

MACIEJ GIERTYCH

Produktywność różnych polskich proveniencji świerka (*Picea abies* (L.) Karst.) w zależności od lokalizacji i wieku drzew

Abstract

Giertych M., 1988. Productivity of various Polish provenances of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) as dependent on location and tree age. *Arbor. Kórnickie* 33: 171—179.

An analysis of basal area on four experimental plots with 26 provenances of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) has shown that at the age of 17—20 years the interaction between provenances and locations is still very low. Also the changes since the last measurement of height at age 12 years are small. Changes in ranks are observable primarily in the central group of provenances. The only significant change is the advance of provenances Kowary and Białowieża to the group of best growing provenances. Provenances Rycerka, Istebna, Bliżyn, Międzyrzec and Wisła remain at the top. Also the group of most poorly growing provenances, Szadek, Wetlina, Zwierzyniec and Sadłowo consistently remain behind. The montane population, Dolina Chochołowska, continues to systematically improve its location. It moved from the last (26th) position at age 1 year to the 10th position now. Correlation of consecutive measurements with each other demonstrated an unexpected increase of correlation between the original seed weight and the measurements of growth characters. The lowest correlation of the latest measurements was obtained with the height of one year old seedlings raised on a full medium in greenhouse conditions.

Additional key words: Genotype environment interaction, seed size, juvenile mature correlations.

Address: M. Giertych, Institute of Dendrology, 62-035 Kórnik, Poland.

WSTĘP

W roku 1969 założono cztery powierzchnie doświadczalne (w Kórniku, Gołdapi, Międzylesiu i na Orawie) ze świerkiem różnych polskich pochodzeń. Szczegóły dotyczące tego doświadczenia (Giertych 1970), jak i kolejne wyniki były już publikowane (Giertych 1972, 1976, Giertych i Królikowski 1983). W ostatnich latach dokonano dalszych pomiarów na tych powierzchniach. Dotyczyły one po raz pierwszy pierśnic, a więc możliwa stała się analiza powierzchni przekroju, która to cecha jest skorelowana z produkcją masy. Poniżej omówione są wyniki tych ostatnich pomiarów.

METODYKA

Pomiar pierśnic połączony był z wyznaczaniem trzebieży, którą wykonano bezpośrednio po pomiarze. Stąd też pomiar, który rozróżniał drzewa wyznaczone i niewyznaczone, nadaje się do oceny powierzchni przekroju przed trzebieżą, po trzebieży, jak i tego co usunięto.

Analizy wariancji wykonano dla tych trzech cech osobno. Podobnie jak uprzednio (Giertych, Królikowski 1983) poprawiono dane z Orawy metodą Wrighta (1978), by zneutralizować niekorzystne efekty błędnej lokalizacji bloków, niezgodnie ze zróżnicowaniem siedliskowym. Wyniki testu *F* przedstawia tabela 1. Ponadto wykonano analizę zbiorczą poprzez cztery

Tabela 1

Wyniki analizy wariancji dla powierzchni przekroju pni w przeliczeniu na hektar — test *F*

Results of variance analysis for stem basal area per hectar, *F*-test

	Kórnik 1983	Orawa 1982	Goldap 1983	Międzyzlesie 1985
Przed trzebieżą Before thinning				
Proweniencje (Provenances)	4,11**	2,22**	2,11**	1,99*
Błoki (Blocks)	3,18*	≤ 1	2,76*	2,07
Po trzebieży After thinning				
Proweniencje (Provenances)	3,48**	1,73*	2,20**	1,87*
Błoki (Blocks)	3,13*	≤ 1	2,54*	1,68
Usunięte Thinned				
Proweniencje (Provenances)	2,47**	1,26	≤ 1	1,68*
Błoki (Blocks)	1,25	≤ 1	2,45*	4,23**

* istotne na poziomie 0,05, significant at 0.05 level

** istotne na poziomie 0,01, significant at 0.01 level

Tabela 2

Wyniki zbiorczej analizy wariancji dla powierzchni przekroju pni w przeliczeniu na hektar — test *F*

