

**DARIUSZ GOZDOWSKI**<sup>1</sup>  
**DANUTA MARTYNIAK**<sup>2</sup>  
**IZABELA LIPSKA**<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Katedra Doświadczalnictwa i Bioinformatyki

<sup>2</sup> Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin — PIB, Radzików, Pracownia Traw Pozapaszowych i Roślin Energetycznych

## Ocena zróżnicowania wybranych cech odmian gazonowych kostrzewy czerwonej i wiechliny łąkowej

### Evaluation of selected traits diversity in turf grass cultivars of red fescue and Kentucky bluegrass

Dane doświadczalne pozyskano z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2009–2010 w IHAR Radzików. Celem doświadczenia była wielocechowa ocena 7 rodów i odmian kostrzewy czerwonej i 5 wiechliny łąkowej pod względem wybranych cech użytkowych ważnych w produkcji nasiennej. Wykonane wielowymiarowe analizy statystyczne, hierarchiczna analiza skupień oraz analiza składowych głównych (PCA), pozwoliły wydzielić i scharakteryzować grupy rodów i odmian podobnych pod względem badanych cech. Cechami w bardzo dużym stopniu wpływającymi na wielocechowe zróżnicowanie badanych genotypów były cechy skorelowane z pierwszą składową główną, tj. zadarnieniem i porażeniem przez helmintosporiozę. Były to cechy silnie skorelowane z aspektem ogólnym wyglądu trawnika.

**Słowa kluczowe:** analiza wielocechowa, kostrzewa czerwona, trawnik, wiechlina łąkowa

Experimental data were obtained in the field experiment conducted in years 2009–2010 in IHAR Radzików. The aim of this study was a multivariate evaluation of 7 advanced lines and cultivars of *Festuca rubra* and 5 of *Poa pratensis* according to traits important in seed production. On the basis of multivariate analyses, i.e. hierarchical cluster analysis and principal component analysis (PCA) groups of genotypes were distinguished and characterized. The traits which had the biggest influence on multivariate diversity of tested examined genotypes were the ones correlated with the first principal component which was sodding and resistance to helmintosporiose. These traits were strongly correlated with aspect of the lawn general appearance.

**Key words:** *Festuca rubra*, multivariate analysis, *Poa pratensis*, turf

## WSTĘP

Kostrzewa czerwona i wiechlina łąkowa są podstawowymi gatunkami traw służących do zadarniania terenów zieleni (trawniki sportowe i dekoracyjne) oraz terenów o trudnych warunkach siedliskowych (Rutkowska i Hempel, 1986; Martyniak, 2005; Martyniak i Prończuk, 2003; Żurek i in., 2001). Z dotychczas wyhodowanych i zarejestrowanych odmian tylko niektóre wartością swą dorównują odmianom światowym. Wielocechowa ocena odmian traw nie jest problemem całkiem nowym. Najpierw pojawił się on w trawach pastewnych, wraz z doskonaleniem metod oceny gospodarczej. Podobne próby podejmowano później w przypadku traw gazonowych, które pierwotnie oceniano na podstawie poszczególnych cech biologicznych i użytkowych (Żyłka i in., 2001; Martyniak, 2001). Jednak tu problem okazał się jeszcze trudniejszy, ponieważ wartość użytkowa odmiany, jest oparta na wielo cechowej ocenie. Prawie wszystkie właściwości nie są mierzalne, lecz oceniane na podstawie obserwacji subiektywnej doświadczalnika. Porównawczej ocenie, w skali dziesięciostopniowej, służą jednak odpowiednie metodyki badań (Domański i Martyniak, 1979; Domański, 1994; Prończuk, 1993). Urzędowa ocena odmian, stosowana przez hodowców, pozostała, więc nadal wielo cechową, ze szczególnym uwzględnieniem oceny ogólnego aspektu estetycznego. Podobną sytuację obserwuje się także w innych krajach. Uwzględniają one różny stopień preferencji cech użytkowych odmian (Campbell, 1987; Versteeg, 1996; Martyniak i Prończuk, 2003). Problemowi skuteczności badań i właściwej oceny wartości traw poświęca się dziś w Europie więcej uwagi, a stosowane metody badań i kryteria są stale ulepszone.

