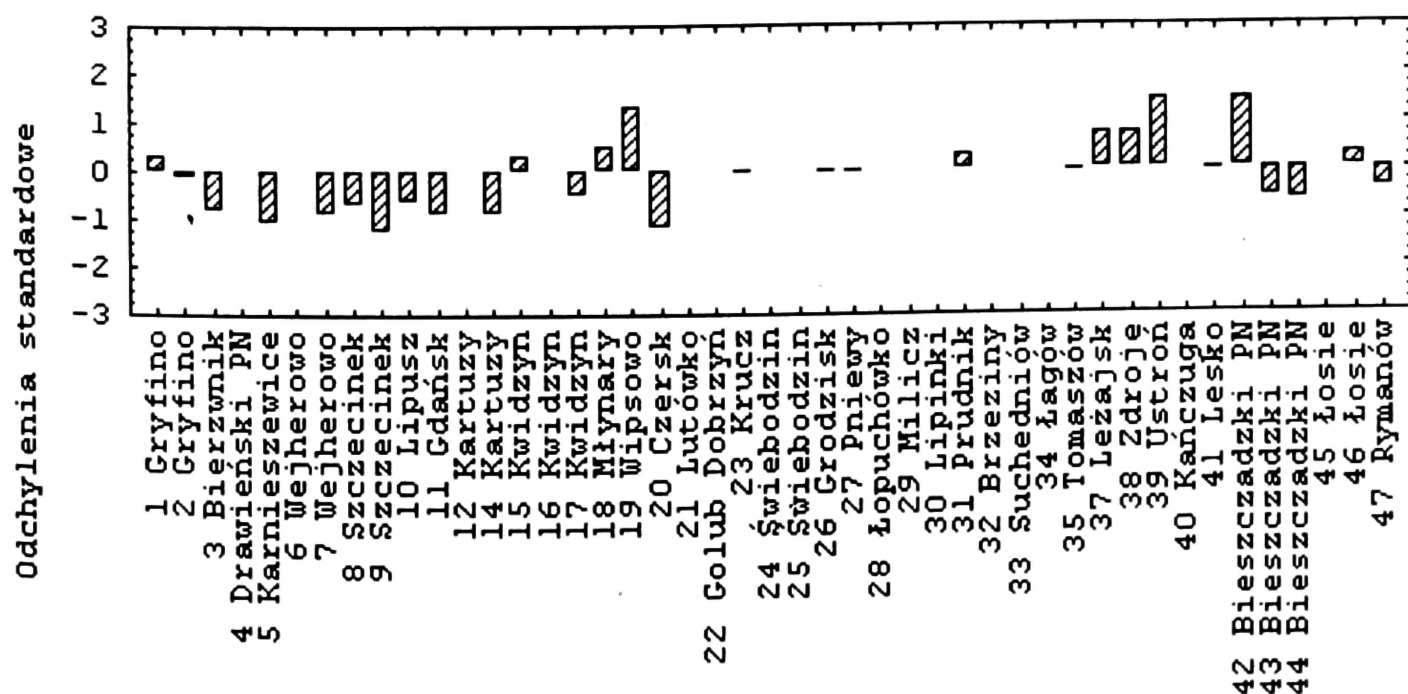
FIG. 16. The share of best developed trees during phenological observations in speing on the plot in Brzeziny in 1977

Jedynie wyniki uzyskane w Bystrzycy nawiązują do wyników z Krynicy, Choczewa i Łopuchówka, a wyniki z Łopuchówka do wyników z Łobza. W Łobzie i Bystrzycy ujawnił się związek tej cechy z długością geograficzną (proweniencje wschodnie kończą wegetację wcześniej) a na powierzchni w Krynicy z szerokością geograficzną (proweniencje północne



RYC. 17. Udział drzewek najbardziej rozwiniętych podczas wiosennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Bystrzycy Kłodzkiej w 1977 r.

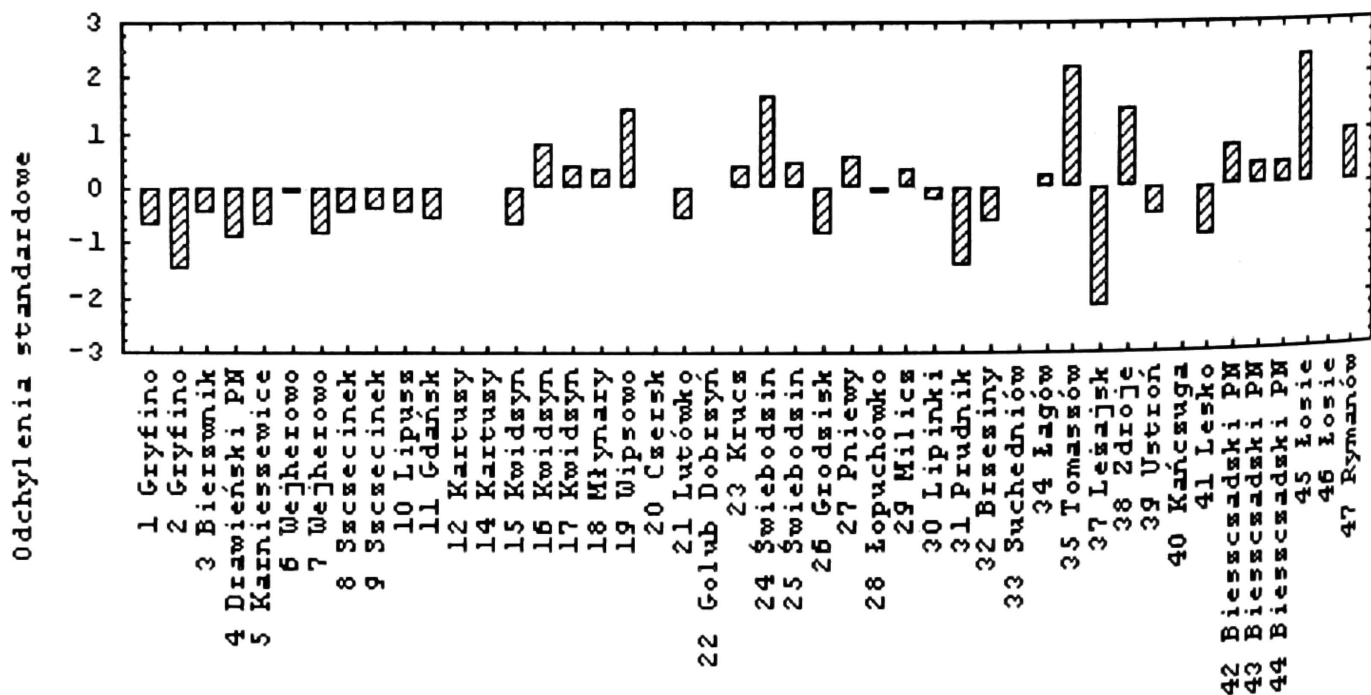
FIG. 17. The share of best developed trees during phenological observations in spring on the plot in Bystrzyca Kłodzka in 1977



RYC. 18. Udział drzewek najbardziej rozwiniętych podczas wiosennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Krynicy w 1977 r.

