

DARIUSZ GOZDOWSKI¹**DANUTA MARTYNIAK**²**WIESŁAW MĄDRY**¹¹Katedra Doświadczalnictwa i Bioinformatyki, SGGW w Warszawie²Pracownia Traw Pozapaszowych i Roślin Energetycznych, IHAR w Radzikowie

Wielowymiarowa ocena zróżnicowania odmian i rodów życicy trwałej pod względem cech użytkowych w uprawie na nasiona

Multivariate evaluation of cultivars and advanced lines of perennial ryegrass in respect of traits important in seed production

Dane doświadczalne pozyskano z doświadczenia polowego przeprowadzonego w latach 2004–2006 w IHAR Radzików. Celem doświadczenia była wielocechowa ocena 22 rodów i odmian życicy trwałej pochodzących z dwóch różnych hodowli (Bartążek i Wiatrowo) 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 4 grupy rodów i odmian podobnych pod względem badanych cech. Cechami w bardzo dużym stopniu wpływającymi na wielocechowe zróżnicowanie badanych genotypów były wysokość roślin, odporność na pleśń śniegową oraz w nieco mniejszym stopniu plon nasion (dodatnio skorelowane z pierwszą składową główną) oraz odporność na wyleganie (ujemnie skorelowana z PC1).

Słowa kluczowe: życica trwała, plon nasion, analiza wielocechowa

Experimental data were obtained in the field experiment conducted in PBAI (IHAR) Radzików in the years 2004–2006. The aim of this study was multivariate evaluation of 22 advanced lines and cultivars (bred in Bartążek and Wiatrowo) of perennial ryegrass, taking into account traits important in seed production. On the basis of multivariate analyses i.e. hierarchical cluster analysis and principal component analysis (PCA) 4 groups of genotypes were separated and described. The traits which have the biggest influence on multivariate diversity of the examined genotypes were height of plants, resistance to *Fusarium nivale* and seed yield (positively correlated with the first principal component) and resistance to lodging (negatively correlated with PC1).

Key words: perennial ryegrass, seed yield, multivariate analysis

WSTĘP

Wartość użytkowa odmian życicy trwałej w produkcji nasiennej jest warunkowana wieloma cechami związanymi z budową morfologiczną roślin i cechami charakteryzującymi odporność na patogeny (zwłaszcza choroby grzybowe). Ocena rodów hodow-

lanych powinna, zatem uwzględniać wiele cech ważnych, nie tylko plon nasion z jednostki powierzchni, ale również cechy wpływające pośrednio i bezpośrednio na jego wielkość i jakość. Jednoczesne uwzględnienie w analizie wielu cech ważnych z agronomicznego punktu widzenia 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 (Saiga i in., 1996; Uklalska i in., 2007; Bocianowski i Rybiński, 2008.). Metody takie pozwalają na wydzielenie grup genotypów podobnych wielocechowo oraz wskazanie grup z rodami lub odmianami o wysokiej wartości użytkowej, które mogą stanowić wartościowy materiał hodowlany. Metody wielocechowe stosowane są coraz powszechniej w ocenie genotypów różnych gatunków roślin uprawnych, w tym traw (Balfourier i Charmet, 1991; Loos, 1994; Madlaina i in., 2008). 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).

Jednoznaczne wskazanie tzw. obiecujących genotypów często jest trudne, między innymi dlatego, że często istnieje ujemna korelacja między wieloma cechami użytkowymi (Gozdowski i in., 2008; Martyniak i Martyniak, 2008). Kompleksowa ocena genotypów powinna uwzględniać zatem możliwie dużą liczbę cech, a zwłaszcza te, które w największym stopniu decydują o ich wartości użytkowej. W przypadku traw, w tym również życicy trwałej ważna jest zarówno ocena uwzględniająca wartość użytkową kośną lub pastwiskową (ewentualnie gazonową) oraz ważna jest ocena pod względem produkcji nasiennej (Wilkins 1991, Martyniak i Prończuk, 2003; Martyniak i Martyniak, 2006).

Celem niniejszej pracy była ocena wielocechowa 22 rodów i odmian życicy trwałej pod względem wybranych siedmiu cech użytkowych w produkcji nasiennej. Analizy wykonano wykorzystując dane z doświadczenia przeprowadzonego w IHAR Radzików w latach 2004–2006.

