

**JANUSZ SABOR, HELENA STANUCH**

## **Ocena zmienności cech adaptacyjnych oraz określenie wartości genetyczno-hodowlanej pochodzeń objętych ochroną w Regionalnym Banku Genów buka zwyczajnego RDLP w Katowicach**

Assessment of the variation of the adaptation features and of the genetic breeding value of provenances protected under the scheme of the Regional Gene Bank for European beech operated by the Katowice Regional Forest Directorate

### **ABSTRACT**

Sabor J., Stanuch H. 2007. Ocena zmienności cech adaptacyjnych oraz określenie wartości genetyczno-hodowlanej pochodzeń objętych ochroną w Regionalnym Banku Genów buka zwyczajnego RDLP w Katowicach. Sylwan 10: 25-37.

The study focuses on the variation of the adaptation features of forty partial populations of beech from the area managed by the Katowice Regional Forest Directorate. The growth and development of the provenances were assessed in the years 1998-2003 by measuring the height and survival of seedlings in the juvenile phase, i.e. up to the fourth year of planting on comparative plantations of the Regional Gene Bank that were established at two different forest sites of the area. The selection indices of the provenances were calculated from the variation components.

### **KEY WORDS**

Provenance, adaptation features, beech, Regional Gene Bank, selection indices

### **ADDRESSES**

Janusz Sabor – Katedra Nasiennictwa, Szkółkarstwa i Selekcji Drzew Leśnych; Akademia Rolnicza; ul. 29 Listopada 46; 31-425 Kraków

Helena Stanuch – Zakład Bioinformatyki i Telemedycyny Collegium Medicum; Uniwersytet Jagielloński; ul. Kopernika 17; 31-501 Kraków

### **Wstęp i cel**

Regionalne banki genów, we współpracy z Leśnym Bankiem Genów Kostrzyca, mają na celu opracowanie i wdrożenie lokalnych programów zachowania zasobów genowych. Stanowią one ważny element realizowanego aktualnie „Programu zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli selekcyjnej drzew leśnych w Polsce na lata 1991-2010” oraz jego założeń do roku 2035 [Fonder 2006].

Idea regionalnych banków genów została określona m.in. przez Giertycha [2001] jako ochrona zasobów genowych, zmienności naturalnej i zmienności genotypów wyselekcjonowanych drzew przed niekontrolowaną działalnością człowieka oraz negatywnymi procesami naturalnymi, takimi jak zmiany klimatyczne, naturalizacja, dziczenie itp. Rolą regionalnych banków genów jest również poznanie wartości genetycznej populacji chronionych, promocja wyników badań oraz ich wdrażanie do praktyki.

Przykładami już istniejących regionalnych banków genów są m.in. Karpacki Bank Genów, mający na celu zachowanie lokalnych populacji drzew leśnych oraz ocenę ich wartości genetycznej w zróżnicowanych warunkach środowiskowych tej krainy przyrodniczo-leśnej [Sabor 1996, 2006], a także Regionalny Bank Genów buka RDLP Katowice.

Zasada właściwego połączenia programu selekcji z założeniami regionalizacji nasiennej oraz oceną genetyczno-hodowlaną i ochroną populacji cząstkowych buka w programie Regionalnego Banku Genów powstała po raz pierwszy w kraju w 1995 r. z inicjatywy tej dyrekcji.

W pierwszym etapie zakładania Regionalnego Banku Genów analizowano możliwość pozyskania nasion reprezentujących lokalną bazę Leśnego Materiału Podstawowego zakładając możliwość przenoszenia Leśnego Materiału Reprodukcyjnego tylko w obrębie dyrekcji katowickiej. Dobry urodzaj buka w 1995 r. stworzył szansę wyhodowania reprezentatywnego pod względem badawczym materiału sadzeniowego.

Oceniając zadania odnowieniowe nadleśnictw dyrekcji katowickiej, wyznaczono cztery strefy uprawowe tego gatunku. Strefa I wykorzystuje górską bazę nasienną z mikroregionu 801 w nadleśnictwach Bielsko, Ustroń oraz Węgierska Górka. Natomiast II uwzględnia lokalną bazę nasienną buczyn wyżynnych i niżowych obejmującą większość Krainy Śląskiej i część Wyżyny Śląsko-Krakowskiej z mikroregionami 502, 503 i 554. Strefy III i IV stanowią najbardziej skrajnie zlokalizowane tereny Krainy Śląskiej oraz północno-wschodnich obrzeży RDLP Katowice. Strefy te korzystają z obcej bazy nasiennej i nie odgrywają istotnej roli w programach selekcyjnych buka dyrekcji katowickiej.

Głównym założeniem badawczym Banku jest testowanie potomstwa tej bazy nasiennej-selekcyjnej na powierzchniach porównawczych (archiwach) pochodzeniowych buka, a w dalszej kolejności analiza jej cech adaptacyjnych (przeżywalność i cechy wzrostowe) oraz ocena efektu interakcji „genotyp  $\times$  środowisko” ( $G \times E$ ) w zróżnicowanych warunkach siedliskowych I i II stref uprawowych RDLP Katowice.

Realizowane w tym zakresie zadania badawcze obejmują dwie serie doświadczalne. Pierwszą serię trzech upraw porównawczych założono jesienią 1996 r. w nadleśnictwach Bielsko (2 powierzchnie pod okapem i na otwartej przestrzeni) i Wisła (na otwartej przestrzeni). Testowany materiał wyhodowany w szkółce inspektowej w Nadleśnictwie Bielsko reprezentuje 9 pochodzeń lokalnych populacji buka z południowej części RDLP Katowice (Rudziniec, Brynek, Pszczyna, Rudy Raciborskie) oraz obszar karpacki i podkarpacki (nadleśnictwa Andrychów i Sucha).