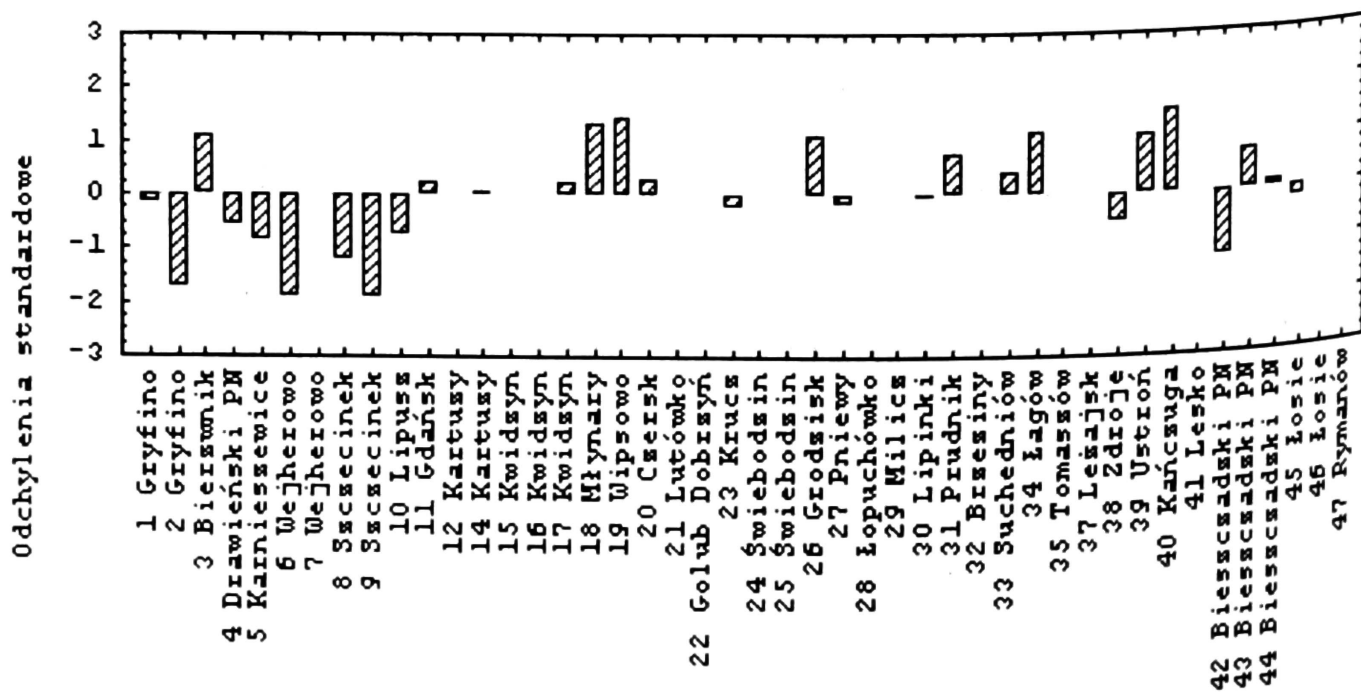
FIG. 18. The share of best developed trees during phenological observations in spring on the plot in Krynica in 1977

kończą wegetację później). Interakcja ze środowiskiem jest tu bardziej widoczna. Np. proveniencja 45 Łosie kończy bardzo wczesnie wegetację na powierzchni w Choczewie i względnie późno na powierzchni w Łopuchówku (ryciny 19-24).



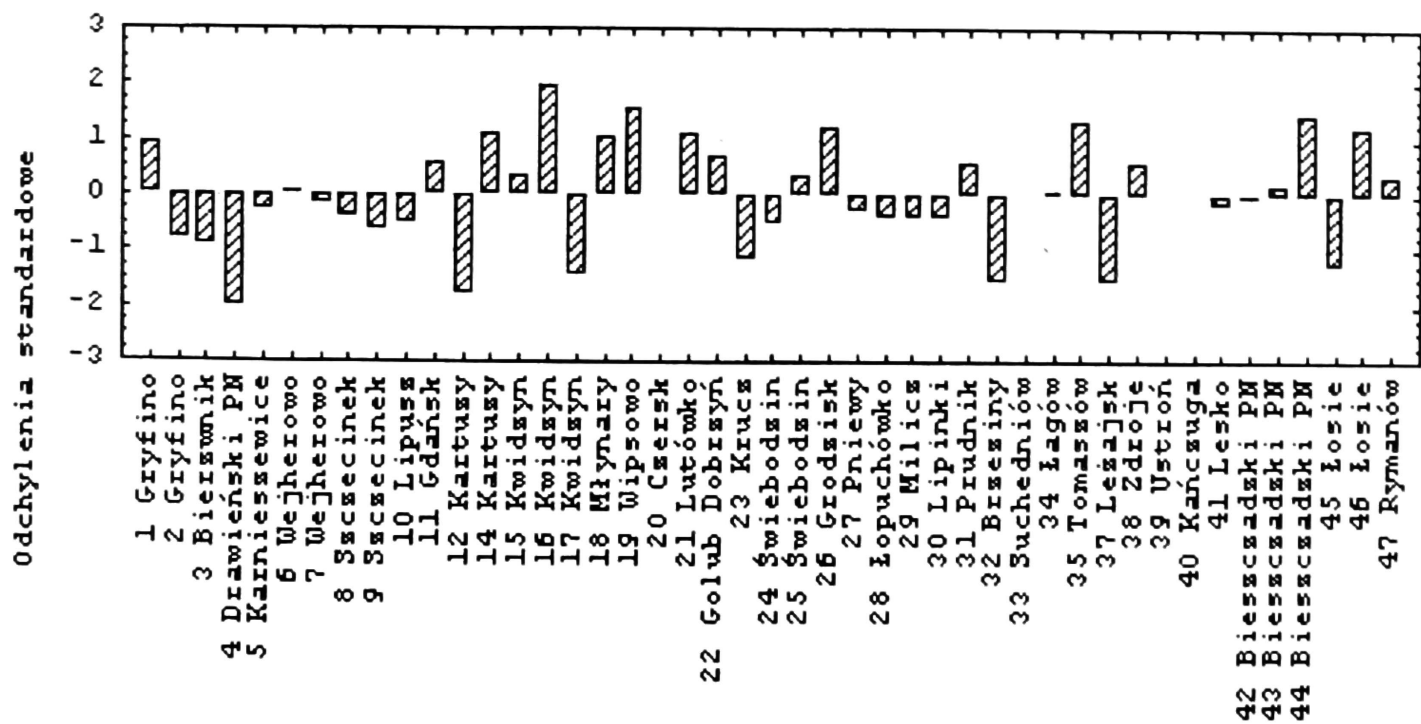
RYC. 19. Udział drzewek z przebarwionymi i zaschniętymi liśćmi podczas jesiennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Choczewie w 1997 roku

FIG. 19. The share of trees with discoloured and dried leaves during autumn phenological observations on the plot in Choczewo in 1997



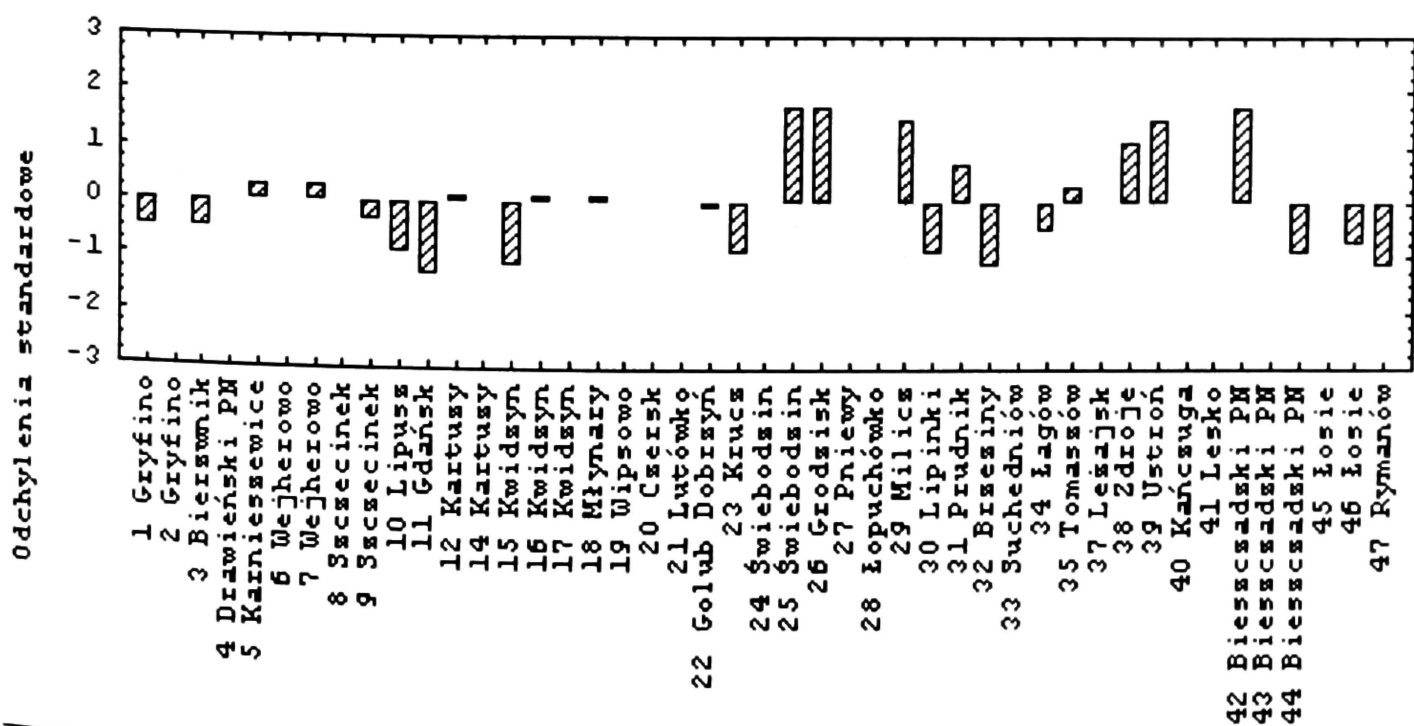
RYC. 20. Udział drzewek z przebarwionymi i zaschniętymi liśćmi podczas jesiennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Łobzie w 1997 roku