MATERIAŁ I METODY

Dane doświadczalne pochodziły z doświadczenia mikropoletkowego przeprowadzonego w latach 2003–2007 w IHAR Radzików. Powierzchnia pojedynczego poletka wynosiła 2 m² (2m długości × 1 m szerokości). Doświadczenie założono w układzie losowanych bloków w trzech powtórzeniach. Analizy wykonano na danych z 3 lat, tj. 2004–2006. W przeprowadzonym doświadczeniu oceniano 22 odmian i rodów, w tym 8 rodów krajowych, pochodzących z dwóch różnych hodowli: Bartążek i Wiatrowo i 16 odmian krajowych i zagranicznych (tab. 1).

W każdym roku oceniano wybrane cechy użytkowe charakteryzujące przydatność odmian do produkcji nasiennej. Do wielocechowej oceny badanych genotypów brano pod uwagę następujące cechy:

- X_1 — plon nasion z jednostki powierzchni (dt/ha),
- X_2 — wysokość roślin w cm (określana w fazie pełnego wykłoszenia),
- X_3 — liczba pędów generatywnych na jednostce powierzchni,
- X_4 — wczesność dojrzewania (liczona jako liczba dni od 1.IV do terminu zbioru),

X_5 — odporność na wyleganie,
 X_6 — stopień porażenia rdzą,
 X_7 — odporność na pleśń śniegową,
 (cechy X_5 , X_6 , X_7 wyrażone są w skali 1–9, 9 oznacza najwyższą odporność, cechy te oznaczano na podstawie stanu roślin i ich porażenia na całym poletku).

Tabela 1

Rody i odmiany życicy trwalej uwzględniane w badaniach
Advanced lines and cultivars of perennial ryegrass in the study

Odmiana lub ród Cultivar or advanced line	Ploidalność Ploidy	Pochodzenie Place of breeding
Ba 255	4n	Polska (HR Bartążek)
Ba 369	4n	Polska (HR Bartążek)
Ba 759	4n	Polska (HR Bartążek)
Baristra	4n	Polska (HR Bartążek)
Maja	4n	Polska (HR Wiatrowo)
Nadmorski	2n	Polska (HR Wiatrowo)
Napoleon	4n	Dania
Solen	4n	Polska (HR Szelejewo)
Anna	2n	Polska (HR Wiatrowo)
Pimpernel	2n	Dania
Argona	2n	Polska (HR Wiatrowo)
Arka	2n	Polska (HR Wiatrowo)
Barplus	2n	Holandia
Diament	4n	Polska (HR Szelejewo)
MAD 4094	2n	Polska (HR Wiatrowo)
Pastoral	4n	Francja
Rela	2n	Polska (ZDHR Radzików)
Tivoli	4n	Dania
MAD 4101	2n	Polska (HR Wiatrowo)
MAD 4103	2n	Polska (HR Wiatrowo)
MAD 5971	2n	Polska (HR Wiatrowo)
MAD 5973	2n	Polska (HR Wiatrowo)

Pozyskane dane poddano wielowymiarowym analizom statystycznym w celu scharakteryzowania i pogrupowania badanych rodów i odmian pod względem ww. cech użytkowych. Przeprowadzono hierarchiczną analizę skupień w celu wydzielenia grup genotypów podobnych pod względem badanych cech. Analizę tę wykonano na zmiennych standaryzowanych stosując kwadrat odległości euklidesowej jako miarę odległości, natomiast metoda Warda została użyta do aglomeracji podobnych obiektów. Na podstawie wyników analizy skupień wydzielono 4 grupy odmian. Analiza składowych głównych (PCA) została wykonana na średnich genotypowych dla scharakteryzowania wydzielonych grup badanych rodów i odmian.

Analizy statystyczne przeprowadzono w programie Statgraphics 4.1.

WYNIKI BADAŃ

Na podstawie wartości średnich oraz parametrów opisujących zmienność poszczególnych cech (tab. 2) można stwierdzić, że największą zmiennością charakteryzowała się odporność roślin na wyleganie ($CV = 34,8\%$) oraz wielkość plonu nasion z jednostki