Druga seria powierzchni badawczych testuje głównie najwartościowsze populacje buczyn górskich na terenie nadleśnictwa Bielsko. Są to drzewostany z leśnictw Jaworze, Kamienica, Straconka i Czarna. W badanej kolekcji znajdują się również proveniencje z terenu nadleśnictw Ustroń, Brenna, Turawa, Pszczyna, Koszęcin oraz Koniecpol, Kłobuck, Turawa i Koszęcin. Potomstwo tych drzewostanów zostało wysadzone jesienią 1997 r. na 10 powierzchniach doświadczalnych, stanowiących archiwa pochodzeniowe *in vivo* Regionalnego Banku Genów buka w RDLP Katowice.

Badania, których wyniki przedstawia niniejsza praca, mają na celu juvenilną ocenę cech adaptacyjnych potomstwa generatywnego objętych ochroną Regionalnego Banku Genów 22 lokalnych proveniencji buka w zróżnicowanych warunkach dziesięciu powierzchni doświadczalnych założonych w dwóch (I i II) strefach uprawowych RDLP Katowice.

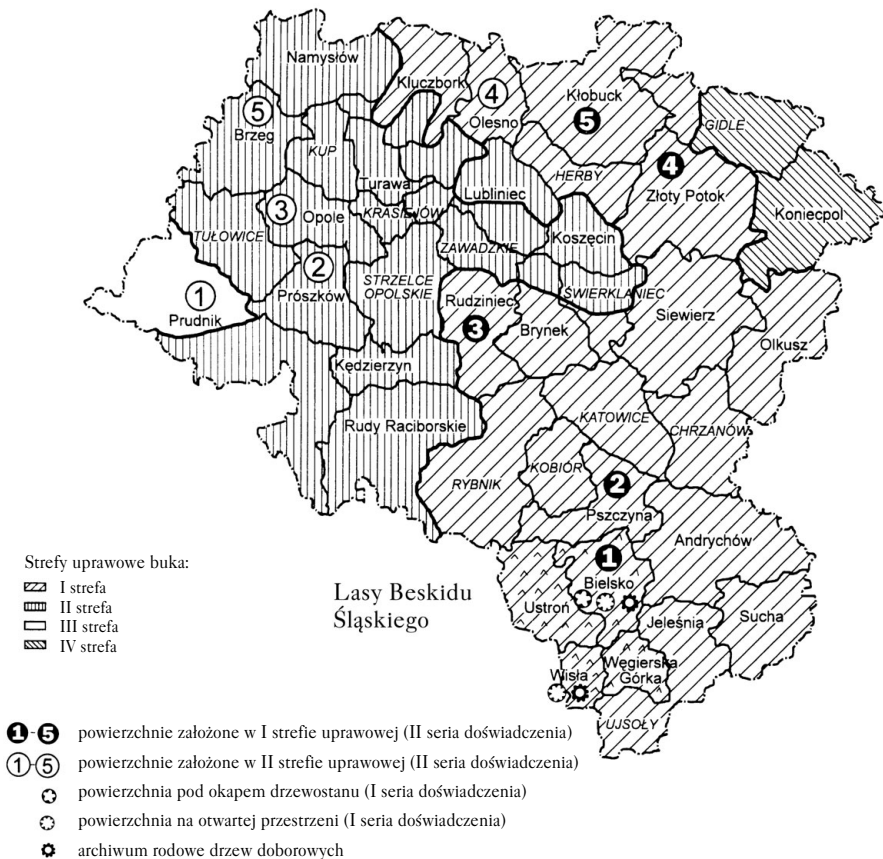
## Obiekt badań

**MATERIAŁ BADAWCZY.** Obiektem badań są powierzchnie badawcze (archiwa) Regionalnego Banku Genów buka założone w I i II strefie uprawowej RDLP Katowice w ramach drugiej serii badawczej [Sabor 2006].

W I strefie uprawowej analizowano zmienność proveniencyjną adaptacji buka na założonych powierzchniach porównawczych w nadleśnictwach Bielsko, Pszczyna, Rudziniec, Złoty Potok i Kłobuck, natomiast w II strefie w nadleśnictwach: Prudnik, Prószków, Opole, Olesno i Brzeg. Charakteryzują one pełną gamę siedlisk dyrekcji katowickiej od LMG w Bielsku, BMśw w Pszczynie, Rudzińcu i Kłobucku do Lwyż w Złotym Potoku (I strefa), a w II strefie uprawowej – od LMśw w Prudniku i Brzegu, LMśw/LMw w Opolu do siedlisk borowych (BMśw) w Prószkowie i Oleśnie [Sabor 2002]. Ich lokalizację w obu strefach uprawowych prezentuje rycina 1.

Charakterystykę materiału badawczego buka objętego ochroną w RBG przedstawia tabela 1, natomiast lokalizację drzewostanów rodzicielskich badanego potomstwa rycina 2.

Jest to potomstwo gospodarczych i wyłączonych drzewostanów nasiennych buka z niżowych i górskich nadleśnictw RDLP w Katowicach. Wśród nich do najwartościowszych zaliczyć należy najstarsze buczyny górskich ekotypów tego gatunku w Wapienicy (leśnictwo Jaworze), Bielsku (leśnictwo Czantoria) i Brennej (Bukowa). Opisy taksacyjne wskazują na znaczną



Ryc. 1.

Lokalizacja założonych powierzchni archiwum pochodzeniowego i rodowego RBG buka zwyczajnego w RDLP Katowice

Location of provenance and family archive areas with the RGB European beech established in the territory of the Katowice RDFS

Tabela 1.