Kompleksowa ocena genotypów i odmian, powinna zatem uwzględniać możliwie dużą liczbę cech, a zwłaszcza te, które w największym stopniu decydują o ich wartości gazonowej (Żyłka, 2001; Prończuk, 1993, 2003; Prończuk i in., 1997).

Jednoczesne uwzględnienie w analizie wielu cech wymaga zastosowania statystycznych metod wielowymiarowych, które pozwalają na pogrupowanie i scharakteryzowanie genotypów oraz wskazanie, które z nich są najbardziej wartościowe pod względem wielu cech użytkowych (Ukalska i in., 2007; Bocianowski i Rybiński, 2008). Metody takie pozwalają na wydzielenie grup genotypów podobnych wielo cechowo oraz wskazanie grup, które mogą stanowić wartościowy materiał hodowlany. Często w celu wydzielenia grup genotypów i ich scharakteryzowania wykorzystywane są jednocześnie analiza składowych głównych (PCA) oraz analiza skupień (Veronesi i Falcinelli, 1988; Charmet i in., 1994).

Celem podjętych badań była ocena wielo cechowego zróżnicowania wybranych odmian kostrzewy czerwonej i wiechliny łąkowej. Ponadto w pracy podjęto próbę ustalenia współzależności wybranych cech użytkowych z ogólnym aspektem wyglądu trawnika. Przeprowadzono w tym celu wielowymiarowe analizy statystyczne na danych pochodzących z doświadczenia przeprowadzonego w latach 2009–2010. Badanymi obiektami było 7 genotypów kostrzewy czerwonej i 5 wiechliny łąkowej.

## MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie przeprowadzono w latach 2009–2010. Badanymi obiektami było 7 genotypów (odmian lub rodów) kostrzewy czerwonej i 5 wiechliny łąkowej. Założono z nimi 3-letnie doświadczenia polowe trawnikowe, w 3 powtórzeniach, w układzie losowanych bloków. Wielkość poletek wynosiła 1 m<sup>2</sup>. Doświadczenia te prowadzono według metodyki badań COBORU (Domański i Martyniak, 1979), a ocenę cech użytkowych wykonano według metodyki IHAR (Prończuk, 1993) i COBORU (Domański, 1992). Oceniano 11 cech związanych z wyglądem trawnika oraz odpornością roślin na choroby. Badane cechy były oceniane w skali 9-stopniowej (od 1— zły do 9 stan najbardziej korzystny, pożądany). Poszczególne cechy oraz ich skrócone nazwy znajdują się w tabeli 1.

Tabela 1

**Analizowane cechy trawnika oraz ich skrócone nazwy**  
**Analyzed traits of turf and their abbreviations**

Nazwa skrócona cechy	Pełna nazwa
OAw	Ogólny estetyczny aspekt wiosną — General aesthetic aspect in spring
OAl	Ogólny estetyczny aspekt latem — General aesthetic aspect in summer
OAJ	Ogólny estetyczny aspekt jesienią — latem — General aesthetic aspect in autumn
ZAw	Zadarnienie wiosną — Compactness in spring
ZAl	Zadarnienie latem — Compactness in summer
ZAJ	Zadarnienie jesienią — Compactness in autumn
DL	Smukłość liścia — Leaf fineness
K	Kolor liścia — Colour of leaves
PSw	Pleśń śniegowa wiosną — <i>Fusarium nivale</i> in spring
HL	Helmintosporioza — Helminthosporiose
R	Rdza — Rust

Zebrane dane poddano analizom statystycznym. Obliczono podstawowe parametry statystyczne charakteryzujące przeciętne wartości oraz zmienność cech. Przeprowadzono dwuczynnikową analizę wariancji i porównania wielokrotne średnich procedurą Tukeya przy poziomie istotności 0,05. W celu określenia związków między cechami wykonano analizę korelacji. Przeprowadzono również analizy wielowymiarowe dla wielocelowego sklasyfikowania badanych obiektów (genotypów), tj. analizę składowych głównych (PCA) oraz analizę skupień. PCA miała na celu wielocelowe scharakteryzowanie badanych genotypów, jak również powiązań między badanymi cechami. Wyniki PCA zostały przedstawione w formie graficznej, przy wykorzystaniu dwóch pierwszych składowych głównych (PC1 i PC2). Analiza skupień została przeprowadzona z wykorzystaniem odległości euklidesowej jako miary podobieństwa obiektów. Procedurę aglomeracji obiektów przeprowadzono metodą Warda. Przeprowadzono również wielowymiarową analizę wariancji (MANOVA), dla oceny istotności wielowymiarowego różnicowania genotypów zastosowano test Wilksa. Analizy przeprowadzono z użyciem programów Statistica 10 oraz Statgraphics 4.1.