Results of a joint variance analysis for stem basal area per hectar, *F*-test

Źródło zmienności Source of variation	Stopnie swobody Degrees of freedom	Przed trzebieżą Before thinning	Po trzebieży After thinning	Usunięto Thinned
Proweniencje (Provenances)	24	4,93**	4,49**	4,73**
Lokalizacja (Localities)	3	42,89***	72,00***	139,28***
Prow. × Lok.	72	1,46	1,35*	≤ F
Resztowa (Residual)	302			

* istotne na poziomie 0,05, significant at 0.05 level

** istotne na poziomie 0,01, significant at 0.01 level

*** istotne na poziomie 0,001, significant at 0.001 level

lokalizacje, co dało ocenę interakcji proveniencji z lokalizacjami. Wyniki testu F dla tej analizy przedstawia tabela 2. Wszystkie dotychczasowe pomiary porównano ze sobą obliczając współczynniki korelacji r (tab. 6).

WYNIKI

Wyniki dla poszczególnych proveniencji i lokalizacji obejmujące powierzchnię przekroju w m^2/ha przed trzebieżą przedstawia tabela 3, po trzebieży tabela 4 oraz zbiorczo poprzez cztery lokalizacje tabela 5. W tabeli 5 przedstawiono też dane o powierzchni przekroju drzew usuniętych w trzebieży. Danych tych nie przedstawiono osobno dla czterech lokalizacji, ponieważ nie było istotnej interakcji proveniencji z lokalizacjami (tab. 2). Wynikają one z różnicy między danymi z tabel 3 i 4.

Na rycinie 1 ukazana jest zmiana wyników w czasie. Podobny rysunek był już publikowany dwukrotnie (Giertych 1976, Giertych i Królikowski 1983). Teraz uzupełniono go o dwie końcowe pozycje dla powierzchni przekroju

Tabela 3

Powierzchnia przekroju przed trzebieżą w m^2/ha
Stem basal area before thinning in m^2/ha

Proveniencja Provenance	Nr No.	Kórnik 1983	Orawa 1982	Gołdap 1983	Międzyzlesie 1985
Brody	96	13,66	10,93	12,69	13,06
Kowary	98	14,00	15,96	12,40	25,11
Istebna	99	19,38	18,54	15,21	21,84
Wisła	100	16,67	12,65	8,76	26,56
Rycerka	101	11,65	20,76	21,47	21,15
Nowy Targ	103	13,73	16,88	9,86	12,34
Wetlina	104	8,36	10,48	8,28	12,42
Garbatka	106	11,82	8,85	9,02	19,35
Bliżyn	107	17,65	15,46	13,51	20,26
Konstancjewo	109	10,53	13,09	11,33	16,65
Ilawa	110	11,93	11,10	13,05	17,59
Nowe Rumaki	111	14,13	7,27	11,77	18,95
Sadłowo	112	12,58	11,63	9,83	10,21
Myszyniec	113	13,76	18,91	7,61	22,39
Ślawki	114	13,66	9,49	11,41	18,63
Borki	115	10,28	9,35	8,82	—
Przerwanki	116	13,89	17,27	9,22	19,59
Gołdap	117	11,30	9,83	8,12	16,11
Suwałki	118	10,87	11,70	11,51	14,88
Augustów	119	9,52	13,52	10,61	17,73
Białowieża	120	12,34	13,00	14,20	21,81
Zwierzyniec	121	12,05	10,07	4,57	15,80
Międzyrzec	122	15,31	14,60	12,87	20,11
Szadek	123	10,56	9,45	5,48	11,81
Stronie Śl.	125	11,89	13,80	8,63	17,14
Dolina Chochołowska	133	7,81	15,95	12,71	17,08
Średnia (Mean)		12,762	13,248	10,965	17,943