Charakterystyka pochodzeń Regionalnego Banku Genów buka zwyczajnego objętych ochroną w RDLP Katowice

Characteristics of beech provenances protected under the scheme of the Regional Gene Bank in the Katowice RDSF

Nr. Poch.	Nadl.	Leśnictwo	Oddział	Mikro-region drzewostanu	Rodzaj	Seria	Strefa
1	Bielsko	Jaworze	178f	801	DNW	Seria II	I
2	Bielsko	Jaworze	187a	801	DNW	Seria II	I, II
3	Bielsko	Kamienica	89m	801	DNW	Seria II	I
4	Bielsko	Straconka	32a	801	DNW	Seria II	I
5	Bielsko	Czyrna	–	801	NN	Seria II	I
6	Bielsko	Grodziec	–	801	NN	Seria II	II
7	Bielsko	Biła	–	801	NN	Seria II	II
8	Bielsko	Kamienica	–	801	NN	Seria II	I
9	Bielsko	Zapora	–	801	NN	Seria II	II
10	Bielsko	Jaworze	187a	801	DD5144*	Seria II	–
11	Bielsko	Jaworze	178f	801	DD5152	Seria II	–
12	Bielsko	Jaworze	178f	801	DD5153	Seria II	–
13	Bielsko	Jaworze	187a	801	DD5154	Seria II	–
14	Bielsko	Jaworze	187a	801	DD5145	Seria II	–
15	Bielsko	Jaworze	187a	801	DD5149	Seria II	II
16	Bielsko	Jaworze	187a	801	DD5150	Seria II	–
17	Bielsko	Jaworze	187a	801	DD5151	Seria II	–
18	Bielsko	Jaworze	187a	801	DD5146	Seria II	–
19	Bielsko	Jaworze	187a	801	DD5155	Seria II	I
20	Bielsko	Kamienica	89m	801	DD5156	Seria II	–
21	Ustroń	obr. Brenna, Ustroń	–	–	–	Seria II	I
22	Turawa	–	–	–	–	Seria II	I, II
24	Pszczyna	Wry	–	557	DG	Seria I	–
26	Konieczpol	Małachów	–	658	NN	Seria II	I
27	Koszęcin	–	–	654	DG	Seria II	I
28	Brynek	–	–	556	NN	Seria II	II
30	Rudziniec	Proboszczowice	83d	556	DG	Seria I	–
32	Rudziniec	Proboszczowice	77c	556	DG	Seria I	–
33	Rudziniec	Utrata	–	556	DG	Seria I	–
34	Kłobuck	–	–	654	DG	Seria II	I, II
35	Brynek	obr. Wieszowa	55g, 73g	556	DG	Seria I	–
37	Rudy Raciborskie	obr. Łęszczok	–	558	DG	Seria I	–
38	Rudy Raciborskie	obr. Paproć	–	558	DG	Seria I	–
39	Andrychów	Targaniec	–	–	–	Seria I	–
40	Sucha	–	–	–	–	Seria I	–
41	Andrychów (seria II)	Targaniec	–	–	–	Seria II	II
45	Namysłów	Komorno	51b	–	–	Seria II	I, II
46	Olkusz	–	–	655	–	Seria II	II
47	Pszczyna (seria II)	Wry	12	557	DG	Seria II	I, II
50	Złoty Potok	–	–	655	–	Seria II	I

\*potomstwo drzew doborowych testowane w nadleśnictwach Bielsko i Wisła – plus tree progeny tested in the Bielsko and Wisła Forest Districts



Ryc. 2.

Lokalizacja drzewostanów rodzicielskich i drzew doborowych proveniencji archiwum pochodzeniowego RBG buka zwyczajnego w RDLP Katowice

Location of parent stands and plus trees of the RGB European beech provenances from the provenance archive in the Katowice RDSF

wartość użytkową i hodowlaną tych populacji. Pozostałe drzewostany charakteryzuje znaczne zróżnicowanie bonitacji w podobnych warunkach siedliskowych wskazujące na możliwość skutecznej selekcji genetycznej badanych populacji. Mogą one być alternatywnym źródłem pozyskania LMP przy niewielkiej bazie obecnie ograniczonych regionalizacją nasienną wyłączonych drzewostanów buka w RDLP Katowice [Sabor 1995].

Na powierzchniach archiwów RBG w I strefie uprawowej buka zwyczajnego RDLP w Katowicach testowane jest generatywne potomstwo 15 drzewostanów (tab. 1, ryc. 2) reprezentowanych przez 150 sadzonek pojedynczego pochodzenia po 50 w każdym z trzech bloków (powtórzeń) każdej z upraw porównawczych

W II strefie uprawowej buka zwyczajnego oceniono potomstwo 12 buczyn z terenu RDLP Katowice (tab. 1, ryc. 2). Liczba testowanych sadzonek każdej proveniencji wynosiła 100 sadzonek po 25 w każdym z czterech bloków (powtórzeń) uprawy porównawczej. Powierzchnie uprawowe zostały założone również w 5 lokalizacjach reprezentujących odmienne warunki glebowe i klimatyczne tej strefy (ryc. 1).

## Metodyka

Badanie potomstwa na wszystkich uprawach porównawczych obu stref uprawowych II serii doświadczalnej Regionalnego Banku Genów buka w RDLP Katowice oceniane na podstawie dwóch cech adaptacyjnych, wysokości sadzonek oraz ich przeżywalności, obejmowało:

- 1) określenie zakresu zmienności cech adaptacyjnych pochodzeń RBG w poszczególnych latach życia (okres badawczy 1998-2003),

- 2) ocenę istotności efektu genowego pochodzenia i lokalizacji upraw na zmienność adaptacyjną buka badanych kolekcji pochodzeniowych w warunkach siedliskowych I i II strefy uprawowej RDLP Katowice;
- 3) obliczenie indeksów selekcyjnych określających wartość genetyczno-hodowlaną pochodzeń RBG buka w RDLP w Katowicach.