FIG. 20. The share of trees with discoloured and dried leaves during autumn phenological observations on the plot in Łobez in 1997



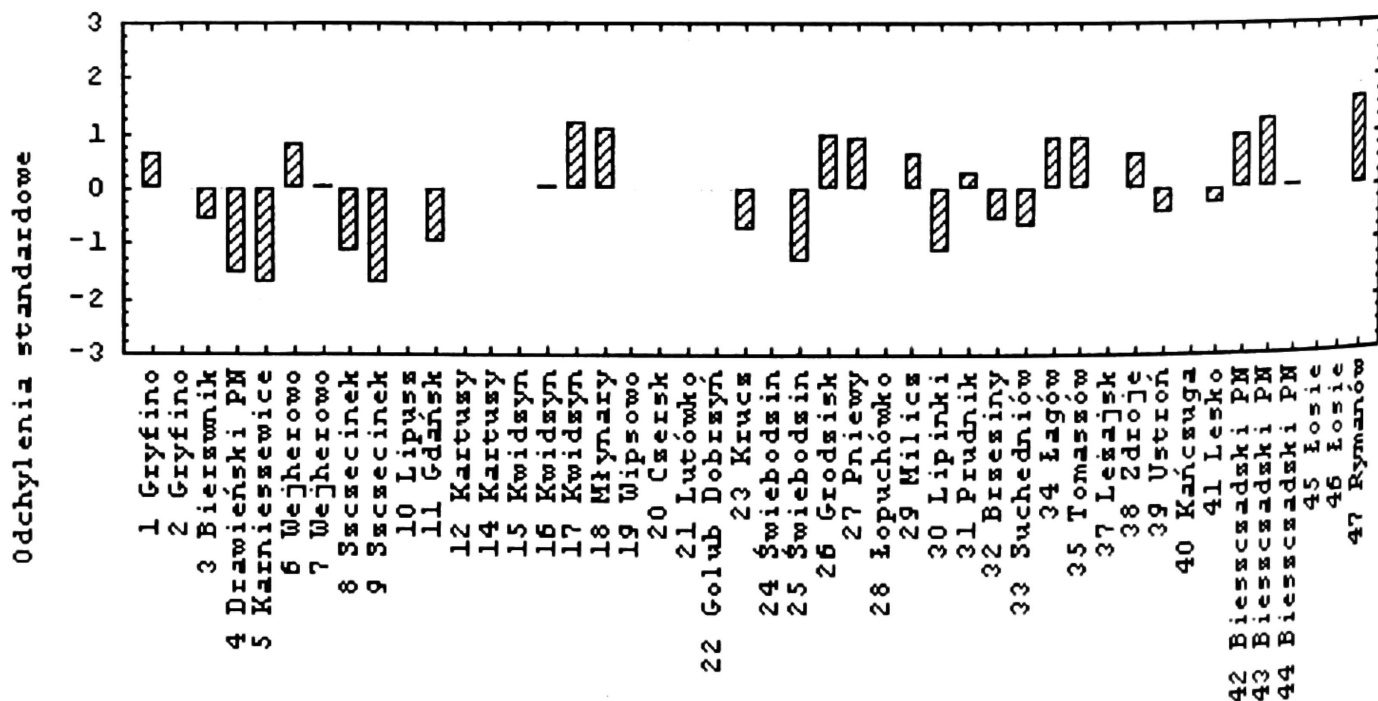
RYC. 21. Udział drzewek z przebarwionymi i zaschniętymi liśćmi podczas jesiennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Łopuchówku w 1997 roku

FIG. 21. The share of trees with discoloured and dried leaves during autumn phenological observations on the plot in Łopuchówko in 1997



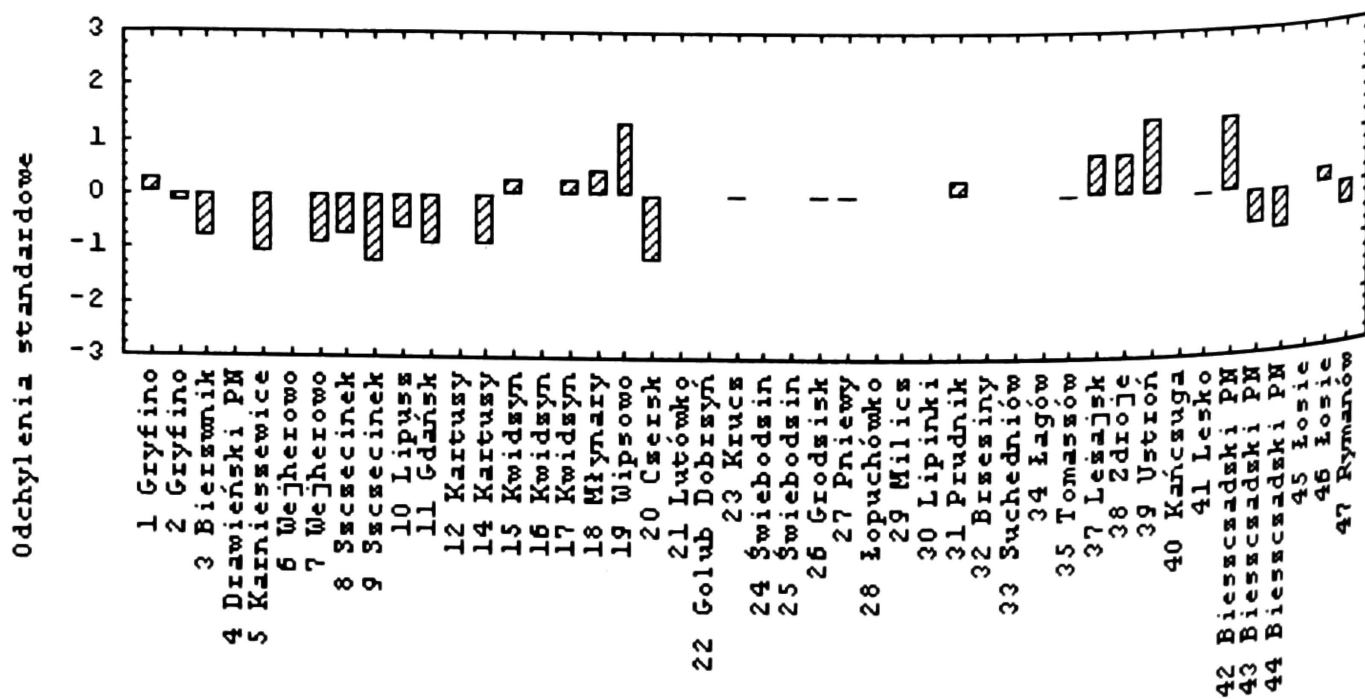
RYC. 22. Udział drzewek z przebarwionymi i zaschniętymi liśćmi podczas jesiennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Brzeziny w 1997 roku

FIG. 22. The share of trees with discoloured and dried leaves during autumn phenological observations on the plot in Brzeziny in 1997



RYC. 23. Udział drzewek z przebarwionymi i zaschniętymi liśćmi podczas jesiennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Bystrzycy Kłodzkiej w 1997 roku

FIG. 23. The share of trees with discoloured and dried leaves during autumn phenological observations on the plot in Bystrzyca Kłodzka in 1997



RYC. 24. Udział drzewek z przebarwionymi i zaschniętymi liśćmi podczas jesiennych obserwacji fenologicznych na powierzchni w Krynicy w 1997 roku

FIG. 24. The share of trees with discoloured and dried leaves during autumn phenological observations on the plot in Krynica in 1997

Synteza

Wyniki analizy skupień zamieszczono na diagramach (ryciny 25-27). Diagramy te można rozłączyć w dowolnych miejscach, dzieląc zbiór obiektów na dowolną liczbę podzbiorów, jednak poczynając od skupień najmniej do siebie podobnych, połączonych najdłuższą linią. Diagram opisujący podobieństwo ze względu na cechy adaptacyjne (ryc. 25) w sposób naturalny rozłącza zbiór proveniencji na trzy zbiory, które można określić, np. jako:

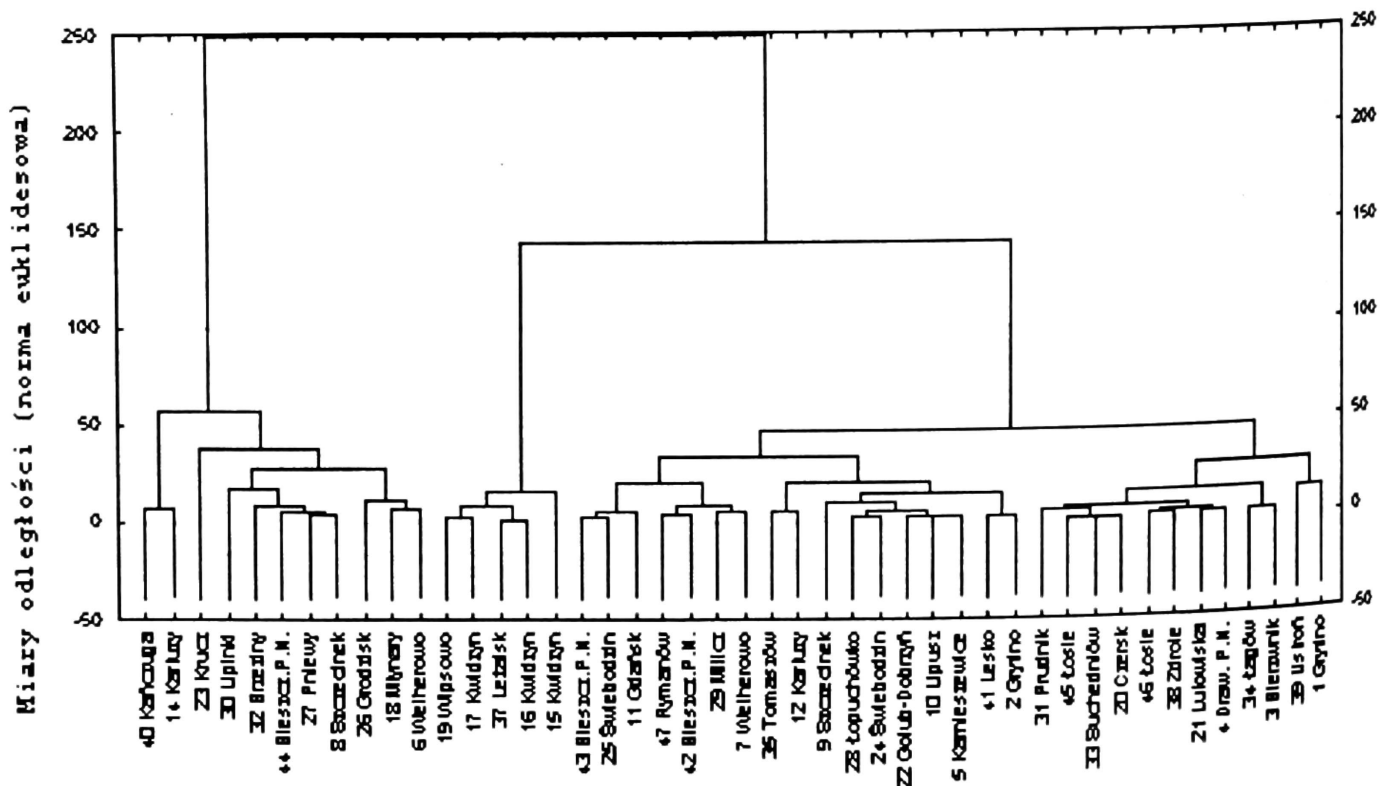
- Dobrze, tzn. plastyczne, dobrze przyjmujące się i względnie szybko rosnące na wszystkich powierzchniach: 15 Kwidzyn, 16 Kwidzyn, 17 Kwidzyn, 19 Wipsowo i 37 Leżajsk.
- Niedobre, z małą przeżywalnością i powolnym wzrostem: 6 Wejherowo, 18 Młynary, 26 Grodzisk, 8 Szczecinek, 27 Pniewy, 44 Bieszczadzki Park Narodowy, 32 Brzeziny, 30 Lipinki, 23 Krucz, 14 Kartuzy i 40 Kańczuga.
- Przeciętne: pozostałe badane proveniencje.

Podobnie w wypadku skupiania ze względu na cechy morfologiczne (ryc. 26) zbiór proveniencji można rozłączyć na dwa lub trzy podzbiory, według uznania badacza. Dalsze rozdrabnianie zbioru raczej nie podniesie stopnia uporządkowania i nie poprawi klasyfikacji obiektów.

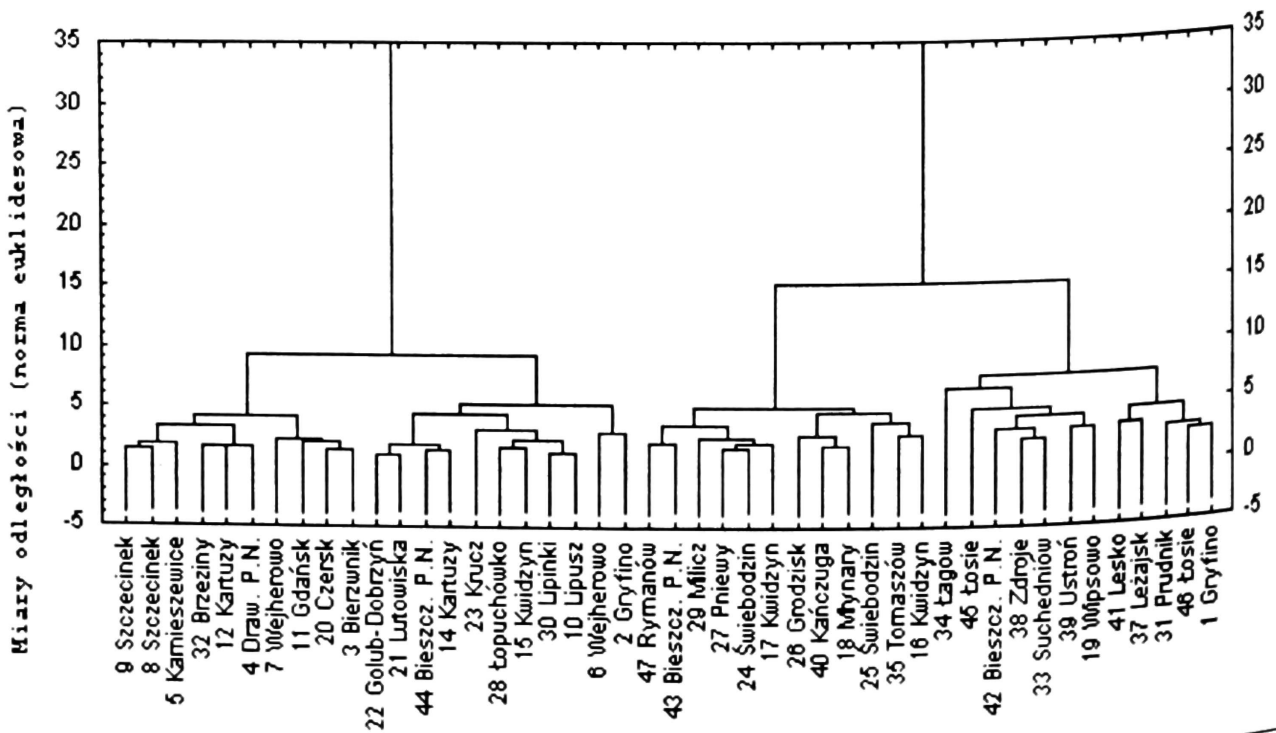
Skupianie ze względu na wszystkie cechy jednoznacznie (ryc. 27) pozwala podzielić zbiór proveniencji na dwa podzbiory, a dalsze podziały, nie ułatwiające już klasyfikacji, są niecelowe.

Poszukując możliwości uporządkowania wg geograficznego klucza, wyniki skupiania naniesiono na kartogramy (ryciny 28-30). Proveniencje wyróżniające się dobrymi wartościami cech adaptacyjnych (oznaczone na ryc. 28 czarnym kółkiem) znajdują się przede wszystkim w Nadleśnictwie Kwidzyn, a ponadto w Nadl. Wipsowo na północno-wschodnim krańcu zasięgu buka, a na południu jedynie w Nadl. Leżajsk. Proveniencje najgorzej się adaptujące (oznaczone czarnym kwadratem) znajdują się przede wszystkim w strefie rozproszonego i nielicznego występowania buka, jak np. 23 Krucz, 26 Grodzisk, 27 Pniewy, 30 Lipinki Łużyckie i 32 Brzeziny. Populacje te zostały wybrane na drzewostany nasienne zapewne z tego powodu, że w swojej okolicy są najlepsze albo wręcz jedyne. Ponadto do tej grupy trzeba było zaliczyć populacje pochodzące z Pomorza jak i z Karpat.