Tabela 4

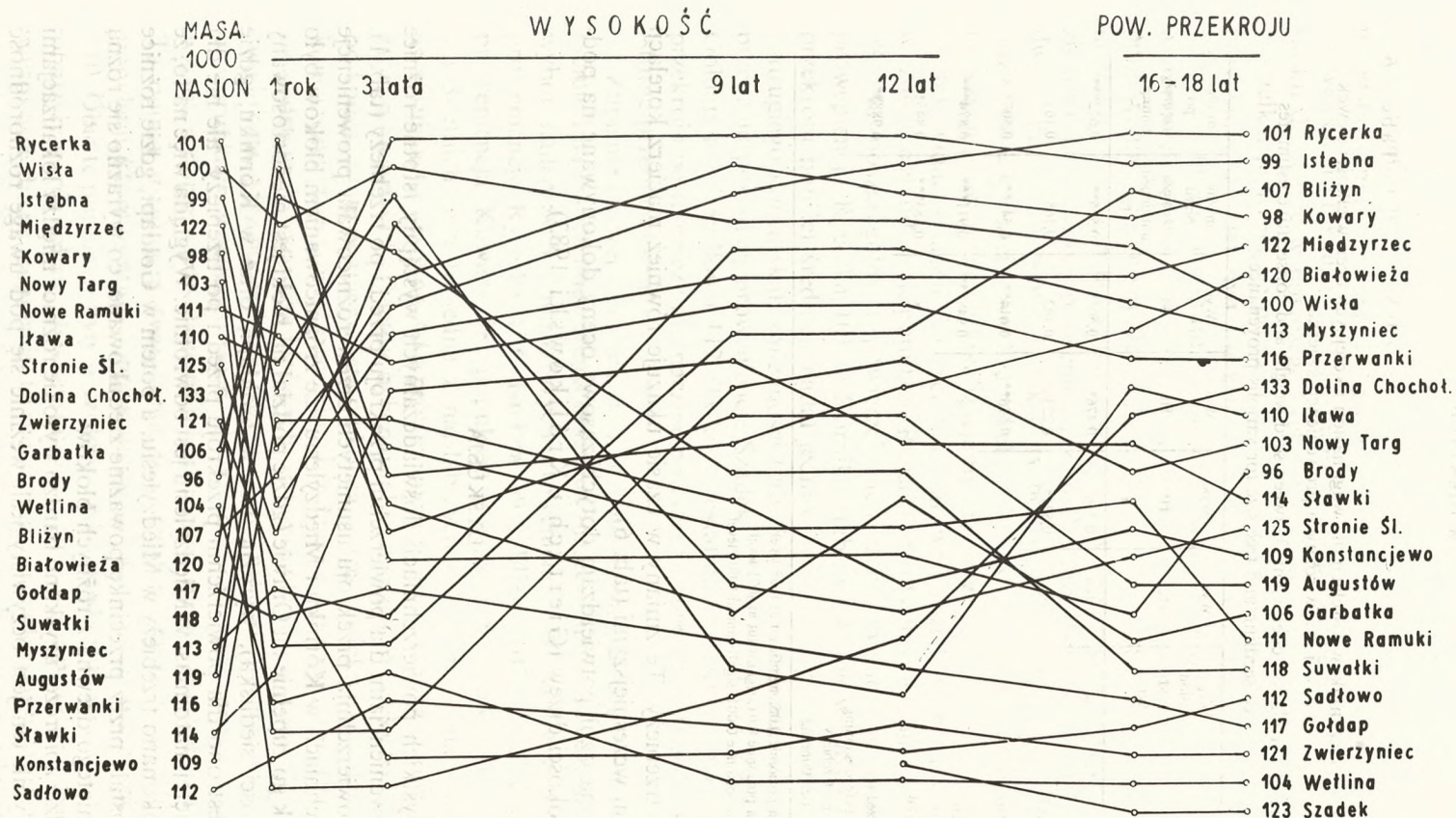
Powierzchnia przekroju po trzebieży w m²/ha
Stem basal area after thinning in m²/ha