- Ad. 1. Do oceny zmienności cech adaptacyjnych uwzględniającej wpływ lokalizacji uprawy, pochodzenia oraz lat pomiaru zastosowano wieloczynnikowy model analizy wariancji z powtarzanymi pomiarami [Stanuch 2005; Żuk 1989]:
- Ad. 2. Do oceny wpływu lokalizacji i pochodzeń na cechy adaptacyjne buka w poszczególnych latach życia zastosowano model mieszany analizy wariancji [Stanuch, Sabor 2001a]:
- Ad. 3. Wartość genetyczno-hodowlaną badanych pochodzeń w cyklach przyrostowych 1998-2003 oceniano indeksami selekcyjnymi dla każdej lokalizacji uprawowej w obu strefach uprawowych RDLP Katowice. Indeksy selekcyjne pochodzeń buka zwyczajnego obliczane były dla każdego pochodzenia i lokalizacji obu stref hodowlanych w roku 2003 z wykorzystaniem komponentów wariancyjnych dla odpowiednich modeli każdego zbioru danych [Bader 1999; Kowalczyk 1999; Krupski 1999; Stanuch, Sabor 2001b]. Schemat analizy wariancji dla klasyfikacji pojedynczej i modelu losowego przedstawiono w tabeli 2 [Stanuch, Sabor 2001b].

Indeks selekcyjny dla  $j$ -tego pochodzenia wyliczano według wzoru:

$$W_j = h_{R1}^2 \cdot \bar{z}_{j1} \cdot E^1 + h_{R2}^2 \cdot \bar{z}_{j2} \cdot E^2 \quad [1]$$

gdzie:

$h_{R1}^2$  – odziedziczalność dla wysokości,

$h_{R2}^2$  – odziedziczalność dla przeżywalności,

$E^1$  – waga ekonomiczna dla wysokości (w obliczeniach przyjęto 7),

$E^2$  – waga ekonomiczna dla przeżywalności (w obliczeniach przyjęto 5),

$\bar{z}_{j1}$  – standaryzowana średnia wysokość w  $j$ -tym pochodzeniu,

$\bar{z}_{j2}$  – standaryzowana średnia przeżywalność w  $j$ -tym pochodzeniu.

Odziedziczalność pochodzeniowa wyliczana była według wzoru:

$$h_R^2 = \frac{\sigma_a^2}{\frac{\sigma_e^2}{k} + \sigma_a^2} \quad [2]$$

**Tabela 2.**

Schemat analizy wariancji dla klasyfikacji pojedynczej i modelu losowego  
Single classification and a random model analysis of variance

Zmienność	Stopnie swobody	Wartości oczekiwane średniego kwadratu
Między pochodzeniami	$p - 1$	$\sigma_e^2 + k \cdot \sigma_a^2$
Wewnątrz pochodzeń	$N - p$	$\sigma_e^2$

Oznaczenia:  $p$  – liczba pochodzeń;  $N$  – liczba wszystkich zmierzonych drzew dla wysokości lub liczba bloków dla przeżywalności;  $k$  – średnia liczba drzew w pochodzeniu dla wysokości lub średnia liczba bloków w pochodzeniu dla przeżywalności;  $\sigma_e^2$  – komponent wariancyjny dla pochodzeń;  $\sigma_a^2$  – komponent wariancyjny dla błędów

Description:  $p$  – number of provenances;  $N$  – number of all trees measured for height or number of blocks for survival in a given provenance;  $k$  – average number of trees in a provenance measured for height or number of blocks for survival in a given provenance;  $\sigma_e^2$  – variance component for provenances;  $\sigma_a^2$  – variance component for the error

Standaryzację w pochodzeniu przeprowadzono według wzoru:

$$\bar{z}_j = \frac{\bar{x}_j - \bar{x}}{s} \quad [3]$$

gdzie:

$\bar{x}$  – średnia w lokalizacji,

$s$  – odchylenie standardowe w lokalizacji,

$\bar{x}_j$  – średnia w  $j$ -tym pochodzeniu.

Obliczenia dotyczące statystyki opisowej, analizy wariancji i analizy skupień wykonano w pakiecie statystycznym STATISTICA, natomiast obliczanie indeksów selekcyjnych przeprowadzono w arkuszu kalkulacyjnym Excel.

## Wyniki

Aktualną przeżywalność oraz średnie wysokości buka zwyczajnego określone w roku 2003 na wszystkich powierzchniach porównawczych strefy I i II RBG w RDLP Katowice przedstawiono w tabelach 3 i 4.

W I strefie uprawowej RBG najlepiej przeżywały sadzonki buka na powierzchni porównawczej w Bielsku i Kłobucku (tab. 3). Uprawy porównawcze badanej kolekcji objętej ochroną w Pszczynie i Rudziniecu charakteryzowały się znaczną liczbą wypadów.

W II strefie uprawowej najwyższą przeżywalnością charakteryzowały się uprawy w Prószkowie, a najniższą w Prudniku. Lepszymi cechami adaptacyjnymi charakteryzują się buki badanych pochodzeń w II strefie uprawowej. Przeżywalność w tej strefie w roku 2003 dla

**Tabela 3.**

Aktualna przeżywalność i średnia wysokość buka zwyczajnego w I strefie uprawowej RBG w RDLP Katowice w 2003 r.

The actual survival and the mean height of European beech in RGB plantation site I within the Katowice RDSF in 2003

Pochodzenie*	Bielsko		Pszczyna		Rudziniec		Kłobuck		Razem	
	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.
1	62,00	55,84	2,67	44,75	2,67	37,38	39,33	36,99	26,67	48,15
2	61,33	45,68	8,00	40,00	4,67	47,86	23,33	31,26	24,33	41,86
3	68,00	66,02	8,67	46,54	6,67	47,80	36,00	28,28	29,83	52,20
4	61,33	51,12	6,00	47,72	3,33	42,60	30,00	26,26	25,17	43,23
5	60,67	61,37	7,33	35,18	6,67	38,75	44,67	29,51	29,83	46,57
8	71,33	51,80	4,67	47,43	3,33	38,40	35,33	30,85	28,67	44,78
19	64,00	66,38	5,33	60,38	9,33	37,07	43,33	33,46	30,50	52,18
21	78,00	46,84	6,00	42,00	3,33	48,20	32,00	33,68	29,83	43,10
22	53,33	62,72	10,67	49,56	1,33	41,50	29,33	33,84	23,67	51,99
26	54,67	52,41	10,67	41,00	4,00	38,00	32,67	28,66	25,50	43,05
27	60,00	70,69	3,33	61,60	3,33	45,60	42,00	37,72	27,17	56,90
34	58,67	55,09	2,67	37,75	6,00	48,67	26,00	31,79	23,33	47,70
45	53,33	72,59	2,00	41,33	5,33	43,88	39,33	26,20	25,00	52,19
47	70,67	52,73	6,00	52,44	7,33	45,09	24,67	32,99	27,17	47,72
50	47,33	53,08	6,00	37,89	8,67	45,35	38,67	30,33	25,17	42,77
średnia	61,64	57,62	6,00	45,70	5,07	43,08	34,44	31,45	26,79	47,63
V%	12,96	14,66	45,43	17,14	45,81	9,94	19,86	10,91	9,10	9,63