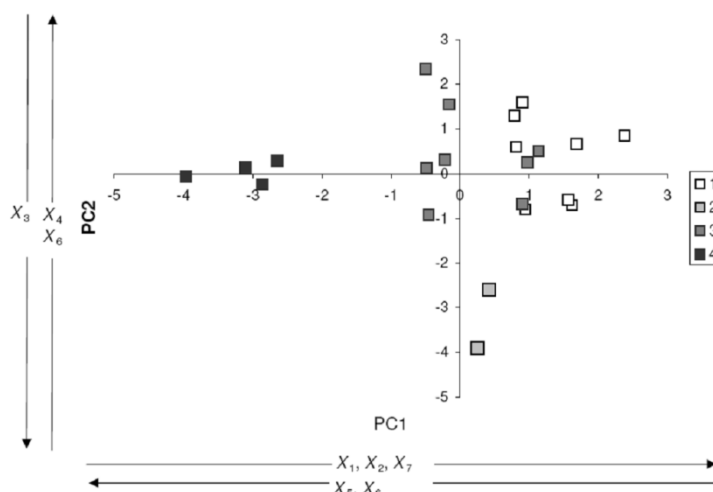
powierzchni (CV = 28,4%). Cechami o niewielkiej zmienności były wysokość roślin (CV = 7,7%) oraz wczesność dojrzewania (CV = 8,9%).

Tabela 2

Wartości średnie oraz parametry charakteryzujące zmienność badanych cech wszystkich genotypów dla danych z lat 2004–2006
Mean values and parameters of variability which characterize all genotypes for data from the years 2004–2006

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7
Średnia Mean	14,70	95,0	1316	86,5	4,82	4,51	5,68
Odchylenie standardowe Standard deviation	4,18	7,28	239	7,74	1,67	0,62	0,62
Min.	5,86	81,2	891	65,4	2,67	3,56	4,44
Max.	21,83	107,2	1759	97,1	8,67	6,11	6,67
CV	28,4%	7,7%	18,2%	8,9%	34,8%	13,7%	10,9%

Przeprowadzona analiza składowych głównych (PCA) wykazała, że 41,5% zmienności jest wyjaśnione przez pierwszą składową główną (PC1), natomiast druga składowa (PC2) wyjaśnia 26,6% całkowitej zmienności. Łącznie te dwie składowe wyjaśniają ponad 2/3 całkowitej zmienności badanych cech. Zatem przedstawienie wartości tych dwóch składowych na wykresie dwuwymiarowym dobrze ilustruje zróżnicowanie rodów i odmian pod względem badanych cech (rys. 1).



Rys. 1. Wartości pierwszych dwóch składowych głównych
Fig. 1. Values of the first and second principal components

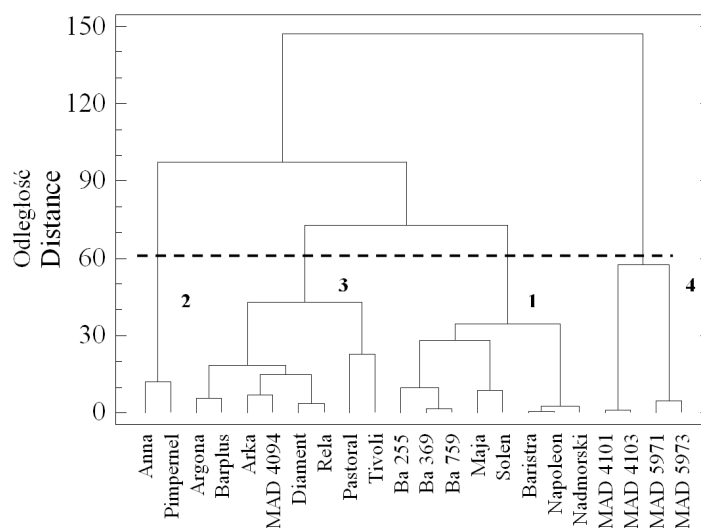
Wartości współczynników korelacji z poszczególnymi składowymi głównymi (tab. 3) wskazują, że silnie dodatnio skorelowanymi cechami z pierwszą składową główną były odporność na pleśń śniegową (X_7) oraz wysokość roślin (X_2) (wartości współczynników

korelacji odpowiednio 0,88 i 0,81), natomiast silną ujemną korelację z PC1 stwierdzono dla odporności na wyleganie (X_5) ($r = -0,87$). Możemy zatem stwierdzić, że te cechy w największym stopniu dyskryminowały wielocechowe zróżnicowanie rodów i odmian pod względem badanych cech użytkowych. W mniejszym stopniu zróżnicowanie odmian i rodów było spowodowane wielkością pozostałych badanych cech.