Porządkowanie ze względu na podobieństwo cech fenologicznych potwierdza wyraźny (w Polsce) geografizm tych cech. Populacje "pomorskie", późno rozpoczynające wegetację na wiosnę, oznaczone na ryc. 29 czarnym kwadratem, grupują się w oddzielne skupienie. Istnieją oczywiście wyjątki. Do grupy geograficznej buków "pomorskich" nawiązują np. proveniencje 30 Lipinki, 32 Brzeziny czy 44 Bieszczadzki PN. Z kolei pomorskie populacje 1 Gryfino, 16 i 17 Kwidzyn, 18 Młynary czy pobliska 19 Wipsowo nawiązują do buków południowych. Do "pomorskich" zaliczyć też trzeba populacje z zachodniej Polski, znajdujące się w strefie rozproszonego i nielicznego występowania buka: 24 i 25 Świebodzin, 26 Grodzisk, 27 Pniewy i 29 Milicz. Grupowanie uwzględniające wszystkie cechy nieco zmienia opisany wyżej obraz. Na ryc. 30, zgodnie z diagramem na ryc. 27, zaznaczono położenie proveniencji zaliczonych do dwóch grup: "czarnej", znajdującej się przede wszystkim na Pomorzu i "białej", południowej. Populacje z zachodniej Polski, z obszaru

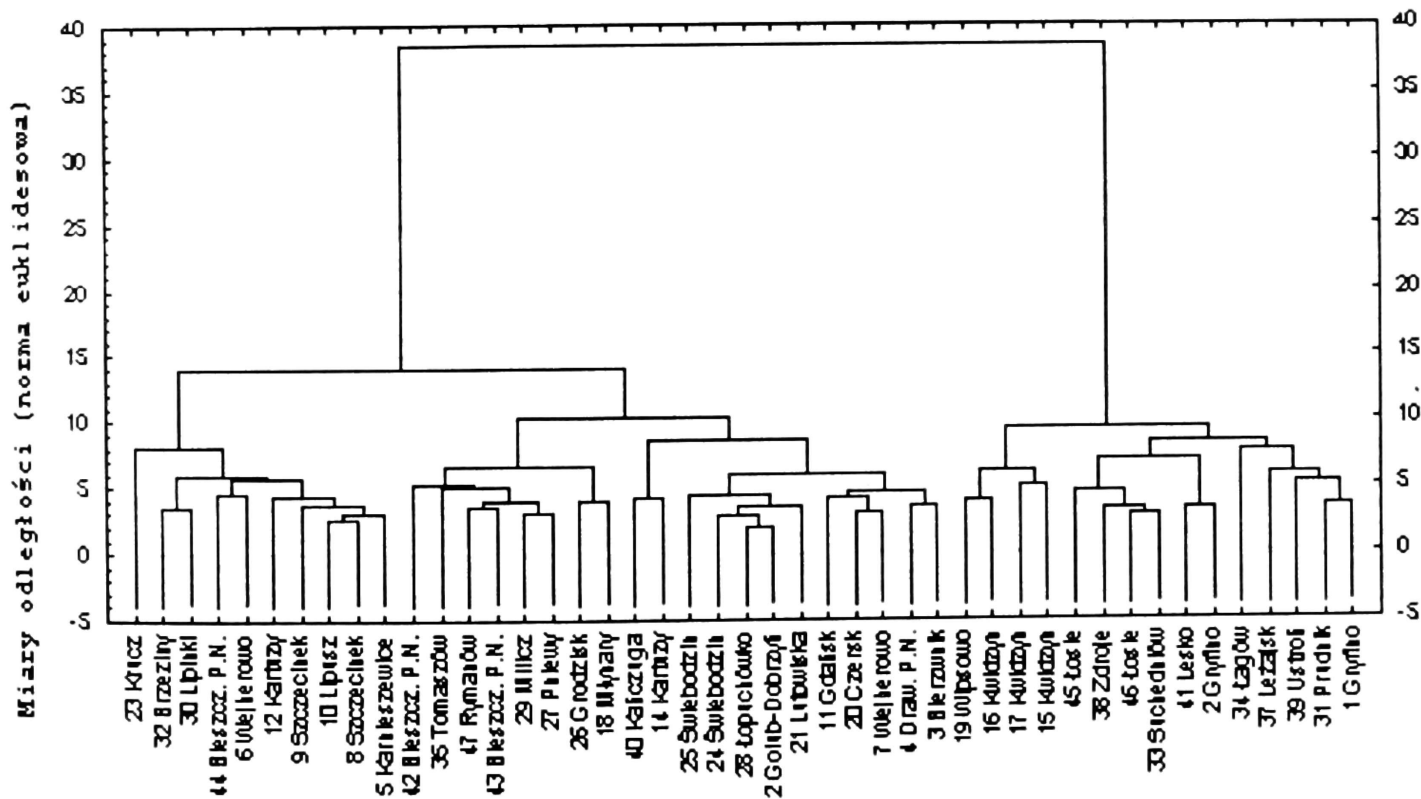


RYC. 25. Grupowanie proveniencji buka wg przeżywalności i wzrostu
 FIG. 25. Beech provenance grouping by survival and growth

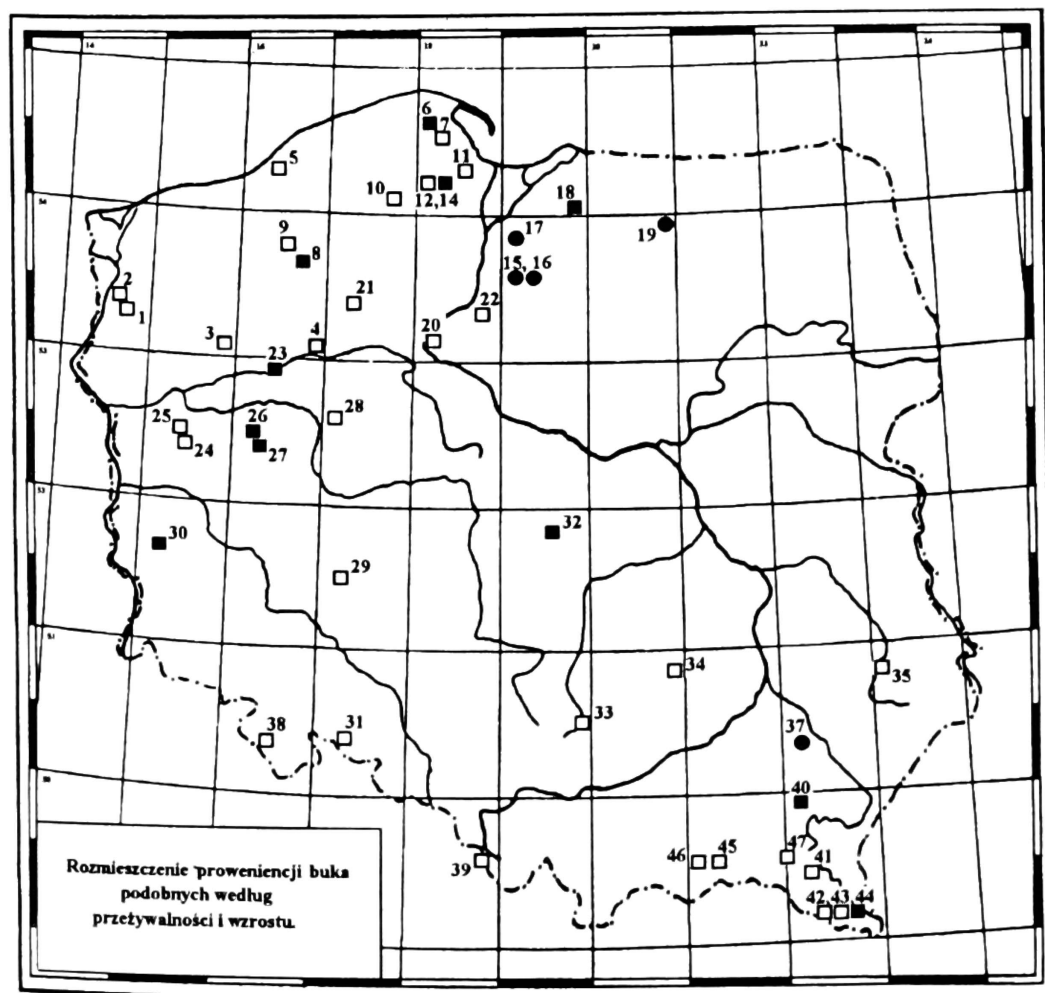


RYC. 26. Grupowanie proveniencji wg cech fenologicznych
 FIG. 26. Beech provenance grouping by phenological characteristics