\* nazwa pochodzeń według tabeli 1; pr – przeżywalność; śr. – średnia wysokość; V% – współczynnik zmienności

\* provenance name according to Table 1; pr – survival; śr. – average height; V% – coefficient of variation

Tabela 4.

Aktualna przeżywalność i średnia wysokość buka zwyczajnego w II strefie uprawowej RBG w RDLP Katowice w 2003 r.

The actual survival and the mean height of European beech in RGB plantation site II within the Katowice RDSF in 2003

Pochodzenie*	Prudnik		Prószków		Opole		Olesno		Brzeg		Razem	
	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.
2	27,00	75,67	91,00	170,28	29,00	126,24	60,00	174,86	57,00	97,22	52,80	141,03
5	24,00	65,98	92,00	166,92	37,00	166,82	64,00	157,45	21,00	120,45	47,60	150,08
6	20,00	53,60	91,00	179,18	35,00	178,26	55,00	153,66	36,00	149,54	47,40	158,02
9	33,00	56,85	84,00	154,14	27,00	120,17	58,00	194,89	50,00	129,83	50,40	142,32
15	16,00	58,63	92,00	172,11	37,00	149,70	47,00	166,82	30,00	127,33	44,40	153,03
22	12,00	47,58	84,00	127,65	21,00	145,20	42,00	176,02	37,00	92,05	39,20	128,27
28	19,00	62,84	84,00	147,91	20,00	132,31	43,00	163,43	55,00	90,25	44,20	127,86
34	11,00	57,21	90,00	136,66	27,00	178,49	55,00	156,47	33,00	102,97	43,20	137,74
41	25,00	59,40	92,00	175,82	55,00	134,01	60,00	165,65	37,00	142,78	53,80	149,64
45	20,00	53,48	84,00	137,59	25,00	139,01	31,00	120,69	41,00	115,35	40,20	122,26
46	23,00	52,70	92,00	166,27	33,00	152,28	48,00	162,76	40,00	104,01	47,20	141,98
47	15,00	61,23	90,00	137,32	35,00	122,68	41,00	158,57	46,00	101,25	45,40	126,56
średnia	20,42	58,76	88,83	155,99	31,75	145,43	50,33	162,61	40,25	114,42	46,32	139,90
V%	31,43	12,39	4,10	11,52	29,58	14,00	19,66	10,68	25,89	17,22	9,77	8,30

\* nazwa pochodzeń według tabeli 1; pr – przeżywalność; śr. – średnia wysokość; V% – współczynnik zmienności

\* provenance name according to Table 1; pr – survival; śr. – average height; V% – coefficient of variation

pochodzeń górskich: 2 – Bielsko, Jaworze, 41 – Andrychów, leśnictwo Targaniec i 9 – Bielsko Zapora wynosiła ponad 50% (tab. 4).

W tabeli 5 i 6 przedstawiono wyniki analizy wariancji cech adaptacyjnych badanych pochodzeń buka w obu strefach uprawowych Regionalnego Banku Genów RDLP Katowice pomierzonych w latach 1998-2003 [Sabor 2002]. Stwierdzono istotny wpływ lokalizacji uprawy porównawczej ( $p=0,0001$ ) oraz lat badawczych ( $p=0,0001$ ) na zmienność zarówno przeżywalności, jak też wysokości w obu strefach.

Potwierdził się również istotny efekt interakcji lat badawczych i lokalizacji uprawy. Nie stwierdzono istotnego wpływu interakcji lokalizacji i pochodzenia oraz interakcji lat, pochodzenia i lokalizacji.

W strefie II uwidocznił się dodatkowo istotny wpływ pochodzenia na zróżnicowanie cech adaptacyjnych.

Ocenę istotności statystycznej efektu lokalizacji i pochodzeń w latach 1998-2003 w obu strefach Regionalnego Banku Genów dla cech adaptacyjnych przedstawiają tabele 7 i 8.

Przeprowadzona analiza wariancji wykazała istotność wpływu lokalizacji na przeżywalność i wysokość buka badanych pochodzeń w całym cyklu obserwacyjnym. W miarę starzenia się uprawy uwidacznia się coraz to mniejszy wpływ pochodzenia, a także niezależnie od wieku drzew, efektu interakcji lokalizacja x pochodzenie ( $G \times E$ ).

Tabele 9 i 10 przedstawiają indeksy selekcyjne pochodzeń dla powierzchni doświadczalnych w obu strefach uprawowych buka RDLP Katowice w wieku 7 lat.

Pochodzenie 27 – Koszęcin, zarówno w Bielsku, jak i w Kłobucku, ma największą wartość indeksu selekcyjnego. Pochodzenie to wyróżnia również najwyższy średni indeks w I strefie uprawowej.

W II strefie uprawowej największymi wartościami indeksowymi charakteryzowały się proveniencje 6 – Bielsko Grodziec i 15 – Bielsko Jaworze.



Tabela 5.