Tabela 3

Wartości współczynników korelacji między składowymi głównymi a badanymi cechami
Values of correlation coefficients between the principal components and the examined traits

Cecha — Trait	PC1 (41,5%)	PC2 (26,6%)	PC3 (15,6%)
X_1	0,56	0,25	0,74
X_2	0,81	0,38	-0,21
X_3	-0,27	-0,82*	0,15
X_4	-0,13	0,80*	-0,31
X_5	-0,87	0,29	-0,13
X_6	-0,57	0,50*	0,59
X_7	0,88	-0,04	-0,04



Rys. 2. Dendrogram uzyskany na podstawie analizy skupień wykonanej metoda Warda (linia przedstawia podział na 4 grupy genotypów)

Fig. 2. Dendrogram obtained on the basis of Ward method of cluster analysis (the line makes division into 4 groups of genotypes)

W celu wydzielenia rodów i odmian podobnych pod względem badanych cech użytkowych wykonano analizę skupień metodą Warda. Wyniki grupowania są przedstawione na dendrogramie na rysunku 2. Na podstawie uzyskanych wyników wydzielono 4 grupy odmian i rodów podobnych pod względem siedmiu badanych cech użytkowych. Charakterystyki wydzielonych grup można dokonać na podstawie wartości średnich

przedstawionych w tabeli 4, jak również ich położenia w układzie współrzędnych pierwszych dwóch składowych (rys. 1).

Tabela 4

Średnie i odchylenia standardowe dla wydzielonych grup
Means and standard deviations for the distinguished groups

Grupa — Group Cecha — Trait	1 (n=8)	2 (n=2)	3 (n=8)	4 (n=4)
X_1	17,95 (2,7)	13,48 (3,68)	13,13 (1,97)	11,93 (6,75)
X_2	99,9 (4,46)	89,2 (4,32)	97,1 (4,76)	84,2 (3,55)
X_3	1155 (133,3)	1746 (18,9)	1313 (232,9)	1430 (153,9)
X_4	84,1 (4,42)	69,3 (5,42)	93,4 (3,15)	86,2 (0,69)
X_5	3,83 (0,64)	3,39 (0,08)	4,72 (1)	7,69 (1,15)
X_6	4,43 (0,32)	3,83 (0,39)	4,36 (0,49)	5,31 (0,77)
X_7	6,03 (0,44)	5,83 (0,24)	5,79 (0,43)	4,67 (0,18)

Pierwsza grupa rodów i odmian liczy 8 genotypów, charakteryzuje się najwyższym plonem nasion (średni plon nasion dla tej grupy to 17,95 dt/ha) oraz najwyższymi roślinami. Jednocześnie grupa ta ma względnie niewielką liczbę pędów generatywnych, niską odporność na wyleganie i najwyższą odporność na pleśń śniegową. W drugiej grupie znalazły się jedynie dwa genotypy, tj. odmiany Anna i Pimpernel. Charakteryzują się one umiarkowanie wysokim plonem nasion, najwyższą liczbą pędów generatywnych oraz bardzo wczesnym dojrzewaniem. Niekorzystnymi cechami tych dwóch odmian jest niska odporność na rdzę i wyleganie. Grupa 3 liczy 8 odmian i rodów, charakteryzują się one umiarkowanie niskim plonem nasion, wysokimi roślinami oraz późnym dojrzewaniem.

Grupa 4 liczy rody i odmiany, wyróżniają się one najniższym plonem oraz najniższą wysokością roślin. Charakteryzują się również wysoką odpornością na wyleganie oraz wysoką odpornością na rdzę.

W badaniach uwzględniano zarówno rody diploidalne jak i tetraploidalne. W poszczególnych grupach występuje różny udział takich rodów. W grupie pierwszej dominują rody tetraploidalne, tylko jedna odmiana w tej grupie jest odmianą diploidalną. Ze względu na to, że grupa ta charakteryzuje się wysokimi wartościami cech ważnych z użytkowego punktu widzenia, w tym bardzo wysokim plonem, to wskazuje to na wysoką wartość użytkową wielu odmian i rodów tetraploidalnych.

W grupie 2 obydwie odmiany są genotypami diploidalnymi, natomiast w grupie 3 dominują rody diploidalne. W grupie 4 wszystkie rody i odmiany są diploidalne, jest to grupa charakteryzująca się najniższym plonem, tak więc można przyjąć, że większość odmian diploidalnych charakteryzuje się mniejszą wartością użytkową pod względem produkcji nasiennej.

DYSKUSJA

Na podstawie analizy skupień oraz analizy składowych głównych można stwierdzić, że cechami w bardzo dużym stopniu wpływającymi na wielocechowe zróżnicowanie badanych genotypów były wysokość roślin i odporność na pleśń śniegową w nieco mniejszym stopniu plon nasion, cechy te były dodatnio skorelowane z pierwszą składową.