## WYNIKI BADAŃ

Na podstawie zebranych danych obliczono podstawowe parametry statystyczne charakteryzujące pulę badanych genotypów z podziałem na gatunki, tj. oddzielnie dla kostrzewy czerwonej i wiechliny łąkowej (tab. 2).

Tabela 2

**Wartości średnie i parametry zmienności badanych cech z podziałem na gatunki traw**  
**Means, parameters of variability of examined traits for species of grasses**

Cecha *	Średnia Mean	Minimum Min.	Maksimum Max.	Odchylenie standardowe Standard deviation	Współczynnik zmienności Coefficient of variation (%)
Kostrzewa czerwona Red fescue					
OAw	7,43	6,0	8,0	0,55	7,37
OAI	7,57	6,0	9,0	0,67	8,82
OAJ	8,02	7,0	9,0	0,75	9,33
ZAw	7,90	7,0	9,0	0,58	7,29
ZAI	8,07	7,0	9,0	0,64	7,93
ZAJ	8,07	7,0	9,0	0,56	6,92
DL	7,57	5,0	9,0	1,02	13,41
K	3,71	2,0	5,0	1,17	31,63
PŚ	7,86	7,0	9,0	0,52	6,64
HL	7,90	7,0	9,0	0,69	8,75
R	8,17	6,0	9,0	0,79	9,72
Wiechlina łąkowa Kentucky bluegrass					
OAw	7,57	6,0	9,0	0,68	8,97
OAI	7,53	6,0	9,0	0,73	9,69
OAJ	7,83	7,0	9,0	0,59	7,56
ZAw	7,90	7,0	9,0	0,80	10,16
ZAI	8,10	7,0	9,0	0,76	9,37
ZAJ	8,00	7,0	9,0	0,69	8,69
DL	5,10	4,0	6,0	0,84	16,57
K	6,70	6,0	7,0	0,47	6,96
PŚ	7,20	6,0	8,0	0,66	9,23
HL	7,53	6,0	9,0	0,90	11,94
R	6,83	6,0	8,0	0,70	10,23

\* ocena w skali od 1–9 (bardzo dobra)

\* In scale 1–9 (9 the best)

Na podstawie przedstawionych w tabeli 2 parametrów statystycznych możemy stwierdzić, że dość małą zmiennością charakteryzowały się takie cechy jak ogólny aspekt estetyczny oraz zadarnienie trawnika. Współczynniki zmienności tych cech, niezależnie od pory roku oraz gatunku wahały się od około 7 do około 10%. Cechą o dużej zmienności obu badanych gatunkach była smukłość liścia, przy czym nieco mniejszą zmienność tych cech stwierdzono u kostrzewy czerwonej (współczynnik zmienności wynosił 13,4%) niż u wiechliny łąkowej (16,6%). Bardzo dużą zmiennością, ale tylko w przypadku kostrzewy czerwonej, charakteryzował się kolor (zabarwienie). Współczynnik zmienności dla tego gatunku wynosił 31,6% i był kilkakrotnie większy niż w przypadku wiechliny łąkowej. Wynikało to z dużej zmienności koloru genotypów kostrzewy czerwonej, ale również z stosunkowo niskiej oceny punktowej tego gatunku w porównaniu z wiechliną łąkową.

W celu porównania średnich badanych cech między poszczególnymi genotypami, przeprowadzono dla każdej cechy analizę wariancji i porównania wielokrotne średnich procedurą Tukeya (tab. 3).