Prowienienca Provenance	Nr No.	Kórnik 1983	Orawa 1982	Goldap 1983	Międzylesie 1985
Brody	96	8,41	11,44	8,74	12,00
Kowary	98	8,14	11,40	12,03	20,92
Istebna	99	12,05	13,74	14,44	18,70
Wisła	100	10,05	8,44	8,63	21,55
Rycerka	101	6,68	20,37	15,46	18,19
Nowy Targ	103	8,85	9,06	11,76	11,26
Wetlina	104	5,36	7,31	7,93	10,87
Garbatka	106	7,91	8,01	6,43	17,16
Bliżyn	107	11,42	12,48	12,24	17,28
Konstancjewo	109	6,54	10,14	8,58	14,78
Ilawa	110	7,43	12,17	7,83	14,24
Nowe Ramuki	111	7,39	10,68	5,14	15,37
Sadłowo	112	7,87	9,08	9,01	9,59
Myszyniec	113	8,60	7,33	12,95	17,72
Slawki	114	8,18	10,98	5,55	15,47
Borki	115	6,34	7,02	8,31	—
Przerwanki	116	8,49	8,33	12,77	16,45
Goldap	117	6,50	7,65	7,28	14,02
Suwałki	118	6,30	10,61	8,53	12,41
Augustów	119	5,89	9,48	9,38	15,04
Białowieża	120	7,89	12,80	9,95	18,27
Zwierzyniec	121	7,40	4,21	8,40	13,36
Międzyrzec	122	9,28	11,63	11,53	17,24
Szadek	123	7,30	5,18	5,94	10,36
Stronie Śl.	125	6,87	7,83	9,50	15,94
Dolina Chochołowska	133	4,73	11,96	12,32	14,70
Średnia (Mean)		7,82	10,09	9,69	15,32

Tabela 5

Średnia powierzchnia przekroju poprzez 4 lokalizacje m²/ha
Mean stem basal area in m²/ha mean over 4 localities

Prowienienca Provenance	Nr No.	Przed trzebieżą Before thinning	Po trzebieży After thinning	Usunięto Thinned
Brody	96	12,59	10,15	2,44
Kowary	98	16,87	13,12	3,75
Istebna	99	18,74	14,73	4,01
Wisła	100	16,16	12,17	3,99
Rycerka	101	18,76	15,17	3,58
Nowy Targ	103	13,20	10,23	2,97
Wetlina	104	9,88	7,87	2,02
Garbatka	106	12,26	9,88	2,38
Bliżyn	107	16,72	13,35	3,36
Konstancjewo	109	12,90	10,01	2,89
Ilawa	110	13,42	10,42	3,00
Nowe Ramuki	111	13,03	9,64	3,39
Sadłowo	112	11,06	8,89	2,17
Myszyniec	113	15,67	11,65	4,02
Slawki	114	13,30	10,04	3,26
Przerwanki	116	14,99	11,51	3,48
Goldap	117	11,34	8,86	2,48
Suwałki	118	12,41	9,46	2,78
Augustów	119	12,85	9,95	2,78
Białowieża	120	15,34	12,23	3,11
Zwierzyniec	121	10,62	8,34	2,28
Międzyrzec	122	15,72	12,42	3,30
Szadek	123	9,32	7,19	2,13
Stronie Śl.	125	12,86	10,03	2,84
Dolina Chochołowska	133	13,39	10,93	2,46
Średnia (Mean)		13,91	10,88	3,03



Ryc. 1. Zmiany uszeregowania proveniencji w zależności od czasu i cechy mierzonej

Fig. 1. Changes in ranking of provenances depending on time and trait used to evaluate them, from the weight of 1000 seeds, to height at ages 1, 3, 9 and 12 years, to stem basal area per hectare before and after thinning when about 17 years old

Tabela 6

Macierz współczynników korelacji dla wagi nasion i kolejnych ocen wielkości siewek i drzew różnych proveniencji świerka

Matrix of correlation coefficients between seed weight and consecutive estimates of seedling and tree size for various provenances

Wiek — Age	Waga nasion Seed Wt.	Wys. Ht. 1	Wys. Ht. 3	Wys. Ht. 9	Wys. Ht. 12	m ² /ha przed trzebieżą unthinned 17	m ² /ha po trzebieży thinned 17
Waga nasion Seed wt.	×	-0,146	0,336	0,476*	0,507*	0,596**	0,622***
Wysokość 1 rok Ht. 1 year		×	0,521*	0,223	0,192	0,165	0,161
Wysokość 3 lata Ht. 3 years			×	0,576**	0,614**	0,545**	0,507*
Wysokość 9 lat Ht. 9 years				×	0,948***	0,911***	0,874***
Wysokość 12 lat Ht. 12 years					×	0,883***	0,843***
m ² /17 lat, przed trzebieżą BA 17 years, before thinning						×	0,988***
m ² /ha 17 lat, po trzebieży BA 17 years, after thinning							×