Przeżywalność i średnia wysokość sadzonek buka w latach 1998-2003 RBG w RDLP Katowice w I strefie uprawowej

Survival and mean height of European beech seedlings in years 1998-2003 in RGB plantation site I within the Katowice RDSF

Pochodzenie*	1998 r.		1999 r.		2000 r.		2001 r.		2003 r.	
	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.
1	82,17	17,31	69,17	18,20	57,67	19,18	30,83	33,94	26,67	48,15
2	85,67	17,65	73,83	18,66	60,67	20,17	29,33	28,64	24,33	41,86
3	87,83	16,88	80,17	17,59	63,33	21,10	33,17	35,75	29,83	52,2
4	89,50	16,08	73,83	17,11	52,50	18,25	28,67	30,53	25,17	43,23
5	88,83	17,42	77,00	18,47	60,50	21,02	34,67	32,79	29,83	46,57
8	89,83	14,72	77,50	17,67	59,50	20,19	30,50	31,88	28,67	44,78
19	88,83	15,48	81,33	18,72	68,00	20,82	33,00	37,92	30,50	52,18
21	88,00	15,80	79,83	17,43	65,50	18,49	34,33	29,76	29,83	43,1
22	89,00	15,62	81,33	15,97	58,83	17,05	28,50	35,68	23,67	51,99
26	87,50	14,82	77,00	16,66	61,83	18,28	28,83	30,40	25,50	43,05
27	87,17	17,92	75,83	19,50	63,00	21,51	31,67	40,95	27,17	56,9
34	81,67	16,58	70,00	18,07	59,50	20,08	27,83	33,71	23,33	47,7
45	76,33	15,95	66,00	17,16	51,33	19,64	27,00	35,51	25,00	52,19
47	85,33	17,44	71,67	17,68	56,17	18,64	33,00	30,30	27,17	47,72
50	83,67	16,06	71,83	17,69	55,67	19,40	28,00	30,76	25,17	42,77
średnia	86,09	16,38	75,09	17,77	59,60	19,59	30,62	33,23	26,79	47,63
V%	4,34	6,24	6,26	4,97	7,61	6,51	8,28	10,33	9,10	9,63

\* nazwa pochodzeń według tabeli 1; pr – przeżywalność; śr. – średnia wysokość; V% – współczynnik zmienności

\* provenance name according to Table 1; pr – survival; śr. – average height; V% – coefficient of variation

Tabela 6.

Przeżywalność i średnia wysokość sadzonek buka w latach 1998-2003 RBG w RDLP Katowice w II strefie uprawowej

Survival and mean height of European beech seedlings in years 1998-2003 in RGB plantation site II within the Katowice RDSF

Pochodzenie*	1998 r.		1999 r.		2000 r.		2001 r.		2003 r.	
	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.	pr	śr.
2	88,20	18,23	83,80	31,64	73,80	46,53	61,00	78,07	52,80	141,03
5	85,40	21,10	79,00	34,87	69,80	47,73	54,40	82,81	47,60	150,08
6	87,20	19,10	78,40	35,11	71,40	51,16	57,00	91,59	47,40	158,02
9	83,40	18,50	76,20	34,19	71,20	46,41	55,40	85,91	50,40	142,32
15	80,60	15,02	72,40	29,02	61,60	44,56	47,20	84,70	44,40	153,03
22	87,40	15,49	73,80	26,64	62,40	38,27	44,80	71,78	39,20	128,27
28	82,80	16,20	75,20	28,48	68,60	39,77	50,40	72,37	44,20	127,86
34	80,40	14,76	75,40	27,51	64,80	40,98	48,80	73,35	43,20	137,74
41	90,00	17,64	82,60	31,81	75,20	44,69	59,40	83,77	53,80	149,64
45	74,40	14,68	68,20	26,72	60,40	38,32	46,60	67,88	40,20	122,26
46	84,80	16,33	75,00	30,79	66,80	45,16	51,20	83,08	47,20	141,98
47	84,80	18,47	77,00	27,63	66,80	40,29	50,80	72,89	45,40	126,56
Średnia	84,12	17,13	76,42	30,37	67,73	43,66	52,25	79,02	46,32	139,90
V%	5,03	11,82	5,56	10,39	7,08	9,37	9,93	9,21	9,77	8,30

\* nazwa pochodzeń według tabeli 1; pr – przeżywalność; śr. – średnia wysokość; V% – współczynnik zmienności

\* provenance name according to Table 1; pr – survival; śr. – average height; V% – coefficient of variation

Tabela 7.

Wyniki analizy wariancji wpływu lokalizacji i pochodzeń na wysokość i przeżywalność buka w Regionalnym Banku Genów w RDLP Katowice w I strefie uprawowej w latach 1998-2003<sup>a</sup>

Results of the analysis of variance of the effect of the location and provenances on the RGB beech, Katowice RDSF. Plantation site I – years 1998-2003<sup>a</sup>

Cecha	Efekt	Poziom istotności				
		1998	1999	2000	2001	2003
Przeżywalność	Lokalizacji	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***
	Pochodzeń	0,0072**	0,0142*	0,0555+	0,7156	0,8526
	Lokalizacji× pochodzeń	0,8338	0,9718	0,9913	0,5488	0,7853
Wysokość	Lokalizacji	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***
	Pochodzeń	0,0001***	0,0036**	0,0293*	0,0223*	0,0671+
	Lokalizacji× pochodzeń	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***

<sup>a</sup> bez powierzchni w Złotym Potoku, która przepadła w 2003 roku – without the Złoty Potok plot which was lost in 2003; \*\*\*  $\alpha=0,001$ ; \*\*  $\alpha=0,01$ ; \*  $\alpha=0,05$ ; +  $a=0,1$

Tabela 8.