Tabela 3

**Wartości średnie ocenianych cech dla poszczególnych genotypów oraz wartości NIR na podstawie procedury Tukeya dla porównania średnich między genotypami**  
**Means of examined traits for particular genotypes and values of Tukey HSD for comparison of means between genotypes**

Ród — Genotype Odmiana — Cultivar	OAw	OAl	OAj	ZAw	ZAl	ZAj	DL	K	PŚ	HL	R
NIB 2406 (K)	7,67	8,00	8,33	8,17	8,33	8,17	7,17	3,00	7,50	8,33	8,00
NIB 245 (K)	7,50	7,50	7,50	7,83	7,67	8,00	9,00	3,00	8,17	7,50	8,33
833×24 p. (K)	7,33	6,83	7,33	7,67	7,50	7,67	8,00	5,00	8,00	7,83	8,50
833 × 24 w. (K)	7,33	7,33	8,00	8,17	8,00	7,83	7,17	3,00	8,00	7,67	8,33
24× Barcrown (K)	7,83	8,00	8,83	8,00	8,83	8,83	8,00	5,00	8,33	8,50	8,50
Nimba (K)	7,17	8,00	8,50	8,00	8,17	8,17	8,00	5,00	7,83	8,50	7,83
Areta (K)	7,17	7,33	7,67	7,50	8,00	7,83	5,67	2,00	7,17	7,00	7,67
20z/05 (W)	7,33	7,17	7,83	7,67	7,50	8,00	4,17	6,00	7,33	7,33	6,33
NIB 253 (W)	7,67	8,17	8,00	8,17	8,67	8,33	4,33	7,00	7,00	8,33	6,67
NIB 240 (W)	7,17	7,17	7,50	7,50	7,83	7,50	5,00	7,00	7,17	6,33	6,50
6/85 (W)	8,17	7,67	7,83	8,17	8,50	8,17	6,00	7,00	7,00	7,33	7,00
Bila (W)	7,50	7,50	8,00	8,00	8,00	8,00	6,00	6,50	7,50	8,33	7,67
NIR — LSD	1,11	1,08*	1,10*	1,28	1,17*	1,04*	0,51*	0,01*	1,11*	1,07*	1,32

\* - Oznacza występowanie co najmniej jednej statystycznie istotnej różnicy między genotypami

\* - Indicate occurrence of at least one statistically significant difference between genotypes

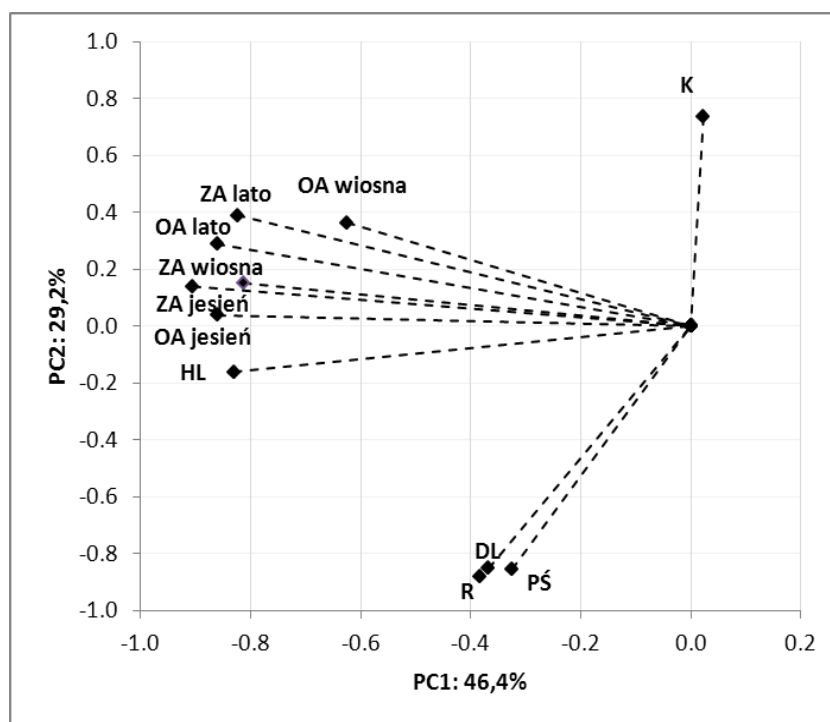
Dla większości badanych cech stwierdzono co najmniej jedną statystycznie istotną różnicę między porównywanymi genotypami. Jedynie dla ogólnego aspektu oraz zadarnienia ocenianego wiosną oraz dla porażenia rdzą nie stwierdzono zróżnicowania między genotypami. Największe różnice między genotypami stwierdzono pod względem koloru (barwy), stwierdzono bardzo duże różnice między gatunkami, jak również w obrębie gatunku między poszczególnymi genotypami. Bardzo dużo statystycznie istotnych różnic stwierdzono również pod względem smukłości liści, znacznie wyższą smukłością liści charakteryzowały się wszystkie genotypy kostrzewy czerwonej za wyjątkiem odmiany Areta. W przypadku wiechliny łąkowej największą smukłością liści charakteryzowały się ród 6/85 i odmiana Bila. Średnie pozostałych cech były znacznie mniej zróżnicowane między badanymi genotypami, zaobserwowano jednak dość duże zróżnicowanie odporności na helminosporiozę między genotypami wiechliny łąkowej, w przypadku genotypów kostrzewy czerwonej różnice były niewielkie. Na podstawie wielowymiarowej analizy wariancji stwierdzono statystycznie istotne wielo cechowe zróżnicowanie genotypów ( $P < 0,05$ ).