* istotne na poziomie 0,05, significant at 0.05 level

** istotne na poziomie 0,01, significant at 0.01 level

*** istotne na poziomie 0,001, significant at 0.001 level

przed i po trzebieży. Te zmiany w czasie ukazują również macierz korelacji z pomiarami wcześniejszymi (tab. 6).

Wyniki na ogół potwierdzają dotychczasowe oceny dokonywane na podstawie wysokości drzew (Giertych i Królikowski 1983).

DYSKUSJA

Na wszystkich powierzchniach doświadczalnych wystąpiły istotne różnice między proveniencjami dla powierzchni przekroju przed i po trzebieży (tab. 1). Również powierzchnia przekroju usuniętych drzew różnicowała proveniencje na powierzchniach w Kórniku i Międzyzlesiu. Ze zróżnicowaniem bloków było różnie. Brak go zupełnie na Orawie (gdzie podział na bloki jest niedostosowany do zmienności siedliska), wyraźne jest w Gołdapi, oraz w Kórniku, gdzie widoczne jest ono dla powierzchni przekroju przed i po trzebieży, ale nie dla części usuniętej, natomiast w Międzyzlesiu jest odwrotnie. Wygląda więc na to, że najlepiej dokonano trzebieży w Międzyzlesiu, a potem w Gołdapi, gdzie różnice blokowe zostały przez przecinkę poważnie zredukowane, co wyraziło się różną ilością usuniętego drewna z różnych bloków.

W analizie zbiorczej uzyskano bardzo wysokie różnice między lokalizacjami (tab. 2). Wynik ten jest oczywisty jeśli weźmie się pod uwagę różnorodność siedlisk i fakt 3-letniej różnicy wiekowej między lokalizacjami podczas dokony-

wania pomiarów. Różnice między proveniencjami są wypadkową różnic przedstawionych w tabeli 1 dla poszczególnych lokalizacji oraz niskiej interakcji proveniencji z lokalizacjami. Istotność różnic proveniencyjnych wzrosła w stosunku do różnic w poszczególnych lokalizacjach, natomiast interakcja, choć niewielka, pojawiła się po raz pierwszy w tych badaniach. Nie należy jednak przykładać do niej zbyt wielkiej wagi, a to z dwóch powodów. Po pierwsze interakcja ta jest na skraju istotności — wartości F bardzo niskie. Po drugie w interakcji tej kryje się również w pewnym stopniu interakcja z czasem, bo pomiary nie były równoczesne (pierwszy w roku 1982, ostatni w 1985), a ta interakcja zawsze była bardzo wysoka, co ujawnia rycina 1. Tak więc możemy zignorować interakcję proveniencji z lokalizacjami, przedstawiając w ostatnich dwóch pozycjach ryciny 1, jak dotychczas, jedynie wynik zbiorczy poprzez wszystkie lokalizacje. Analiza tabel 3 i 4 również nie skłania do przyznania interakcji proveniencji z lokalizacjami większego znaczenia.

Jak widać z tabeli 5 i ryciny 1, zarówno przed trzebieżą, jak i po niej w czołówce znajdują się populacje Rycerka 101, Istebna 99, Bliżyn 107 i Kowary 98. Na poszczególnych powierzchniach rzecz wygląda podobnie. Jedynie proveniencja Rycerka 101 w Kórniku (tab. 3 i 4) ma wartości powierzchni przekroju poniżej średniej, nadal jednak nie jest to przemieszczenie istotne. Z drugiego końca skali zmienności (tab. 5 i ryc. 1) najmniejsze powierzchnie przekroju posiadają proveniencje Szadek 123, Wetlina 104, Zwierzyniec 121, Gołdap 117 i Sadłowo 112. Tylko ta ostatnia w Kórniku ma powierzchnię przekroju po trzebieży nieznacznie powyżej średniej (tab. 4), jednak nie jest to istotne przemieszczenie.