Również duży udział w całkowitej zmienności miała odporność na wyleganie, a cecha ta była ujemnie skorelowana z pierwszą składową. Występowanie ujemnych korelacji między cechami ważnymi dla wartości użytkowej odmian utrudnia wskazanie najwartościowszych genotypów. W przeprowadzonych badaniach taka ujemna korelacja występowała między wielkością plonu nasion a odpornością na wyleganie, ze względu na to, że obydwie te cechy są bardzo ważne w produkcji nasiennej utrudnia to jednoznaczne wskazanie obiecujących genotypów, które byłyby najwartościowszym materiałem do dalszej hodowli.

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).

Stosowanie tych metod jest najczęściej stosowane do oceny zróżnicowania wielocechowego ekotypów życicy trwałej, natomiast znacznie rzadziej w ocenie wartości użytkowej odmian, zwłaszcza w produkcji nasiennej (Charmet, 1994; Saiga i in., 1996; Schmidt, 2005).

WNIOSKI

1. Wielocechowa ocena 22 rodów i odmian wykazała znaczne ich zróżnicowanie pod względem badanych cech użytkowych.
2. Cechami mającymi największy udział w całkowitej zmienności były wysokość roślin, odporność na pleśń śniegową (dodatnio skorelowane z PC1) oraz odporność na wyleganie (ujemnie skorelowana z PC1).
3. Ze względu na wzajemne ujemne skorelowanie cech trudne jest jednoznaczne wskazanie grupy genotypów charakteryzującej się najwyższą wartością użytkową, a tym samym będącymi najbardziej wartościowym materiałem do dalszej hodowli.

LITERATURA

- Balfourier F., Charmet G. 1991. Spaced plant evaluation of Mediterranean germplasm collections of perennial ryegrass. *Euphytica* 57: 57 — 66.
- Bocianowski J., Rybiński W. 2006. Wykorzystanie wielowymiarowej metodyki oceny cech ilościowych mutantów lędźwianu siewnego (*Lathyrus sativus* L.) uzyskanych działaniem chemomutagenów i światła lasera helowo-neonowego. *Acta Agrophysic* 8 (4): 791 — 802.
- Casler M. D. 1995. Patterns of variation in a collection of perennial ryegrass accessions. *Crop Science* 35: 1169 — 1177.
- Charmet G., Balfourier F., Monestiez P. 1994. Hierarchical clustering of perennial ryegrass populations with geographic contiguity constraint. *Theor. Appl. Genet.* 88: 42 — 48.
- Gozdowski D., Martyniak D., Mądry W. 2008. Zastosowanie analizy ścieżek do oceny determinacji plonu nasion życicy trwałej. *Biul. IHAR* 247: 89 — 97.
- Loos B. 1994. Morphological variation in Dutch perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) populations, in relation to environmental factors. *Euphytica* 74: 97 — 107.
- Madlaina K., Schmid P., Kölliker R., Boller B. 2008. Value of permanent grassland habitats as reservoirs of *Festuca pratensis* Huds. and *Lolium multiflorum* Lam. populations for breeding and conservation. *Euphytica*, 164: 239 — 253.
- Martyniak J., Martyniak D. 2008. Przyspieszenie hodowli traw o zwiększonej reprodukcji nasiennej. *Hodowla Roślin i Nasiennictwa* nr 2: 43 — 49.

- Martyniak D., Martyniak J. 2006. Próba zastosowania wskaźnika wartości użytkowo-nasiennej do oceny odmian pastewnych życicy trwałej. *Łąkarstwo w Polsce* 9: 121 — 130.
- Martyniak D., Prończuk S. 2003. Ocena odmian i rodów form kępowych i rozłogowych *Festuca rubra* L. z zastosowaniem wskaźnika wartości ogólnogospodarczej. *Biul. IHAR* 225: 303 — 311.
- Saiga, S., Hiraga A., Ihjima K., Watanabe K. 1996. Characteristics of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) ecotypes collected from alpine and subalpine regions in northeastern Japan and southern Germany. *Grassland Science*: 42: 1 — 6.
- Schmidt J. 2005. Variation of European ecotypes of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.), 51: 75 — 89.
- 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. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych* 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.
- Wilkins P.W. 1991. Breeding perennial ryegrass for agriculture. *Euphytica* 52: 201 — 214.