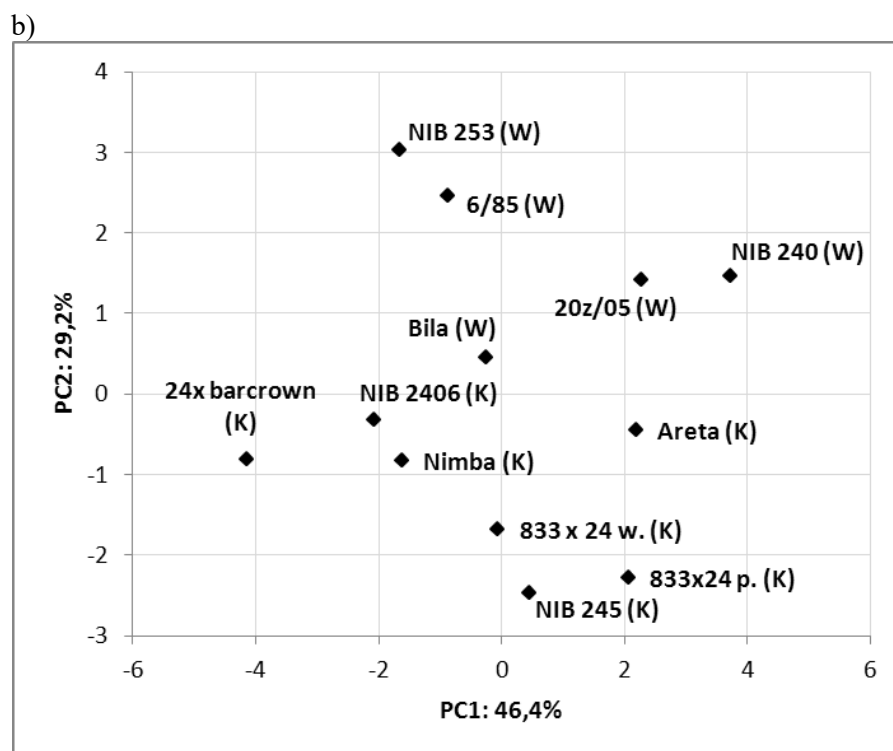
Na podstawie współczynników korelacji (tab. 4) oraz wyników analizy składowych głównych (rys. 1a) stwierdzono wzajemne skorelowanie aspektu ogólnego i zadarnienia we wszystkich pomiarach (porach roku). Aspekt ogólny i zadarnienie nie były skorelowane z pozostałymi cechami, za wyjątkiem dodatniej zależności odporności na helminosporiozę. Wyższą odporność na tego patogena stwierdzono przy lepszym zadarnieniu wyglądzie estetycznym trawnika, zwłaszcza ocenianego jesienią. Stwierdzono

także dodatnią zależność pomiędzy odpornością roślin na rdzę i pleśń śniegową a smukłością liści. Ponadto z takimi cechami jak rdza, smukłość liści i pleśń śniegowa, wystąpiła ujemna korelacja z kolorem (zabarwieniem), co oznacza, że wyższa ocena dla zabarwienia jest powiązana z niższym porażeniem rdzą i pleśnią śniegową oraz niższą smukłością liści.