Zupełnie inaczej rzecz ma się z przemieszczeniami w czasie. Jak widać na rycinie 1 nadal przemieszczenia te są znaczne, choć nie wpływa to szczególnie na wybór najlepszych i najslabszych proveniencji. W czołówce utrzymują się proveniencje Rycerka 101, Istebna 99 i Bliżyn 107, a dołączyła do nich proveniencja Kowary 98, populacja góraska z Sudetów (na etapie siewek 1 i 3-letnich była to jedna z najslabszych populacji). Inną populacją stale awansującą to wysokogórską proveniencja z Tatr — Dolina Chochołowska 133, która jako siewki 1—3-letnie była najslabiej rosnąca. W wieku 9 lat była czwarta od końca, 3 lata później szosta od końca, a dziś w wieku ok. 17 lat piętnasta od końca, czyli dziesiąta od początku. Już dawno sugerowano (Gierzych 1976) na podstawie przyrostów bieżących, że ta populacja ma szansę dalej poprawiać swą lokatę, gdyż początkowo rozwijała głównie system korzeniowy, ważniejszy w warunkach wysokogórskich niż zdolność do konkurencji poprzez szybki wzrost, a dopiero po solidnym zakotwiczeniu się podjęła intensywny przyrost. Ta opinia znajduje potwierdzenie w przedstawionych wynikach. Do innych populacji, które ostatnio poprawiają swoją lokatę należą Białowieża 120 i Hława 110. Obie te populacje były w czołówce jako siewki jednoroczne, potem mocno obniżyły swoją lokatę, dziś wysuwając się znów ku przodowi. Pod względem wysokości drzew populacje te nie należą do najlepszych, a ich wzrastające znaczenie jest skutkiem dobrego przyrostu grubości. Konsekwentny spadek

demonstruje populacja Suwałki 118: na etapie siewek w czołówce, a obecnie bliska końca skali zmienności. Również Gołdap 117, Augustów 119 i Nowe Ramuki 111 na ogół pogarszają swoją lokatę.

Grupa najsłabszych populacji (Szadek 123, Wetlina 104, Sądłowo 111, Zwierzyniec 121) wydaje się być już ustabilizowana w swej dolnej pozycji. Ciekawe, że do grupy tej należy populacja Zwierzyniec 121, pochodząca również z Puszczy Białowieskiej i to z podobnie ładnego drzewostanu, jak proveniencja Białowieża 120. Geograficznie grupa populacji negatywnych jest bardzo rozrzucona. Słabo rosnące populacje można znaleźć wszędzie. Geografizm widoczny dla czołówki tutaj jest nieobecny.

Reasumując, o ile najszybciej i najwolniej rosnące populacje są już chyba ustabilizowane na swych pozycjach, o tyle cały centralny blok proveniencji wykazuje wiele przemieszczeń; niektóre konsekwentnie w górę lub w dół, inne bardzo skokowe, bez wyraźnego trendu pozwalającego przewidzieć dalszy ich los. Można więc już dziś wybrać lub odrzucić niektóre proveniencje, ale większość powinna nadal podlegać obserwacji.

W tym kontekście warto przeanalizować macierz współczynników korelacji między kolejnymi pomiarami (tab. 6). Wielkość rocznych siewek (wyhodowanych w szklarni na pełnej pożywce) zupełnie nie jest związana z dalszymi rozmiarami osobników. Wysokość w wieku lat 3 była aż do 12 roku życia dobrym wskaźnikiem walorów wzrostowych, teraz jednak cecha ta traci na wartości. Oczywiście, im późniejsze pomiary tym lepsza ich korelacja z ostatnimi. Przejście z pomiaru wysokości na pomiar powierzchni przekroju niczego tu nie zmieniło.