Wyniki analizy wariancji wpływu lokalizacji i pochodzeń na wysokość i przeżywalność buka w Regionalnym Banku Genów w RDLP Katowice w II strefie uprawowej w latach 1998-2003

Results of the analysis of variance of the effect of the location and provenances on the RGB beech, Katowice RDSF. Plantation site II – years 1998-2003

Cecha	Efekt	Poziom istotności				
		1998	1999	2000	2001	2003
Przeżywalność	Lokalizacji	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***
	Pochodzeń	0,1016	0,1230	0,1153	0,1474	0,0918+
	Lokalizacji* pochodzeń	0,1010	0,2794	0,4720	0,2935	0,4830
Wysokość	Lokalizacji	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***
	Pochodzeń	0,0001***	0,0001***	0,0005***	0,0011***	0,0601+
	Lokalizacji* pochodzeń	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***	0,0001***

\*\*\*  $\alpha=0,001$ ; \*\*  $\alpha=0,01$ ; \*  $\alpha=0,05$ ; +  $a=0,1$

## Dyskusja i wnioski końcowe

Uzyskane wyniki potwierdzają wysokie walory genetyczne buka pochodzeń górskich z Nadleśnictwa Bielsko w różnych strefach uprawowych RDLP Katowice. Różnice przeżywalności na powierzchniach – archiwach są istotne.

Dla przeżywalności i wysokości zaznaczył się istotny efekt interakcyjny lata × lokalizacja upraw i lata × pochodzenia. Analiza wariancji potwierdza konieczność indywidualnego doboru materiału reprodukcyjnego dla poszczególnych stref uprawowych i lokalizacji upraw. Świadczą o tym statystycznie istotne efekty interakcyjne czynników: genetycznego, środowiskowego i lokalizacyjnego. Badanie czynników wpływających na zmienność tych cech stanowi istotę formowania właściwych programów zagospodarowania hodowlano-selekcyjnego drzewostanów. Duże zróżnicowanie cech adaptacyjnych buka badanych pochodzeń, głównie przeżywalności, może być spowodowane warunkami glebowymi i klimatycznymi powierzchni uprawowych, a także doбором pochodzeniowym materiału sadzeniowego (efekt genetyczny). Ocenę wpływu tych czynników determinujących powodzenie hodowlane zakładanych upraw w zróżnicowa-

Tabela 9.

Wartości indeksowe pochodzeń buka zwyczajnego – I strefa uprawowa – 2003 r.  
Index values of European beech provenances – plantation site I, 2003

Numer pochodzenia*	Bielsko	Pszczyna	Rudziniec	Kłobuck	Razem
1	-0,44	0,00	0,00	1,36	0,11
2	-3,47	0,00	0,00	-0,06	-1,39
3	2,59	0,00	0,00	-0,81	1,08
4	-1,85	0,00	0,00	-1,31	-1,07
5	1,21	0,00	0,00	-0,50	-0,27
8	-1,65	0,00	0,00	-0,17	-0,70
19	2,70	0,00	0,00	0,48	1,07
21	-3,12	0,00	0,00	0,54	-1,10
22	1,61	0,00	0,00	0,58	1,02
26	-1,46	0,00	0,00	-0,71	-1,11
27	3,98	0,00	0,00	1,54	2,20
34	-0,66	0,00	0,00	0,07	0,00
45	4,55	0,00	0,00	-1,32	1,07
47	-1,37	0,00	0,00	0,37	0,00
50	-1,26	0,00	0,00	-0,30	-1,18

Wartości ekonomiczne dla przeżywalności (przeż) E=5, dla wysokości (h) E=7; \* nazwa pochodzeń według tabeli 1  
Economic values for survival (przeż) E=5 and height (h) E=7; \* provenance name see Table 1

Tabela 10.

Wartości indeksowe pochodzeń buka zwyczajnego – II strefa uprawowa – 2003 r.  
Index values of European beech provenances – plantation site II, 2003

Numer pochodzenia*	Prudnik	Pruszków	Opole	Olesno	Brzeg	Razem
2	2,43	1,22	-1,47	1,58	-1,94	0,05
5	0,97	0,93	1,68	0,60	1,00	0,84
6	-0,90	2,01	2,39	-0,41	4,68	1,53
9	-0,41	-0,20	-1,97	2,92	2,19	0,16
15	-0,14	1,39	0,49	-0,07	1,87	1,10
22	-1,81	-2,55	-0,49	0,21	-2,60	-1,07
28	0,50	-0,76	-1,43	-0,65	-2,82	-1,11
34	-0,36	-1,75	2,07	-0,20	-1,21	-0,24
41	-0,02	1,71	0,17	0,89	3,83	0,80
45	-0,92	-1,67	-0,75	-4,82	0,35	-1,60
46	-1,04	0,87	0,50	-0,30	-1,08	0,13
47	0,25	-1,69	-1,46	-1,18	-1,43	-1,22

Wartości ekonomiczne dla przeżywalności (przeż) E=5, dla wysokości (h) E=7; \* nazwa pochodzeń według tabeli 1  
Economic values for survival (przeż) E=5 and height (h) E=7; \* provenance name see Table 1

nych warunkach siedliskowych RDLP Katowice przedstawiają wyniki prac prowadzonych w latach 1998-2003 na powierzchniach – archiwach Regionalnego Banku Genów buka zwyczajnego RDLP Katowice.

Regionalny Bank Genów w RDLP Katowice, obejmujący m.in. ochronę najwartościowszych drzewostanów buka ma również istotne znaczenie dla programu przebudowy świerczyn beskidzkich. Wiemy bowiem, że karpacka populacja tego gatunku wykazuje ogólnie obniżenie jakości genetycznej w wyniku rabunkowej, wielopokoleniowej eksploatacji i niekon-

trołowanego pozyskania drewna bukowego. W świetle aktualnych ocen wydaje się, że główną bazą materiału odnowieniowego buka dla Karpat może stać się Podgórze i Beskid Niski, a w przypadku Beskidu Śląskiego – buczyny mikroregionu matecznego, obejmującego swoim zasięgiem m.in. drzewostany nasienne wyłączone nadleśnictw: Bielsko (leśnictwa Straconka, Kamienica, Jaworze) i Ustroń (leśnictwa Czantoria i Bukowa). Dla gospodarki nasiennej RDLP Katowice istotne są również inne zasoby materiału odnowieniowego – m.in. z mikroregionów nasiennych zwykłych Krainy Śląskiej.