Na podstawie analizy składowych głównych (rys. 1 b) oraz analizy skupień (rys. 2) stwierdzono silne wielocechowe zróżnicowanie między ocenianymi gatunkami. W obrębie gatunków wydzielono również grupy genotypów podobnych. W przypadku wiechliny łąkowej podobnymi genotypami były Bila, 6/85 oraz NIB 253, które charakteryzowały się wyższą oceną zabarwienia, a jednocześnie niższym porażeniem przez choroby. Podobne do siebie pod względem wszystkich ocenianych cech były również NIB 240 i 20z/05, które charakteryzowały się dość niskim aspektem ogólnym i zadarnieniem. W przypadku genotypów kostrzewy czerwonej podobnymi genotypami do siebie były Nimba i 24× barcrown, które charakteryzowały się wysokim aspektem ogólnym i zadarnieniem. Kolejną grupą odmian kostrzewy czerwonej były 833×24p oraz NIB 245, które charakteryzowały się dość wysokim porażeniem przez pleśń śniegową i rdzę oraz dużą smukłością liści.

a)





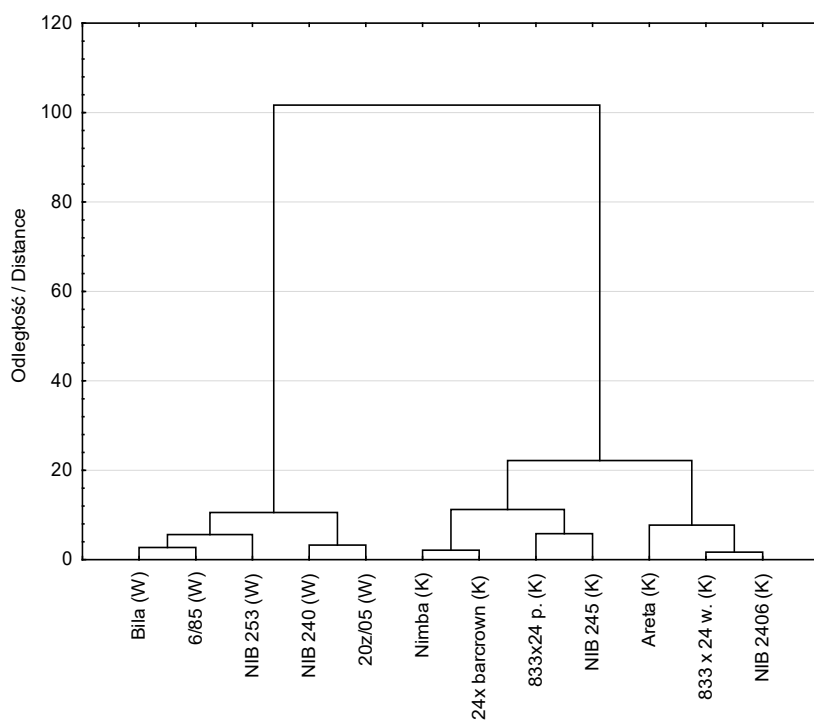
Rys. 1. Wyniki PCA przedstawiające powiązania między cechami (a) oraz wielocechowe zróżnicowanie genotypów (b)

Fig. 1. Results of PCA presenting relationships between the traits (a) and multivariate differences between genotypes (b)

Tabela 4

Macierz współczynników korelacji między poszczególnymi cechami  
Matrix of correlation coefficients between examined traits