Bardzo ciekawym zjawiskiem jest równoległy z upływem czasu wzrost współczynnika korelacji między wagą nasion a kolejnymi pomiarami. Waga nasion nie wpłynęła na rozmiary siewek wyhodowanych w szklarni, ale coraz wyraźniej koreluje ze wskaźnikami produktywności. Oznacza to rosnące znaczenie wagi nasion jako składnika testów wczesnych, odwrotnie jak obserwowano to dla sosny (Giertych 1974).

STRESZCZENIE

Analiza powierzchni przekroju na czterech powierzchniach doświadczalnych obejmujących 26 proveniencji świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.) wykazała, że w wieku 17—20 lat interakcja genotypu ze środowiskiem jest nadal niewielka. Również zmiany w stosunku do ostatniego pomiaru wysokości drzew w wieku lat 12 są nieznaczące. Przemieszczenia w uszeregowaniu obserwuje się głównie w centralnej grupie proveniencji. Jedyną ważną zmianą jest dołączenie proveniencji Kowary i Białowieża do grupy najlepiej rosnących. Rycerka, Istebna, Bliżyn, Międzyrzec i Wisła pozostają w czołówce. Również grupa najsłabiej rosnących proveniencji (Szadek, Wetlina, Zwierzyniec, Sądłowo), pozostaje w tyle. Populacja góraska, Dolina Chochołowska, nadal systematycznie

poprawia swoją lokatę. Przesunęła się z ostatniej (26) pozycji w wieku jednego roku na pozycję dziesiątą. Korelacja kolejnych pomiarów między sobą ukazuje zupełnie niespodziewany wzrost korelacji pierwotnej wagi nasion z kolejnymi pomiarami cech przyrostowych. Najniższą korelację ostatnich pomiarów uzyskano z wysokością jednorocznych siewek wyhodowanych w warunkach szklarniowych na pełnych pożywkach.

Przekazano do druku w 1987 r.
Accepted for publication 1987.

LITERATURA

1. Giertych M., 1970. Doświadczenie proweniencyjne nad świerkiem pospolitym (*Picea abies* (L.) Karst.) założone w roku 1969. *Arbor. Kórnickie* 15: 263—276.
2. Giertych M., 1972. Provenance differences in the time of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) flushing in Poland. *Arbor. Kórnickie* 17: 169—183.
3. Giertych M., 1974. Inadequacy of early tests for growth characters as evidenced by a 59-year old experiment. *Proc. IUFRO joint meet of WPs on Population and Ecological Genetics and Progeny Testing*. Stockholm: 237—242.
4. Giertych M., 1976. Zmienność genetyczna polskich ras świerka (*Picea abies* (L.) Karst.) *Arbor. Kórnickie* 21: 189—211.
5. Giertych M., Królikowski Z., 1983. Early test in Norway spruce provenance experiments. *Arbor. Kórnickie* 28: 137—144.
6. Wright J., 1978. An analysis method to improve statistical efficiency of a randomized complete block design. *Silvae Genetica* 27 (1): 12—14.

Продуктивность различных польских провененций ели (*Picea abies* (L.) Karst.) в зависимости от размещения и возраста деревьев *

Резюме

Анализ поверхности сечения на четырех экспериментальных площадях 26 провененций ели обыкновенной (*Picea abies* (L.) Karst.) показал, что в возрасте 17—20 лет взаимосвязь генотипа с окружающей средой невелика. Также изменения по сравнению с последним измерением высоты деревьев в возрасте 12 лет незначительные. Перемещения в расположении наблюдаются главным образом в центральной группе провененций. Единственным важным изменением является присоединение провененций Ковару и Беловежа к группе растущей лучше остальных. Рыцера, Истебна, Ближын, Мендзыжец и Висла занимают лидирующее положение. Также группа растущих слабее остальных (Шадек, Ветлина, Звержинец, Садлово) остаются позади. Горная популяция Долина Хохоловска по-прежнему систематически поправляет свое положение. Переместилась с последнего (26) места в возрасте первого года на 10 место. Корреляция очередных измерений между собой показывает совершенно неожиданный рост корреляции первоначального веса семян с очередными измерениями приростных показателей. Самую низкую корреляцию последних измерений получено с высотой однолетних сеянцев выращенных в тепличных условиях на полных питательных средах.

* Автор: Мацей Гертых.