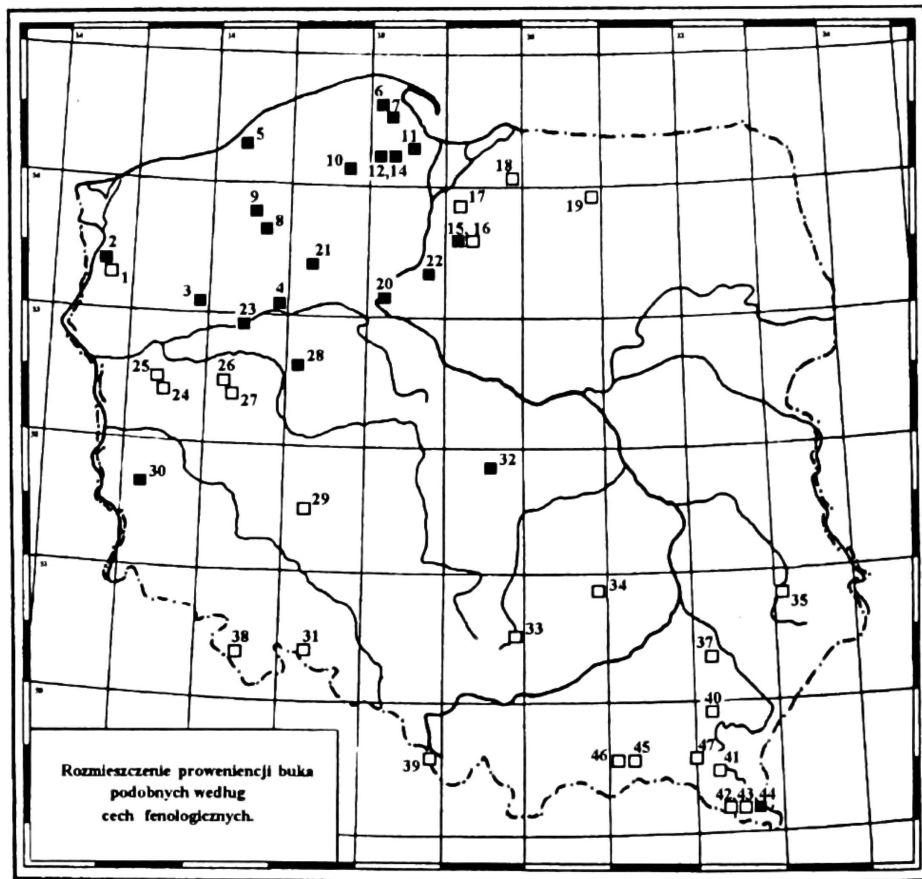
rozproszonego występowania buka, okazały się być "pomorskimi", a populacje z Bieszczadzkiego Parku Narodowego są bardziej podobne do pomorskich niż do innych karpackich. Populacje z Kwidzyna i Wipsowa wykazują bliskie podobieństwo z południowymi. Dwie reprezentowane w doświadczeniu proveniencje z Sudetów, tj. 31 Prudnik i 38 Zdroje wszystkimi swoimi cechami nawiązują do proveniencji karpackich.



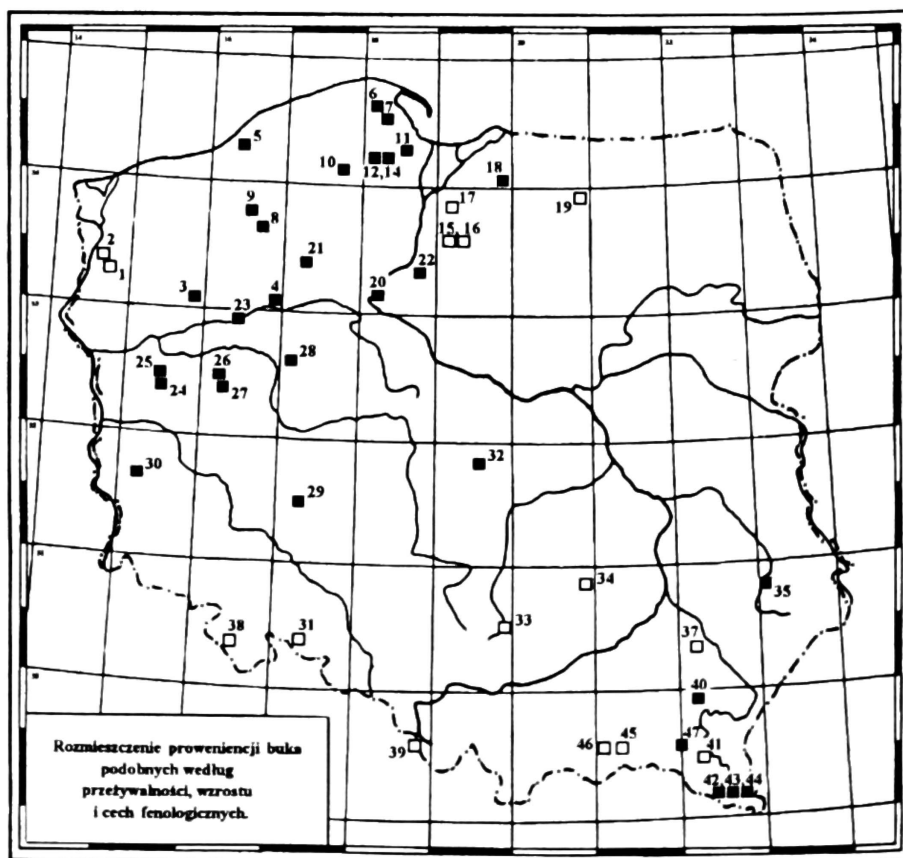
RYC. 27. Grupowanie proveniencji wg przeżywalności, wzrostu i cech fenologicznych
 FIG. 27. Beech provenance grouping by survival, growth and phenological characteristics



RYC. 28. Rozmieszczenie proveniencji buka podobnych według przeżywalności i wzrostu
 FIG. 28. Distribution of the similar beech provenances by survival and growth



RYS. 29. Rozmieszczenie proveniencji buka podobnych wg cech fenologicznych
 FIG. 29. Distribution of the similar beech provenances by phenological characteristics



RYC. 30. Rozmieszczenie proveniencji buka podobnych według przeżywalności, wzrostu i cech fenologicznych
 FIG. 30. Distribution of the similar beech provenances by survival, growth and phenological characteristics

Dyskusja

Zaprezentowane tutaj wyniki są przekonującym dowodem na istnienie zróżnicowania międzypopulacyjnego buka zwyczajnego w Polsce w zakresie cech adaptacyjnych, ujawniających swoje sumaryczne działanie w obserwowanej przeżywalności, wzrostowych i fenologicznych. Nie jest to pierwszy dowód (porównaj Rzeźnik 1976, 1988, Kowalkowski 2001), jednakże obszerny materiał daje obraz skali tej zmienności. Cechy adaptacyjne (przeżywalność na uprawie), podobnie jak u gatunków iglastych, różnicują populacje buka na plastyczne, dobrze przyjmujące się na wielu lokalizacjach (populacje z Kwidzyna), na populacje stosunkowo słabo przyjmujące się bez względu na miejsce wysadzenia (23 Krucz, 30 Lipinki czy 6 Wejherowo) oraz populacje wyraźnie reagujące na miejsce wysadzenia, czyli nieplastyczne (większość proveniencji). Szczegółowa analiza wariancji z szacowaniem komponentów, przeprowadzona na części obiektów doświadczenia (10 lub 12 proveniencji) wykazała, że najsilniej na przeżywalność wpływa lokalizacja. Udział proveniencji w ogólnej zmienności zmalał z 24% w pierwszym roku na uprawie do 4% w trzecim roku, co może być wynikiem silnego wpływu kondycji sadzonek i zanikania tego typu wpływu na uprawie, czyli właśnie reakcji na zmianę warunków wzrostu. Wpływ interakcji genotyp \times środowisko zmalał z początkowego udziału wynoszącego 5% do 2% ogólnej wariancji. Dziś obowiązuje hipoteza o tworzeniu przez buka ras lokalnych, związanych z klimatem i glebą, co czyni niecelowe przenoszenie nasion (Giertych 1990). Stosunkowo niewielka interakcja genotyp \times środowisko oraz istnienie plastycznych populacji nie są zgodne z tą hipotezą, choć zasada nie przenoszenia nasion i sadzonek nie może przynieść szkód gospodarstwu leśnemu.