Cecha Traits	OAw	OAI	OAJ	ZAw	ZAI	ZAJ	DL	K	PŚ	HL	R
OAw		0,32*	0,27*	0,67*	0,41*	0,44*	0,02	0,14	-0,05	0,14	-0,17
OAI	0,32*		0,48*	0,42*	0,44*	0,48*	0,03	0,02	-0,07	0,38*	-0,03
OAJ	0,27*	0,48*		0,26*	0,31*	0,44*	0,12	0,00	0,16	0,41*	0,05
ZAw	0,67*	0,42*	0,26*		0,44*	0,45*	0,06	0,01	0,07	0,22	0,01
ZAI	0,41*	0,44*	0,31*	0,44*		0,62*	-0,02	0,10	0,08	0,22	0,01
ZAJ	0,44*	0,48*	0,44*	0,45*	0,62*		0,09	0,01	0,08	0,28*	0,00
DL	0,02	0,03	0,12	0,06	-0,02	0,09		-0,52*	0,56*	0,32*	0,70*
K	0,14	0,02	0,00	0,01	0,10	0,01	-0,52*		-0,29*	-0,02	-0,50*
PŚ	-0,05	-0,07	0,16	0,07	0,08	0,08	0,56*	-0,29*		0,33*	0,41*
HL	0,14	0,38*	0,41*	0,22	0,22	0,28*	0,32*	-0,02	0,33*		0,25*
R	-0,17	-0,03	0,05	0,01	0,01	0,00	0,70*	-0,50*	0,41*	0,25*	



**Rys. 2. Dendrogram na podstawie analizy skupień przedstawiający podobieństwo wielocechowe badanych genotypów**

**Fig. 2. Dendrogram on the basis of cluster analysis presenting multivariate similarity of examined genotypes**

## DYSKUSJA

Na podstawie analizy skupień oraz analizy składowych głównych można stwierdzić, że cechami w bardzo dużym stopniu wpływającymi na wielocechowe zróżnicowanie badanych genotypów były ogólny aspekt, zadarnienie oraz stopień porażenia helmintosporiozą, cechy te były silnie skorelowane z pierwszą składową. Wszystkie te cechy były bardzo silnie ze sobą skorelowane i w dużym stopniu wpływały na wielocechowe zróżnicowanie genotypów.

Wydzielenie grup genotypów zróżnicowanych wielocechowo przy użyciu analizy skupień oraz ich syntetyczne scharakteryzowanie na podstawie położenia w układzie współrzędnych dwóch pierwszych składowych głównych znacznie ułatwia ich ocenę (Veronesi i Falcinelli, 1988; Charmet i in., 1994).

Podobnych badań nad wielocechową oceną genotypów traw gazonowych pod względem wybranych cech użytkowych dotychczas nie prowadzono. Badania nad wielocechowym zróżnicowaniem genotypów kostrzewy trzcinowej na podstawie markerów molekularnych były prowadzone przez Mian i in. (2005). Przy czym badania te



były ukierunkowane na ocenę podobieństwa pod względem genetycznym, a nie pod względem cech użytkowych.

Również podobne badania nad podobieństwem genetycznym, ale oceniające genotypy wiechliny łąkowej były prowadzone przez Johnson i in. (2002). W ocenie uwzględniono aż 228 genotypów wiechliny łąkowej pochodzących z 26 krajów. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że podobieństwo genetyczne pod względem ocenianych markerów molekularnych w dużym stopniu jest powiązane z podobieństwem pod względem cech agronomicznych. Ze względu na brak podobnych badań nad cechami związanymi z wartością gazonową odmian, trudno określić, czy również podobieństwo genetyczne pod względem markerów molekularnych świadczy o podobieństwie genotypów pod względem cech ważnych w ocenie traw gazonowych. Wymaga to dalszych badań, które mogłyby to potwierdzić.

#### WNIOSKI

1. Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że badane gatunki najbardziej różnią się pod względem zabarwienia liści. Zróżnicowanie genotypów, zarówno między gatunkami, jak i w obrębie gatunków w odniesieniu do zadarnienia i aspektu ogólnego estetycznego trawnika było niewielkie.
2. Odporność na plamistość liści była dodatkowo skorelowana z zadarnieniem i aspektem ogólnym. Silne dodatnie korelacje stwierdzono również między porażeniem przez rdzę i pleśń śniegową oraz smukłością liści, a jednocześnie te trzy cechy były ujemnie skorelowane z zabarwieniem.
3. Na ogólną wartość trawnikową (OA) istotny wpływ miało zadarnianie, szerokość liścia i odrost runi. Najsilniejsze oddziaływanie na ogólny aspekt trawnika wykazało zadarnienie.