Na podstawie przeprowadzonych badań można przedstawić następujące wnioski:

- ✦ Zastosowanie analizy wariancji pozwoliło stwierdzić istotny wpływ lokalizacji na cechy adaptacyjne leśnego materiału rozmnożeniowego buka zwyczajnego reprezentującego najwartościowsze drzewostany nasienne (rodzicielskie) zlokalizowane na terenie RDLP Katowice. Wzrost potomstwa drzewostanów bukowych jest istotnie zróżnicowany zarówno w poszczególnych latach życia, jak i w poszczególnych strefach uprawowych. Pochodzenie leśnego materiału pochodzeniowego (LMP) ma większy wpływ na zmienność wysokości drzew niż na zróżnicowanie ich przeżywalności. Wpływ ten zmniejsza się z wiekiem zakładanych upraw buka w obu strefach uprawowych. Cechą charakterystyczną okresu juvenilnego zakładanych upraw jest zanikanie efektu genetycznego (pochodzeniowego) w zmienności tych cech. Fakt ten jest potwierdzeniem istniejącej opinii o modyfikującej roli środowiska na wzrost i rozwój młodociany potomstwa tego gatunku.
- ✦ Wartości indeksów selekcyjnych obejmujących odziedziczalność genetyczną cech adaptacyjnych umożliwiły ocenę genetyczno-hodowlaną poszczególnych pochodzeń. Do najlepszych zaliczają się w strefie I: 27 – Koszęcin, 3 – Bielsko Kamienica, 45 – Namysłów Komorzno, 19 – Bielsko Jaworze, a w strefie II pochodzenia: 6 – Bielsko Biała, 15 – Bielsko Jaworze 187a i 5 – Bielsko Czarna. Obliczone indeksy wskazują na możliwość optymalizacji bazy nasiennej buka drogą selekcyjnego wyboru drzewostanów nasiennych RDLP Katowice. Ocenę możliwości wykorzystania tych drzewostanów pod kątem przygotowania depozytów nasion, a także określenie ich roli w przebudowie świerczyn beskidzkich oraz ustalenie możliwości bezpiecznego transferu sadzonek (plastyczność pochodzeń) będzie przedmiotem dalszych opracowań.

## Literatura

- Bader A. 1999. Szacowanie charakterystyk genetycznych sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) w rodowych plantacjach nasiennych – rozpr. dokt., AR w Poznaniu
- Fonder W. 2006. Realizacja Programu zachowania leśnych zasobów genowych i hodowli drzew leśnych w Polsce na lata 1991-2010. W: Elementy genetyki i hodowli selekcyjnej drzew leśnych, red. Sabor J., Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa. 537-558.
- Giertych M. 2001. Jak regionalne banki genów mogą służyć programom selekcyjnym, Konf. Nauk. Ochrona genetyczna cząstkowych drzew leśnych w Karpackim Banku Genów, Ustroń, Jaszowiec, Wisła, Istebna, Wyrchzadeczka, 29 czerwca 2001.
- Kowalczyk J. 1999. Porównanie selekcji genotypowej i fenotypowej na przykładzie plantacyjnych upraw nasiennych sosny - rozpr.dokt., SGGW w Warszawie
- Krupski P. 1999. Zmienność gęstości drewna populacji świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.) z niżu Polski środkowej na dwóch powierzchniach porównawczych a zmienność cech przyrostowych – rozpr.dokt., Inst. Dendr. PAN w Kórniku
- Sabor J. 1996. Realizacja programu Regionalnego Banku Genów w Karpatach, Sylwan 10: 89-91.
- Sabor J. [red]. 2002. Analiza bazy nasiennej buka w RDLP Katowice ze wskazaniem populacji najwartościowszych pod względem wartości hodowlanej. Wyniki badań z lat 1995-2002. Kat. Nas. i Sel. Drzew Leśnych, Wydż. Leśny AR, Kraków (maszynopis).
- Sabor J. 2006. Idea regionalnego banku genów. W: Elementy genetyki i hodowli selekcyjnej drzew leśnych, red. Sabor J., Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, Warszawa. 619-636.

- Stanuch H. 2005. Ocena różnic średnich między wieloma populacjami i analiza danych uwzględniających zmiany w czasie. W: Biostatystyka, red. Stanisław A., Wyd. UJ. 179-234.
- Stanuch H., Sabor J. 2001a. Use of linear model to evaluation of value population genetics in Carpathian Gene Bank, The XXXIth Inter. Biometrical Colloquium, Skorzęcin, 17-21 September. Abstract. 37-38.
- Stanuch H., Sabor J. 2001b. Zastosowanie komponentów wariancyjnych do obliczania indeksów selekcyjnych rodów w populacjach drzew leśnych - Colloquium Biometryczne. 31: 193-200.
- Żuk B. 1989. Biometria stosowana. PWN, Warszawa.

## SUMMARY

### Assessment of the variation of the adaptation features and of the genetic breeding value of provenances protected under the scheme of the Regional Gene Bank for European beech operated by the Katowice Regional Forest Directorate

The study focuses on the assessment of the variation of adaptive features of forty partial populations of beech from the territory administered by the Katowice Regional Directorate of State Forests. The assessment of beech provenances was carried out in the years 1998-2003 in the juvenile phase, i.e. within four years after outplanting on the Regional Gene Bank's comparative plantations established at two different forest plantation sites of the Katowice RDSE.

The analysis of variance was used to evaluate the significance of the effect of genetic and environmental factors on the variation of adaptive features. The selection indices of the provenances were calculated from the variation components.

The obtained results confirm high genetic values of mountain provenances of beech from the Bielsko Forest District as well as a significant interaction between seedling survival and height and the researched location and provenances in both plantation sites of the Katowice RDSE.