Wysokość w wieku 5 i 6 lat różnicuje istotnie populacje buka na wszystkich sześciu powierzchniach porównawczych (Rożkowski i Giertych 2002, Kowalkowski 2002, Barzdajn i Rzeźnik 2001, Tarasiuk, Bellon i Szeligowski 1998, Tarasiuk i Bellon 2001, Matras 2001, Żuchowska i Sabor 2000 oraz Sabor i Żuchowska 2002). Wspólna analiza wysokości wybranych populacji również te różnice wykryła. Niespodzianką jest niewielka wartość interakcji genotyp \times środowisko. Brak tej interakcji bezpośrednio po wysadzeniu można jednak wyjaśnić utrzymującym się wpływem wysokości osiągniętej w szkółce na wysokość niedawno posadzonych drzewek. Z czasem musi silniej się przejawić wpływ warunków ekologicznych miejsca posadzenia oraz reakcji poszczególnych genotypów na te warunki. Dlatego zaobserwowano z roku na rok zwiększenie się wpływu lokalizacji (do 41% ogólnej wariancji) oraz interakcji (do 4% ogólnej wariancji). Należy się spodziewać wzrostu znaczenia obu tych źródeł zmienności, podobnie jak zaobserwowano w doświadczeniu Rzeźnika z roku 1965 (Rzeźnik 1976, 1988), opracowanego później przez Kowalkowskiego (2001).

Lokalne populacje, dostosowane do lokalnych warunków, nie mają w świetle dotychczasowych wyników doświadczenia przewagi wzrostowej nad populacjami obcymi. Za lokalne dla powierzchni w Choczewie można uznać proveniencje z Wejherowa. Obie te proveniencje są w Choczewie nieco niższe od średniej, a najwyższa jest populacja 15 Kwidzyn. Najbliższe powierzchni w Łobzie (Pomorze Zachodnie) są proveniencje 1 Gryfino, 2 Gryfino, 3 Biewrznik i 4 Drawieński Park Narodowy, lecz największą wysokość osiągnęły buki beskidzkie (39 Ustroń), a pobliska proveniencja 3 Bierzwnik okazała się jedną z gorszych. Na powierzchni w Łopuchówku ściśle lokalna proveniencja 28 Łopu-

chówko była przeciętna, a największą wysokość osiągnęła proveniencja 37 Leżajsk. Podobnie w Brzezinach lokalna populacja 32 Brzeziny była przeciętna a najlepiej rosła proveniencja 1 Gryfino. Na powierzchni w Bystrzycy najlepiej rosły populacje 16 Kwidzyn i 17 Kwidzyn a lokalna (38 Zdroje) była przeciętna. Na powierzchni w Krynicy znów dominowały populacje z Kwidzyna, którym nie dorównała żadna populacja karpacka.

Plastyczność populacji z Kwidzyna jest wynikiem doświadczenia szczególnie rzucającym się w oczy. Zasoby nasienne buka tego nadleśnictwa zasługują na dobre rozpoznanie.

Początek wzrostu wiosennego okazał się być cechą bardzo stabilną. Niezależnie od lokalizacji kolejność rozpoczynania wegetacji była podobna. Cecha ta wykazuje wyraźny, jednoznaczny geografizm tzn. ujemną korelację z szerokością geograficzną. Badane populacje można zaliczyć do jednej z dwóch ras fenologicznych – wczesnej, występującej na południu i późnej, występującej na północy. Niewielka liczba wyjątków, dostrzeżona także przez Tarasiuka i Bellona (2000), może wynikać z faktu, że fazy fenologiczne są cechami mającymi znaczenie przystosowawcze, choć w wypadku buka zapewne niewielkie. Istnienie geografizmu pędzenia wiosennego wzmiankuje również Giertych (1990, 2000) w przeglądowych pracach dotyczących zmienności proveniencyjnej buka, przeważnie poza Polską. Wyniki wskazujące na geograficzną i klinalną zmienność początku wegetacji buka w Polsce wydają się być ważnym, oryginalnym wynikiem opisywanego przedsięwzięcia badawczego.

Wszystkie uwzględnione w podsumowaniu etapu badań cechy mają znaczenie dla hodowli lasu. Cechy adaptacyjne wpływają na koszt zakładania upraw a w późniejszym okresie na produktywność drzewostanów. Cechy fenologiczne mają bezpośredni i pośredni wpływ na adaptację. Najsilniej różnicującą populacje buka w Polsce cechą jest termin rozpoczynania wegetacji wiosną. Jednoznaczny geografizm tej cechy wymaga głębszej analizy. Przyjmuje się, że jest to cecha ściśle adaptacyjna, mająca związek z częstotliwością występowania przymrozków późnych. Wyniki doświadczenia nie w pełni są zgodne z tą hipotezą. Najlepszą adaptację do wielu miejsc uprawy wykazały populacje z Kwidzyna, Wipsowa i Leżajska, nie zaliczone do najpóźniej pędzących, a uprawy porównawcze wszędzie założono na powierzchniach odstępnych. W naturalnych warunkach wczesne rozpoczynanie wegetacji może mieć mniejsze znaczenie niż się przypuszcza. Przymrozki późne są groźne tylko dla trwałości odnowień, tymczasem naloty bukowe są chronione przez okap drzew matecznych. Zróżnicowanie cech fenologicznych może więc być większe, niż to wynika z konieczności adaptacji do lokalnych warunków. Upoważnia ono do postawienia hipotezy, że w Polsce występują co najmniej dwie rasy fenologiczne buka: wczesna, związana z południem kraju oraz późna, związana z północą. Hipoteza ta wymaga oczywiście potwierdzenia w szerszych i głębszych badaniach.

Drugim, bardzo istotnym wynikiem programu badawczego już w początkowym okresie jego trwania, to wykrycie populacji plastycznych, zdolnych adoptować się do różnych warunków siedliskowych, i do wieku 6 lat rosnących lepiej od pozostałych, także lepiej od populacji lokalnych. Są to proveniencje: 15, 16, 17 Kwidzyn, 19 Wipsowo i 37 Leżajsk. Przyczyny tej plastyczności pozostają nieznane i są warte zbadania. Dotychczas, na podstawie bardzo wielu lecz niezbyt szeroko zakrojonych badań, uważa się, że buk tworzy liczne populacje lokalne, wykazujące zmienność ekotypową, nie adaptujące się dobrze do warunków innych niż w miejscu ich powstania (Giertych 1999, 2000). Gdyby w doświad-

czeniu nie brały udziału proveniencje wymienione tutaj jako plastyczne, jego wyniki byłyby ściśle zgodne z przytoczoną hipotezą. Większość proveniencji wykazuje interakcję proveniencje \times lokalizacje i wartość tej interakcji rośnie z roku na rok. Populacje buka w Polsce mogą zatem być plastyczne (nieliczne) i nieplastyczne (większość).

Trzecim ważnym wynikiem jest wykrycie istotnych różnic wzrostowych pomiędzy potomstwem drzewostanów występujących obok siebie w terenie. Możliwe przyczyny mogą być rozmaite. W świetle braku plastyczności wielu populacji trzeba brać pod uwagę różnice siedliskowe, lecz nie tłumaczą one całej obserwowanej zmienności. Na przykład, populacje z Bieszczadzkiego Parku Narodowego, różnie klasyfikowane i łączone w różne grupy, pochodzą z sąsiedztwa, z tej samej strefy wysokościowej i rosną na siedlisku tego samego typu. Podobnie jest w wypadku obu populacji z Gryfina. Naturalną przyczyną tej zmienności może być znany z genetyki populacji "efekt założyciela", występujący gdy populacja powstała z nielicznej grupy osobników, które zdobyły nowy teren. Struktura genetyczna "założycieli" determinuje później strukturę genetyczną powstałej nowej populacji. Naturalne zjawiska mogą tę strukturę zarówno zubażać (dryf genetyczny) jak i wzbogacać (mutacje i migracje). Drugą przyczyną może być wpływ człowieka, działającego przez introdukcję bądź prowadzącego selekcję, zamierzoną i mimowolną. Konkretnie przyczyny obserwowanych różnic można wykryć metodami genetyki biochemicznej.