#### LITERATURA

- Bocianowski J., Rybiński W. 2006. Wykorzystanie wielowymiarowej metodyki oceny cech ilościowych mutantów łądzwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.) uzyskanych działaniem chemomutagenów i światła lasera helowo-neonowego. *Acta Agrophysica* 8 (4): 791 — 802.
- Campbell A.A. 1987. The use of performance index as aid to recommended list decision taking. *Biul. Oceny Odm. COBORU XII* 17–18: 84 — 91.
- Charmet G., Balfourier F., Monestiez P. 1994. Hierarchical clustering of perennial ryegrass populations with geographic contiguity constraint. *Theor. Appl. Genet.* 88: 42 — 48.
- Domański P. 1992. System badań i oceny odmian traw gazonowych w Polsce. *Biul. IHAR* 183: 251 — 261.
- Domański P. 1994. Skuteczność metod badania i oceny wartości gospodarczej odmian traw w Europie. *Genet. Pol.* 4, 35A: 165 — 171.
- Domański P., Martyniak J. 1979. Zbiór instrukcji metodycznych prowadzenia doświadczeń odmianowych z trawami. COBORU, Słupia Wielka: 22 — 33.
- Johnson, R. C., Johnston W. J., Golob C. T., Nelson M. C., Soreng R. J. 2002. Characterization of the USDA *Poa pratensis* collection using RAPD markers and agronomic descriptors. *Genet. Resour. Crop Ev.* 49 (4): 351—363.
- Martyniak D. 2001. Praca doktorska. Cechy biologiczne warunkujące wartość gazonową i nasienną odmian i rodów wiechliny łąkowej. IHAR, Radzików.

- Martyniak D., Prończuk S. 2003. Ocena odmian i rodów form kępowych i rozłogowych *Festuca* z zastosowaniem wskaźnika wartości gospodarczej. Biul. IHAR 225: 303 — 311.
- Martyniak D. 2005. Wpływ ilości wysiewanych nasion na obsadę i plonowanie odmian gazonowych kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) w uprawie na nasiona. Biul. IHAR 237/238: 259 — 267.
- Mian M. A. R., Saha M. C., Hopkins A. A., Wang Z. Y. 2005. Use of tall fescue EST-SSR markers in phylogenetic analysis of cool-season forage grasses. Genome 48 (4): 637 — 647.
- Prończuk S. 1993. System oceny traw gazonowych w Polsce. Biul. IHAR 186: 1 — 3.
- Prończuk S. 2003. Zmienność cech u odmian *Poa pratensis* L. w umiarkowanie intensywnym użytkowaniu trawnikowym. Biul. IHAR 225: 265 — 276.
- Prończuk S., Prończuk M., Żyłka D. 1997. Metody syntetycznej oceny wartości użytkowej traw gazonowych. Zesz. Probl. Pos. Nauk Roln. 457: 125 — 133.
- Rutkowska B., Hempel A. 1986. Trawniki. PWRiL, Warszawa: 1 — 246.
- Ukalska J., Mądry W., Ukalski K., Masny A. 2007. Wielowymiarowa ocena różnorodności fenotypowej w kolekcji zasobów genowych truskawki (*Fragaria* × *ananassa* Duch.). Cz. II. Grupowanie genotypów. Zesz. Probl. Pos. Nauk Roln. 517: 759 — 766.
- Veronesi F., Falcinelli M. 1988. Evaluation of an Italian germplasm collection of *Festuca arundinacea* Schreb. through a multivariate analysis. Euphytica 28: 211 — 220.
- Versteeg F. 1996. Turf research in the Netherlands. Abstr. XXVI International Turf meeting Papendal, the Netherland:1,2.
- Żurek G., Prończuk S., Żyłka D. 2001. Ocena przydatności ekotypów wiechliny łąkowej (*Poa pratensis* L.) do warunków intensywnego użytkowania trawnikowego. Zesz. Probl. Pos. Nauk Roln. z. 474: 139 — 143.
- Żyłka D. 2001. Próba kompleksowej oceny wartości użytkowej i nasiennej odmian traw gazonowych na przykładzie *Poa pratensis* L. Zesz. Probl. Pos. Nauk Roln. z. 474: 155 — 167.
- Żyłka D., Prończuk S., Prończuk M. 2001. Porównanie kępowych i rozłogowych podgatunków kostrzewy czerwonej (*Festuca rubra* L.) pod względem przydatności na użytkowanie trawnikowe i nasienne. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. z. 474: 103 — 112.