Wnioski

W pracy potwierdzono zróżnicowanie międzyproveniencyjne buka zwyczajnego w zakresie badanych cech adaptacyjnych, wzrostowych i fenologicznych.

- Termin rozpoczynania wegetacji wiosną jest cechą różnicującą buka najsilniej. W Polsce można wyróżnić co najmniej dwie formy fenologiczne buka. Forma późna występuje przede wszystkim na Pomorzu. Forma wczesna występuje w południowej części kraju. Różnice fenologiczne są większe niż wynikałoby to z potrzeb adaptacyjnych do występowania przymrozków późnych.
- W Polsce istnieje wyraźna zmienność klinalna pomiędzy proveniencjami buków w zakresie rozpoczynania wegetacji. Klin przebiega w kierunku południe-północ. Północne proveniencje z reguły rozpoczynają wzrost później.
- Kolejność rozpoczynania wegetacji buków w niewielkim stopniu, a być może wcale, nie zależy od warunków wzrostu.
- Wśród populacji buka w Polsce istnieją proveniencje plastyczne, dobrze adoptujące się do wielu miejsc uprawy (nieliczne) jak i nieplastyczne (większość). Wszystkie testowane populacje z Nadleśnictwa Kwidzyn, a także z Wipsowa i Leżajska wyróżniają się wzrostem, przynajmniej w początkowym okresie trwania uprawy. Bliższe poznanie drzewostanów matecznych nie jest więc bez znaczenia.
- Mimo utrzymującego się wpływu wysokości sadzonek w szkółce na wysokość upraw, warunki siedliskowe miejsca wysadzenia odpowiadają za wzrost buków niemal w połowie. Interakcje genotyp \times środowisko, początkowo zerowa, w następnych latach wzrasta.

- Termin jesiennego zamierania liści w niewielkim, choć dostrzegalnym stopniu zależy od pochodzenia bukwi. Cecha ta wykazuje pewną interakcję ze środowiskiem.
- Różnice obserwuje się wśród potomstwa drzewostanów występujących obok siebie w terenie.
- Proweniencje, które pochodzą z miejsc nielicznego i rozproszonego występowania buka, charakteryzują się względnie złym przeżywaniem upraw i względnie powolnym wzrostem w fazie uprawy. Istotnym wyjątkiem jest tu proweniencja Wipsowo.
- Początkowe wyniki doświadczenia sugerują, że dobór proweniencji do warunków miejsca uprawy powinien być szczególnie staranny i oparty na lepszym niż u innych gatunków rozpoznaniu zasobów genowych.

*Akademia Rolnicza im. Augusta Cieszkowskiego
ul. Wojska Polskiego 69, 60-625 Poznań
e-mail: barzdajn@owl.au.poznan.pl*

Literatura

- Barzdajn W., Kowalkowski W., Rzeźnik Z.** 2001. Doświadczenie proweniencyjne nad zmiennością buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w Polsce w serii 1992/1995. Roczniki AR Poznań (w druku)
- Barzdajn W., Rzeźnik Z.** 2002. Proweniencyjna zmienność buka (*Fagus sylvatica* L.) polskich pochodzeń w doświadczeniu serii 1992/1993/1995 na powierzchni w Nadleśnictwie Łopuchówko. Sylwan 146 (2): 141-149.
- Giertych M.** 1990. Genetyka. W: Białobok S. Buk zwyczajny *Fagus sylvatica* L.. PWN, Warszawa-Poznań: 193-236.
- Giertych M.** 2000. Zmienność genetyczna buka. Zeszyty Naukowe AR Kraków 358: 35-45.
- Kowalkowski W.** 2001. Zmienność buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) siedmiu polskich pochodzeń na pięciu powierzchniach porównawczych w 30-letnim doświadczeniu proweniencyjnym. Roczniki AR w Poznaniu. Rozprawy nauk. 318: 1-95.
- Kowalkowski W.** 2002. Wstępne wyniki badań nad proweniencyjną zmiennością buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w doświadczeniu serii GC 2234 1992 - 1995 w Nadleśnictwie Łobez. Sylwan 146 (2): 73-88.
- Marek T.** 1989. Analiza skupień w badaniach empirycznych. Metody SAHN. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. ss. 171.
- Matras J.** 2002. Wzrost i rozwój populacji buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w okresie pierwszych trzech lat na powierzchni doświadczalnej w Bystrzycy Kłodzkiej. Sylwan 146 (2): 111-127.

- Oktaba W.** 1966. Elementy statystyki matematycznej i elementy doświadczalnictwa. PWN, Warszawa.
- Paule L., Gömöry D.** 1997. Genetic diversity of beech populations in Europe. In: Turok J., Kremer A., de Vries S., compilers. EUFORGEN Meeting on Social Broadleaves. IPGRI, Rome: 152-163.
- Paule L., Križo M., Pagan J.** 1984. Genetics and improvement of common beech (*Fagus sylvatica* L.). Annales Forestales 11 (1): 1-26.
- Rohmeder E., Schönbach H.** 1959. Genetik und Züchtung der Waldbäume. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Rożkowski R., Giertych M.** 2002. Wstępne wyniki badań proveniencyjnych buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) na powierzchni doświadczalnej w Choczewie. Sylwan 146 (2): 89-99.
- Rzeźnik Z.** 1976. Badania buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica*) polskich proveniencji. Roczniki AR w Poznaniu z. 72: 1-37.
- Rzeźnik Z.** 1988. Miąższość i jakość 20-letnich drzewostanów bukowych krajowych proveniencji. Sylwan 132 (8): 9-20.
- Rzeźnik Z.** 1999. Dotychczasowe doświadczenia proveniencyjne z bukiem (*Fagus sylvatica* L.) w Polsce. Mat. konf. Zmienność buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.). Poznań – Siemianice, 8-10 czerwca: 19.
- Sabor J., Żuchowska J.** 2002. Wstępne wyniki badań nad proveniencyjną zmiennością buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) na powierzchni porównawczej doświadczenia serii GC 2234 1992-1995 w Krynicy. Sylwan 146 (2): 43-72.
- Stachak A.** 1965. Fenologia buka zwyczajnego na tle warunków siedliskowych w Puszczy Bukowej pod Szczecinem w latach 1957-1961. STN, Szczecin.
- Tarasiuk S., Bellon S.** 2002. Zmienność populacji buka w Polsce. Wyniki końcowe I etapu badań w doświadczeniu serii GC 2234 1992-1995 na powierzchni porównawczej w Nadleśnictwie Brzeziny. Sylwan 2001 146 (2): 35-43.
- Tarasiuk S., Bellon S., Szeligowski H.** 1998. Dotychczasowe wyniki badań nad zmiennością krajowych proveniencji buka zwyczajnego na powierzchni doświadczalnej w Nadleśnictwie Brzeziny. Sylwan 142 (12): 83-91.
- Teissier du Cros E.** 1981. L'hetre. INRA, Paris.
- Żuchowska J., Sabor J.** 2000. Doświadczenie proveniencyjne buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) Bk 92-95 nr 5660594 c/2234 "Polana Izwór". Zesz. Nauk. AR Kraków z. 69: 297-309.

Summary

Provenance variability of common beech (*Fagus sylvatica* L.) related to the results of the provenance trial of 1992/1995 series

Adaptive characteristics (survival and growth of forest cultures) and phenological characteristics (the start and the end of vegetation) differentiate beech populations in Poland to the significant extent with statistical meaning. Among beech populations in Poland there are plastic populations, well adapting to many places of culture – a few only; and there are some populations that are not plastic (most of them). The difference can be observed among the progeny of stands located close to each other. High value – in terms of silviculture – have all investigated provenances from Kwidzyn Forest District and provenances from Wipsowo and Leżajsk. Provenances which origin from places where beech is not very common and abundant characterize relatively low survival of forest culture and relatively slow growth rate of forest culture. Wipsowo provenance is an apparent exception. The date of the start of spring growth is the most differentiating characteristics of beech. In Poland, it can be distinguished at least 2 phenological forms of beech. Late one is present in the Pomeranian region, generally. Early form is located in the southern part of the country. The phenological differences are bigger than these from expected adaptive needs to adapt to the late frosts. The provenances from Sudety demonstrate clear similarity to beeches from Carpathians and they are not similar to beeches from Pomeranians.